

**UNIVERSIDAD PRIVADA ANTONOR ORREGO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**PROGRAMA DE ESTUDIO DE INGENIERÍA CIVIL**



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

---

**“MEJORAMIENTO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL  
CONCRETO SIMPLE ADICIONANDO CASCARILLA DE ARROZ, DISTRITO DE  
SAN HILARIÓN - REGIÓN SAN MARTÍN”**

---

**Área de Investigación:**  
Tecnología de materiales

**Autor (es):**  
Bach. Cárdenas Sánchez, Erick Manuel  
Bach. Escobar Lazo, Henry Martín

**Jurado Evaluador:**

**Presidente** : Ing. Ms. Velázquez Diaz, Gilberto A.  
**Secretario** : Ing. Dr. Narváez Aranda, Ricardo A.  
**Vocal** : Ing. Ms. Geldres Sánchez, Carmen L.

**Asesor:**  
Mg. Ing. Medina Carbajal, Lucio Sigifredo

**Código Orcid:** <https://orcid.org/0000-0001-5207-4421>

**TRUJILLO-PERÚ**  
**2022**

**Fecha de sustentación:** 2022/11/04

**UNIVERSIDAD PRIVADA ANTONOR ORREGO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**PROGRAMA DE ESTUDIO DE INGENIERÍA CIVIL**



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

---

**“MEJORAMIENTO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL  
CONCRETO SIMPLE ADICIONANDO CASCARILLA DE ARROZ, DISTRITO DE  
SAN HILARIÓN - REGIÓN SAN MARTÍN”**

---

**Área de Investigación:**  
Tecnología de materiales

**Autor (es):**  
Bach. Cárdenas Sánchez, Erick Manuel  
Bach. Escobar Lazo, Henry Martín

**Jurado Evaluador:**

**Presidente** : Ing. Ms. Velázquez Diaz, Gilberto A.  
**Secretario** : Ing. Dr. Narváez Aranda, Ricardo A.  
**Vocal** : Ing. Ms. Geldres Sánchez, Carmen L.

**Asesor:**  
Mg. Ing. Medina Carbajal, Lucio Sigifredo

**Código Orcid:** <https://orcid.org/0000-0001-5207-4421>

**TRUJILLO-PERÚ**  
**2022**

**Fecha de sustentación:** 2022/11/04



## DEDICATORIA

*Dedico esta Tesis a Dios, que siempre  
ilumina mi camino.*

*A mi familia, por su apoyo incondicional  
y por ser mi principal soporte*

**Erick Cárdenas Sánchez**

*Dedico esta Tesis a Dios que me bendice  
siempre y guía mis pasos.*

*A mis padres, que son los que siempre  
creen en mí y me apoyan  
incondicionalmente.*

*A mi compañera de vida y a mi hijo, que  
me impulsan siempre a dar lo mejor de mí  
en la lucha constante por conseguir mis  
metas.*

**Henry Escobar Lazo**

## **AGRADECIMIENTO**

Agradecemos en primer lugar a Dios por darnos salud a nosotros y a nuestras familias en medio de una coyuntura tan trágica y de incertidumbre, en donde muchos peruanos han perdido a un ser querido. Le agradecemos también a Dios por permitirnos llegar a este momento trascendental en nuestra vida académica. Agradecemos a nuestros padres y nuestra familia, por su apoyo incondicional y por sus sabios consejos. Agradecemos a nuestro asesor de tesis, el ingeniero Lucio Medina Carbajal, por incentivarnos y brindarnos todo su valioso apoyo. Finalmente Agradecemos a todos nuestros docentes por impartir sus valiosas experiencias y conocimientos en nosotros.

Los Autores

## RESUMEN

La presente investigación fue realizada en el distrito de San Hilarión, región de San Martín, que tuvo como objetivo determinar la resistencia a la compresión del concreto simple adicionando cascarilla de arroz.

La tesis es de tipo aplicada y un nivel descriptivo, la variable de estudio fue la cascarilla de arroz y consideramos como población al concreto simple con una resistencia de 210 kg/cm<sup>2</sup> y como muestra de estudio, probetas cilíndricas de concreto con 3 diferentes dosificaciones de adición de cascarilla de arroz, las cuales fueron 2%, 4% y 6% respectivamente.

Para la recolección de datos nos apoyamos de técnicas como, la observación, ensayos de laboratorio y análisis documental. Asimismo, para la tabulación de datos nos apoyamos de Microsoft Office Excel. De esta manera, se logró obtener una resistencia a la compresión promedio de 212.13 kg/cm<sup>2</sup> para el concreto patrón, representando el 101% de la resistencia de diseño, el cual fue superado únicamente por el 2% de adición que obtuvo 252.97 kg/cm<sup>2</sup>, representando un 120% de la resistencia de diseño. Para los porcentajes de 4% y 6% se obtuvo, 184.73 kg/cm<sup>2</sup> y 183.23 kg/cm<sup>2</sup>, representando un 88% y 87.3% respectivamente de la resistencia de diseño, quedando por debajo del concreto patrón. De esta manera se deduce una tendencia decreciente mediante se adicionaba más cascarilla de arroz.

Asimismo, se recalca que el porcentaje óptimo de adición fue del 2% de cascarilla de arroz en reemplazo de agregado fino en una mezcla de concreto convencional, ya que, logró obtener 20% adicional de la resistencia de diseño. Lo cual significaría un impacto positivo para el ambiente y costos de un proyecto.

**Palabras clave:** Resistencia a la compresión, concreto simple, cascarilla de arroz.

## ABSTRACT

The present investigation was carried out in the district of San Hilarion, region of San Martín, whose objective was to determine the compressive strength of plain concrete by adding rice husk.

The thesis is of an applied type and a descriptive level, the study variable was the rice husk and we considered plain concrete as a population with a resistance of 210 kg/cm<sup>2</sup> and as a study sample, cylindrical concrete specimens with 3 different dosages of addition of rice husk, which were 2%, 4% and 6% respectively.

For data collection we rely on techniques such as observation, laboratory tests and documentary analysis. Likewise, for data tabulation we rely on Microsoft Office Excel. In this way, it was possible to obtain an average compressive strength of 212.13 kg/cm<sup>2</sup> for the standard concrete, representing 101% of the design strength, which was only exceeded by the 2% addition that obtained 252.97 kg/cm<sup>2</sup>., representing 120% of the design resistance. For the percentages of 4% and 6%, 184.73 kg/cm<sup>2</sup> and 183.23 kg/cm<sup>2</sup> were obtained, representing 88% and 87.3%, respectively, of the design resistance, remaining below the standard concrete. In this way, a decreasing trend is deduced by adding more rice husks.

Likewise, it is emphasized that the optimal percentage of addition was 2% of rice husk in replacement of fine aggregate in a conventional concrete mixture, since it managed to obtain an additional 20% of the design resistance. Which would mean a positive impact for the environment and costs of a project.

**Key words:** Compressive strength, plain concrete, rice husk.

## **PRESENTACIÓN**

### **Señores miembros del Jurado:**

Cumpliendo con lo establecido en el reglamento de Grados y Títulos de la Universidad Privada Antenor Orrego correspondiente a la Facultad de Ingeniería, es grato poner a vuestra consideración, la presente tesis titulada: “MEJORAMIENTO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO SIMPLE ADICIONANDO CASCARILLA DE ARROZ, DISTRITO DE SAN HILARIÓN - REGIÓN SAN MARTÍN”, con la finalidad de obtener el título profesional de ingeniero civil.

El desarrollo de la presente investigación, se ha conducido de forma estricta y ardua para obtener resultados fidedignos. Nuestro trabajo de tesis, se basa en mejorar las propiedades de un concreto simple, adicionando un residuo agroindustrial de mucho volumen, como lo es la cascarilla de arroz. Esto impactaría de manera positiva en el costo de producción de un concreto simple y contribuiría aminorando la contaminación ambiental, tanto por el uso de un subproducto resultante del molino de arroz (cascarilla de arroz), en donde este residuo agroindustrial equivale al 20% de la producción de este cereal; y por la menor cantidad de agregado fino que se utilizaría para la producción de un concreto simple. Con la difusión de este tipo de trabajos buscando innovación por el reemplazo de materiales ambientalmente dañinos o depredados de forma masiva, ya sea, por la merma de procesos agroindustriales (cascarilla de arroz); o por la depredación de un recurso limitado como lo es el agregado fino, es que se logrará implantar esta nueva conciencia ecológica que necesita nuestro país, para priorizar y evitar dañar más nuestro hogar que compartimos todas las personas en el mundo, nuestro planeta.

Atentamente,

Bach. Erick Manuel Cárdenas Sánchez

Bach. Henry Martín Escobar Lazo

La Libertad, Julio de 2022

## INDICE

Dedicatoria.....	iv
Agradecimiento .....	v
Presentación .....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
Resumen .....	vi
Abstract.....	vii
ÍNDICE.....	ix
ÍNDICE DE TABLAS .....	xii
ÍNDICE DE FIGURAS .....	xiii
I. INTRODUCCIÓN.....	15
1.1. Problema de investigación .....	15
1.2. Objetivos.....	17
1.2.1. Objetivo general .....	17
1.2.2. Objetivos específicos.....	17
1.3. Justificación del estudio .....	17
II. MARCO DE REFERENCIA .....	19
2.1. Antecedentes del estudio .....	19
2.2. Marco teórico .....	22
2.2.1. Concreto.....	22
2.2.1.1. Definición .....	22
2.2.1.2. Materiales para el concreto .....	23
2.2.1.3. Características de los agregados .....	24
2.2.1.4. Tipos de concreto.....	24
2.2.1.5. Propiedades físicas .....	25
2.2.1.6. Propiedades mecánicas .....	27
2.2.2. Resistencia a la compresión .....	28
2.2.3. Cascarilla de arroz.....	29

2.2.3.1.	Definición .....	29
2.2.3.2.	Características .....	29
2.3.	Marco conceptual.....	30
2.4.	Sistema de hipótesis .....	31
2.4.1.	Variables y operacionalización de variables .....	31
2.4.1.1.	Variables .....	31
2.4.1.2.	Operacionalización de variables.....	32
III.	METODOLOGÍA EMPLEADA.....	33
3.1.	Tipo y nivel de investigación .....	33
3.2.	Población y muestra de estudio .....	33
3.2.1.	Población.....	33
3.2.2.	Muestra .....	33
3.3.	Diseño de investigación .....	34
3.4.	Técnicas e instrumentos de investigación .....	34
3.5.	Procesamiento y análisis de datos .....	34
IV.	RESULTADOS .....	35
4.1.	Análisis e interpretación de resultados .....	35
4.1.1.	Caracterización de los agregados.....	36
4.1.1.1.	Contenido de humedad de los agregados .....	36
4.1.1.2.	Pesos unitarios suelto y compactado de los agregados .....	37
4.1.1.3.	Pesos específicos de los agregados .....	39
4.1.1.4.	Absorción de los agregados .....	40
4.1.2.	Diseño de mezcla de concreto simple y modificado.....	41
4.1.3.	Resistencias a la compresión de concreto simple y modificado. ....	42
4.1.3.1.	Resistencia a la compresión de concreto patrón .....	42
4.1.3.2.	.....Resistencia a la compresión de concreto +2% cascarilla de arroz .....	43

4.1.3.3. ....Resistencia a la compresión de concreto +4% cascarilla de arroz .....	44
4.1.3.4. ....Resistencia a la compresión de concreto +6% cascarilla de arroz .....	45
V. DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS.....	47
CONCLUSIONES .....	49
RECOMENDACIONES .....	50
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	51
ANEXOS.....	55
ANEXO 01: MATRIZ DE CONSISTENCIA.....	55
ANEXO 02: INSTRUMENTOS UTILIZADOS .....	56
ANEXO 03: R.D. QUE APRUEBA EL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN .....	69
ANEXO 04: CERTIFICADO DE LABORATORIO.....	70
ANEXO 05: CONSTANCIA DEL ASESOR .....	72
ANEXO 06: PANEL FOTOGRÁFICO.....	74

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Clasificación de los agregados por su forma .....	24
Tabla 2 Asentamiento y consistencia .....	26
Tabla 3 Composición de la cascarilla de arroz .....	30
Tabla 4. Operacionalización de variables .....	32
Tabla 5. Muestra en la investigación .....	33
Tabla 6. Técnicas de análisis de la Investigación .....	34
Tabla 7 Validación de los instrumentos utilizados en la investigación .....	35
Tabla 8 Contenido de humedad del agregado grueso .....	36
Tabla 9 Contenido de humedad del agregado fino .....	36
Tabla 10 Peso unitario suelto del agregado grueso .....	37
Tabla 11 Peso unitario compactado del agregado grueso .....	37
Tabla 12 Peso unitario suelto del agregado fino .....	38
Tabla 13 Peso unitario compactado del agregado fino .....	38
Tabla 14 Peso específico del agregado grueso .....	39
Tabla 15 Peso específico del agregado fino .....	39
Tabla 16 Absorción del agregado grueso .....	40
Tabla 17 Peso específico del agregado fino .....	40
Tabla 18: Resistencia a la compresión del concreto patrón .....	42
Tabla 19: Resistencia a la compresión promedio del concreto patrón .....	43
Tabla 20: Resistencia a la compresión del concreto +2% cascarilla de arroz .....	43
Tabla 21: Resistencia a la compresión promedio del concreto +2% .....	44
Tabla 22: Resistencia a la compresión del concreto +4% cascarilla de arroz .....	44
Tabla 23: Resistencia a la compresión promedio del concreto +4% .....	45
Tabla 24: Resistencia a la compresión del concreto +6% cascarilla de arroz .....	45
Tabla 25: Resistencia a la compresión promedio del concreto +6% .....	46

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Procedimiento del asentamiento o slump .....	26
Figura 2. Formato de laboratorio del diseño de mezcla .....	56
Figura 3. Peso unitario de agregado grueso .....	57
Figura 4. Peso unitario de agregado fino.....	58
Figura 5. Peso específico de agregado grueso .....	59
Figura 6. Peso específico de agregado fino .....	60
Figura 7. Humedad natural de agregado grueso .....	61
Figura 8. Humedad natural de agregado fino .....	62
Figura 9. Absorción de agregado grueso .....	63
Figura 10. Absorción de agregado fino .....	64
Figura 11. Resistencia a la compresión del concreto patrón .....	65
Figura 12. Resistencia a la compresión del concreto + 2% cascarilla de arroz.....	66
Figura 13. Resistencia a la compresión del concreto + 4% cascarilla de arroz.....	67
Figura 14. Resistencia a la compresión del concreto + 6% cascarilla de arroz.....	68

## **I. INTRODUCCIÓN**

### **1.1. Problema de investigación**

Actualmente, a nivel internacional, la industria de la construcción realiza la incorporación de materias primas secundarias en diseño y construcción de nuevas estructuras (Tayeh et al., 2021). Por ello, se considera como gran iniciativa la reutilización de residuos como fibras sintéticas o fibras vegetales, o residuos agroindustriales como subproductos del proceso del molino de arroz, que, ante la producción de 1 tonelada de este cereal, se puede llegar a generar 200 kg de este residuo como reemplazo de cemento, agregados o aditivos en el concreto.

Existe un crecimiento significativo del concreto que ha permitido el empleo de diversos materiales de construcción, por lo que, se requiere una buena calidad de estos mismos (Orozco, Avila, Restrepo y Parody, 2018).

En Ecuador, existen diversas iniciativas e investigaciones relacionadas con la mejora de las propiedades de materiales en la construcción mediante la incorporación o sustitución de materiales por residuos, las cuales, mediante su reutilización se logra obtener productos de mejor calidad, a la misma vez de ser posible lograr una reducción de impactos negativos a nuestro medio ambiente (Cabello et al., 2015).

