



**FACULTAD DE INGENIERÍA, ARQUITECTURA Y  
URBANISMO**

**ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA  
CIVIL**

**TESIS**

**“DISEÑO DE MORTERO EMPLEANDO CENIZAS DE  
CÁSCARAS DE ARROZ”**

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

Autor:

**Bach. Ramos Fernández, Christian Silvestre**

Asesor:

**Dra. Sotomayor Nunura, Gioconda del Socorro**

Línea de Investigación:

**Desarrollo de Nuevos Materiales**

**Materiales Compuestos**

**Pimentel – Perú**

**2019**

TESIS

**DISEÑO DE MORTERO EMPLEANDO CENIZAS DE  
CÁSCARAS DE ARROZ**

**Aprobado por:**

---

Dra. Sotomayor Nunura Gioconda del Socorro  
**Asesor**

---

Dr. Coronado Zuloeta Omar  
**Presidente de jurado**

---

Msc. Ing. Ballena del Río Pedro Manuel  
**Secretario de jurado**

---

Ing. Reinoso Torres Jorge Jeremy Junior  
**Vocal de jurado**

## **DEDICATORIA**

Esta tesis va dedicada a mis queridos padres, José Ramos y Dalila Fernández; por darme la vida, esforzarse diariamente para lograr realizarme personal y profesionalmente y ser ejemplos de superación.

A mis hermanos, Alain Ramos y Nadia Ramos, por ser de alguna manera mi motivación para alcanzar mis metas.

A la memoria de mis abuelitos, Silvestre Ramos, Oferlinda Vásquez y Clotilde Idrogo, quienes fueron ejemplos de vida y familia. Y de manera especial a mi abuelito Grimaniel Fernández para que aún en vida pueda sentirse orgulloso de mis logros.

A mis tías, Mavila Fernández, Armandina Fernández, Norma Ramos y Olga Ramos, por el gran cariño y consideración que tienen hacia mi persona.

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios por ser mi fortaleza y guía en todas las etapas de mi vida, y sobre todo por darme una hermosa familia.

A mis padres, por inculcarme valores, brindarme ayuda moral y económica y en especial ser el motivo por el cual seguir adelante frente a los obstáculos que se puedan presentar en el trayecto de mi vida.

A mis familiares y amigos, que de alguna u otra manera contribuyeron con el desarrollo de mi investigación.

Al Dr. Omar Coronado Zuloeta, a los técnicos Wilson Olaya Aguilar y Carlos Orellana, y a la Dra. Ana María Guerrero Millones por los conocimientos otorgados durante la realización de esta investigación.



# DISEÑO DE MORTERO EMPLEANDO CENIZAS DE CÁSCARAS DE ARROZ

## MORTAR DESIGN USING ASHES OF RICE HUSKS

### RESUMEN

Christian Silvestre Ramos Fernández<sup>1</sup>

*El arroz es considerado un alimento básico en muchas culturas culinarias, por lo que a nivel mundial abundan residuos de su cáscara; debido a esta problemática la presente investigación se centra en el aprovechamiento de este material incinerado, empleando porcentajes de cenizas de cáscara de arroz para mejorar las propiedades físico – mecánicas y determinar el mejor comportamiento del mortero modificado para emplearse en albañilería y revoques.*

*La finalidad de esta investigación experimental y tecnológica está orientada a la fabricación de 525 muestras de morteros patrón (cemento, arena y agua potable), adicionado y sustituido con 5%, 10% y 15% de cenizas de cáscara de arroz respecto al peso del cemento; de las cuales 462 muestras con proporciones de 1:3.5, 1:4, 1:5 y 1:6 se destinaron a la evaluación de las propiedades físicas (mortero en estado fresco) y mecánicas (mortero en estado endurecido) en un periodo de 7, 14 y 28 días; y las muestras restantes se utilizaron para determinar las propiedades mecánicas de la albañilería simple (pilas y muretes) a los 28 días, en donde se utilizó un mortero de 1:4 para el asentado de las unidades de albañilería con juntas de 1.5 cm.*

*Los resultados obtenidos indican que se alcanzaron mejores resistencias en base al mortero patrón con 10% de sustitución teniendo un ahorro de S/. 0.17 por m<sup>2</sup> de muro en comparación con el mortero convencional y 5% de adición con cenizas de cáscaras de arroz el cual tiene un gasto mayor por m<sup>2</sup>.*

**Palabras clave:** *albañilería, cenizas de cáscaras de arroz, diseño, mortero, propiedades.*

## MORTAR DESIGN USING ASHES OF RICE HUSKS

---

<sup>1</sup> Adscrito a la Escuela Académico Profesional de Ingeniería Civil Pregrado, Universidad Señor de Sipán, Pimentel, Perú, email: RFERNANDEZCHRIS@crece.uss.edu.pe

## ABSTRACT

Christian Silvestre Ramos Fernández<sup>2</sup>

*Rice is considered a staple in many culinary cultures, so at the global level waste abound its shell; due to this problem the present research focuses on the use of this material, using percentages of cremated ashes of rice husk to improve physical properties - mechanical and determine the best behavior of the polymer-modified mortar for use in masonry and plaster.*

*The purpose of this experimental research and technological is oriented to the manufacture of 525 samples of mortars pattern (cement, sand and water), added and replaced with 5%, 10% and 15% of rice husk ash with respect to the weight of cement; of which 462 samples with proportions of 1:3.5, 1:4, 1:5 and 1:6 went to the evaluation of physical properties (fresh mortar) and mechanical (mortar in hardened state) over a period of 7, 14 and 28 days; and the remaining samples were used to determine the mechanical properties of the simple (batteries and masonry walls) to the 28 days, where we used a 1:4 mortar for the seated of the Masonry units with seals of 1.5 cm.*

*The results obtained indicate that attained better resistance on the basis of the pattern with 10% mortar of substitution taking a savings of S/. 0.17 per m<sup>2</sup> of wall in comparison with the conventional mortar and 5% of addition with ashes of rice husks, which has a higher spending for m<sup>2</sup>.*

**Keywords:** masonry, ashes of rice hulls, design, mortar, properties.

---

<sup>2</sup> Assigned to the Professional Academic School of Undergraduate Civil Engineering, Universidad Señor de Sipán, Pimentel, Perú, email: RFERNANDEZCHRIS@crece.uss.edu.pe

## ÍNDICE DE CONTENIDO

<b>DEDICATORIA</b> .....	<b>iii</b>
<b>AGRADECIMIENTO</b> .....	<b>iv</b>
<b>RESUMEN</b> .....	<b>v</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>vi</b>
<b>ÍNDICE DE CONTENIDO</b> .....	<b>7</b>
<b>I. INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>17</b>
1.1. Realidad Problemática .....	18
1.1.1. A nivel internacional. ....	18
1.1.2. A nivel nacional. ....	20
1.1.3. A nivel local. ....	22
1.2. Antecedentes de estudio.....	24
1.2.1. A nivel internacional. ....	24
1.2.2. A nivel nacional. ....	26
1.2.3. A nivel local. ....	26
1.3. Teorías relacionadas al tema .....	27
1.3.1. Mortero empleando cenizas de cáscaras de arroz.....	28
1.3.2. Diseño de mortero. ....	31
1.3.3. Impacto ambiental. ....	40
1.3.4. Seguridad y salud ocupacional. ....	41
1.3.5. Gestión de riesgos y prevención de desastres.....	42
1.3.6. Estimación de costos. ....	44
1.3.7. Normativa empleada. ....	45
1.3.8. Estado de Arte. ....	49
1.3.9. Definición de términos. ....	52
1.4. Formulación del Problema .....	54
1.5. Justificación .....	55
1.5.1. Justificación tecnológica. ....	55
1.5.2. Justificación socio – económica. ....	55
1.5.3. Justificación ambiental. ....	55
1.6. Hipótesis .....	56
1.7. Objetivos.....	56
1.7.1. Objetivo general. ....	56
1.7.2. Objetivos específicos.....	56
<b>II. MATERIAL Y MÉTODO</b> .....	<b>58</b>
2.1. Tipo y diseño de Investigación .....	59
2.1.1. Tipo de Investigación. ....	59
2.1.2. Diseño de Investigación. ....	59
2.2. Población y muestra.....	59
2.2.1. Población.....	59
2.2.2. Muestra.....	59
2.2.3. Muestreo de ensayos. ....	60
2.3. Variables, Operacionalización .....	61
2.3.1. Variable Independiente. ....	61
2.3.2. Variable Dependiente. ....	61
2.3.3. Operacionalización.....	62
2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad .....	64
2.4.1. Técnicas para la recolección de datos. ....	64
2.4.2. Instrumentos para la recolección de datos.....	64
2.5. Procedimientos de análisis de datos.....	67
2.5.1. Diagrama de flujo de procesos. ....	67
2.5.2. Descripción de procesos.....	68