El concreto es aquel material de gran impacto en el sector de la construcción que está conformado por agua, agregados y cemento, la cual ha sido una mezcla no perfeccionada desde su creación, para ello la considerable cantidad de aditivos han permitido modificar características y propiedades del concreto en busca de una mejor calidad (Carrillo, Silva y Sánchez, 2016). Estos aditivos son destinados para la fabricación de concreto más trabajables, durables, resistentes e impermeables para la obtención del concreto de muy buenas propiedades.

Según Vélez (2019), durante las últimas décadas en la industria de la construcción se ha generado un evidente desarrollo en los diseños y cálculos estructurales del propio concreto. Nuestro país considera como propulsor del

crecimiento económico al sector de la construcción, referido a obras civiles de gran envergadura que son administradas por importantes empresas del rubro.

Según Benitez (2015), en el país, se proponen tecnologías para la elaboración de concreto para generar un gran impacto positivo por parte de empresas de construcción, buscando así, obtener un material con un alto desempeño en el caso del concreto, y con el fin de reducir costos en su fabricación de cemento, se realiza el empleo de desechos industriales que presenten propiedades puzolánicas para aportar positivamente en el aspecto técnico.

A nivel nacional, el Ministerio de Agricultura y Riego (2020), la producción de arroz tiene lugar en dieciocho de veinticuatro regiones del país, correspondiendo al 71.6% de la producción total en cinco departamentos a nivel nacional, representando el 24.1% en San Martín, 14.6% en Amazonas, 12.4% en Piura, 10.3% en La Libertad, 10.2% en Lambayeque.

En la región San Martín, se encuentran gran cantidad de industrias arroceras que, ofrecen a los agricultores el servicio de pilado de arroz, es decir, realizan el secado industrial para eliminar las impurezas y reducir la humedad de estos granos, al término de este proceso de arroz entregado en sacos de 50 kg, y gran porcentaje de residuos como desechos a las cascarillas de este cereal obtenido en estas mismas industrias (Agroindustrias San Hilarión, 2019).

A partir, de esta problemática, se ha considerado de suma importancia realizar el estudio del concreto simple con adición de cascarilla de arroz en el distrito de San Hilarión, región de San Martín, debido a existir una gran cantidad de residuos agroindustriales generados ante la producción de arroz. Por lo que, se cree conveniente ser utilizado en el concreto con mejores propiedades físicas y mecánicas, y así ser empleado en el sector de la construcción.

De esta manera, se plantea la siguiente formulación del problema: ¿De qué manera la cascarilla de arroz influye en la resistencia a la compresión del concreto simple en el distrito de San Hilarión, región de San Martín?

## **1.2. Objetivos**

### **1.2.1. Objetivo general**

Determinar la resistencia a la compresión del concreto simple adicionando cascarilla de arroz en el distrito de San Hilarión, región de San Martín.

### **1.2.2. Objetivos específicos**

1. Caracterizar los agregados para elaboración del concreto simple en el distrito de San Hilarión, región de San Martín.
2. Realizar el diseño de mezcla de concreto simple y concreto modificado con cascarilla de arroz en el distrito de San Hilarión, región de San Martín.
3. Determinar las resistencias a la compresión de concreto simple y concreto modificado con cascarilla de arroz en el distrito de San Hilarión, región de San Martín.

## **1.3. Justificación del estudio**

La importancia de esta propuesta de tesis está relacionada con el deseo o necesidad de buscar la durabilidad del concreto, siendo este un material conformado por cemento, áridos, agua e incluso con incorporación de aditivos que son agregados con fines de brindar una mejor calidad del concreto. La elaboración tradicional de concreto presenta excelentes propiedades que garantiza la resistencia necesaria para ser utilizado en construcción, sin embargo, no presenta un impacto positivo en el ámbito ambiental ni económico, debido que, resulta un costo más elevado frente a la producción de otros materiales de construcción como el adobe o bloques, y en la fabricación de cemento, uno de sus componentes más importantes se genera un impacto negativo que afecta significativamente a nuestro medio ambiente.

Esta investigación, se justifica en el aspecto técnico, al obtener mejores propiedades del concreto, mediante la incorporación de cascarilla de arroz en la mezcla, incrementando su resistencia a la compresión, brindando así un

material alternativo de excelente calidad a menor costo y menor impacto ambiental.

Esta investigación nace de la iniciativa de busca innovar la aplicación para un residuo agroindustrial como las cascarillas de arroz, que resulta del proceso de producción de este cereal, para así ser utilizado como material en sustitución de agregado fino en la elaboración de concreto.

Finalmente, en el aspecto social, esta investigación brinda un valioso aporte como la propuesta de adición de un residuo agroindustrial para ser aprovechado como aditivo que puede brindar mejores características al concreto como material de construcción.

## II. MARCO DE REFERENCIA

### 2.1. Antecedentes del estudio

Baca y Vélez (2020) en su investigación **“Efecto de la fibra de arroz carbonatada en las propiedades mecánicas y físicas del concreto”** de la Universidad Santo Tomás de Villavencio, Colombia, tuvieron como objetivo general comparar los comportamientos físicos y mecánicos del concreto de uso tradicional y uno con una matriz compuesta por cascarillas de arroz carbonatada bajo el método cuantitativo. Los resultados fueron obtenidos por 4 mezclas: 0% MP (Muestra patrón), 9% (M1), 10%(M2), 11%(M3) y 12%(M4) de CAC (cascarilla de arroz carbonatada), con un tiempo de curado de 7, 14 y 28 días. Se dio como resultado que el PSI de la M1, M2, M3, M4 y la MP en 7 días es de 1609, 1231, 754, 506 y 1466 respectivamente, a los 14 días se obtiene 2599, 1668, 1171, 664 y 1990 respectivamente, a los 28 días se observa que el promedio es de 3267, 1727, 1679, 1048 y 2748 respectivamente. Para determinar el tiempo de fraguado inicial y final se aplicó que la muestra que tenía 7% y 9% se utilizó la CAC a una temperatura carbonatada de 700°C y se usó la de 600°C en la muestra de 9% y 11%, proyectando que la carbonatada que se utilizó en la muestra de 7%, tuvo un mejor comportamiento y un menor tiempo de 2.5 hora y 35mm de penetración. Finalmente, se concluye que, teniendo los resultados del concreto con una adición del 9% de cascarilla de arroz carbonatada es el correcto, debido a que el costo de producción es menor que el del concreto patrón, también se dedujo que las propiedades mecánicas fueron mejoradas, haciendo que la utilización de cascarilla de arroz carbonatadas tenga efectos positivos.

Devia y Emilia (2019) en su investigación **“Evaluación de la resistencia del concreto con reemplazo del agregado fino por ceniza de cascarilla de arroz”** de la Universidad Piloto de Colombia. Se tuvo como objetivo general evaluar el comportamiento del concreto al reemplazar el agregado fino por cenizas de cascarillas de arroz, determinaron la resistencia mediante 6 vigas en un tiempo de ruptura de 7, 14 y 28 días. Esto se desarrolla bajo el método experimental. Reemplazando el 20% del agregado fino en la muestra para obtener un concreto modificado. Se obtuvo de las 3 muestras puestas en

curado durante 7, 14 y 28 días que pueden soportar una carga máxima de 3.3 N, 4.7 N y 3.31 N respectivamente con un módulo de rotura de 0.0634615 MPa, 0.0903846 MPa y 0.0795673 MPa respectivamente. Cuando el concreto estándar en 7, 14 y 28 días de curado puede soportar una carga máxima de 17.1, 17.8 y 17.24 respectivamente y con un módulo de rotura de 0.328846154 MPa, 0.342304692 MPa y 0.331538462 MPa. Concluyendo que, al comparar las características de las muestras del concreto modificado y no modificado se presentó una baja calidad, no cumpliendo con la resistencia, cohesividad, durabilidad y trabajabilidad que debe poseer un concreto estándar.

A nivel nacional, Arevalo y Lopez (2020) en su investigación **“Adición de ceniza de la cascarilla de arroz para mejorar las propiedades de resistencia del concreto en la región San Martín”** de la Universidad Nacional de San Martín - Tarapoto. Tuvo como objetivo principal es mejorar la resistencia del concreto agregando cenizas de cascarilla de arroz, bajo el método experimental. Se trabajó con muestras que poseen un  $f'c=175\text{kg/cm}^2$  y otro con un  $f'c=210\text{kg/cm}^2$  y se definió que se evaluará con tres porcentajes de adición de 2%, 4% y 6%. Teniendo como resultado principal que, a los 28 días, el primer diseño patrón tiene una resistencia de  $f'c=176.53\text{kg/cm}^2$  y  $M_r=39.34\text{kg/cm}^2$ , al adicionar el 2% se tuvo  $f'c=177.66\text{kg/cm}^2$  y  $M_r=41.57\text{kg/cm}^2$ , el segundo diseño arrojó como resultados una resistencia de  $f'c=210.35\text{kg/cm}^2$ ,  $M_r=46.06\text{kg/cm}^2$  y agregándole el 2% se obtuvo  $f'c(2\%)=213.82\text{kg/cm}^2$ ,  $M_r(2\%)=47.83\text{kg/cm}^2$ . Finalmente, se concluye que, para ambos diseños el agregar el 2% de CCA da una leve mejora en la resistencia a la compresión en un 0.64% y 1.65%, y también una mejora en un 5.67% y 3.84% en la resistencia a la flexión, siendo la mejor opción el agregar el 2% de CCA en nuestro diseño.

Rimay (2017), en su investigación **“Diseño de concreto fibroreforzado de  $f'c=250\text{kg/cm}^2$  con fibra vegetal en la ciudad de Jaén”** de la Universidad Nacional de Cajamarca. Se tuvo como objetivo general el determinar la influencia en las propiedades físicas y mecánicas del concreto reforzado con la cascarilla de arroz, como fibra vegetal, añadiendo distintas cantidades de la cascarilla, realizado bajo una metodología experimental. Teniendo como resultado que para la dosificación de cascarilla de arroz en  $10\text{kg/cm}^3$ , 20

kg/cm<sup>3</sup> y 30 kg/cm<sup>3</sup> se tiene que con respecto al concreto patrón, el asentamiento del concreto disminuye en 47%, 67%, 65.12% y 70.93% respectivamente, el peso unitario en el concreto fresco disminuye en 1.31%, 3.25% y 5.78% respectivamente, en el peso unitario en el concreto endurecido se observa que se disminuye en 1.05%, 2.75% y 4.25% respectivamente, la resistencia a la compresión a los 28 días se obtiene una disminución de 0.47%, 4.69% y 24.81% respectivamente, con la tracción se observa que a los 28 días hay un aumento de 6.34% al adicionar los 10kg/cm<sup>3</sup> y al adicionar los 20 kg/cm<sup>3</sup> o los 30 kg/cm<sup>3</sup> hay una disminución, analizando las fisuras se visualiza una disminución 63.66%, 64.76% y 48.37% respectivamente y en el módulo de elasticidad que se calculó mediante el método ACI arrojó que hay una disminución de 0.23% 2.37%, 13.32% respectivamente. En el ensayo de resistencia con la Norma NTP 339.034 se encontró que la falla más común es la de tipo 2 con un 39.62%, le sigue la de tipo 3 con un 33.33% y la de tipo 5 con 36.98%. Finalmente, se concluye que, al adicionar la fibra vegetal no mejora la resistencia a compresión del concreto, sin embargo, se dedujo que el concreto fibroreforzado con cascarilla de arroz 10 kg/cm<sup>3</sup> fue el óptimo, obteniendo resistencia similar a la compresión al diseño patrón, por lo que se recomienda este tipo de concreto para controlar las fisuras en estructuras como: veredas, rampas peatonales, sardineles, pisos interiores, tabiques, etc.

Burgos (2016) en su investigación ***“Empleo de la cascarilla de arroz como sustituto porcentual del agregado fino en la elaboración de concreto de 210 kg/cm<sup>2</sup>”*** de la Universidad Nacional de San Martín en Tarapoto tuvo como objetivo general el evaluar las características físicas y mecánicas del concreto influenciado por la adición de cáscara de arroz proveniente del Molino Manosalva como sustitución porcentual del agregado fino del concreto, bajo una metodología experimental. Obteniendo como principales resultados de 3 muestras que, para trabajar con un agregado óptimo el diseño de la mezcla se debió combinar un 17% de agregado de ½” y un 38% de 3/8” observando que el diámetro máximo nominal es de 1/2”, el módulo de finura es de 0.00, el peso específico seco es de 2.62 115 gr/cc, la absorción es de 0.66%, la humedad es de 0.00%, el peso unitario suelto es de 1319.87 kg/m<sup>3</sup>, el peso unitario compactado es de 1415.23 Kg/m<sup>3</sup>, verificando que se tuvo un 0.77 %

de partículas chatas y alargadas, también se tuvo un 0.27% de partículas desmenuzables como terrones de Arcilla y Deleznables, en un análisis químico se obtuvo que el contenido de p.p.m en agregados finos es de 20 de sales, 6.18 de sulfatos, 8.96 de cloruros, en agregados gruesos se tuvo 22 de sales, 7.42 de sulfatos, 10.48 en cloruros y en lo que es en agua 53.1 de sales, 14.3 de sulfatos, 16.2 de cloruros. Para la relación a/c en el diseño del concreto patrón fue de 0.38 con 40% de agregado fino y 60% de agregado grueso con tamaño máximo nominal de ½”, obteniendo un asentamiento de 3” a 4”, un volumen unitario de agua es de 280 lt/m<sup>3</sup>, un contenido de aire de 2.5%, un factor de cemento de 17.5 bolsas/m<sup>3</sup>, un volumen de pasta de 0.544m<sup>3</sup>, un volumen de los agregados de 0.182 m<sup>3</sup> en arenas y 0.274 m<sup>3</sup> en piedra, peso seco de los agregados de 475.0 kg/m<sup>3</sup> en arena y 717.0 kg/m<sup>3</sup>, un humedad superficial de los agregados de 3.42 Lt en arena y -0.66 Lt en piedra, el aporte de humedad de los agregados es de -11.50 Lt y el agua efectiva es de 269. Lt. Cuando se introduce el superplastificante se tuvo 700 kg/m<sup>3</sup> de cemento con 250 Lt/m<sup>3</sup> con a/c de 0.37, de igual forma cuando se aumenta el Microsílice con igual cantidad de cemento de debe colocar 286 lt/m<sup>3</sup> obteniendo una a/c de 0.41. Finalmente, se concluye que, el porcentaje óptimo de adición de cascarilla de arroz para obtener un concreto con mejor comportamiento físico y mecánico es la adición de 1% del aditivo elegido. Asimismo, se dedujo que el concreto con un 5% de CDA a los 60 días desarrolló una resistencia casi a la de diseño 335kg/cm<sup>2</sup>.

## **2.2. Marco teórico**

### **2.2.1. Concreto**

#### **2.2.1.1. Definición**

El concreto es la mezcla entra agua, cemento (que sirve como aglutinante) y agregados como arena, grava y gravilla. Usado en edificar y en superficies como en paredes y pisos. Este material tiene la característica de trabajabilidad por la facilidad que posee en su mezcla, manejo y transporte, también posee durabilidad e impermeabilidad, siendo características importantes al ser un material expuesto al medio ambiente, por el cual sufre deterioro de manera química, mecánica, física y biológica, debido a la presencia de las condiciones

de temperatura, humedad, presión y agentes agresivos que se encuentran en el medio inmediato. El concreto, en diversas localidades, es posible su fabricación por la capacidad de poder ser elaborado con material de la zona, optimizando costos y reduce la huella de carbono, también posee propiedad estética que permite innovaciones arquitectónicas (Ceballos, 2016).

### **2.2.1.2. Materiales para el concreto**

#### ***Cemento***

Material que está compuesto de sustancias en polvo, si se mezcla con agua, forma una pasta que al contacto con el aire se endurece, se utiliza como componente aglutinante en bloques de concreto, para tapar o rellena huecos, en general para todo tipo de construcción, también hay muchos tipos de cemento, que, al transcurrir el tiempo, tienen características específicas para diversos ambientes (Aceros Arequipa, 2016).