2.6.	Criterios éticos .....	105
2.6.1.	Sub Capítulo I: DE LA RELACIÓN CON LA SOCIEDAD.....	105
2.6.2.	Sub Capítulo II: DE LA RELACIÓN CON EL PÚBLICO.....	105
2.6.3.	Sub Capítulo III: DE LA COMPETENCIA Y PERFECCIONAMIENTO PROFESIONAL. 105	105
2.6.4.	Sub Capítulo IV: DE LA PROMOCIÓN Y PUBLICIDAD.....	105
2.6.5.	Sub Capítulo V: DE LA CONCERTACIÓN DE LOS SERVICIOS.....	105
2.6.6.	Sub Capítulo VI: DE LA PRESTACIÓN DE SERVICIOS.....	105
2.6.7.	Sub Capítulo VII: DE LAS RELACIONES CON EL PERSONAL.....	106
2.6.8.	Sub Capítulo VIII: DE LA RELACIÓN CON LOS COLEGAS.....	106
2.7.	Criterios de rigor científico .....	106
2.7.1.	Validez interna.....	106
2.7.2.	Validez externa.....	106
2.7.3.	Fiabilidad.....	106
<b>III.</b>	<b>RESULTADOS.....</b>	<b>107</b>
3.1.	Resultados en tablas y figuras .....	108
3.1.1.	Composición química de las cenizas de cáscaras de arroz.....	108
3.1.2.	Ensayos de agregado fino y unidades de albañilería.....	111
3.1.3.	Diseño de mezcla del mortero.....	120
3.1.4.	Propiedades físico – mecánicas de la mezcla del mortero patrón y modificado con cenizas de cáscaras de arroz (CCA).....	122
3.1.5.	Propiedades mecánicas de la albañilería simple.....	165
3.1.6.	Propuesta económica.....	171
3.2.	Discusión de resultados.....	173
3.2.1.	Composición química de las cenizas de cáscaras de arroz.....	173
3.2.2.	Ensayos del agregado fino y unidades de albañilería.....	173
3.2.3.	Diseño de mezcla del mortero.....	175
3.2.4.	Propiedades físico – mecánicas de la mezcla del mortero patrón y modificado con cenizas de cáscaras de arroz (CCA).....	175
3.2.5.	Propiedades mecánicas de la albañilería simple.....	177
3.2.6.	Propuesta económica.....	177
<b>IV.</b>	<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....</b>	<b>179</b>
4.1.	Conclusiones .....	180
4.1.1.	Composición química de las cenizas de cáscaras de arroz.....	180
4.1.2.	Ensayos de agregado fino y unidades de albañilería.....	180
4.1.3.	Diseño de mezcla del mortero.....	180
4.1.4.	Propiedades físico – mecánicas de la mezcla del mortero patrón y modificado con cenizas de cáscaras de arroz (CCA).....	180
4.1.5.	Propiedades mecánicas de la albañilería simple.....	181
4.1.6.	Propuesta económica.....	182
4.2.	Recomendaciones .....	182
4.2.1.	Composición química de las cenizas de cáscaras de arroz.....	182
4.2.2.	Ensayos de agregado fino y unidades de albañilería.....	183
4.2.3.	Diseño de mezcla del mortero.....	183
4.2.4.	Propiedades físico – mecánicas de la mezcla del mortero patrón y modificado con cenizas de cáscaras de arroz (CCA).....	183
4.2.5.	Propiedades mecánicas de la albañilería simple.....	183
4.2.6.	Propuesta económica.....	183
	<b>REFERENCIAS .....</b>	<b>185</b>
	<b>Anexos .....</b>	<b>190</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1. Horno de fundición del molino “Los Ángeles” de donde se extrajeron las cenizas de cáscaras de arroz.</i>	23
<i>Figura 2. Extracción de la Ceniza de cáscaras de arroz en el Molino “Los Ángeles” de Lambayeque, Perú.</i>	24
<i>Figura 3. Modelo de Weymouth para partículas de interferencia.</i>	27
<i>Figura 4. Producción y superficie mundiales de arroz en cáscara.</i>	28
<i>Figura 5. Equipos de protección individual necesarios para realizar ensayos de materiales.</i>	42
<i>Figura 6. Clasificación de los Principales Peligros según INDECI.</i>	43
<i>Figura 7. Proceso para la estimación de costos de un proyecto.</i>	44
<i>Figura 8. Barril con escoria procedente de la fundición.</i>	50
<i>Figura 9. Estado final dela escoria molida.</i>	50
<i>Figura 10. Símbolo para identificar envases de PET.</i>	51
<i>Figura 11. Proceso de obtención del agregado PET reciclado.</i>	51
<i>Figura 12. Diagrama de flujo de procesos.</i>	67
<i>Figura 13. Cenizas de cáscaras de arroz obtenido directo del horno de fundición.</i>	68
<i>Figura 14. Cenizas de las cáscaras de arroz después de ser tamizada por la Malla N° 200.</i>	68
<i>Figura 15. Descarga de las cenizas de cáscaras de arroz en el recipiente.</i>	69
<i>Figura 16. Enrasado del material para ser nivelado y posteriormente pesado.</i>	70
<i>Figura 17. Apisonamiento de las cenizas de cáscaras de arroz utilizando la varilla.</i>	70
<i>Figura 18. Compactando la capa de cenizas de cáscaras de arroz usando la comba de goma.</i>	71
<i>Figura 19. Material y equipo utilizado para realizar el ensayo de peso específico de las CCA.</i>	72
<i>Figura 20. Extracción del aire atrapado en el frasco Le Chatelier.</i>	72
<i>Figura 21. Baño maría del frasco Le Chatelier y tomando la temperatura para obtener la Lf.</i>	73
<i>Figura 22. Cenizas de cáscaras de arroz colocado en el horno durante 24h.</i>	73
<i>Figura 23. Cenizas de cáscaras de arroz extraído del horno después de 24 h.</i>	74
<i>Figura 24. Análisis granulométrico por las distintas mallas normalizadas.</i>	75
<i>Figura 25. Saturación del agregado fino durante 24h.</i>	76
<i>Figura 26. Muestra del agregado fino saturada superficialmente seca.</i>	76
<i>Figura 27. Volumen del agregado fino por el método gravimétrico.</i>	76
<i>Figura 28. Agregado fino seco después de 24 horas de colocado en el horno.</i>	77
<i>Figura 29. Descarga del agregado fino en el recipiente.</i>	78
<i>Figura 30. Enrasado del recipiente.</i>	78
<i>Figura 31. Apisonamiento del agregado fino utilizando la varilla.</i>	79
<i>Figura 32. Compactando la capa del agregado fino usando la comba de goma.</i>	79
<i>Figura 33. Muestra colocada en el horno durante 24 horas.</i>	80
<i>Figura 34. Tomando medidas de las caras del ladrillo utilizando el vernier electrónico.</i>	81
<i>Figura 35. Colocación de la arena Ottawa en los orificios del ladrillo.</i>	82
<i>Figura 36. Se pesa la arena retenida en los orificios para poder obtener su densidad.</i>	82
<i>Figura 37. Secado de los ladrillos en el horno a 110 °C durante 24 horas.</i>	83
<i>Figura 38. Ladrillos sumergidos en agua durante 24 horas.</i>	83
<i>Figura 39. Medición de la superficie de asiento usando el vernier electrónico.</i>	84
<i>Figura 40. Ensayo de succión de los ladrillos.</i>	85
<i>Figura 41. Cortando los ladrillos por la mitad para ser ensayados.</i>	86
<i>Figura 42. Colocación de capping a los distintos ladrillos a ensayar.</i>	86
<i>Figura 43. Muestras listas para ser ensayadas en la compresora hidráulica.</i>	87
<i>Figura 44. Muestra instalada en la máquina de ensayo.</i>	87
<i>Figura 45. Materiales a emplear en las dosificaciones del diseño de mezcla del mortero.</i>	88
<i>Figura 46. Mezcladora de mortero.</i>	89
<i>Figura 47. Mezcla de mortero colocada adentro del tronco cónico en la mesa de fluidez.</i>	90
<i>Figura 48. Mezcla de mortero después de retirar el recipiente tronco cónico.</i>	91
<i>Figura 49. Tomando las 4 medidas diametrales para determinar la fluidez del mortero.</i>	91
<i>Figura 50. Peso del recipiente metálico con la muestra para calcular el contenido de aire.</i>	92
<i>Figura 51. Llenado y compactado del recipiente con mortero.</i>	94
<i>Figura 52. Orden del apisonado en el moldeo de los especímenes de ensayo.</i>	95

<b>Figura 53.</b> Elaboración de los especímenes de mortero en los moldes cúbicos. ....	96
<b>Figura 54.</b> Curado de los especímenes para ser ensayados a compresión a los 7,14 y 28 días. ....	97
<b>Figura 55.</b> Resistencia a la compresión de los especímenes de mortero de 50 mm x 50 mm. ....	97
<b>Figura 56.</b> Compactación de la 1era capa de los especímenes para ser ensayados a flexión.....	99
<b>Figura 57.</b> Curado de los especímenes para ser ensayados a flexión a los 7,14 y 28 días.....	99
<b>Figura 58.</b> Resistencia a la flexión de los especímenes de mortero.....	99
<b>Figura 59.</b> Verificación de nivelación de pilas para el ensayo de adherencia. ....	101
<b>Figura 60.</b> Ensayo de resistencia a la adherencia por flexión de elementos de albañilería.....	101
<b>Figura 61.</b> Pilas de albañilería con su capping en ambas caras de sus superficies. ....	102
<b>Figura 62.</b> Ensayo de resistencia a la compresión de elementos de albañilería. ....	102
<b>Figura 63.</b> Comportamiento del murete a compresión diagonal. ....	103
<b>Figura 64.</b> Prensa hidráulica en donde los muretes fueron ensayados. ....	104
<b>Figura 65.</b> Ensayo de compresión diagonal en muretes de albañilería.....	104
<b>Figura 66.</b> Curva granulométrica del agregado fino.....	112
<b>Figura 67.</b> Resultado en barras del ensayo de variación dimensional (Dispersión máxima). ....	115
<b>Figura 68.</b> Resultado en barras del ensayo de porcentaje de área de vacíos. ....	116
<b>Figura 69.</b> Resultado en barras del ensayo de absorción.....	117
<b>Figura 70.</b> Resultado en barras del ensayo de succión. ....	118
<b>Figura 71.</b> Resultado en barras del ensayo de resistencia a la compresión f'c. ....	119
<b>Figura 72.</b> Resultado en barras del ensayo de fluidez de la dosificación P1 (1:3.5), mortero patrón y sustituido con CCA. ....	123
<b>Figura 73.</b> Resultado en barras del ensayo de fluidez de la dosificación P2 (1:4), mortero patrón y sustituido con CCA. ....	124
<b>Figura 74.</b> Resultado en barras del ensayo de fluidez de la dosificación P2 (1 : 5), mortero patrón y sustituido con CCA. ....	125
<b>Figura 75.</b> Resultado en barras del ensayo de fluidez de la dosificación NP (1:6), mortero patrón y sustituido con CCA. ....	126
<b>Figura 76.</b> Resultado en barras del ensayo de fluidez de la dosificación P1 (1:3.5), mortero patrón y adicionado con CCA. ....	127
<b>Figura 77.</b> Resultado en barras del ensayo de fluidez de la dosificación P2 (1:4), mortero patrón y adicionado con CCA. ....	128
<b>Figura 78.</b> Resultado en barras del ensayo de fluidez de la dosificación P2 (1:5), mortero patrón y adicionado con CCA. ....	129
<b>Figura 79.</b> Resultado en barras del ensayo de fluidez de la dosificación NP (1:6), mortero patrón y adicionado con CCA. ....	130
<b>Figura 80.</b> Resultado en barras del ensayo de contenido de aire en la dosificación P1 (1:3.5), mortero patrón y sustituido con CCA.....	131
<b>Figura 81.</b> Resultado en barras del ensayo de contenido de aire en la dosificación P2 (1:4), mortero patrón y sustituido con CCA. ....	132
<b>Figura 82.</b> Resultado en barras del ensayo de contenido de aire en la dosificación P2 (1:5), mortero patrón y sustituido con CCA. ....	133
<b>Figura 83.</b> Resultado en barras del ensayo de contenido de aire en la dosificación NP (1:6), mortero patrón y sustituido con CCA. ....	134
<b>Figura 84.</b> Resultado en barras del ensayo de contenido de aire en la dosificación P1 (1:3.5), mortero patrón y adicionado con CCA. ....	135
<b>Figura 85.</b> Resultado en barras del ensayo de contenido de aire en la dosificación P2 (1:4), mortero patrón y adicionado con CCA.....	136
<b>Figura 86.</b> Resultado en barras del ensayo de contenido de aire en la dosificación P2 (1:5), mortero patrón y adicionado con CCA.....	137
<b>Figura 87.</b> Resultado en barras del ensayo de contenido de aire en la dosificación NP (1:6), mortero patrón y adicionado con CCA.....	138
<b>Figura 88.</b> Resultado en barras del ensayo de peso unitario compactado en la dosificación P1 (1:3.5), mortero patrón y sustituido con CCA. ....	139
<b>Figura 89.</b> Resultado en barras del ensayo de peso unitario compactado en la dosificación P2 (1:4), mortero patrón y sustituido con CCA.....	140
<b>Figura 90.</b> Resultado en barras del ensayo de peso unitario compactado en la dosificación P2 (1:5), mortero patrón y sustituido con CCA.....	141

<b>Figura 91.</b> Resultado en barras del ensayo de peso unitario compactado en la dosificación NP (1:6), mortero patrón y sustituido con CCA. ....	142
<b>Figura 92.</b> Resultado en barras del ensayo de peso unitario compactado en la dosificación P1 (1:3.5), mortero patrón y adicionado con CCA. ....	143
<b>Figura 93.</b> Resultado en barras del ensayo de peso unitario compactado en la dosificación P2 (1:4), mortero patrón y adicionado con CCA. ....	144
<b>Figura 94.</b> Resultado en barras del ensayo de peso unitario compactado en la dosificación P2 (1:5), mortero patrón y adicionado con CCA. ....	145
<b>Figura 95.</b> Resultado en barras del ensayo de peso unitario compactado en la dosificación NP (1:6), mortero patrón y adicionado con CCA. ....	146
<b>Figura 96.</b> Resistencia a la compresión del mortero patrón y sustituido con CCA.: Dosificación P1 (1:3.5). ....	147
<b>Figura 97.</b> Resultado en barras del ensayo de resistencia a la compresión en la dosificación P1 (1:3.5), mortero patrón y sustituido con CCA. ....	148
<b>Figura 98.</b> Resistencia a la compresión del mortero patrón y sustituido con CCA.: Dosificación P2 (1:4). ....	149
<b>Figura 99.</b> Resultado en barras del ensayo de resistencia a la compresión en la dosificación P2 (1:4), mortero patrón y sustituido con CCA. ....	149
<b>Figura 100.</b> Resistencia a la compresión del mortero patrón y sustituido con CCA.: Dosificación P2 (1:5). ....	150
<b>Figura 101.</b> Resultado en barras del ensayo de resistencia a la compresión en la dosificación P2 (1:5), mortero patrón y sustituido con CCA. ....	151
<b>Figura 102.</b> Resistencia a la compresión del mortero patrón y adicionado con CCA.: Dosificación P1 (1:3.5). ....	152
<b>Figura 103.</b> Resultado en barras del ensayo de resistencia a la compresión en la dosificación P1 (1:3.5), mortero patrón y adicionado con CCA. ....	152
<b>Figura 104.</b> Resistencia a la compresión del mortero patrón y adicionado con CCA.: Dosificación P2 (1:4). ....	153
<b>Figura 105.</b> Resultado en barras del ensayo de resistencia a la compresión en la dosificación P2 (1:4), mortero patrón y adicionado con CCA. ....	154
<b>Figura 106.</b> Resistencia a la compresión del mortero patrón y adicionado con CCA.: Dosificación P2 (1:5). ....	155
<b>Figura 107.</b> Resultado en barras del ensayo de resistencia a la compresión en la dosificación P2 (1:5), mortero patrón y adicionado con CCA. ....	155
<b>Figura 108.</b> Resistencia a la flexión del mortero patrón y sustituido con CCA.: Dosificación P1 (1:3.5)...	156
<b>Figura 109.</b> Resultado en barras del ensayo de resistencia a la flexión en la dosificación P1 (1:3.5), mortero patrón y sustituido con CCA. ....	157
<b>Figura 110.</b> Resistencia a la flexión del mortero patrón y sustituido con CCA.: Dosificación P2 (1:4). ....	158
<b>Figura 111.</b> Resultado en barras del ensayo de resistencia a la flexión en la dosificación P2 (1:4), mortero patrón y sustituido con CCA. ....	158
<b>Figura 112.</b> Resistencia a la flexión del mortero patrón y sustituido con CCA.: Dosificación P2 (1:5). ....	159
<b>Figura 113.</b> Resultado en barras del ensayo de resistencia a la flexión en la dosificación P2 (1:5), mortero patrón y sustituido con CCA. ....	160
<b>Figura 114.</b> Resistencia a la flexión del mortero patrón y adicionado con CCA.: Dosificación P1 (1:3.5). ....	161
<b>Figura 115.</b> Resultado en barras del ensayo de resistencia a la flexión en la dosificación P1 (1:3.5), mortero patrón y adicionado con CCA. ....	161
<b>Figura 116.</b> Resistencia a la flexión del mortero patrón y adicionado con CCA.: Dosificación P2 (1:4). ..	162
<b>Figura 117.</b> Resultado en barras del ensayo de resistencia a la flexión en la dosificación P2 (1:4), mortero patrón y adicionado con CCA. ....	163
<b>Figura 118.</b> Resistencia a la flexión del mortero patrón y adicionado con CCA.: Dosificación P2 (1:5). ..	164
<b>Figura 119.</b> Resultado en barras del ensayo de resistencia a la flexión en la dosificación P2 (1:5), mortero patrón y adicionado con CCA. ....	164
<b>Figura 120.</b> Resultado en barras del ensayo de adherencia del mortero – ladrillo arcilla en la dosificación P2 (1:4), mortero patrón y sustituido con CCA. ....	165
<b>Figura 121.</b> Resultado en barras del ensayo de adherencia del mortero – ladrillo arcilla en la dosificación P2 (1:4), mortero patrón y adicionado con CCA. ....	166
<b>Figura 122.</b> Resultado en barras del ensayo de resistencia a la compresión en pilas de albañilería en la dosificación P2 (1:4), mortero patrón y sustituido con CCA. ....	167

<b>Figura 123.</b> Resultado en barras del ensayo de resistencia a la compresión en pilas de albañilería en la dosificación P2 (1:4), mortero patrón y adicionado con CCA.....	168
<b>Figura 124.</b> Resultado en barras del ensayo de resistencia a la compresión diagonal en muretes de albañilería en la dosificación P2 (1:4), mortero patrón y sustituido con CCA.....	170
<b>Figura 125.</b> Resultado en barras del ensayo de resistencia a la compresión diagonal en muretes de albañilería en la dosificación P2 (1:4), mortero patrón y adicionado con CCA. ....	171



## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1</b> Regiones con mayor producción en el 2016. ....	21
<b>Tabla 2</b> Perú- Principales regiones productoras de arroz en cáscara 2016. ....	22
<b>Tabla 3</b> Composición mineral de ceniza en la cascarilla de arroz. ....	29
<b>Tabla 4</b> Características físicas de la cáscara de arroz. ....	29
<b>Tabla 5</b> Proceso de los Morteros. ....	31
<b>Tabla 6</b> Granulometría de la arena gruesa. ....	33
<b>Tabla 7</b> Clase de unidad de albañilería para fines estructurales. ....	36
<b>Tabla 8</b> Limitaciones en el uso de la unidad de albañilería para fines estructurales. ....	37
<b>Tabla 9</b> Número de muestras a ensayar en mortero en estado fresco. ....	60
<b>Tabla 10</b> Número de muestras a ensayar en mortero en estado endurecido. ....	60
<b>Tabla 11</b> Variable independiente. ....	62
<b>Tabla 12</b> Variable dependiente. ....	63
<b>Tabla 13</b> Guía de Normas Técnicas utilizadas en la presente investigación. ....	65
<b>Tabla 14.</b> Composición química de las cenizas de cáscaras de arroz. ....	108
<b>Tabla 15.</b> Comparación de la composición química de las cenizas de cáscaras de arroz con el cemento Pórtland Tipo I – Pacasmayo. ....	108
<b>Tabla 16</b> Peso específico de las cenizas de cáscaras de arroz. ....	109
<b>Tabla 17</b> Peso unitario suelto de las cenizas de cáscaras de arroz. ....	109
<b>Tabla 18</b> Peso unitario compactado de las cenizas de cáscaras de arroz. ....	110
<b>Tabla 19</b> Contenido de humedad de las cenizas de cáscaras de arroz. ....	110
<b>Tabla 20</b> Conglomerado de resultados de las cenizas de cáscaras de arroz. ....	111
<b>Tabla 21</b> Granulometría del agregado fino por tamizado. ....	111
<b>Tabla 22</b> Peso específico y absorción del agregado fino. ....	112
<b>Tabla 23</b> Peso unitario suelto del agregado fino. ....	113
<b>Tabla 24</b> Peso unitario compactado del agregado fino. ....	113
<b>Tabla 25</b> Contenido de humedad del agregado fino. ....	114
<b>Tabla 26</b> Conglomerado de resultados del agregado fino. ....	114
<b>Tabla 27</b> Resumen de la variabilidad dimensional para determinar el Tipo de ladrillo. ....	115
<b>Tabla 28</b> Dispersión máxima en los ladrillos seleccionados para la investigación. ....	115
<b>Tabla 29</b> Cuadro comparativo de porcentaje (%) de vacíos. ....	116
<b>Tabla 30</b> Cuadro comparativo de porcentaje (%) de absorción. ....	117
<b>Tabla 31</b> Cuadro comparativo de succión. ....	118
<b>Tabla 32</b> Cuadro comparativo de resistencia a la compresión $F'c$ . ....	119
<b>Tabla 33</b> Conglomerado de resultados de la unidad de albañilería. ....	120
<b>Tabla 34</b> Diseño de mezclas del mortero patrón. ....	120
<b>Tabla 35</b> Diseño de mezcla del mortero sustituido con CCA. ....	121
<b>Tabla 36</b> Diseño de mezcla del mortero adicionado con CCA. ....	121
<b>Tabla 37</b> Fluidez del mortero patrón P1 (1:3.5) y mortero sustituido con CCA. ....	122
<b>Tabla 38</b> Fluidez del mortero patrón P2 (1:4) y mortero sustituido con CCA. ....	123
<b>Tabla 39</b> Fluidez del mortero patrón P2 (1:5) y mortero sustituido con CCA. ....	124
<b>Tabla 40</b> Fluidez del mortero patrón NP (1:6) y mortero sustituido con CCA. ....	125
<b>Tabla 41</b> Fluidez del mortero patrón P1 (1:3.5) y mortero adicionado con CCA. ....	126
<b>Tabla 42</b> Fluidez del mortero patrón P2 (1:4) y mortero adicionado con CCA. ....	127
<b>Tabla 43</b> Fluidez del mortero patrón P2 (1:5) y mortero adicionado con CCA. ....	128
<b>Tabla 44</b> Fluidez del mortero patrón NP (1:6) y mortero adicionado con CCA. ....	129
<b>Tabla 45</b> Contenido de aire en el mortero patrón P1 (1:3.5) y mortero sustituido con CCA. ....	130
<b>Tabla 46</b> Contenido de aire en el mortero patrón P2 (1:4) y mortero sustituido con CCA. ....	131
<b>Tabla 47</b> Contenido de aire en el mortero patrón P2 (1:5) y mortero sustituido con CCA. ....	132
<b>Tabla 48</b> Contenido de aire en el mortero patrón NP (1:6) y mortero sustituido con CCA. ....	133
<b>Tabla 49</b> Contenido de aire en el mortero patrón P1 (1:3.5) y mortero adicionado con CCA. ....	134
<b>Tabla 50</b> Contenido de aire en el mortero patrón P2 (1:4) y mortero adicionado con CCA. ....	135
<b>Tabla 51</b> Contenido de aire en el mortero patrón P2 (1:5) y mortero adicionado con CCA. ....	136
<b>Tabla 52.</b> Contenido de aire en el mortero patrón NP (1:6) y mortero adicionado con CCA. ....	137
<b>Tabla 53</b> Peso unitario compactado del mortero patrón P1 (1:3.5) y mortero sustituido con CCA. ....	138

<b>Tabla 54</b>	<i>Peso unitario compactado del mortero patrón P2 (1:4) y mortero sustituido con CCA.</i>	139
<b>Tabla 55</b>	<i>Peso unitario compactado del mortero patrón P2 (1:5) y mortero sustituido con CCA.</i>	140
<b>Tabla 56</b>	<i>Peso unitario compactado del mortero patrón NP (1:6) y mortero sustituido con CCA.</i>	141
<b>Tabla 57</b>	<i>Peso unitario compactado del mortero patrón P1 (1:3.5) y mortero adicionado con CCA.</i>	142
<b>Tabla 58</b>	<i>Peso unitario compactado del mortero patrón P2 (1:4) y mortero adicionado con CCA.</i>	143
<b>Tabla 59</b>	<i>Peso unitario compactado del mortero patrón P2 (1:5) y mortero adicionado con CCA.</i>	144
<b>Tabla 60</b>	<i>Peso unitario compactado del mortero patrón NP (1:6) y mortero adicionado con CCA.</i>	145
<b>Tabla 61</b>	<i>Resistencia a la compresión del mortero patrón P1 (1:3.5) y mortero sustituido con CCA.</i>	146
<b>Tabla 62</b>	<i>Resistencia a la compresión del mortero patrón P2 (1:4) y mortero sustituido con CCA.</i>	148
<b>Tabla 63</b>	<i>Resistencia a la compresión del mortero patrón P2 (1:5) y mortero sustituido con CCA.</i>	150
<b>Tabla 64</b>	<i>Resistencia a la compresión del mortero patrón P1 (1:3.5) y mortero adicionado con CCA.</i>	151
<b>Tabla 65</b>	<i>Resistencia a la compresión del mortero patrón P2 (1:4) y mortero adicionado con CCA.</i>	153
<b>Tabla 66</b>	<i>Resistencia a la compresión del mortero patrón P2 (1:5) y mortero adicionado con CCA.</i>	154
<b>Tabla 67</b>	<i>Resistencia a la flexión del mortero patrón P1 (1:3.5) y mortero sustituido con CCA.</i>	156
<b>Tabla 68</b>	<i>Resistencia a la flexión del mortero patrón P2 (1:4) y mortero sustituido con CCA.</i>	157
<b>Tabla 69</b>	<i>Resistencia a la flexión del mortero patrón P2 (1:5) y mortero sustituido con CCA.</i>	159
<b>Tabla 70</b>	<i>Resistencia a la flexión del mortero patrón P1 (1:3.5) y mortero adicionado con CCA.</i>	160
<b>Tabla 71</b>	<i>Resistencia a la flexión del mortero patrón P2 (1:4) y mortero adicionado con CCA.</i>	162
<b>Tabla 72</b>	<i>Resistencia a la flexión del mortero patrón P2 (1:5) y mortero adicionado con CCA.</i>	163
<b>Tabla 73</b>	<i>Ensayo de adherencia del mortero patrón P2 (1:4) y mortero sustituido con CCA.</i>	165
<b>Tabla 74</b>	<i>Ensayo de adherencia del mortero patrón P2 (1:4) y mortero adicionado con CCA.</i>	166
<b>Tabla 75</b>	<i>Ensayo de resistencia a la compresión en pilas de albañilería del mortero patrón P2 (1:4) y mortero sustituido con CCA.</i>	167
<b>Tabla 76</b>	<i>Ensayo de resistencia a la compresión en pilas de albañilería del mortero patrón P2 (1:4) y mortero adicionado con CCA.</i>	168
<b>Tabla 77</b>	<i>Ensayo de resistencia a la compresión diagonal en muretes de albañilería del mortero patrón P2 (1:4) y mortero sustituido con CCA.</i>	169
<b>Tabla 78</b>	<i>Ensayo de resistencia a la compresión diagonal en muretes de albañilería del mortero patrón P2 (1:4) y mortero adicionado con CCA.</i>	170
<b>Tabla 79</b>	<i>Resumen de costo por m<sup>2</sup> de asentado de muro de Soga para un mortero de 1:3.5.</i>	171
<b>Tabla 80</b>	<i>Resumen de costo por m<sup>2</sup> de asentado de muro de Soga para un mortero de 1:4.</i>	171
<b>Tabla 81</b>	<i>Resumen de costo por m<sup>2</sup> de asentado de muro de Soga para un mortero de 1:5.</i>	172
<b>Tabla 82</b>	<i>Resumen de costo por m<sup>2</sup> de asentado de muro de Soga para un mortero de 1:6.</i>	172

## ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1.	Análisis de documentos .....	191
Anexo 1.1.	Ficha técnica del cemento .....	192
Anexo 2.	Análisis químico de CCA.....	193
Anexo 2.1.	Composición química de CCA.....	194
Anexo 3.	Guías de observación .....	195
Anexo 3.1.	Formatos para ensayos de agregado fino .....	196
Anexo 3.1.1.	Análisis granulométrico .....	197
Anexo 3.1.2.	Peso específico y absorción .....	198
Anexo 3.1.3.	Peso unitario y contenido de humedad .....	199
Anexo 3.2.	Formatos para ensayos de unidades de albañilería .....	200
Anexo 3.2.1.	Variación dimensional del ladrillo.....	201
Anexo 3.2.2.	Succión del ladrillo .....	202
Anexo 3.2.3.	Absorción del ladrillo.....	203
Anexo 3.2.4.	Porcentaje de vacíos .....	204
Anexo 3.2.5.	Resistencia a la compresión ( $F'_b$ ).....	205
Anexo 3.3.	Formato para ensayos de Diseño de Mezcla del mortero .....	206
Anexo 3.3.1.	Diseño de mezcla.....	207
Anexo 3.4.	Formatos para ensayos de mortero .....	208
Anexo 3.4.1.	Mortero en estado fresco.....	209
Anexo 3.4.1.1.	Fluidez .....	210
Anexo 3.4.1.2.	Peso unitario.....	211
Anexo 3.4.1.3.	Contenido de aire.....	212
Anexo 3.4.2.	Mortero en estado endurecido .....	213
Anexo 3.4.2.1.	Resistencia a la compresión en cubos de 50mm de lado .....	214
Anexo 3.4.2.2.	Resistencia a la flexión .....	215
Anexo 3.5.	Formatos para ensayos de albañilería simple.....	216
Anexo 3.5.1.	Resistencia a la adherencia por flexión .....	217
Anexo 3.5.2.	Resistencia a la compresión en pilas .....	218
Anexo 3.5.3.	Resistencia a la compresión diagonal en muretes.....	219
Anexo 3.6.	Formato para ensayo de cenizas de cáscaras de arroz.....	220
Anexo 3.6.1.	Peso específico .....	221
Anexo 4.	Resultados de los ensayos elaborados a las cenizas de cáscaras de arroz .....	222
Anexo 4.1.	Peso específico .....	223
Anexo 4.2.	Peso unitario y contenido de humedad.....	224
Anexo 5.	Resultados de los ensayos elaborados al agregado fino .....	225
Anexo 5.1.	Análisis Granulométrico y módulo de fineza.....	226
Anexo 5.2.	Peso específico y absorción.....	227
Anexo 5.3.	Peso unitario y contenido de humedad.....	228
Anexo 6.	Resultados de los ensayos elaborados a las unidades de albañilería .....	229
Anexo 6.1.	Variación dimensional.....	230
Anexo 6.2.	Succión .....	234
Anexo 6.3.	Absorción.....	235
Anexo 6.4.	Porcentaje de vacíos.....	236
Anexo 6.5.	Resistencia a la compresión ( $F'_b$ ).....	237
Anexo 7.	Diseño de mortero patrón y con sustitución con CCA.....	238
Anexo 7.1.	Dosificación 1:3.5 .....	239
Anexo 7.2.	Dosificación 1:4 .....	240
Anexo 7.3.	Dosificación 1:5 .....	241
Anexo 7.4.	Dosificación 1:6 .....	242
Anexo 8.	Diseño de mortero patrón y con adición con CCA.....	243
Anexo 8.1.	Dosificación 1:3.5 .....	244
Anexo 8.2.	Dosificación 1:4 .....	245
Anexo 8.3.	Dosificación 1:5 .....	246
Anexo 8.4.	Dosificación 1:6 .....	247

Anexo 9.	<i>Resultados de los ensayos del mortero en estado fresco</i>	248
Anexo 9.1.	<i>Fluidez</i>	249
Anexo 9.1.1.	<i>Dosificación 1:3.5</i>	250
Anexo 9.1.2.	<i>Dosificación 1:4</i>	257
Anexo 9.1.3.	<i>Dosificación 1:5</i>	264
Anexo 9.1.4.	<i>Dosificación 1:6</i>	271
Anexo 9.2.	<i>Contenido de aire</i>	278
Anexo 9.2.1.	<i>Dosificación 1:3.5</i>	279
Anexo 9.2.2.	<i>Dosificación 1:4</i>	282
Anexo 9.2.3.	<i>Dosificación 1:5</i>	285
Anexo 9.2.4.	<i>Dosificación 1:6</i>	288
Anexo 9.3.	<i>Peso unitario compactado</i>	291
Anexo 9.3.1.	<i>Dosificación 1:3.5</i>	292
Anexo 9.3.2.	<i>Dosificación 1:4</i>	295
Anexo 9.3.3.	<i>Dosificación 1:5</i>	298
Anexo 9.3.4.	<i>Dosificación 1:6</i>	301
Anexo 10.	<i>Resultados de los ensayos del mortero en estado endurecido</i>	304
Anexo 10.1.	<i>Resistencia a la compresión de mortero</i>	305
Anexo 10.1.1.	<i>Dosificación 1:3.5</i>	306
Anexo 10.1.2.	<i>Dosificación 1:4</i>	313
Anexo 10.1.3.	<i>Dosificación 1:5</i>	320
Anexo 10.2.	<i>Resistencia a la flexión de mortero</i>	327
Anexo 10.2.1.	<i>Dosificación 1:3.5</i>	328
Anexo 10.2.2.	<i>Dosificación 1:4</i>	335
Anexo 10.2.3.	<i>Dosificación 1:5</i>	342
Anexo 11.	<i>Resultados de los ensayos de albañilería simple</i>	349
Anexo 11.1.	<i>Adherencia del mortero – ladrillo arcilla</i>	350
Anexo 11.1.1.	<i>Dosificación 1:4</i>	351
Anexo 11.2.	<i>Resistencia a la compresión axial en pilas de albañilería</i>	355
Anexo 11.2.1.	<i>Dosificación 1:4</i>	356
Anexo 11.3.	<i>Resistencia a la compresión diagonal en muretes de albañilería</i>	363
Anexo 11.3.1.	<i>Dosificación 1:4</i>	364
Anexo 12.	<i>Análisis de costos</i>	371
Anexo 12.1.	<i>Volumen de mortero para 1m<sup>2</sup> de muro de soga</i>	372
Anexo 12.2.	<i>Análisis del precio unitario del Kg. de cenizas de cáscaras de arroz</i>	373
Anexo 12.3.	<i>Análisis de costos unitarios para un mortero patrón de 1:3.5, adicionado y sustituido con CCA.</i>	374
Anexo 12.4.	<i>Análisis de costos unitarios para un mortero patrón de 1:4, adicionado y sustituido con CCA.</i>	377
Anexo 12.5.	<i>Análisis de costos unitarios para un mortero patrón de 1:5, adicionado y sustituido con CCA.</i>	380
Anexo 12.6.	<i>Análisis de costos unitarios para un mortero patrón de 1:6, adicionado y sustituido con CCA.</i>	384
Anexo 13.	<i>Panel fotográfico</i>	388
Anexo 13.1.	<i>Elaboración de las pilas y muretes de albañilería en el Laboratorio de Ensayo de Materiales de la Universidad Señor de Sipán</i>	389
Anexo 13.2.	<i>Ensayo de adherencia del mortero – ladrillo arcilla</i>	390
		391
Anexo 13.3.	<i>Ensayo de compresión axial en pilas de albañilería y sus tipos de fallas</i>	392
Anexo 13.4.	<i>Compresión diagonal en muretes de albañilería realizado en Laboratorio de Ensayo de Materiales de la Universidad Nacional Pedro Ruíz Gallo</i>	396
Anexo 14.	<i>Presupuesto</i>	397

# **I. INTRODUCCIÓN**

## **1.1. Realidad Problemática**

### **1.1.1. A nivel internacional.**

Según el artículo “Contribution of Rice Husk Ash to the Properties of Mortar and Concrete: A Review”; el empleo de materiales como reemplazo parcial del cemento en Malasia, en la última década, es considerado como parte integral del diseño de mezcla de concreto de alto rendimiento y alta resistencia. Pueden ser materiales naturales, subproductos o desechos industriales, aquellos que no necesitan de mucha energía y tiempo para producir. Algunos de los materiales utilizados comúnmente para la adición parcial en el cemento son cenizas volantes, humo de sílice (SF), escoria de alto horno granulada molida (GGBFS) y ceniza de cáscara de arroz (RHA), etc. La RHA es un material obtenido de la incineración de la cáscara de arroz que contiene dióxido de silicio no cristalino con una superficie específica alta y alta reactividad puzolánica. Éste es aprovechado como material puzolánico en mortero y hormigón, demostrando que tiene una gran influencia en la mejora de las propiedades mecánicas y de durabilidad del mortero y el hormigón. **(Naji Givi et al, 2010)**

En Colombia, estudios acerca del aprovechamiento de la cascarilla de arroz incinerada, indican que sus cenizas producto de un procedimiento inspeccionado por expertos, es empleado como elemento de adición para mezclas de concreto en donde reemplazará un porcentaje al cemento. Sin embargo, los mercados para la utilización de la cáscara de arroz incinerada en cemento no están muy bien evolucionados como en el acero. Hay una enorme capacidad para su empleo debido a la existencia de toneladas del residuo, de manera que se reduciría la contaminación e impacto ambiental. **(Sierra, 2009)**

En Uruguay, el informe del Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca señala que el arroz es una de las plantas que contiene gran cantidad de sílice, principalmente en la cáscara, lo que determina una composición no apta para la alimentación de animales debido a sus débiles propiedades nutritivas.