#### ***Agua***

Según Torres y Ferreira (2014) expresan que, el agua es un material importante en la ejecución de las obras de ingeniería, pero también tiene gran importancia en la producción de los materiales que se usan en la construcción de diversas obras de ingeniería.

#### ***Agregados***

Según Torres y Ferreira (2014), los agregados son un material empleado en la construcción y hay tipos de agregados, así por ejemplo, el agregado natural se adapta a las exigencias y tiene diferente tamaño; también el agregado de trituración que son rocas que pasan por unos procesos de trituración (los agregados naturales rechazados por el ensayo de granulometría se consideran en este grupo); también se tiene los agregados artificiales que se obtienen por procesos y productos industriales.

#### ***Aditivos***

Los aditivos son químicos que se utilizan junto con los otros agregados para crear concreto, haciendo que tenga modificaciones, o mejoras, en algunas

propiedades de la mezcla este material no debe considerarse como sustituto de un buen diseño de mezcla de concreto (Aceros Arequipa, 2017).

### 2.2.1.3. Características de los agregados

Torres y Ferreira (2014) afirman que los agregados tienen diversas características como su forma que dependen de las partículas del agregado que afectan al esqueleto mineral, así se tiene:

Tabla 1

*Clasificación de los agregados por su forma*

<b>Clasificación</b>	<b>Descripción</b>	<b>Ejemplo</b>
Redondeada	Totalmente formadas por fricción debido al desgaste por el agua.	Arenas del desierto o grava de playa o río.
Irregular	Parcialmente formadas por fricción o con bordes redondeados.	Pizarra de superficie o subterránea
Escamosa	Espesor pequeño	Roca laminada
Angular	Bordes definidos en las intersecciones de caras relativamente planas	Escoria y roca de todo tipo, triturado
Alargada	Longitud mayor al resto, que suele ser angular	Se encuentra en forma de lajas en depósitos naturales
Escamosa y alargada	Longitud mayor al ancho y ancho mayor al espesor	Rocas meteorizadas

*Nota.* Caracterización física de agregados pétreos.

### 2.2.1.4. Tipos de concreto

Concreto estructural: Es todo concreto utilizado de manera estructural, esto incluye al concreto simple y al concreto reforzado, cumpliendo con los

requisitos de seguridad que se presentan en las diversas obras, alrededor del mundo (Revista Perú Construye, 2019).

**Concreto armado o reforzado:** Este tipo de concreto se le coloca una cantidad de acero donde se consigue que ambos materiales trabajen de manera conjunta frente a las cargas que se le aplicada. Se puede usarlo para vaciar techos, columnas y vigas (Revista Perú Construye, 2019).

**Concreto simple:** Es la mezcla que, no posee armadura de refuerzo o con el mínimo refuerzo, utilizándose en estructuras como calles, túneles, pistas de aterrizaje, rompeolas, aceras, puentes, embarcaderos y muelles, sistemas de riego y canalizaciones, etc. (Revista Perú Construye, 2019).

#### **2.2.1.5. Propiedades físicas**

##### ***Asentamiento***

Rivva (1992) expresa que el asentamiento es la medida de la consistencia del concreto, refiriéndose al grado de fluidez de la mezcla e indica lo seco o fluido está el concreto y la capacidad para adaptarse al molde o encofrado manteniendo un mínimo de vacíos. Se mide en pulgadas. Las mezclas secas tienen un asentamiento entre 0 y 2 pulgas, mezclas plásticas con un asentamiento entre 3 y 4 pulgadas y mezclas fluidas con un asentamiento entre 5 a más pulgadas.

Aceros Arequipa (2016) afirma que, el asentamiento de la mezcla tiene diferentes consistencias, entre ella se encuentra:

***Consistencia seca:*** Mezcla que tiene escasez de agua o un exceso de agregados en relación a los componentes de la mezcla.

***Consistencia plástica:*** Mezcla con correcta fluides y adaptable a un encofrado.

***Consistencia fluida:*** Mezcla que posee exceso contenido de agua y se nota en el encofrado la fluidez que posee.

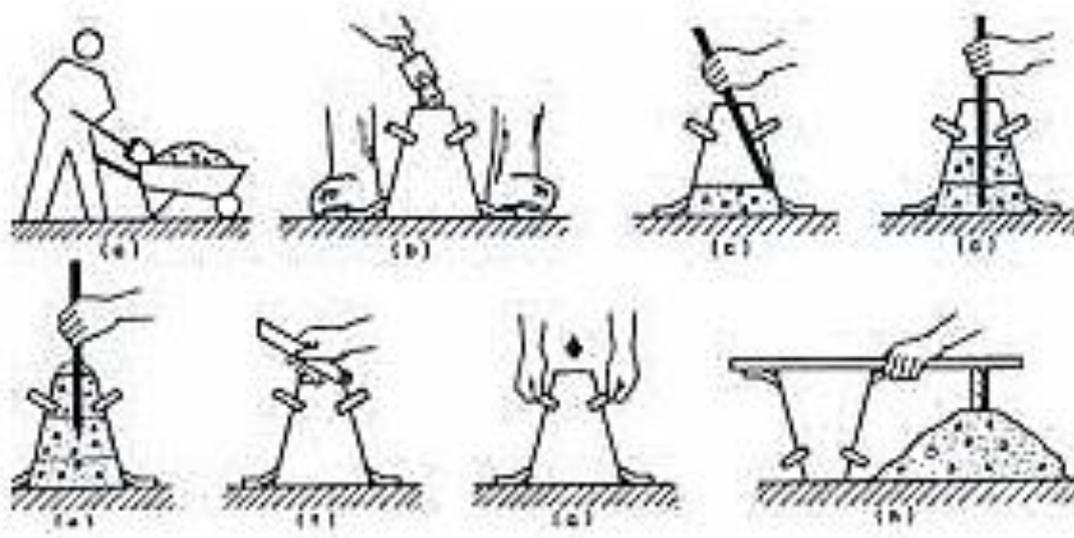
Tabla 2

*Asentamiento y consistencia*

Asentamiento	Consistencia
0" (0cm) a 2" (5cm)	Seca
3" (7.5cm) a 4" (10cm)	Plástica
≥ 5" (12.5cm)	Fluida

*Nota.* Aceros Arequipa (2017).

Para tener la capacidad de clasificar un concreto y denotar que es apto o no, se realiza el ensayo del cono de Abrams. Este ensayo consiste en que se compacte una muestra de concreto fresco en un molde de tronco cónico, después de desmoldar la mezcla, se mide su asentamiento. La forma en cómo se comporta la mezcla determina la consistencia del concreto, en otras palabras, la capacidad que tiene el concreto en adaptarse al encofrado.



*Figura 1.* Procedimiento del asentamiento o slump

*Nota.* (Benitez, 2015).

**Pesos unitarios**

Aceros Arequipa (2017) afirma que, el peso unitario del concreto varia por el peso de los agregados, la cantidad de agua y de cemento. Al trabajar con concreto que posee una resistencia de 175 a 350 kg/cm<sup>2</sup>, el concreto convencional posee un peso unitario de 2200 kg/m<sup>3</sup> a 2400 kg/cm<sup>3</sup>, se sabe

que la densidad varía según la cantidad y la densidad del agregado, la cantidad de aire atrapado o incluido, cemento y agua, al aumentar la cantidad de agregados y disminuir la cantidad de pasta se aumenta la densidad, siendo este un concreto convencional. Asimismo, un concreto ligero que no supera los 1900 kg/m<sup>3</sup>, teniendo una resistencia limitada, por otro lado, se tiene concreto armado o reforzado que es el resultado de la combinación de la armadura con el concreto, considera 2400 kg/m<sup>3</sup> sin superar los 6000 kg/m<sup>3</sup>, esto es debido a lo pesado de los agregados.

### ***Temperatura***

Según el MVCS (2020) en la Norma E.0.60 se expresa que, la temperatura del concreto depende del ambiente donde se emplea, sin embargo, la temperatura promedio del concreto está entre no menor de los 10 °C y no mayor a los 32°C.

#### **2.2.1.6. Propiedades mecánicas**

El concreto es un material que se caracteriza por su resistencia a la compresión en un control de calidad de obra; sin embargo, existen otros esfuerzos al que este material puede estar sometido, como esfuerzos a tracción y flexión.

### ***Resistencia a la compresión***

La NRMCA (2016) afirma que es la característica principal en la mecánica del concreto, ya que es la capacidad que posee el concreto para soportar una carga por unidad de área, y se puede expresar en kg/cm<sup>2</sup>, MPa o en libras por pulgada cuadrada (psi). Haciendo los ensayos para determinar la resistencia a la compresión del concreto se puede determinar la calidad del concreto y estimar la resistencia del mismo, lo que permite determinar tiempo para la remoción de formaletas o evaluar el tiempo de curado.

### ***Resistencia a la tracción***

La resistencia de tracción directa (ft) varía entre los 8% y 15% de la resistencia a la compresión (f'c). Siendo importante ya que hay variables que depende de

ella como la resistencia al corte del concreto, la temperatura y la fisura por retracción la adherencia entre el concreto y el acero, la presencia de esfuerzos transversales a los de tracción y tipo de agregado, son términos de los que la resistencia de tracción también depende. El valor máximo del esfuerzo de tracción es de 0.00001 (NRMCA, 2017).

### ***Resistencia a la flexión***

Según NRMCA (2017) afirma que, la resistencia a la flexión es una de las principales propiedades del concreto, la cual, por mediante de ensayos se puede encontrar el momento de falla de una viga o losa no reforzada, la correcta flexión que posee un concreto, hace que la calidad del concreto sea la correcta. Los resultados se expresan en MPa–kg. f/cm<sup>2</sup>.

### **2.2.2. Resistencia a la compresión**

La resistencia a la compresión, según CEMEX (2019) es la propiedad del concreto donde, si aprueba el ensayo, se dice que es un concreto óptimo para implementar en la construcción, este ensayo que se realiza en un laboratorio se puede hacer tomando diferentes muestras y dejándolo en periodos distintos, normalmente para la mayoría de pruebas se utiliza hasta 28 días, usualmente se utiliza 1, 7, 14 y 28 días para sacar información del concreto a estudiar. Para realizar este ensayo, a la hora de preparar el concreto se debe tener en cuentas varios puntos como la relación agua-cemento, contenido de aire, la influencia de los agregados, tamaño máximo de los agregados, el tiempo de fraguado, la edad del concreto, el curado y la temperatura.

El ensayo se hace de la siguiente forma: en los moldes se coloca un material que evita la adherencia del concreto en el molde, los cilindros se hacen en 3 capas iguales, según norma, después se mantiene en un sitio protegido de golpes y vibraciones y cubierto, se realiza el desencofrado a las 24 horas, haciendo que su curado a una temperatura de  $23^{\circ} \pm 2^{\circ}\text{C}$  y una humedad de  $> 95\%$  hasta realizar el ensayo, refrendando las tapas del cilindro para garantizar lo plano de la tapa para evitar la disminución de la resistencia, al aplicar la carga sea hace en un intervalo de 0.14 MPa/s a 0.34 MPa/s,

manteniendo la velocidad. Se debe anotar las observaciones relacionadas al concreto, la carga máxima y el tipo de rotura.

Los resultados se expresan en:

$$R_c = \frac{P}{A}$$

R<sub>c</sub>= Resistencia de rotura a la compresión.

P= Carga Máxima de Rotura en kg.

A= Área de la superficie de contacto.

### **2.2.3. Cascarilla de arroz**

#### **2.2.3.1. Definición**

Según Serrano, Borrachero, Monzó y Payá (2012), afirman que, la cascarilla de arroz es un producto de uso agrícola que se obtiene al separar la cascara del grano de arroz, considerado esto como residuo de la producción de arroz y es usada en la elaboración de concreto por su baja densidad, alta resistencia, capacidad de aislamiento acústico y precio reducido. La composición orgánica de la cascarilla de arroz está basada en hemicelulosa, lignina, celulosa, lípidos, ácidos orgánicos, compuestos nitrogenados y celulosa, tiene una alta combustión por su valor calorífico de 16.720kJ/kg, esto da la posibilidad de poderse usar para producir energía eléctrica. Se sabe que la ceniza de la cascara de arroz contiene una elevada cantidad de sílice, el cual mejora la calidad del concreto y aumenta sus propiedades mecánicas. Por otro lado, se tiene que la cascarilla de arroz debe pasar por un proceso de lavado y agitado con agua destilada para reducir la materia orgánica que posee y retarda el fraguado, para poder hidrolizar la parte orgánica de la cascara de arroz se hace un pretratamiento con ácido nítrico y con hidróxido sódico, luego un lavado con agua destilada, de modo que al actuar la cascara de arroz con el cemento no impida el fraguado del cemento.

#### **2.2.3.2. Características**

Según Molina (2010), las cascarillas de arroz poseen muchas de propiedades físico-químicas, entre esas propiedades se encuentra que tiene baja tasa de

descomposición, buen drenaje, es liviano y tiene buena aireación. La cascarilla de arroz tiene la siguiente composición:

Tabla 3

*Composición de la cascarilla de arroz*

<b>Propiedad</b>	<b>Valor</b>
Porosidad total	64.75 %
Capacidad de retención de agua	25.85%
Densidad	0.10 g/ml

*Nota.* Evaluación de uso de la cascarilla de arroz.

### 2.3. Marco conceptual

**Asentamiento:** Esta medida se refiere al grado de fluidez de la mezcla, teniendo tipos de Asentamiento (Aceros Arequipa, 2016).

**Cascarilla de arroz:** Es lo que cubre el arroz y se obtiene al separarla del grano de arroz, que gracias a sus propiedades ayudan a la elaboración de concreto por su baja densidad, alta resistencia, capacidad de aislamiento acústico y precio reducido (Serrano, Borrachero, Monzó y Payá, 2012).

**Concreto:** En una mezcla de agregados, agua, cemento y aditivos, teniendo facilidad de moldear, duradero, resistente a la compresión, capacidad de almacenar energía y resistencia a los entornos agresivos (CEMEX , 2020).

**Pesos unitarios:** Es el peso de una mezcla en 1m<sup>3</sup>, el concreto convencional tiene 2200 hasta 2400 kg/m<sup>3</sup> (Aceros Arequipa, 2017).

**Resistencia a la compresión:** Es la resistencia para soportar cargas siendo que sea la característica principal que posee (Tangarife y Silva, 2019).

## 2.4. Sistema de hipótesis

“La incorporación de la cascarilla de arroz mejorará la resistencia a la compresión del concreto simple en el distrito de San Hilarión, región de San Martín”.

### 2.4.1. Variables y operacionalización de variables

#### 2.4.1.1. Variables

**Variable independiente:** Cascarilla de arroz.

Es un desecho agroindustrial que se produce por volúmenes en lugares donde se procesa planta de arroz, de la cual contiene dióxido de silicio (Burgos, 2016).

**Variable dependiente:** Resistencia a la compresión.

Es la prueba que representa la calidad del concreto, la cual tiene como relación inversamente proporcional con su relación agua- cemento, directamente relacionada con la calidad (Jaime y Portocarrero, 2018).