Está demostrado que si la cáscara de arroz es quemada a cielo abierto como la ceniza está compuesta mayoritariamente por sílice cristalina, la cual contamina el aire y puede ser causante de silicosis, producir modificaciones del genoma y cáncer.

Diversos autores de este país han enfocado sus estudios en cómo incinerar la cáscara de arroz sin que afecte la salud humana, y por otro lado el beneficio de esa ceniza como suplemento en la elaboración de cemento y hormigón, así como materia prima de otros materiales de construcción. (MGAP, 2016)

En Chile, según la revista “Ingeniería de Construcción” publicada por el Departamento de Ingeniería y Gestión de la Construcción de la Escuela de Ingeniería de la Universidad de Chile, informa que el incremento de la producción agrícola e industrial en este país trae consigo el aumento de desechos, por lo que sería complicado, caro y ambientalmente poco sustentable en su procedimiento y destino final. De ahí, el ascendente aprovechamiento en la utilización de los diversos residuos y adquirir así beneficios ambientales y económicos. Una de esas iniciativas apunta a los pavimentos, a emplear materia desechable como estabilizantes de suelos para la construcción de subrasantes y capas de base.

En la producción agrícola, la cáscara de arroz es el residuo de gran cantidad que se desecha, siendo uno de los más grandes dilemas de los países con mayor producción de arroz. Cada cuatro toneladas de arroz producidas, una tonelada es de cáscara. Estudios realizados estiman que cada año se generan más de 50 000 mil toneladas de cáscara de arroz en Chile. El destino final de tales cantidades de cáscara es, por el momento, un problema sin solución definitiva.

Debido a esta problemática están elaborando un plan de utilizar la ceniza de la cascarilla de arroz como parte de reemplazo de materiales para el mejoramiento de suelos. Los materiales de mejor calidad se encuentran lejos de caminos vecinales donde se produce el arroz, y su uso resulta una alternativa elevada al costo de transporte.

Una alternativa de interés es la evaluación de la estabilización de suelos arenosos locales con adición de ceniza de cáscara de arroz y cal, puesto que ésta ceniza está compuesta entre 90 y 96% de sílice, compuesto necesario para proporcionar al suelo reacciones con la cal y formar productos puzolánicos, obteniéndose materiales más resistentes, menos deformables y más durables. (MINEDUC, 2008)

En Venezuela, según la revista “Evaluación físico química de cenizas de cascarilla de arroz, bagazo de caña y hoja de maíz y su influencia en mezclas de mortero, como materiales puzolánicos”, de la Facultad de Ingeniería de la Universidad

Central de Venezuela, se demuestra que la ceniza de cascarilla de arroz, adquirida bajo condiciones determinadas, constituye un sustituto potencial del agregado fino, cuyo comportamiento óptimo, por lo cual este tema está siendo objeto de estudio en muchos países.

Este país es un productor de arroz importante, generador de una gran cantidad de cascarilla como desecho de producción arroceras; al no existir el aprovechamiento y/o explotación de este residuo, se distingue un área de desarrollo potencial que merece ser explotado.

Las posibilidades de trabajar con la cascarilla del arroz calcinada, con el fin de sustituir parte del agregado fino para utilizarla en la industria de la construcción, es de interés social en Venezuela. Sin embargo, para producir a una escala que permita su empleo efectivo en este sector, era necesario profundizar su estudio. Así, a partir de la experiencia adquirida en la etapa experimental de obtención del material, el Ing. Idalberto Águila Arboláez propone en la revista un estudio comparativo usando diferentes residuos agrícolas (cenizas de cascarilla de arroz, bagazo de caña y hoja de maíz).

Los resultados indicaron que la ceniza de la cáscara de arroz alcanzó en su composición un 80% de sílice; la ceniza de hoja de maíz obtuvo un 48% de sílice; y por último, la ceniza de bagazo de caña alcanzó la menor cantidad de sílice. Por lo tanto, la incorporación de ceniza de cascarilla de arroz en la mezcla, produce un aumento de la resistencia a la compresión, siendo el porcentaje perfecto de reemplazo de 20%.

Después de haberse realizado dicho estudio, concluye que es importante para los morteros contener mayores porcentajes de sílice, por lo que este compuesto proporciona calidad necesaria y obtiene las características esenciales para su uso. Además se pudo apreciar que cuando se añade ceniza de cascarilla de arroz, se observan mejoras en la durabilidad y consistencia química del cemento, incrementando la posibilidad del uso de estos elementos propensos a ambientes agresivos. (Águila y Sosa, 2008)

### **1.1.2. A nivel nacional.**

En el Perú, en vista al incremento de la producción de arroz, procesado aproximadamente por 500 molinos, de los cuales el 80% se encuentran en el Norte, siendo las zonas de mayor producción los departamentos de San Martín (22%), Piura (18%), Lambayeque (13%), La Libertad (11%), Amazonas (10%), Cajamarca (6%) y otros (20%);



se genera cierta problemática en referencia a las elevadas cantidades de residuos de cáscara.

Se estima que anualmente se generan 3 millones de toneladas de arroz, de las cuales se desechan 600 000 toneladas de cáscara, que solamente se utiliza alrededor del 25 % del total como combustible para hornos de secado de ladrillos en varios departamentos; otros porcentajes en la fabricación de adobes y ladrillos artesanales; y el resto es quemado o arrojado a los ríos aledaños. Debido a estos factores, se busca el aprovechamiento de estos residuos para su uso en la industria de la construcción. (MINAGRI, 2016)

**Tabla 1**

*Regiones con mayor producción en el 2016.*

<b>Región</b>	<b>Sup. Cosechada (ha)</b>	<b>Producción (t)</b>	<b>Rendimiento (t/ha)</b>	<b>Precio en chacra (S/ x kg)</b>
San Martín	101 255	710 287	7.01	1.03
Piura	67 373	589 687	8.75	1.24
Lambayeque	49 831	399 038	8.01	1.28
La Libertad	32 857	334 920	10.19	1.29
Amazonas	41 567	307 947	7.41	1.03
Arequipa	19 939	250 051	12.54	1.22
Cajamarca	24 886	195 641	7.86	1.13
<b>Nacional</b>	<b>419 563</b>	<b>3 165 749</b>	<b>7.55</b>	<b>1.15</b>

**Fuente:** MINAGRI – DGESEP (2016)

Ingenieros expertos en la construcción investigan poder reemplazar gran parte del concreto convencional con la ceniza de cáscara de arroz, se sabe que a mayor porcentaje de sustitución de cemento, mayor sería la disminución de la cantidad de emisiones de dióxido de carbono al ambiente.

Se destaca la potencialidad de este residuo para ser usado en cementos compuestos y adiciones debido a su composición química rica en sílice; debido a las propiedades que tiene la cáscara de arroz al ser calcinado es adherida con el cemento para lograr mejorar la calidad, y por lo tanto se reduciría los residuos de la agroindustria. Es así que el proceso de producción se torna más sustentable desde el punto de vista técnico, económico y ambiental.

Comparando la resistencia según estudios de la Universidad Nacional de Ingeniería – UNI, un concreto con cenizas de cáscara de arroz aumenta en un 25% la

resistencia en cuanto al concreto convencional puro. Por lo que es importante explotar el residuo anual que es de 600 mil toneladas de cascarilla lo que equivale a un aproximado de 3 millones de toneladas de concreto ecológico. (Villegas, 2012)

### 1.1.3. A nivel local.

Según MINAGRI (2016), Lambayeque es uno de los principales departamentos de la producción de arroz en el Perú, actualmente cuenta con 41 molinos que producen aproximadamente 399,038 toneladas de arroz, lo que trae consigo una gran cantidad de residuos de cáscara de arroz, causando un impacto ambiental negativo para la región; por lo que se busca lograr un manejo adecuado y sostenible de este residuo agrícola; de tal manera no afecte la salud de las comunidades ni aumente la contaminación ambiental. En comparación con el año pasado, la producción de arroz aumentó considerablemente.