## 2.4.1.2. Operacionalización de variables

**Tabla 4.**

*Operacionalización de variables*

Variables	Definición de variables	Dimensiones	Indicadores	Escala de medición
<b>Variable independiente:</b> <i>Cascarilla de arroz</i>	Es un desecho agroindustrial que se produce por volúmenes en lugares donde se procesa planta de arroz, de la cual contiene dióxido de silicio (Burgos, 2016).	Propiedades químicas	SiO <sub>2</sub>	Análisis documental
			Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Análisis documental
			Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Análisis documental
			CaO	Análisis documental
		Propiedades físicas	2% de cascarilla de arroz	Ficha de observación
			4% de cascarilla de arroz	Ficha de observación
<b>Variable dependiente:</b> Resistencia a la compresión	Es la prueba que se aplica al concreto en estado endurecido, la cual tiene como relación inversamente proporcional con su relación agua-cemento, directamente relacionada con la calidad (Jaime y Portocarrero, 2018).	Caracterización de los agregados	Tamaño (Granulometría)	Ficha de laboratorio
			Contenido de humedad	Ficha de laboratorio
		Diseño mezcla	Pesos específicos y absorción	Ficha de laboratorio
			Pesos unitarios	Ficha de laboratorio
			Dosificación de materiales	Ficha de laboratorio
		Propiedades físicas	Asentamiento	Ficha de laboratorio
			Pesos unitarios	Ficha de laboratorio
		Propiedades mecánicas	Temperatura	Ficha de laboratorio
			Resistencia a la compresión	Ficha de laboratorio

*Nota:* Se muestra la operacionalización para el desarrollo de esta investigación.

### III. METODOLOGÍA EMPLEADA

#### 3.1. Tipo y nivel de investigación

Esta investigación se considera de tipo aplicada y un nivel descriptivo.

#### 3.2. Población y muestra de estudio

##### 3.2.1. Población

Según Borja (2012), una población hace referencia a un conjunto de elementos o unidades que se considerarán de estudio, por lo que, sería muy extenso y costoso si se realizaría un estudio total. Por ello, esta investigación considera como población al concreto simple con una resistencia de 210 kg/cm<sup>2</sup> en la región de San Martín en el Perú.

##### 3.2.2. Muestra

Hernández, Fernández y Baptista (2014) afirma que una muestra de investigación es aquel subgrupo de una población, siendo indispensable que, estas unidades seleccionadas presenten características similares. Se considera como muestra de estudio a las probetas cilíndricas consideradas de estudio, las cuales son de concreto patrón y concreto con 3 dosificaciones diferentes de adición de cascarilla de arroz en el distrito de San Hilarión como se detalla a continuación:

**Tabla 5.**

*Muestra en la investigación*

	Propiedades físicas			Resistencia a la compresión			
	Asentamiento	Pesos unitarios	Temperatura	7 días	14 días	21 días	28 días
Concreto patrón	2	2	2	3	3	3	3
Concreto con 2% cascarilla de arroz	2	2	2	3	3	3	3
Concreto con 4% cascarilla de arroz	2	2	2	3	3	3	3
Concreto con 6% cascarilla de arroz	2	2	2	3	3	3	3
Sub- total de muestras	8	8	8	12	12	12	12
Total de muestras		24				48	

*Nota.* Muestras de la investigación. Elaboración propia, 2021.

### 3.3. Diseño de investigación

Según Ñaupas et al. (2018), una investigación es descriptiva, ya que, se encarga de puntualizar características y cualidades de la muestra de estudio. De esta manera, esta investigación se considera presentar este tipo de diseño de contrastación, al centrarse en detallar las propiedades obtenidas del concreto simple tradicional o convencional frente al concreto modificado con adición de cascarilla de arroz.

### 3.4. Técnicas e instrumentos de investigación

En el caso de las técnicas e instrumentos de un proyecto aplicativo como el que se ha desarrollado, se consideran las siguientes:

**Tabla 6.**

*Técnicas de análisis de la Investigación*

<b>Técnicas</b>	<b>Instrumentos</b>
Observación	Ficha de observación
Ensayo de laboratorio	Ficha de laboratorio
Análisis de contenido	Análisis documental

*Nota.* Se muestran las técnicas de análisis que se utilizarán en la investigación.

### 3.5. Procesamiento y análisis de datos

El procesamiento de datos se ha realizado basándose en un análisis descriptivo que tuvo como finalidad evaluar la influencia de la variable independiente sobre la variable dependiente, en este caso, se especifica la influencia que puede presentar la cascarilla de arroz en diferentes dosificaciones en la mezcla de concreto, para determinar sus resistencias a la compresión antes y después de la adición, la cual, mediante una descripción detallada, se pueden obtener los resultados deseados. Asimismo, estos resultados fueron trabajados en Microsoft Office Excel, para realizar los cálculos respectivos que cumpla con los lineamientos especificados en la normativa peruana vigente.

## IV. RESULTADOS

### 4.1. Análisis e interpretación de resultados

El sector de la construcción va evolucionando de manera continua y rápida, debido a la gran necesidad de infraestructuras de construcción civil, desde hospitales, instituciones educativas, parques, pavimentos, carreteras, entre otros proyectos. Hoy en día, el concreto, se ha convertido en un material de gran importancia, por lo que, en esta investigación se hizo la evaluación de la resistencia 210 kg/cm<sup>2</sup> que presenta el comportamiento del concreto a esfuerzos de compresión, siendo aquella propiedad mecánica más importante.

Este estudio comparativo del concreto con adición de cascarilla de arroz en sustitución del agregado fino (arena gruesa). Para ello, es necesario mencionar los siguientes instrumentos que se han utilizado para el desarrollo de la misma.

Tabla 7

*Validación de los instrumentos utilizados en la investigación*

<b>Instrumentos de la investigación</b>	<b>Validación del instrumento</b>
Formato de Laboratorio 01: Análisis granulométrico de los agregados	NTP. 400.012 / ASTM C-136
Formato de Laboratorio 02: Peso unitario suelto y compactado de los agregados	NTP. 400.017 / ASTM C-29
Formato de Laboratorio 03: Peso específico del agregado fino	NTP. 400.022
Formato de Laboratorio 04: Peso específico del agregado grueso	NTP. 400.021
Formato de Laboratorio 05: Resistencia a la compresión del concreto	NTP. 339.034 / ASTM C-39

Fuente: Elaboración propia (2022).

#### 4.1.1. Caracterización de los agregados.

##### 4.1.1.1. Contenido de humedad de los agregados

###### ▪ Contenido de humedad del agregado grueso

A continuación, se puede visualizar el contenido de humedad del agregado grueso, obteniendo así un porcentaje de 0.42%.

Tabla 8

*Contenido de humedad del agregado grueso*

<b>Muestra</b>	<b>M-01</b>
Peso del recipiente+ suelo húmedo	184.34
Peso del recipiente+ suelo seco	183.70
Tara	32.20
Peso del agua	0.64
Peso del suelo seco	151.50
Contenido de humedad	0.42%

Fuente: Elaboración propia

###### ▪ Contenido de humedad del agregado fino

El agregado fino en su ensayo de contenido de humedad, se obtuvo un porcentaje de 0.32%.

Tabla 9

*Contenido de humedad del agregado fino*

<b>Muestra</b>	<b>M-01</b>
Peso del recipiente+ suelo húmedo	229.64
Peso del recipiente+ suelo seco	229.00
Tara	28.44
Peso del agua	0.64
Peso del suelo seco	200.56
Contenido de humedad	0.32%

Fuente: Elaboración propia

#### 4.1.1.2. Pesos unitarios suelto y compactado de los agregados

Los pesos unitarios sueltos y compactados han sido determinados para los agregados finos y gruesos cumpliendo la N.T.P. 400.017.

##### ▪ **Peso unitario suelto y compactado del agregado grueso**

Tabla 10

*Peso unitario suelto del agregado grueso*

Muestra	SUELTO		
	01	02	03
Peso del molde más grava (gr)	14815	14790	14810
Peso del molde (gr)	5120	5120	5120
Peso de la grava (gr)	9695	9670	9690
Volumen del molde (cc)	6056	6056	6056
Peso unitario de la grava (kg/m <sup>3</sup> )	1601	1597	1600
Peso Unitario Promedio (kg/m <sup>3</sup> )		1599	

Fuente: Elaboración propia

Se determinó que el peso unitario suelto del agregado grueso es de 1599 kg/m<sup>3</sup> y peso unitario compactado de 1738 kg/m<sup>3</sup>.

Tabla 11

*Peso unitario compactado del agregado grueso*

Muestra	COMPACTADO		
	01	02	03
Peso del molde más grava (gr)	15638	15620	15675
Peso del molde (gr)	5120	5120	5120
Peso de la grava (gr)	10518	10500	10555
Volumen del molde (cc)	6056	6056	6056
Peso unitario de la grava (kg/m <sup>3</sup> )	1737	1734	1743
Peso Unitario Promedio (kg/m <sup>3</sup> )		1738	

Fuente: Elaboración propia

▪ **Peso unitario suelto y compactado del agregado fino**

Tabla 12

*Peso unitario suelto del agregado fino*

<b>Muestra</b>	<b>SUELTO</b>		
	<b>01</b>	<b>02</b>	<b>03</b>
Peso del molde más grava (gr)	16268	16274	16252
Peso del molde (gr)	6915	6915	6915
Peso de la grava (gr)	9353	9359	9337
Volumen del molde (cc)	5515	5515	5515
Peso unitario de la grava (kg/m <sup>3</sup> )	1696	1697	1693
Peso Unitario Promedio (kg/m <sup>3</sup> )		1695	

Fuente: Elaboración propia

Para el agregado fino, se han obtenido tres pesos unitarios sueltos y compactados. De esta manera, se determina que el peso unitario suelto del agregado fino es de 1695 kg/m<sup>3</sup> y peso unitario compactado de 1785 kg/m<sup>3</sup>.

Tabla 13

*Peso unitario compactado del agregado fino*

<b>Muestra</b>	<b>COMPACTADO</b>		
	<b>01</b>	<b>02</b>	<b>03</b>
Peso del molde más grava (gr)	16759	16754	16770
Peso del molde (gr)	6915	6915	6915
Peso de la grava (gr)	9844	9839	9855
Volumen del molde (cc)	5515	5515	5515
Peso unitario de la grava (kg/m <sup>3</sup> )	1785	1784	1787
Peso Unitario Promedio (kg/m <sup>3</sup> )		1785	

Fuente: Elaboración propia

#### 4.1.1.3. Pesos específicos de los agregados

- **Peso específico del agregado grueso**

El agregado grueso en su ensayo según la Norma ASTM C-128, se obtuvo como resultado un peso específico sobre base seca S.S.S. de 2.62 gr/cm<sup>3</sup>.

Tabla 14

*Peso específico del agregado grueso*

<b>Muestra</b>	<b>M-01</b>
Peso de suelo seco (Wo)	1520.00 grs.
Peso del frasco + Peso del agua (Ww)	880.00 grs.
Peso del frasco + Peso del agua + Peso del suelo (Ws)	2064.50 grs.
Peso específico del suelo	2.62 grs./cc.

Fuente: Elaboración propia

- **Peso específico del agregado fino**

El agregado fino en su ensayo según la Norma ASTM C-128, se obtuvo como resultado un peso específico sobre base seca S.S.S. de 2.52 gr/cm<sup>3</sup>.

Tabla 15

*Peso específico del agregado fino*

<b>Muestra</b>	<b>M-01</b>
Peso de suelo seco (Wo)	200.00 grs.
Peso del frasco + Peso del agua (Ww)	414.00 grs.
Peso del frasco + Peso del agua + Peso del suelo (Ws)	534.50 grs.
Peso específico del suelo	2.52 grs./cc.

Fuente: Elaboración propia

#### 4.1.1.4. Absorción de los agregados

##### ▪ Absorción del agregado grueso

Se realizó el ensayo a los agregados tanto gruesos como finos, como se puede observar para el agregado grueso, se obtuvo un porcentaje de absorción de 0.70%

Tabla 16

##### *Absorción del agregado grueso*

<b>Muestra</b>	<b>M-01</b>
Peso de la piedra seca	700.00
Peso de la piedra con agua	704.90
Peso piedra con agua- peso piedra	4.90
Absorción	0.70

Fuente: Elaboración propia

##### ▪ Absorción del agregado fino

El agregado fino, en su ensayo de absorción, se obtuvo un porcentaje de 0.66%

Tabla 17

##### *Peso específico del agregado fino*

<b>Muestra</b>	<b>M-01</b>
Tara + Arena húmedo	87.32
Tara + Arena Seco	87.09
Tara	52.30
Peso de la arena seca	34.79
Agua	0.23
Absorción	0.66

Fuente: Elaboración propia

#### 4.1.2. Diseño de mezcla de concreto simple y modificado.

Para realizar el diseño de mezcla de concreto simple fue necesario haber realizado los ensayos físicos de los agregados de las canteras elegidas de estudio. En este caso, la investigación consideró el empleo de piedra chancada de 1/2"- 3/4" proveniente del Río Huallaga, sector Triaquillo y la arena gruesa proveniente de la Cantera Río Cumbaza- Sector Rosa de Cumbaza. Por lo que, a continuación, se muestra el diseño de mezcla elegido para la elaboración de la mezcla de concreto.

##### **Cemento Portland Tipo ICo**

- Peso específico 2.96

##### **Método Diseño ACI Comité 613**

- Asentamiento 3" – 4" Máx
- Factor Cemento 9.3 bls/m<sup>3</sup>
- Relación Agua Cemento 0.520
- Relación en Peso 1:1.9:2.4
- Relación en Volumen 1:1.7:2.2

##### **Método Diseño ACI Comité 613**

- C 395 kg/m<sup>3</sup>
- Agua 205 lts/m<sup>3</sup>
- AF 751 kg/m<sup>3</sup>
- AG 954 kg/m<sup>3</sup>

##### **Proporción en volumen/pie<sup>3</sup>**

- C 1.0 bls
- AF 1.7 pie<sup>3</sup>
- AG 2.2 pie<sup>3</sup>
- Agua 22.62 lts (Verificando slump)

##### **Proporción en baldes**

- C 1.0 bolsas
- AF 2.6 baldes
- AG 3.3 baldes

##### **Análisis de los agregados (aridos)**

- Fracción Gruesa 55 %
- Fracción Fino 45 %

#### 4.1.3. Resistencias a la compresión de concreto simple y modificado.

La resistencia a la compresión obtenidas de las probetas de concreto ensayadas a los 7, 14, 21 y 28 días, se mostrarán a continuación para cada muestra diferente de estudio, correspondiente al concreto convencional (sin adiciones de cascarilla de arroz), concreto + 2% cascarilla de arroz, concreto + 4% cascarilla y concreto + 6% cascarilla.

##### 4.1.3.1. Resistencia a la compresión de concreto patrón

A continuación, se podrá visualizar las resistencias a la compresión del concreto patrón, mezcla que se elaboró teniendo en consideración el diseño de mezclas elaborado con una resistencia de diseño de 210 kg/cm<sup>2</sup>.

Tabla 18:

*Resistencia a la compresión del concreto patrón*

N°	Edad	Diámetro cm	Área cm <sup>2</sup>	Resistencia kg/cm <sup>2</sup>	Porcentaje %
1	7	10.16	81.07	135.2	64.4%
2	7	10.16	81.07	141.7	67.5%
3	7	10.16	81.07	139.4	66.4%
4	14	10.16	81.07	184.6	87.9%
5	14	10.16	81.07	163.1	77.7%
6	14	10.16	81.07	167.3	79.7%
7	21	10.16	81.07	178.9	85.2%
8	21	10.16	81.07	183.2	87.2%
9	21	10.16	81.07	188.2	89.6%
10	28	10.16	81.07	211.1	100.5%
11	28	10.16	81.07	212.1	101.0%
12	28	10.16	81.07	213.2	101.5%

Fuente: Elaboración propia, 2022.

La tabla anterior, se muestran resistencias a la compresión promedio de 138.77 kg/cm<sup>2</sup>, 171.67 kg/cm<sup>2</sup>, 183.43 kg/cm<sup>2</sup> y 212.13 kg/cm<sup>2</sup> para los 7, 14, 21 y 28 días respectivamente.

Tabla 19:

*Resistencia a la compresión promedio del concreto patrón*

<b>N°</b>	<b>Edad</b>	<b>Diámetro cm</b>	<b>Área cm<sup>2</sup></b>	<b>Resist. Prom kg/cm<sup>2</sup></b>	<b>Porcentaje %</b>
1	7	10.16	81.07	138.77	66.1%
2	14	10.16	81.07	171.67	81.7%
3	21	10.16	81.07	183.43	87.3%
4	28	10.16	81.07	212.13	101.0%

Fuente: Elaboración propia, 2022.

**4.1.3.2. Resistencia a la compresión de concreto +2% cascarilla de arroz**

Asimismo, se podrá visualizar las resistencias a la compresión del concreto con adición del 2% de cascarilla de arroz.

Tabla 20:

*Resistencia a la compresión del concreto +2% cascarilla de arroz*

<b>N°</b>	<b>Edad</b>	<b>Diámetro cm</b>	<b>Área cm<sup>2</sup></b>	<b>Resistencia kg/cm<sup>2</sup></b>	<b>Porcentaje %</b>
1	7	10.16	81.07	167.6	79.8%
2	7	10.16	81.07	154.9	73.8%
3	7	10.16	81.07	152.5	72.6%
4	14	10.16	81.07	183.6	87.4%
5	14	10.16	81.07	182	86.7%
6	14	10.16	81.07	188.2	89.6%
7	21	10.16	81.07	216.8	103.2%
8	21	10.16	81.07	212.3	101.1%
9	21	10.16	81.07	210	100.0%
10	28	10.16	81.07	252.3	120.1%
11	28	10.16	81.07	253.7	120.8%
12	28	10.16	81.07	252.9	120.4%

Fuente: Elaboración propia, 2022.

La tabla anterior, se presentan los resultados de muestras de concreto con adición del 2% de cascarilla de arroz, las cuales han obtenido una resistencia a la compresión promedio de 158.33 kg/cm<sup>2</sup>, 184.60 kg/cm<sup>2</sup>, 213.03 kg/cm<sup>2</sup> y 252.97 kg/cm<sup>2</sup> para los 7, 14, 21 y 28 días respectivamente.

Tabla 21:

*Resistencia a la compresión promedio del concreto +2%*

<b>N°</b>	<b>Edad</b>	<b>Diámetro cm</b>	<b>Área cm<sup>2</sup></b>	<b>Resist. Prom kg/cm<sup>2</sup></b>	<b>Porcentaje %</b>
1	7	10.16	81.07	158.33	75.4%
2	14	10.16	81.07	184.60	87.9%
3	21	10.16	81.07	213.03	101.4%
4	28	10.16	81.07	252.97	120.5%

Fuente: Elaboración propia, 2022.

#### **4.1.3.3. Resistencia a la compresión de concreto +4% cascarilla de arroz**

Se podrá visualizar las resistencias a la compresión del concreto con adición del 4% de cascarilla de arroz.

Tabla 22:

*Resistencia a la compresión del concreto +4% cascarilla de arroz*

<b>N°</b>	<b>Edad</b>	<b>Diámetro cm</b>	<b>Área cm<sup>2</sup></b>	<b>Resistencia kg/cm<sup>2</sup></b>	<b>Porcentaje %</b>
1	7	10.16	81.07	150.6	71.7%
2	7	10.16	81.07	151.6	72.2%
3	7	10.16	81.07	148.4	70.7%
4	14	10.16	81.07	182	86.7%
5	14	10.16	81.07	183.2	87.2%
6	14	10.16	81.07	185.6	88.4%
7	21	10.16	81.07	191.1	91.0%
8	21	10.16	81.07	196	93.3%
9	21	10.16	81.07	194.2	92.5%
10	28	10.16	81.07	179.7	85.6%
11	28	10.16	81.07	186.4	88.8%
12	28	10.16	81.07	188.1	89.6%

Fuente: Elaboración propia, 2022.

La tabla anterior, se presentan los resultados de muestras de concreto con adición del 4% de cascarilla de arroz, las cuales han obtenido una resistencia a la compresión promedio de 150.20 kg/cm<sup>2</sup>, 183.60 kg/cm<sup>2</sup>, 193.77 kg/cm<sup>2</sup> y 184.73 kg/cm<sup>2</sup> para los 7, 14, 21 y 28 días respectivamente.

Tabla 23:

*Resistencia a la compresión promedio del concreto +4%*

<b>N°</b>	<b>Edad</b>	<b>Diámetro cm</b>	<b>Área cm<sup>2</sup></b>	<b>Resist. Prom kg/cm<sup>2</sup></b>	<b>Porcentaje %</b>
1	7	10.16	81.07	150.20	71.5%
2	14	10.16	81.07	183.60	87.4%
3	21	10.16	81.07	193.77	92.3%
4	28	10.16	81.07	184.73	88.0%

Fuente: Elaboración propia, 2022.

**4.1.3.4. Resistencia a la compresión de concreto +6% cascarilla de arroz**

Se podrá visualizar las resistencias a la compresión del concreto con adición del 6% de cascarilla de arroz.

Tabla 24:

*Resistencia a la compresión del concreto +6% cascarilla de arroz*

<b>N°</b>	<b>Edad</b>	<b>Diámetro cm</b>	<b>Área cm<sup>2</sup></b>	<b>Resistencia kg/cm<sup>2</sup></b>	<b>Porcentaje %</b>
1	7	10.16	81.07	122.4	58.3%
2	7	10.16	81.07	124.4	59.2%
3	7	10.16	81.07	126.9	60.4%
4	14	10.16	81.07	182	86.7%
5	14	10.16	81.07	180.8	86.1%
6	14	10.16	81.07	183.8	87.5%
7	21	10.16	81.07	153.4	73.0%
8	21	10.16	81.07	155.4	74.0%
9	21	10.16	81.07	157.2	74.9%
10	28	10.16	81.07	179.9	85.7%
11	28	10.16	81.07	182	86.7%
12	28	10.16	81.07	187.8	89.4%

Fuente: Elaboración propia, 2022.

La tabla anterior, se presentan los resultados de muestras de concreto con adición del 6% de cascarilla de arroz, las cuales han obtenido una resistencia a la compresión promedio de 124.57 kg/cm<sup>2</sup>, 182.20 kg/cm<sup>2</sup>, 155.33 kg/cm<sup>2</sup> y 183.23 kg/cm<sup>2</sup> para los 7, 14, 21 y 28 días respectivamente.

Tabla 25:

*Resistencia a la compresión promedio del concreto +6%*

<b>N°</b>	<b>Edad</b>	<b>Diámetro cm</b>	<b>Área cm2</b>	<b>Resist. Prom kg/cm2</b>	<b>Porcentaje %</b>
1	7	10.16	81.07	124.57	59.3%
2	14	10.16	81.07	182.20	86.8%
3	21	10.16	81.07	155.33	74.0%
4	28	10.16	81.07	183.23	87.3%

Fuente: Elaboración propia, 2022.

## V. DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

La presente investigación se centró en realizar el estudio del concreto con la adición de cascarilla de arroz, por lo que, se ha creído necesario realizar el ensayo a compresión para determinar la calidad de este mismo material en su estado convencional o patrón y con adición de cascarilla de arroz en proporciones del 2%, 4% y 6%. De esta manera, se logró obtener una resistencia promedio de 212.13 kg/cm<sup>2</sup> para el concreto patrón, representando el 101% de la resistencia de diseño, así como el concreto con adición, obtuvieron resistencias de 252.97 kg/cm<sup>2</sup>, 184.73 kg/cm<sup>2</sup> y 183.23 kg/cm<sup>2</sup> respectivamente para cada muestra de estudio, representando cada una el 120%, 88% y 87.3% de la resistencia de diseño. De esta manera, se logró identificar que el porcentaje óptimo de adición fue del 2% de cascarilla de arroz en una mezcla de concreto convencional, ya que, logró obtener 20% adicional de la resistencia de diseño.

Sin embargo, en la investigación de Burgos (2016), se afirmó que, la adición de cascarilla de arroz reduce la resistencia a la compresión del concreto, pero dentro de sus muestras de estudio, el porcentaje óptimo de adición de cascarilla de arroz para obtener un concreto con mejor comportamiento físico y mecánico fue aquella con la adición de 1% del aditivo elegido al mantener su resistencia de diseño. Asimismo, se dedujo que el concreto con un 5% de CDA a los 60 días desarrolló una resistencia casi a la de diseño 335 kg/cm<sup>2</sup>, pero a los 28 días, no logró superar dicha resistencia.

Asimismo, es importante mencionar que, la presente investigación se considera de gran iniciativa al contar con pocas investigaciones similares a la misma, en las que elaboran su evaluación del concreto con la cascarilla de arroz, siendo más común el empleo de ceniza de cascarilla de arroz, como las que serán detalladas a continuación.

Devia y Emilia (2019) en su investigación en la que se elaboró concreto con ceniza de cascarilla de arroz en una sustitución del 20% de agregado fino en la muestra para obtener un concreto modificado. Concluyendo que las muestras del concreto modificado y no modificado se presentó una baja calidad, al no

cumplir con su resistencia, cohesividad, durabilidad y trabajabilidad que debe poseer un concreto estándar.

Mientras que, Arévalo y López (2020) presentaron que, para ambos diseños el agregar el 2% de CCA da una leve mejora en la resistencia a la compresión en un 0.64% y 1.65%, así como también una mejora en un 5.67% y 3.84% en la resistencia a la flexión, siendo la mejor opción el agregar el 2% de CCA en el diseño. Sin embargo, Rimay (2017), en su investigación se dedujo que el concreto fibroreforzado con cascarilla de arroz 10 kg/cm<sup>3</sup> fue la dosificación óptima, obteniendo resistencia similar a la compresión al diseño patrón, pero no llegó a obtener resistencias tan altas en comparación a la muestra convencional.

## CONCLUSIONES

1. Se realizó la caracterización de agregados para lograr obtener la dosificación adecuada para la mezcla de concreto convencional con una resistencia requerida de 210 kg/cm<sup>2</sup>, este material agregado, como arena gruesa de Cantera Río Cumbaza y piedra chancada proveniente del Río Huallaga, lograron obtener pesos secos compactados de 1785 kg/m<sup>3</sup> y 1738 kg/m<sup>3</sup> respectivamente, pesos secos sueltos de 1695 kg/m<sup>3</sup> y 1599 kg/m<sup>3</sup>, contenido de humedad de 0.32% y 0.42%, contenido de absorción de 0.66% y 0.70% respectivamente. Finalmente, un peso específico de cada agregado, se logró obtener valores de 2.52 gr/cc y 2.62 gr/cc.
2. Se realizó el diseño de mezcla de concreto simple en el distrito de San Hilarión, región de San Martín, considerando materiales agregados provenientes de canteras en la misma zona de estudio y cemento portland Tipo ICo, por lo que, se obtuvo una dosificación de 395 kg/m<sup>3</sup> de cemento, 205 lts/m<sup>3</sup> de agua, 751 kg/m<sup>3</sup> de agregado fino y 954 kg/m<sup>3</sup> de agregado grueso.
3. Se determinó como resistencias a la compresión de concreto simple o patrón un valor de 212.13 kg/cm<sup>2</sup> y en el concreto modificado con cascarilla de arroz en el distrito de San Hilarión, región de San Martín en dosificación del 2%, 4% y 6%, llegaron a obtener resistencias de 252.97 kg/cm<sup>2</sup>, 184.73 kg/cm<sup>2</sup> y 183.23 kg/cm<sup>2</sup> respectivamente. De esta manera, se determina que, a menor porcentaje de cascarilla de arroz (2%) se llegó a obtener mejores resistencias, en comparación a aquellas probetas de concreto con 4% y 6% de adición.

## RECOMENDACIONES

1. Se recomienda en investigaciones, realizar comparaciones de agregados, con el fin de llegar a elegir aquellos materiales áridos de mejor calidad. De esta manera, este estudio denominado “estudio de canteras”, permitirá ampliar conocimientos sobre la influencia que presentan estos agregados en el comportamiento del concreto.
2. Elaborar correctamente los especímenes de concreto y realizar un adecuado desmolde, ya que de estos depende la confiabilidad de los resultados obtenidos en los ensayos de resistencia a la compresión.
3. Al haber determinado que, a menor porcentaje de adición de cascarilla de arroz, se obtuvo un mejor comportamiento mecánico, se recomienda realizar mayores estudios de concreto con adiciones menores a 2%, con el fin de determinar la relación y efecto que presenta este residuo agroindustrial en el concreto con dosificaciones diferentes.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Aceros Arequipa. (2016). *Aceros Arequipa*.

Aceros Arequipa. (2017). *Aceros Arequipa*.

Agroindustrias San Hilarión. (2019). *Pilado de arroz*. San Hilarión.

Arevalo, A., & Lopez, L. (2020). *Adición de ceniza de la cascarilla de arroz para mejorar las propiedades de resistencia del concreto en la región San Martín*. Tarapoto: Universidad Nacional de San Martín.

Bacascarilla de arroz, A., & Vélez, D. (2020). *Efecto de la fibra de arroz carbonatada en las propiedades mecánicas y físicas del concreto*. Meta - Colombia: Universidad Santo Tomás.

Benitez, V. (2015). *Nuevas tendencias en tecnologías del concreto*. México: Instituto de Ingeniería UNAM.

Borja, M. (2012). *Metodología de la investigación para ingenieros*. Lambayeque.

Burgos, M. (2016). *Empleo de la cascarilla de arroz como sustituto porcentual del agregado fino en la elaboración de concreto de 210kg/cm<sup>2</sup>*. Tarapoto: Universidad Nacional de San Martín.

Burgos, M. (2016). *Empleo de la cascarilla de arroz como sustituto porcentual del agregado fino en la elaboración de concreto de 210 kg/cm<sup>2</sup>*. Tarapoto: Universidad Nacional de San Martín.

Cabello, S., Campuzano, L., Espinoza, J., & Sánchez, C. (06 de junio de 2015). Concreto poroso: Constitución, variables influyentes y protocolos para su caracterización. *Revistas científica Cumbres*. doi:10.48190/cumbres.v1n1a9

Carrillo, J., Silva, D., & Sánchez, M. (2016). Performance of Concrete Slabs-on-Ground Reinforced with Welded-Wire Mesh or Steel Fibers. *Ingeniería, Investigación y Tecnología*, 17(4), 499-510. doi:https://doi.org/10.1016/j.riit.2016.11.009

Ceballos, M. (2016). El concreto, material fundamental para la infraestructura. *Construcción y tecnología en concreto*, 24-25.

CEMEX . (2020). *CEMEX*.

CEMEX. (05 de Abril de 2019). *CEMEX*.

Devia, A., & Valencia, E. (2019). *Evaluación de la resistencia del concreto con reemplazo del agregado fino por ceniza de cascarilla de arroz* . Bogota: Univerdiad Piloto de Colombia.

Geloni, G., & Arantes, B. (17 de Junio de 2020). Análise de cenários resultantes da impermeabilização de espaços destinados à circulação e permanência de pedestres. (Redalyc, Ed.) *Revista Brasileira de Gestão Urbana*, 12. <https://www.redalyc.org/jatsRepo/1931/193162792042/html/index.html>

Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2014). *Metodología de la investigación*. México: Mc Graw Hill Education.

Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2017). *Metodología de la investigación*. México: McGrawHill.

Jaime, M., & Portocarrero, L. (2018). *Influencia de la cascarilla y ceniza de cascarilla de arroz sobre la resistencia a la compresión del concreto no estructural*, Trujillo, 2018. Trujillo: Universidad Privada del Norte.

Ministerio de Agricultor y Riego. (2020). *Arroz en cáscara*. Ica: Marco Orientador de Cultivos.

Ministerio de vivienda, construcción y saneamiento. (2020). *Reglamento nacional de edificaciones* . Lima: SencicoMi.

Molina, E. (2010). *Evaluación de uso de la cascarilla de arroz en la fabricación de bloques de concreto*. Costa Rica: ICOTEC.