**Tabla 2**

*Perú- Principales regiones productoras de arroz en cáscara 2016.*

<b>Departamento</b>	<b>Porcentaje (%)</b>
San Martín	22%
Piura	19%
Lambayeque	13%
La Libertad	11%
Amazonas	10%
Arequipa	8%
Cajamarca	6%
Otros	11%

**Fuente:** MINAGRI-DGESEP

Conociendo también que los agregados pétreos están disminuyendo en nuestro departamento por el aprovechamiento desmesurado de las canteras, se propone emplear la ceniza de la cáscara de arroz como una adición y sustitución en la composición de mortero en porcentajes (5%, 10% y 15%) de acuerdo al peso del cemento.

En zonas rurales en donde la escasez de material de construcción (cemento y agregados) o el sobre costo de transportarlas hasta la zona, hace que sea muy costoso la obtención de estos materiales, por ello se busca aprovechar este tipo de recurso que son las cenizas de cáscara de arroz para emplearlas en la construcción.

En zonas urbanas no se ha realizado hasta el momento un análisis económico entre el mortero patrón (cemento - arena), con el mortero modificado a base de cenizas de cáscara de arroz.

Se sabe que para obtener la materia prima de mi proyecto, se necesita someter las cáscaras de arroz a 600° C aproximadamente, en un horno de fundición automático en un lapso de 2 a 3 horas.

Debido al aprovechamiento de este residuo en los diferentes usos que se le puede aplicar, las empresas agroindustriales han establecido un precio equivalente a S/. 150 por tonelada.

### **Horno de fundición.**



**Figura 1.** Horno de fundición del molino “Los Ángeles” de donde se extrajeron las cenizas de cáscaras de arroz.

**Fuente:** Elaboración propia.

Para fines de esta investigación la muestra obtenida fue proporcionada por el Molino “Los Ángeles”, ubicado en la Carretera Auxiliar Panamericana Norte 778, Departamento de Lambayeque, Perú.

### **Extracción de la Ceniza.**



**Figura 2.** Extracción de la Ceniza de cáscaras de arroz en el Molino “Los Ángeles” de Lambayeque, Perú.

**Fuente:** Elaboración propia.

## **1.2. Antecedentes de estudio**

### **1.2.1. A nivel internacional.**

**Chur (2010);** a través de su tesis “Evaluación del uso de la cascarilla de arroz como agregado orgánico en morteros de mampostería”, determinó el beneficio de la cascarilla de arroz formando parte en la mezcla de morteros de mampostería dada las virtudes que propone, por ello se producen morteros con distintas cantidades de cáscara llevando a cabo las técnicas y definiciones de las normas establecidas.

En conclusión, obtuvo que en los ensayos a compresión, tensión y adherencia que a más proporción de cáscara de arroz, las características mecánicas de los morteros se deprecian, por ello se considera implantar un nivel intermedio en la utilización de este elemento; y por otro lado se obtuvo que el empleo de la cáscara de arroz actúa como aislador térmico de los morteros analizados.

**Sierra (2009);** en su tesis “Alternativas de aprovechamiento de la cascarilla de arroz en Colombia”, durante el desarrollo de dicho estudio se concentró en el interés que hay en la cáscara de arroz para ser tomado como una opción de empleo en niveles energéticos y constructivos gracias a una de las características que tiene, como es la de aislador térmico. Se origina una alusión a todos los acercamientos tecnológicos e investigativas en Colombia, y se tiene la misma problemática que resulta del uso final que se le da al residuo.

Como conclusión estima que hoy en día gracias a las investigaciones realizadas, se tiene que mezclando la cáscara de arroz con otros materiales naturales le da una alta conductividad térmica y se puede aplicar en lugares como aislador térmico; y también señala que el aprovechamiento de este residuo como sistema de estufas, en lugares donde no tienen la disposición de cocinas a gas natural o gas propano, radica en el uso este material abundante y de bajo costo, que además tiene un menor peligro de incendio.

**Hidalgo (2015)**, mediante su tesis de “Evaluación de las emisiones de carbono del cemento Pórtland compuesto con ceniza de cáscara de arroz durante el proceso de fabricación”, deduce que se hallan diferentes alternativas de reducción de las emisiones de dióxido de carbono durante el proceso de fabricación del cemento. Para ello, optó por reducir la relación clínker/cemento de muestras elaboradas en base a cemento Pórtland compuesto con un desecho de la agroindustria: la ceniza de cáscara de arroz y filler calcáreo.

El autor concluye que a mayor porcentaje de sustitución de clínker, disminuye la cantidad de emisiones de dióxido de carbono al ambiente. Por lo tanto la incorporación de cenizas de cáscara de arroz no sólo reduce las emisiones de dióxido de carbono sino que, debido a sus propiedades puzolánicas, también logra mejorar las calidades de los materiales en los cuales estos cementos son empleados y contribuye a disminuir los residuos de la agroindustria. Es así que el proceso de producción se torna más sustentable desde el punto de vista ambiental, técnico y económico.

**Allauca, Amen y Lung (2009)**, en su tesis “Uso de sílice en hormigones de alto desempeño”, estudiaron el empleo de sílice como reemplazo de una cierta parte del cemento Pórtland para la elaboración de hormigones de gran desempeño.

Orientaron su investigación en la utilización de puzolana, cáscara de arroz incinerada que tiene como materia principal el dióxido de sílice  $Si_2O$  que tiene una reacción con el Clinker cuando empieza la hidratación del cemento; como conclusión tenemos que el empleo de hoy en día, de adiciones que presenten dióxido de silicio ha impulsado a mejorar el procedimiento de creación de cristales cuando empieza el tiempo de fraguado.

Por lo tanto, concluyen que el uso de sílice es una alternativa de uso para el diseño de concretos de alta resistencia, ya que por sus características ayuda al hormigón obtener mayor durabilidad.

**Molina (2010)**, en su tesis acerca de la “Evaluación del uso de la cascarilla de arroz en la fabricación de bloques de concreto”, señala que la inclusión de cáscara de arroz en la elaboración de bloques de concreto pretende ser un paso más que lleve al aprovechamiento de recursos reutilizables con la finalidad de crear productos de comprobada necesidad para el ser humano, como lo son los bloques de mampostería, pero esta vez con el valor agregado de la sostenibilidad ambiental.

Como conclusión tiene que el aumento de la cascarilla de arroz que se fue introduciendo gradualmente en las mezclas provocó, como era de esperar, una disminución en la densidad de los bloques, pues elevó su porosidad, lo cual, a su vez tuvo, como consecuencia directa una ganancia en cuanto a capacidad de absorción para los bloques.

### **1.2.2. A nivel nacional.**

**Villegas (2012)**; en su tesis “Utilización de puzolanas naturales en la elaboración de prefabricados con base cementicia destinados a la construcción de viviendas de bajo costo”, tuvo como objetivo comprobar el aprovechamiento del uso de puzolanas en la elaboración de morteros y concretos para recubrimientos y producción de elementos constructivos con base cementicia, con el fin de satisfacer la necesidad de una vivienda de bajo costo en los países en desarrollo.

La conclusión que se tuvo al final de la investigación resultó que la cáscara de arroz incinerada es una puzolana que por su particularidad podría sustituir provechosamente una cierta parte de cemento en la elaboración de morteros que se aplicarán en la construcción de viviendas de bajo costo.

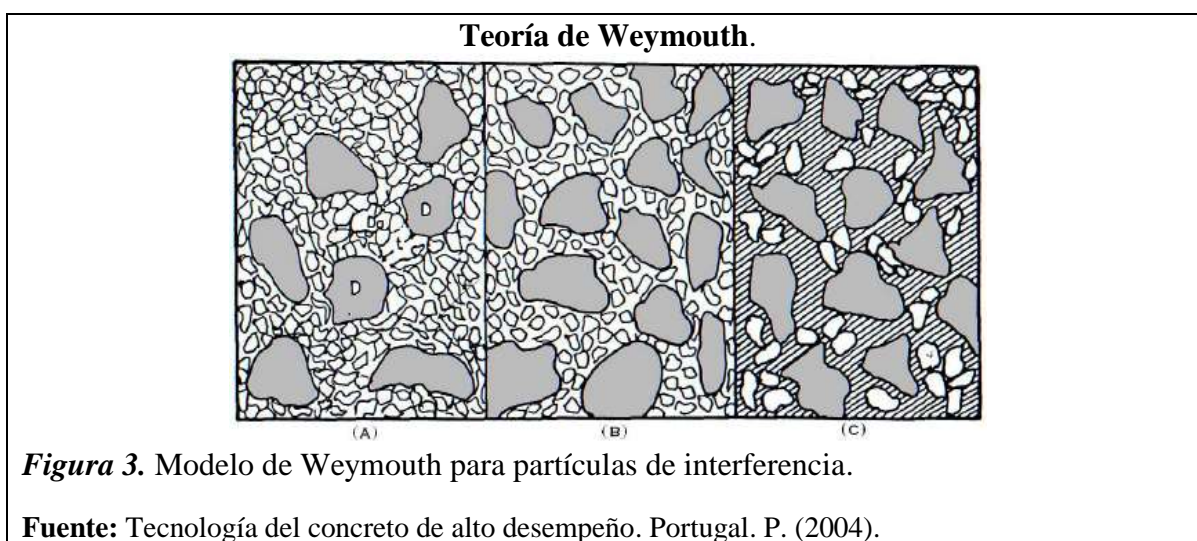
### **1.2.3. A nivel local.**

**Inoñan y Vega (2012)**.; en su tesis Obtención de dióxido de silicio vía calcinación de la cascarilla de arroz como alternativa para reducir costos en la elaboración del cemento Pórtland, estudia el contenido de Dióxido de Silicio ( $\text{SiO}_2$ ) en la cascarilla de arroz y su relevo en la estructura del cemento Pórtland en suplencia de la puzolana, en conclusión tenemos que con el aprovechamiento de este residuo en la construcción

ayudaría en la parte económica y reduciría el impacto ambiental de la región de Lambayeque.