Montero, S., & Muñoz, S. (2013). *Evaluación de las propiedades del concreto empleando ceniza de cascara de arroz como sustituo de cemento en porcentajes para las efificaciones en la ciudad de chiclayo*. Chiclayo: Universidad Señor de Sipan.

NRMCA. (2016). *National Ready Mixed Concrete Association* .

NRMCA. (2017). *National Ready Mixed Concrete Association*.

- Ñaupas, H., Palacios, J., Valdivia, M., & Romero, H. (2018). *Metodología de la investigación* (5ta ed.). Bogotá, Colombia: Ediciones de la U. <https://corladancash.com/wp-content/uploads/2020/01/Metodologia-de-la-inv-cuanti-y-cuali-Humberto-Naupas-Paitan.pdf>
- Orozco, M., Avila, Y., Restrepo, S., & Parody, A. (13 de Marzo de 2018). Factores influyentes en la calidad del concreto: una encuesta a los actores relevantes de la industria del hormigón. *Revista Ingeniería de Construcción*. [https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0718-50732018000200161](https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-50732018000200161)
- Revista Perú Construye. (2019). Concreto en obra: Material fundamental para la construcción. *Perú construye*.
- Rimay, E. (2017). *Diseño de concreto fibroreforzado de  $f'c=250\text{kg/cm}^2$  con fibra vegetal en la ciudad de Jaén*. Jaén: Universidad Nacional de Cajamarca.
- Rivva L., E. (1992). *Diseño de mezclas*.
- Serrano, T., Borrachero, V., Monzó, J., & Payá, J. (2012). Mortero aligerados con cascarilla de arroz: Diseño de mezclas y evaluación de propiedades. *Dyna*, 129.
- Syahida, Z., Farhayu, N., Maszura, S., Hasanah, N., & Shukor, A. (2021). Review paper: Performance of rice husk ash as a material for partial cement replacement in concrete. *Materialstoday: Proceedings*. doi:<https://doi.org/10.1016/j.matpr.2021.02.400>
- Tangarife, O., & Silva, C. (2019). *Determinación de la resistencia a compresión del concreto (3000psi) modificado con material de cambio de fase organico PCM-OM18P*. Bogotá : Universidad Católica de Colombia.
- Tayeh, B., Alyousef, R., Alabduljabbar, H., & Alaskar, A. (2021). Recycling of rice husk waste for a sustainable concrete: A critical review. *Journal of Cleaner Production*, 312(20). doi:<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.127734>
- Torres, K., & Ferreira, D. (2014). *Caracterización física de agregados petreos para concretos caso: Vista hermosa (Mosquera) y Mina Cemex (Apulo)*. Bogotá: Universidad Católica de Colombia.

Vélez, G. (2019). *Determinación de la resistencia a la compresión del concreto mediante el método de esclerometría*. Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas. Lima: UPC.  
[https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/626340/V%c3%a9lez\\_GG.pdf?sequence=5&isAllowed=y](https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/626340/V%c3%a9lez_GG.pdf?sequence=5&isAllowed=y)

**ANEXOS**

**ANEXO 01: MATRIZ DE CONSISTENCIA**

TÍTULO	PROBLEMA	OBJETIVO GENERAL	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	HIPÓTESIS	VARIABLES
<p>“MEJORAMIENTO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO SIMPLE ADICIONANDO CASCARILLA DE ARROZ, DISTRITO DE SAN HILARIÓN - REGIÓN SAN MARTÍN, 2021”</p>	<p>¿De qué manera la cascarilla de arroz influye en la resistencia a la compresión del concreto simple en el distrito de San Hilarión, región de San Martín, 2021?</p>	<p>Determinar la influencia de la cascarilla de arroz en la resistencia a la compresión del concreto simple en el distrito de San Hilarión, región de San Martín, 2021.</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Caracterizar los agregados para elaboración del concreto simple en el distrito de San Hilarión, región de San Martín.</li> <li>2. Realizar el diseño de mezcla de concreto simple y concreto modificado con cascarilla de arroz en el distrito de San Hilarión, región de San Martín.</li> <li>3. Determinar las resistencias a la compresión de concreto simple y concreto modificado con cascarilla de arroz en el distrito de San Hilarión, región de San Martín.</li> </ol>	<p>La incorporación de la cascarilla de arroz mejorará la resistencia a la compresión del concreto simple en el distrito de San Hilarión, región de San Martín, 2021</p>	<p><b>Variable independiente:</b> Cascarilla de arroz</p> <p><b>Variable dependiente:</b> Resistencia a la compresión</p>

## ANEXO 02: INSTRUMENTOS UTILIZADOS



# CONSULTORES SAN MARTIN E.I.R.Ltda.

Estudio de Suelos, Concreto y Asfalto, Alquiler de Equipos y Topografía

**Tesis:** "Mejoramiento de la resistencia a la compresión del concreto simple adicionando cascarilla de arroz, Distrito de San Hilarión - Región de San Martín".

**Tesista:** Cardenas Sanchez Erick Manuel, DNI: 70755974  
Escobar Lazo Henry Martín, DNI: 71883385

### DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO DE $F_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$

Piedra Chancada de 1/2" - 3/4" cantera Río Huallaga - Sector Tiraquillo y Arena gruesa cantera Río Cumbaza - Sector Santa Rosa de Cumbaza

#### CEMENTO PORTLAND TIPO ICO

- Peso Especifico ..... 2.96

#### AGREGADO FINO:

- Peso Seco Compactado ..... 1785  $\text{Kg/m}^3$   
 - Peso Seco sin Compactar ..... 1695  $\text{Kg/m}^3$   
 - Peso Especifico de Masa ..... 2.52  $\text{gr/cc}$   
 - Porcentaje de Absorción ..... 0.66 %  
 - Contenido de Humedad ..... 0.32 %  
 - Módulo de Fineza ..... 1.95 %

#### AGREGADO GRUESO:

- Peso Seco Compactado ..... 1738  $\text{Kg/m}^3$   
 - Peso Seco sin Compactar ..... 1599  $\text{Kg/m}^3$   
 - Peso Especifico de Masa ..... 2.62  $\text{gr/cc}$   
 - Porcentaje de Absorción ..... 0.70 %  
 - Contenido de Humedad ..... 0.42 %  
 - Tamaño Máximo del Agregado ..... 3/4" - 1/2"

#### METODO DISEÑO: A.C.I. (COMITÉ 613)

- Asentamiento ..... 3" - 4" Máx.  
 - Factor Cemento ..... 9.3 bolsas/ $\text{m}^3$   
 - Relación Agua Cemento ..... 0.520  
 - Relación en Peso ..... 1 : 1.9 : 2.4  
 - Relación en Volumen (Pie<sup>3</sup>) ..... 1 : 1.7 : 2.2

#### CANTIDAD DE INGREDIENTES POR METRO CUBICO (DOSIFICACION):

- Cemento ..... 395  $\text{Kg/m}^3$   
 - Agua ..... 205  $\text{Lts/m}^3$   
 - Agregado Fino ..... 751  $\text{Kg/m}^3$   
 - Agregado Grueso ..... 954  $\text{Kg/m}^3$

#### PROPORCIÓN EN VOLUMEN / PIE<sup>3</sup>

- Cemento ..... 1.0 Bolsa  
 - Arena ..... 1.7 Pie<sup>3</sup>  
 - Piedra ..... 2.2 Pie<sup>3</sup>  
 - Agua ..... 22.62 Lts. (Verificando el Asentamiento Slump)

#### PROPORCIÓN EN BALDES

- Cemento ..... 1.0 Bolsa  
 - Arena ..... 2.6 Baldes  
 - Piedra ..... 3.3 Baldes

#### ANÁLISIS DE LOS AGREGADOS (ARIDOS)

- Fracción Gruesa ..... 55% - Fracción Fina ..... 45%

Reg. INDECOPI N°00104341

CONSULTORES "SAN MARTIN" E.I.R.L.  
 John Azevala Ramirez  
 GERENTE GENERAL

Ing. Jean Carlos Arevalo Morales  
 INGENIERO CIVIL  
 N° CIP: 247098

Jr. Camila Morey N° 229 - A - Tarapoto Cel. 942477428 - 942039401

Tel. 042783586 RUC:20450363082

Figura 2. Formato de laboratorio del diseño de mezcla  
 Fuente: Elaboración propia, 2022.



# CONSULTORES SAN MARTIN E.I.R.Ltda.

Estudio de Suelos, Concreto y Asfalto, Alquiler de Equipos y Topografía

## PESO UNITARIO DEL AGREGADO GRUESO

- Tesis** : "Mejoramiento de la resistencia a la compresión del concreto simple adicionando cascarilla de arroz, Distrito de San Hilarión - Región de San Martín".
- Material** : Piedra Chancada de 1/2" - 3/4" Cantera Rio Huallaga - Sector Tiraquillo
- Tesista** : Cardenas Sanchez Erick Manuel, DNI: 70755974  
Escobar Lazo Henry Martin, DNI: 71883385
- Fecha** : Enero del 2022

ENSAYO N° 1	COMPACTADO			SIN COMPACTAR		
	1	2	3	1	2	3
DETERMINACION N°						
Peso del molde más grava ( gr )	15638	15620	15675	14815	14790	14810
Peso del molde ( gr )	5120	5120	5120	5120	5120	5120
Peso de la grava ( gr )	10518	10500	10555	9695	9670	9690
Volúmen del molde ( cc )	6056	6056	6056	6056	6056	6056
Peso Unitario de la Grava ( kg/m <sup>3</sup> )	1737	1734	1743	1601	1597	1600
Peso Unitario Promedio (Kg/m <sup>3</sup> )	1738			1599		
Observaciones:						

Reg. INDECOPI N°00104341

CONSULTORES SAN MARTIN E.I.R.L.  
John Alejandro Ramirez  
GERENTE GENERAL

Ing. Jean Carlos Arévalo Morales  
INGENIERO CIVIL  
N° CIP: 247098

Jr. Camila Morey N° 229 - A - Tarapoto Cel. 942477428 - 942039401  
Tel. 042783586 RUC:20450363082

Figura 3. Peso unitario de agregado grueso  
Fuente: Elaboración propia, 2022.



# CONSULTORES SAN MARTIN E.I.R.Ltda.

Estudio de Suelos, Concreto y Asfalto, Alquiler de Equipos y Topografía

## PESO UNITARIO DEL AGREGADO FINO

**Tesis** : "Mejoramiento de la resistencia a la compresión del concreto simple adicionando cascarilla de arroz, Distrito de San Hilarión - Región de San Martín".

**Material** : Arena Cantera Río Cumbaza - Sector Santa Rosa de Cumbaza

**Tesista** : Cardenas Sanchez Erick Manuel, DNI: 70755974 Escobar  
Lazo Henry Martín, DNI: 71883385

**Fecha** : Enero del 2022

ENSAYO N° 1	COMPACTADO			SIN COMPACTAR		
	1	2	3	1	2	3
<b>DETERMINACION N°</b>						
Peso del molde más fino ( gr )	16759	16754	16770	16268	16274	16252
Peso del molde ( gr )	6915	6915	6915	6915	6915	6915
Peso del fino ( gr )	9844	9839	9855	9353	9359	9337
Volúmen del molde ( cc )	5515	5515	5515	5515	5515	5515
Peso Unitario del fino ( kg/m3 )	1785	1784	1787	1696	1697	1693
Peso Unitario Promedio (Kg/m3)	1785			1695		
<b>Observaciones:</b>						

Reg. INDECOPI N°00104341

CONSULTORES "SAN MARTIN" E.I.R.L.  
John Arevalo Ramirez  
GERENTE GENERAL

Ing. Juan Carlos Arevalo Morales  
INGENIERO CIVIL  
N° CIP: 247098

Jr. Camila Morey N° 229 - A - Tarapoto Cel. 942477428 - 942039401  
Tel. 042783586 RUC:20450363082

Figura 4. Peso unitario de agregado fino  
Fuente: Elaboración propia, 2022.



# CONSULTORES SAN MARTIN E.I.R.Ltda.

Estudio de Suelos, Concreto y Asfalto, Alquiler de Equipos y Topografía

## PESO ESPECIFICO DEL AGREGADO GRUESO

**Tesis** : "Mejoramiento de la resistencia a la compresión del concreto simple adicionando cascarilla de arroz, Distrito de San Hilarión - Región de San Martín".

**Material** : Piedra Chancada de 1/2" - 3/4" Cantera Rio Huallaga - Sector Tiraquillo

**Tesista** : Cardenas Sanchez Erick Manuel, DNI: 70755974 Escobar  
Lazo Henry Martín, DNI: 71883385

**Fecha** : Enero del 2022

D A T O S			
Peso del Frasco + Agua (Po)		1520.0	grs.
Peso de la Grava Seca (P)		880.0	grs.
Peso del Frasco + Agua + Grava (Ps)		2064.5	grs.
<b>Peso Especifico del Grueso</b>		<b>2.62</b>	<b>grs./cc.</b>
<b>Observaciones:</b>			

Reg. INDECOPI N°00104341

CONSULTORES "SAN MARTIN" E.I.R.L.  
John Anevaldo Ramirez  
GERENTE GENERAL

Ing. Jesus Cepeda R. Anevaldo Morales  
INGENIERO CIVIL  
N° CIP: 247098

Jr. Camila Morey N° 229 - A - Tarapoto Cel. 942477428 - 942039401  
Telf. 042783586 RUC:20450363082

Figura 5. Peso específico de agregado grueso  
Fuente: Elaboración propia, 2022.



# CONSULTORES SAN MARTIN E.I.R.Ltda.

Estudio de Suelos, Concreto y Asfalto, Alquiler de Equipos y Topografía

## PESO ESPECIFICO DEL AGREGADO FINO

**Tesis :** "Mejoramiento de la resistencia a la compresión del concreto simple adicionando cascarilla de arroz, Distrito de San Hilarión - Región de San Martín".

**Material :** **Arena Cantera Río Cumbaza - Sector Santa Rosa de Cumbaza**

**Tesista :** Cardenas Sanchez Erick Manuel, DNI: 70755974  
Escobar Lazo Henry Martin, DNI: 71883385

**Fecha :** Enero del 2022

D A T O S				
Peso del Suelo Seco (Wo)			200.0	grs.
Peso del Frasco + Peso del Agua (Ww)			414.0	grs.
Peso del Frasco + Peso del Agua + Peso Suelo (Ws)			534.5	grs.
<b>Peso Especifico del Suelo</b>			<b>2.52</b>	<b>grs./cc.</b>
<b>Observaciones:</b>				

Reg. INDECOPI N°00104341

CONSULTORES "SAN MARTIN" E.I.R.L.  
John Arvalo Ramirez  
GERENTE GENERAL

Ing. Jean Ciro R. Arvalo Morales  
INGENIERO CIVIL  
N° CIP: 247898

Jr. Camila Morey N° 229 - A - Tarapoto Cel. 942477428 - 942039401  
Telf. 042783586 RUC:20450363082

Figura 6. Peso específico de agregado fino  
Fuente: Elaboración propia, 2022.



# CONSULTORES SAN MARTIN E.I.R.Ltda.

Estudio de Suelos, Concreto y Asfalto, Alquiler de Equipos y Topografía

## HUMEDAD NATURAL (AGREGADO GRUESO)

- Tesis** : "Mejoramiento de la resistencia a la compresión del concreto simple adicionando cascarilla de arroz, Distrito de San Hilarión - Región de San Martín".
- Material** : Piedra Chancada de 1/2" - 3/4" Cantera Rio Huallaga - Sector Tiraquillo
- Tesista** : Cardenas Sanchez Erick Manuel, DNI: 70755974  
Escobar Lazo Henry Martín, DNI: 71883385
- Fecha** : Enero del 2022

Nº del recipiente	42
Peso de recip. + suelo humedo	184.34
Peso del recip.+ suelo seco	183.70
Tara	32.20
Peso del agua	0.64
Peso del suelo seco	151.50
<b>Contenido de humedad (%)</b>	0.42

Reg. INDECOPI N°00104341

CONSULTORES "SAN MARTIN" E.I.R.L  
John Alevato Ramirez  
GERENTE GENERAL

Ing. Juan Pablo R. Arevalo Morales  
INGENIERO CIVIL  
N° CIP: 247098

Jr. Camila Morey N° 229 - A - Tarapoto Cel. 942477428 - 942039401  
Telf. 042783586 RUC:20450363082

Figura 7. Humedad natural de agregado grueso  
Fuente: Elaboración propia, 2022.



# CONSULTORES SAN MARTIN E.I.R.Ltda.

Estudio de Suelos, Concreto y Asfalto, Alquiler de Equipos y Topografía

## HUMEDAD NATURAL (AGREGADO FINO)

- Tesis** : "Mejoramiento de la resistencia a la compresión del concreto simple adicionando cascarilla de arroz, Distrito de San Hilarión - Región de San Martín".
- Material** : Arena Cantera Río Cumbaza - Sector Santa Rosa de Cumbaza
- Tesista** : Cardenas Sanchez Erick Manuel, DNI: 70755974 Escobar  
Lazo Henry Martín, DNI: 71883385
- Fecha** : Enero del 2022

N° del recipiente	56
Peso de recip. + suelo humedo	229.64
Peso del recip.+ suelo seco	229.00
Tara	28.44
Peso del agua	0.64
Peso del suelo seco	200.56
<b>Contenido de humedad (%)</b>	0.32

Reg. INDECOPI N°00104341

CONSULTORES "SAN MARTIN" E.I.R.L.  
John Ayévalo Ramírez  
GERENTE GENERAL

Ing. Juan Carlos R. Alvarado Morales  
INGENIERO CIVIL  
N° CP: 147098

Jr. Camila Morey N° 229 - A - Tarapoto Cel. 942477428 - 942039401  
Telf. 042783586 RUC:20450363082

Figura 8. Humedad natural de agregado fino  
Fuente: Elaboración propia, 2022.



## ABSORCIÓN DEL AGREGADO GRUESO

- Tesis** : "Mejoramiento de la resistencia a la compresión del concreto simple adicionando cascarilla de arroz, Distrito de San Hilarión - Región de San Martín".
- Material** : Piedra Chancada de 1/2" - 3/4" Cantera Rio Huallaga - Sector Tiraquillo
- Tesista** : Cardenas Sanchez Erick Manuel, DNI: 70755974 Escobar Lazo  
Henry Martín, DNI: 71883385
- Fecha** : Enero del 2022

Peso de la Piedra Seca	700.00
Peso de la Piedra con Agua	704.90
Peso Piedra con Agua - Peso Piedra	4.90
<b>% Absorción</b>	<b>0.70</b>

Reg. INDECOPI N°00104341

CONSULTORES "SAN MARTIN" E.I.R.L.  
John Arevalo Ramirez  
GERENTE GENERAL

Ing. Jean Carlos R. Arevalo Morales  
INGENIERO CIVIL  
N° CIP: 247098

Jr. Camila Morey N° 229 - A - Tarapoto Cel. 942477428 - 942039401  
Telf. 042783586 RUC:20450363082

Figura 9. Absorción de agregado grueso  
Fuente: Elaboración propia, 2022.



# CONSULTORES SAN MARTIN E.I.R.Ltda.

Estudio de Suelos, Concreto y Asfalto, Alquiler de Equipos y Topografía

## ABSORCIÓN DEL AGREGADO FINO

- Tesis** : "Mejoramiento de la resistencia a la compresión del concreto simple adicionando cascarilla de arroz, Distrito de San Hilarión - Región de San Martín".
- Material** : Arena Cantera Río Cumbaza - Sector Santa Rosa de Cumbaza
- Tesista** : Cardenas Sanchez Erick Manuel, DNI: 70755974  
Escobar Lazo Henry Martin, DNI: 71883385
- Fecha** : Enero del 2022

Recipiente N°	42
Tara + Arena Húmedo	87.32
Tara + Arena Seco	87.09
Tara	52.30
Peso de la Arena Seco	34.79
Agua	0.23
<b>% Absorción</b>	<b>0.66</b>

Reg. INDECOPI N°00104341

CONSULTORES "SAN MARTIN" E.I.R.L.  
John Arevalo Ramirez  
GERENTE GENERAL

Ing. Jean Carlo R. Araya Morales  
INGENIERO CIVIL  
N° CIP: 247098

Jr. Camila Morey N° 229 - A - Tarapoto Cel. 942477428 - 942039401  
Telf. 042783586 RUC:20450363082

Figura 10. Absorción de agregado fino  
Fuente: Elaboración propia, 2022.



# CONSULTORES SAN MARTIN E.I.R.Ltda.

Estudio de Suelos, Concreto y Asfalto, Alquiler de Equipos y Topografía

## RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO

**Tesis :** "Mejoramiento de la resistencia a la compresión del concreto simple adicionando cascarilla de arroz, Distrito de San Hilarión - Región de San Martín".  
**Tecistas :** Cardenas Sanchez Erick Manuel, DNI: 70755974  
 Escobar Lazo Henry Martín, DNI: 71883385  
**Ubicación :** Distrito de San Hilarión - Región de San Martín  
**Estructura :** Sin adición de cascarilla de arroz  
**Certificado :** 1  
**Fecha:** 18/01/2022

Tipo de Concreto : 210 Kg/cm<sup>2</sup>.

N° PROB	FECHA		EDAD Dias	Estructura Elemento	Ø cm	AREA cm <sup>2</sup>	CARGA Dial	RESISTENCIA	
	Moldeo	Rotura						Kgf/cm <sup>2</sup>	%
1	11/01/2022	18/01/2022	7	Sin adición de cascarilla de arroz	10.16	81.07	10960	135.2	64.4
2	11/01/2022	18/01/2022	7	Sin adición de cascarilla de arroz	10.16	81.07	11485	141.7	67.5
3	11/01/2022	18/01/2022	7	Sin adición de cascarilla de arroz	10.16	81.07	11299	139.4	66.4
4	11/01/2022	25/01/2022	14	Sin adición de cascarilla de arroz	10.16	81.07	14965	184.6	87.9
5	11/01/2022	25/01/2022	14	Sin adición de cascarilla de arroz	10.16	81.07	13222	163.1	77.7
6	11/01/2022	25/01/2022	14	Sin adición de cascarilla de arroz	10.16	81.07	13566	167.3	79.7
7	11/01/2022	1/02/2022	21	Sin adición de cascarilla de arroz	10.16	81.07	14500	178.9	85.2
8	11/01/2022	1/02/2022	21	Sin adición de cascarilla de arroz	10.16	81.07	14855	183.2	87.3
9	11/01/2022	1/02/2022	21	Sin adición de cascarilla de arroz	10.16	81.07	15255	188.2	89.6
10	11/01/2022	8/02/2022	28	Sin adición de cascarilla de arroz	10.16	81.07	17111	211.1	100.5
11	11/01/2022	8/02/2022	28	Sin adición de cascarilla de arroz	10.16	81.07	17199	212.1	101.0
12	11/01/2022	8/02/2022	28	Sin adición de cascarilla de arroz	10.16	81.07	17288	213.2	101.5

Reg. INDECOPI N°00104341

**OBSERVACIONES:** El laboratorio se responsabiliza por los ensayos realizados, por la toma y traslado de los especímenes.

Las roturas de los especímenes cumplen con Las especificaciones técnicas ITINTEC 400 - 037 y ASTM C-33 para rotura de especímenes de 4" x 8" y Normas Técnicas de Construcción.

CONSULTORES "SAN MARTIN" E.I.R.L.  
 John Arcevaldo Ramirez  
 GERENTE GENERAL

Ing. Jean Carlos Azevalo Morales  
 INGENIERO CIVIL  
 N° CIP: 247098

Jr. Camila Morey N° 229 - A - Tarapoto Cel. 942477428 - 942039401  
 Telf. 042783586 RUC:20450363082

Figura 11. Resistencia a la compresión del concreto patrón  
 Fuente: Elaboración propia, 2022.



# CONSULTORES SAN MARTIN E.I.R.Ltda.

Estudio de Suelos, Concreto y Asfalto, Alquiler de Equipos y Topografía

## RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO

**Tesis :** "Mejoramiento de la resistencia a la compresión del concreto simple adicionando cascarilla de arroz, Distrito de San Hilarión - Región de San Martín".

**Tesistas :** Cardenas Sanchez Erick Manuel, DNI: 70755974  
Escobar Lazo Henry Martin, DNI: 71883385

**Ubicación :** Distrito de San Hilarión - Región de San Martín

**Estructura :** Con adición 2% de cascarilla de arroz

**Certificado :** 2

**Fecha:** 9/02/2022

Tipo de Concreto : 210 Kg/cm<sup>2</sup>.

N° PROB	FECHA		EDAD Dias	Estructura Elemento	Ø cm	AREA cm <sup>2</sup>	CARGA Dial	RESISTENCIA	
	Moldeo	Rotura						Kg/cm <sup>2</sup>	%
1	12/01/2022	19/01/2022	7	Con adición 2% de cascarilla de arroz	10.16	81.07	13590	167.6	79.8
2	12/01/2022	19/01/2022	7	Con adición 2% de cascarilla de arroz	10.16	81.07	12555	154.9	73.7
3	12/01/2022	19/01/2022	7	Con adición 2% de cascarilla de arroz	10.16	81.07	12365	152.5	72.6
4	12/01/2022	26/01/2022	14	Con adición 2% de cascarilla de arroz	10.16	81.07	14885	183.6	87.4
5	12/01/2022	26/01/2022	14	Con adición 2% de cascarilla de arroz	10.16	81.07	14755	182.0	86.7
6	12/01/2022	26/01/2022	14	Con adición 2% de cascarilla de arroz	10.16	81.07	15255	188.2	89.6
7	12/01/2022	2/02/2022	21	Con adición 2% de cascarilla de arroz	10.16	81.07	17580	216.8	103.3
8	12/01/2022	2/02/2022	21	Con adición 2% de cascarilla de arroz	10.16	81.07	17211	212.3	101.1
9	12/01/2022	2/02/2022	21	Con adición 2% de cascarilla de arroz	10.16	81.07	17022	210.0	100.0
10	12/01/2022	9/02/2022	28	Con adición 2% de cascarilla de arroz	10.16	81.07	20455	252.3	120.1
11	12/01/2022	9/02/2022	28	Con adición 2% de cascarilla de arroz	10.16	81.07	20566	253.7	120.8
12	12/01/2022	9/02/2022	28	Con adición 2% de cascarilla de arroz	10.16	81.07	20500	252.9	120.4

Reg. INDECOPI N°00104341

**OBSERVACIONES:** *El laboratorio se responsabiliza por los ensayos realizados, por la toma y traslado de los especímenes.*  
Las roturas de los especímenes cumplen con Las especificaciones técnicas ITINTEC 400 - 037 y ASTM C-33 para rotura de Especímenes de 4" x 8" y Normas Técnicas de Construcción.

CONSULTORES "SAN MARTIN" E.I.R.L.  
John Alexalo Ramirez  
GERENTE GENERAL

Ingo. Juan Carlos R. Arevalo Morales  
INGENIERO CIVIL  
N° CIP: 247098

Jr. Camila Morey N° 229 - A - Tarapoto Cel. 942477428 - 942039401  
Telf. 042783586 RUC:20450363082

Figura 12. Resistencia a la compresión del concreto + 2% cascarilla de arroz  
Fuente: Elaboración propia, 2022.



# CONSULTORES SAN MARTIN E.I.R.Ltda.

Estudio de Suelos, Concreto y Asfalto, Alquiler de Equipos y Topografía

## RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO

**Proyecto :** "Mejoramiento de la resistencia a la compresión del concreto simple adicionando cascarilla de arroz, Distrito de San Hilarión - Región de San Martín".  
**Ubicación :** Distrito de San Hilarión - Región de San Martín  
**Estructura :** Con adición 4% de cascarilla de arroz **Fecha:** 10/02/2022  
**Certificado :** 3

Tipo de Concreto : 210 Kg/cm<sup>2</sup>.

Nº PROB	FECHA		EDAD		Estructura Elemento	Ø cm	AREA cm <sup>2</sup>	CARGA Dial	RESISTENCIA	
	Moldeo	Rotura	Dias	!					Kgf/cm <sup>2</sup>	%
1	13/01/2022	20/01/2022	7		Con adición 4% de cascarilla de arroz	10.16	81.07	12210	150.6	71.7
2	13/01/2022	20/01/2022	7		Con adición 4% de cascarilla de arroz	10.16	81.07	12288	151.6	72.2
3	13/01/2022	20/01/2022	7		Con adición 4% de cascarilla de arroz	10.16	81.07	12033	148.4	70.7
4	13/01/2022	27/01/2022	14		Con adición 4% de cascarilla de arroz	10.16	81.07	14755	182.0	86.7
5	13/01/2022	27/01/2022	14		Con adición 4% de cascarilla de arroz	10.16	81.07	14855	183.2	87.3
6	13/01/2022	27/01/2022	14		Con adición 4% de cascarilla de arroz	10.16	81.07	15050	185.6	88.4
7	13/01/2022	3/02/2022	21		Con adición 4% de cascarilla de arroz	10.16	81.07	15490	191.1	91.0
8	13/01/2022	3/02/2022	21		Con adición 4% de cascarilla de arroz	10.16	81.07	15888	196.0	93.3
9	13/01/2022	3/02/2022	21		Con adición 4% de cascarilla de arroz	10.16	81.07	15744	194.2	92.5
10	13/01/2022	10/02/2022	28		Con adición 4% de cascarilla de arroz	10.16	81.07	14565	179.7	85.5
11	13/01/2022	10/02/2022	28		Con adición 4% de cascarilla de arroz	10.16	81.07	15111	186.4	88.8
12	13/01/2022	10/02/2022	28		Con adición 4% de cascarilla de arroz	10.16	81.07	15252	188.1	89.6

Reg. INDECOPI N°00104341

**OBSERVACIONES:** *El laboratorio se responsabiliza por los ensayos realizados, por la toma y traslado de los especímenes.*  
 Las roturas de los especímenes cumplen con Las especificaciones técnicas ITINTEC 400 - 037 y ASTM C-33 para rotura de Especímenes de 4" x 8" y Normas Técnicas de Construcción.

CONSULTORES "SAN MARTIN" E.I.R.L.  
 John Arevalo Ramirez  
 GERENTE GENERAL

Ing. Juan Carlos R. Arevalo Morales  
 INGENIERO CIVIL  
 N° CIP: 247098

Jr. Camila Morey N° 229 - A - Tarapoto Cel. 942477428 - 942039401  
 Telf. 042783586 RUC:20450363082

Figura 13. Resistencia a la compresión del concreto + 4% cascarilla de arroz  
 Fuente: Elaboración propia, 2022.



# CONSULTORES SAN MARTIN E.I.R.Ltda.

Estudio de Suelos, Concreto y Asfalto, Alquiler de Equipos y Topografía

## RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO

**Proyecto :** "Mejoramiento de la resistencia a la compresión del concreto simple adicionando cascarilla de arroz, Distrito de San Hilarión - Región de San Martín".  
**Ubicación :** Distrito de San Hilarión - Región de San Martín  
**Estructura :** Con adición 6% de cascarilla de arroz  
**Certificado :** 4

**Fecha:** 11/02/2022

**Tipo de Concreto :** 210 Kg/cm<sup>2</sup>.

N° PROB	FECHA		EDAD Dias	Estructura Elemento	Ø cm	AREA cm <sup>2</sup>	CARGA Dial	RESISTENCIA	
	Moldeo	Rotura						Kgf/cm <sup>2</sup>	%
1	14/01/2022	21/01/2022	7	Con adición 6% de cascarilla de arroz	10.16	81.07	9920	122.4	58.3
2	14/01/2022	21/01/2022	7	Con adición 6% de cascarilla de arroz	10.16	81.07	10085	124.4	59.2
3	14/01/2022	21/01/2022	7	Con adición 6% de cascarilla de arroz	10.16	81.07	10285	126.9	60.4
4	14/01/2022	28/01/2022	14	Con adición 6% de cascarilla de arroz	10.16	81.07	14755	182.0	86.7
5	14/01/2022	28/01/2022	14	Con adición 6% de cascarilla de arroz	10.16	81.07	14655	180.8	86.1
6	14/01/2022	28/01/2022	14	Con adición 6% de cascarilla de arroz	10.16	81.07	14899	183.8	87.5
7	14/01/2022	4/02/2022	21	Con adición 6% de cascarilla de arroz	10.16	81.07	12440	153.4	73.1
8	14/01/2022	4/02/2022	21	Con adición 6% de cascarilla de arroz	10.16	81.07	12599	155.4	74.0
9	14/01/2022	4/02/2022	21	Con adición 6% de cascarilla de arroz	10.16	81.07	12744	157.2	74.9
10	14/01/2022	11/02/2022	28	Con adición 6% de cascarilla de arroz	10.16	81.07	14588	179.9	85.7
11	14/01/2022	11/02/2022	28	Con adición 6% de cascarilla de arroz	10.16	81.07	14755	182.0	86.7
12	14/01/2022	11/02/2022	28	Con adición 6% de cascarilla de arroz	10.16	81.07	15222	187.8	89.4

Reg. INDECOPRI N°00104341

**OBSERVACIONES:** *El laboratorio se responsabiliza por los ensayos realizados, por la toma y traslado de los especímenes.*

Las roturas de los especímenes cumplen con Las especificaciones técnicas ITINTEC 400 - 037 y ASTM C-33 para rotura de Especímenes de 4" x 8" y Normas Técnicas de Construcción.

CONSULTORES "SAN MARTIN" E.I.R.L.  
**Jorge Alejandro Ramirez**  
 GERENTE GENERAL

*J. P.*  
 Ing. **Juan R. Alvarado Morales**  
 INGENIERO CIVIL  
 N° CIP: 247098

Jr. Camila Morey N° 229 - A - Tarapoto Cel. 942477428 - 942039401  
 Telf. 042783586 RUC:20450363082

Figura 14. Resistencia a la compresión del concreto + 6% cascarilla de arroz  
 Fuente: Elaboración propia, 2022.

## ANEXO 03: R.D. QUE APRUEBA EL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN



**UPAO** | Facultad de Ingeniería

Trujillo, 25 de junio del 2022

### **RESOLUCIÓN N° 1005-2022-FI-UPAO**

**VISTO**, el informe favorable del Jurado Evaluador del Proyecto de Tesis, titulado **"MEJORAMIENTO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO SIMPLE ADICIONANDO CASCARILLA DE ARROZ, DISTRITO DE SAN HILARIÓN - REGIÓN SAN MARTÍN"**, de los Bachilleres: **CÁRDENAS SÁNCHEZ, ERICK MANUEL y ESCOBAR LAZO, HENRY MARTÍN**, del Programa de Estudio de Ingeniería Civil, y;

#### **CONSIDERANDO:**

Que, el Jurado Evaluador conformado por los señores docentes: **Ing. ANAXIMANDRO VELASQUEZ DIAZ**, Presidente; **Ing. RICARDO NARVAEZ ARANDA**, Secretario; **Ing. CARMEN GELDRES SANCHEZ**, Vocal; han revisado el Proyecto de Tesis, encontrándolo conforme;

Que, el Proyecto de Tesis ha sido elaborado conforme a las exigencias prescritas por el Reglamento de Grados y Títulos de Pregrado de la Universidad, el mismo que fue sometido a evaluación por el mencionado jurado evaluador, quien por acuerdo unánime recomendó su aprobación, tal como se desprende del informe elevado a la Facultad de Ingeniería;

Que, de acuerdo al Artículo 28° del Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad, el Proyecto de Tesis se inscribe en el libro de proyectos de tesis a cargo de la Secretaría Académica de la Facultad;

Estando al Estatuto de la Universidad, al Reglamento de Grados y Títulos la Universidad y a las atribuciones conferidas a éste Despacho;

#### **SE RESUELVE:**

**PRIMERO: APROBAR** la modalidad de titulación solicitada por los Bachilleres **CÁRDENAS SÁNCHEZ, ERICK MANUEL y ESCOBAR LAZO, HENRY MARTÍN**, consistente en presentación, ejecución y sustentación de una **TESIS** para optar el título profesional de **INGENIERO CIVIL**.

**SEGUNDO: APROBAR y DISPONER** la inscripción del Proyecto de Tesis titulado: **"MEJORAMIENTO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO SIMPLE ADICIONANDO CASCARILLA DE ARROZ, DISTRITO DE SAN HILARIÓN - REGIÓN SAN MARTÍN"**.

**TERCERO: COMUNICAR** a los Bachilleres que tienen un plazo máximo de **UN AÑO** para desarrollar su tesis, a cuyo vencimiento, se produce la caducidad del mismo, perdiendo el derecho exclusivo sobre el tema elegido.

**REGÍSTRESE, COMUNÍQUESE Y ARCHÍVESE.**



  
Dr. Ángel Alanca Quenta  
DECANO

C. Copia  
02 Archivo  
02 Programa de Estudio de Ingeniería Civil  
a: A.A.Q.ºº Alcaz

## ANEXO 04: CERTIFICADO DE LABORATORIO



**CONSULTORES SAN MARTIN E.I.R.Ltda.**

Estudio de Suelos, Concreto y Asfalto, Alquiler de Equipos y Topografía

**"AÑO DEL FORTALECIMIENTO DE LA SOBERANIA NACIONAL"**

Tarapoto, enero del 2,022

CARTA N°007 - 2022/C.S.M.E.I.R.L.

**TESISTAS:**

CÁRDENAS SÁNCHEZ, ERICK MANUEL, DNI: 70755974  
ESCOBAR LAZO, HENRY MARTÍN, DNI: 71883385

**PRESENTE. -**

ASUNTO: ENTREGA DE DISEÑO DE MEZCLA DEL CONCRETO  
FRESCO F'C = 210 Kg/cm<sup>2</sup>

Tengo el agrado de dirigirme a Ustedes para saludarles cordialmente y al mismo tiempo hacerles llegar los Diseños de Mezcla del Concreto Fresco F'c = 210 Kg/cm<sup>2</sup> – Piedra Chancada de 1/2" - 3/4" cantera Río Huallaga - Sector Tiraquillo y Arena gruesa cantera Río Cumbaza - Sector Santa Rosa de Cumbaza, de la tesis: **"Mejoramiento de la resistencia a la compresión del concreto simple adicionando cascarilla de arroz, Distrito de San Hilarión – Región San Martín"**.

Sin otro particular, esperando que la presente pueda contribuir como apoyo para la buena ejecución de la obra de Ustedes.

Atentamente.

CONSULTORES "SAMMARTIN" E.I.R.L.  
John Azevaldo Ramirez  
GERENTE GENERAL

C.c.:  
📎 Archivo  
JAR/srpd.

Jr. Camila Morey N° 229 - A - Tarapoto Cel. 942477428 - 942039401  
Telf. 042783586 RUC:20450363082



# CONSULTORES SAN MARTIN E.I.R.Ltda.

Estudio de Suelos, Concreto y Asfalto, Alquiler de Equipos y Topografía

“AÑO DEL FORTALECIMIENTO DE LA SOBERANÍA NACIONAL”

Tarapoto, febrero del 2,022

CARTA N°013-2022/C.S.M.E.I.R.L

TESISTAS:

CÁRDENAS SÁNCHEZ, ERICK MANUEL, DNI: 70755974  
ESCOBAR LAZO, HENRY MARTÍN, DNI: 71883385

PRESENTE. -

ASUNTO: ENTREGA DE CERTIFICADO DE ROTURAS DE PROBETAS  
DE 4" x 8" F'C = 210 Kg/cm<sup>2</sup>.

Tengo el agrado de dirigirme a Ustedes para saludarles cordialmente y al mismo tiempo hacerles llegar los Certificados de Resistencia a la Compresión del Concreto Fresco F'c = 210 Kg/cm<sup>2</sup>; de la Tesis: “Mejoramiento de la resistencia a la compresión del concreto simple adicionando cascarilla de arroz, Distrito de San Hilarión – Región San Martín”.

Las Roturas de Especímenes a los Siete, Catorce, veintiuno y Veintiocho (7, 14, 21 y 28) días de curado cumplen con las Especificaciones Técnicas ITINTEC 400 – 037 y ASTM C-33 para rotura de Especímenes de 4" x 8" y Normas Técnicas de Construcción.

Sin otro particular, esperando que la presente pueda contribuir como apoyo para la buena ejecución de la obra de Ustedes.

Atentamente.

CONSULTORES "SAN MARTIN" E.I.R.L.  
John Ayvalo Ramirez  
GERENTE GENERAL

C.c.:  
📁 Archivo  
JAR/srpd.

Jr. Camila Morey N° 229 - A - Tarapoto Cel. 942477428 - 942039401  
Telf. 042783586 RUC:20450363082

## ANEXO 05: CONSTANCIA DEL ASESOR

### Solicito Revisión de Proyecto de Tesis para obtener el título profesional de ingeniero civil

Señor  
Ing. ENRIQUE FRANCISCO LUJAN SILVA.  
Director de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil  
Universidad Privada Antenor Orrego

CÁRDENAS SÁNCHEZ, ERICK MANUEL identificado con ID: 000162490 y ESCOBAR LAZO, HENRY MARTÍN identificado con ID: 000169908, bachilleres de la Carrera Profesional de Ingeniería Civil, ante usted nos presentamos y exponemos:

Que siendo requisito para optar el título profesional de ingeniero civil, el desarrollo de una tesis, solicito a usted se sirva ordenar a quien corresponda la revisión del proyecto de tesis titulado: "MEJORAMIENTO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO SIMPLE ADICIONANDO CASCARILLA DE ARROZ, DISTRITO DE SAN HILARIÓN - REGIÓN SAN MARTÍN", perteneciente a la línea de investigación: Tecnología de los materiales, proponiendo como asesor al Ing. LUCIO MEDINA CARBAJAL; y de encontrarlo conforme, se sirva continuar con el proceso administrativo ante el Decano de la Facultad de Ingeniería para la designación de jurado evaluador y nombramiento del asesor.

Por lo expuesto, pido a Ud., acceder a mi solicitud por ser de justicia.

Trujillo, 20 de Setiembre del 2021



Br. Cárdenas Sánchez Erick Manuel



Br. Escobar Lazo Henry Martín

Adjunto

- Compromiso del asesor y copia simple de grado de bachiller (anexo al proyecto)



**UPAO**

Facultad de Ingeniería  
Escuela Profesional de Ingeniería Civil

Trujillo, Noviembre 11 del 2021

**OFICIO Nº 1027-2021-DEIC-FI-UPAO**

Señor Doctor

**ANGEL ALANOCA QUENTA**

Decano de la Facultad de Ingeniería UPAO

**Presente.** -

**ASUNTO: PROPUESTA PARA DESIGNACIÓN DE ASESOR  
Y JURADO DE PROYECTO DE TESIS**

De mi especial consideración:

Mediante el presente reciba mi cordial saludo y, a la vez, elevo a su superior Despacho, **la propuesta para designación del Jurado evaluador y Asesor del proyecto de tesis "MEJORAMIENTO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO SIMPLE ADICIONANDO CASCARILLA DE ARROZ, DISTRITO DE SAN HILARIÓN - REGIÓN SAN MARTÍN", perteneciente a los CÁRDENAS SÁNCHEZ, ERICK MANUEL y ESCOBAR LAZO, HENRY MARTÍN** a fin que se sirva disponer la emisión de la Resolución respectiva, de ser conforme:

**Línea de investigación:  
CONSTRUCCION Y  
MATERIALES**

		<b>DOCENTE</b>	<b>CIP</b>	<b>LÍNEA DE INVESTIGACION</b>
<b>JURADO</b>	Asesor	MEDINA CARBAJAL LUCIO SIGIFREDO	76695	GESTION DE PROYECTOS
	Presidente	VELASQUEZ DIAZ ANAXIMANDRO	29040	TRANSPORTES/CONSTRUCCIÓN Y MATERIALES
	Secretario	NARVAEZ ARANDA RICARDO	58776	SANEAMIENTO/HIDRAULICA
	Vocal	GELDRES SANCHEZ CARMEN	80599	GESTION DE PROYECTOS
	Accesitario	VERTIZ MALABRIGO MANUEL	71188	SANEAMIENTO

Agradeciéndole su atención al presente, es propicia la oportunidad para reiterarle mi estima.

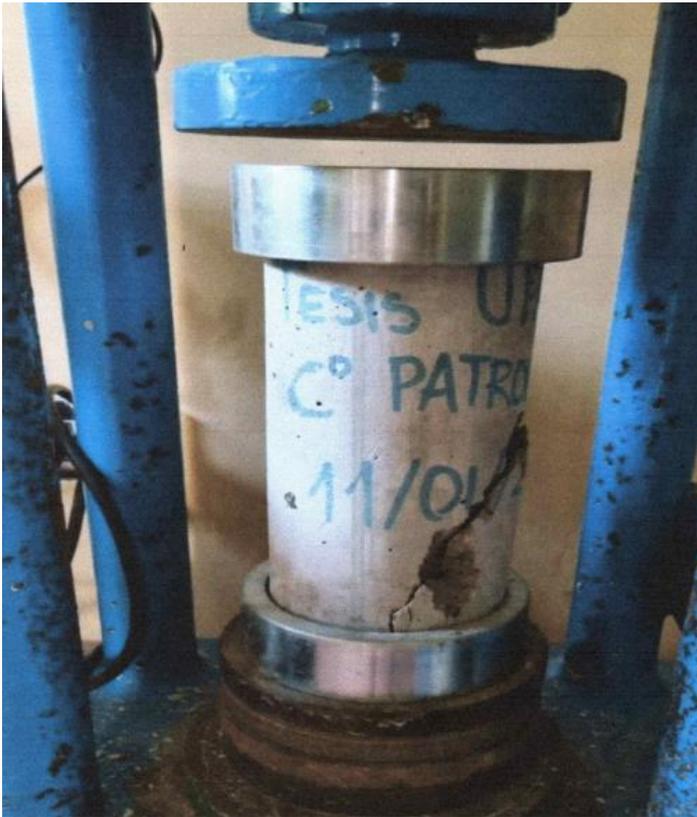
Atentamente,



**Dr. ENRIQUE FRANCISCO LUJAN SILVA**  
Director Escuela Profesional de Ingeniería Civil

Cc. Archivo/Claudia C

## ANEXO 06: PANEL FOTOGRÁFICO



Fotografía 1. Rotura de probeta de concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  patrón sin adición.



Fotografía 2. Rotura de probeta de concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  con adición del 6%



Fotografía 3. Rotura de probeta de concreto  $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$  con adición del 4%



Fotografía 4. Rotura de probeta de concreto  $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$  con adición del 6%.



*Fotografía 5. Cargas obtenidas en el ensayo a compresión de especímenes.*



*Fotografía 6. Temperatura del concreto en su estado fresco.*



*Fotografía 7.* Ensayo de asentamiento del concreto fresco.



*Fotografía 8.* Ensayo de granulometría de los agregados.



Fotografía 9. Elaboración de la mezcla de concreto.



Fotografía 10. Ensayo a compresión de especímenes de concreto.



Fotografía 11. Elaboración de probetas de concreto.



Fotografía 12. Ensayo a compresión de probetas de concreto.