### 1.3. Teorías relacionadas al tema

Fue publicado en 1933 por C.A.G. Weymouth titulada “Effect of particle interference in mortars and concrete”, donde se explica el resultado de interferencia de los requisitos de agua y trabajabilidad, incorporando la preferencia de las distintas dimensiones de las partículas a la segregación. Weymouth ilustró su teoría en términos de mezcla seca de agregados, como se detalla en la siguiente figura:



En la figura 2 se muestra dos dimensiones una mezcla de dos tamaños de partículas.

(A): Las partículas de mayor tamaño no destacan y se encuentran separados por varias partículas pequeñas, por ello la separación entre estas será más del diámetro de una partícula pequeña.

(B): La proporción de partículas de mayor tamaño es mayor y la separación entre estas será igual al diámetro de una partícula pequeña.

(C): La proporción de partículas de mayor tamaño es mucho mayor, por ello las partículas de menor tamaño no cubren todos los poros, por lo tanto su separación entre partículas de mayor tamaño será menor que el diámetro de una partícula pequeña.

Weymouth (2013), concluyó en su teoría que existe una ley de gradación de tal modo que las distintas dimensiones de agregados puedan tener espacio para poder moverse entre las partículas más grandes, eludiendo la interferencia de las partículas.

### 1.3.1. Mortero empleando cenizas de cáscaras de arroz.

#### 1.3.1.1. *Residuo de ceniza de cáscaras de arroz.*

##### 1.3.1.1.1. *Definición de la cascarilla de arroz.*

La cascarilla de arroz representa un sub-producto del procedimiento agroindustrial, que en el ambiente se considera un elemento residual (por una tonelada de arroz se producen 200 kg. de cascarilla). (Sierra, 2009)

##### 1.3.1.1.2. *Cáscara de arroz a nivel mundial.*

En el año 2016 se produjeron mundialmente alrededor de 751,9 millones de toneladas de arroz. En la figura 3 se muestra un aumento sostenido de la producción mundial de este cereal a partir del año 2008 al 2017, así como los millones de hectáreas plantadas.



Según la FAO (2017), para este año se pronostica un aumento de producción de arroz a 780 millones de toneladas (518,3 millones de toneladas de arroz elaborado).

La manera más habitual de disminuir el volumen de la cáscara es mediante la quema a cielo abierto. De este procedimiento se obtiene la ceniza que tiene el problema de contaminar el aire, el suelo y los manantiales acuíferos y por lo tanto es muy dañino para la salud. (Sierra, 2009)



### 1.3.1.1.3. Principales características y clasificación.

La cáscara de arroz, por su peso y volumen que tiene, origina el crecimiento de costo de su acopio y traslado para la industria. Así mismo, por ser poco digestible no se emplea en la preparación de alimento balanceado para animales, su uso es condicionado.

Cuando sale del descascarador, su contenido de humedad se encuentra en un intervalo entre el 5% y 40% luego de haber estado el aire libre (en tiempos no lluviosos por sus propiedades químicas muestra un 10% de humedad). (Chur, 2010)

**Tabla 3**

*Composición mineral de ceniza en la cascarilla de arroz.*

<b>Elemento</b>	<b>Composición %</b>
(K <sub>2</sub> O) Oxido de Potasio	1.10
(Na <sub>2</sub> O) Oxido de Sodio	0.78
(CaO) Oxido de Calcio	0.25
(MgO) Oxido de Magnesio	0.23
(SO <sub>4</sub> ) Sulfatos	1.13
(SiO <sub>2</sub> ) Sílice	96.51
<b>Total</b>	<b>100.00</b>

**Fuente:** Chur, G. (2010). *Evaluación del uso de la cascarilla de arroz como agregado orgánico en morteros de mampostería.*

De acuerdo a Chur (2010), el provecho del uso como elemento en construcción se puede mencionar:

- Elevada capacidad de cenizas (sustancia sólida no combustible por kg. del elemento  $\pm$  20%).
- Gran volumen de sílice en las cenizas (90%).
- Estructura física de la sílice (estructura alveolar de mayor superficie específica).
- Existencia todo el año.
- Retención de humedad.
- Material liviano.
- Material abrasivo.

**Tabla 4**

*Características físicas de la cáscara de arroz.*

<b>Parámetro</b>	<b>Valor</b>	
	<b>Perú</b>	<b>Argentina</b>

		<b>Tratada</b>	<b>Sin tratar</b>
Peso específico (kg/m <sup>3</sup> )	780.00	980.00	1290.00
Densidad aparente sin compactar (kg/m <sup>3</sup> )	110.00	102.00	125.00
Densidad aparente compactada (kg/m <sup>3</sup> )	140.00	142.00	220.00
Diámetro máximo (mm)	--		2.3
Módulo de finura			3.74

**Fuente:** Chur, G. (2010). *Evaluación del uso de la cascarilla de arroz como agregado orgánico en morteros de mampostería.*

#### 1.3.1.1.4. Usos.

Del cultivo de arroz se obtiene un desecho llamado cascarilla, de lo que sólo se aprovecha un 7%, destinando su empleo en combustión a campo, colocación del material en rellenos, generando un dilema en el impacto ambiental.

La cáscara de arroz origina elevada cantidad de cenizas, RHA, del inglés “**Rice Husk Ash**”, que tiene una cuantiosa proporción de sílice. Se aprecia que por una tonelada de arroz se producen 200 kg. de cáscara, lo cual origina 40 kg. de cenizas con un gran contenido de sílice en un 90 %. (Chur, 2010)

#### A. Combustible

La intensidad calorífica de la cascarilla de arroz es semejante al de la madera y al de otros desechos agrícolas; por ello se ha utilizado en algunos casos como alternativa para el empleo doméstico. Para la construcción de hornos con cereales que la usan como combustible, el desecho luego de incinerarlo podría ser utilizado para este proceso; motivo por el cual obtiene un destacado provecho.

#### B. Abono

De acuerdo a su peculiaridad físico-químico en diferentes países la emplean para rehabilitar suelos como compost (abono).

#### C. Adición mineral en mezclas de concreto y morteros

El residuo de la cascarilla de arroz es una posibilidad para su utilización como adición de mineral, contribuyendo a enriquecer las propiedades del concreto en estado fresco y endurecido, reduciendo la absorción del concreto y ampliando sus cualidades mecánicas.

*D. Agregado orgánico en mezclas de concretos y morteros*

Considerado especialmente en los elementos conglomerados (concretos y morteros) de cemento Pórtland con cáscara de arroz en estado natural o con procesamiento previo como agregado granular, compuesto con partículas silíceas. Planteando diferentes dosificaciones y establecidas las características geológicas en estado fresco y mecánicas en estado endurecido, de las combinaciones surgidas.

El uso de cascarilla de arroz (material de desecho común en la zona) como elemento granular y el empleo de este residuo no requiere de tecnología y de mano de obra especializada o equipos sofisticados de compactación y colocación, acercando esta propuesta a los usuarios de menores recursos, y la utilización de estos materiales en la construcción de viviendas de bajo costo.

**1.3.2. Diseño de mortero.**

**1.3.2.1. El mortero.**

**1.3.2.1.1. Preámbulo.**

En la carrera de Ingeniería Civil, la innovación en los materiales de construcción ha dado un salto considerable para el crecimiento de la tecnología del concreto en las últimas décadas. Este material gracias a los niveles de resistencia obtenidos se alcanzó un progreso en las técnicas constructivas, por lo que sí es trabajado en condiciones inspeccionadas técnicamente, resulta un material de excelente durabilidad.

El mortero, considerado inmerecidamente como de “clase inferior”, por lo que no ha desarrollado el mismo nivel experimental del concreto, a pesar de su incuestionable beneficio y de su generalidad de empleo en las obras. **(Salamanca, 2001)**

**1.3.2.1.2. Definición general.**

El mortero, en su definición más explícita es toda combinación de cemento, arena y agua; puede tener un comportamiento estructural o no estructural. Por ejemplo, los morteros empleados en mampostería (pega o relleno), o los utilizados para moldear elementos estructurales, si adquieren función estructural; sin embargo cuando se usa como pañetes no tiene función estructural. **(Salamanca, 2001)**

**Tabla 5**

*Proceso de los Morteros.*

<b>Fases del mortero</b>	<b>Componentes</b>
--------------------------	--------------------

Pasta	Aglomerante
	Agua
	Aditivo
Agregado Fino	Arena
Aire	Aire incorporado naturalmente
	Aire incorporado intencionalmente

**Fuente:** Departamento de enseñanza de las Tecnologías de la Construcción

#### 1.3.2.1.3. *Propiedades.*

El autor del libro “La tecnología de los morteros”, Salamanca (2001), menciona que el mortero tiene cuatro propiedades fundamentales, indicadas a continuación.

##### A. *Manejabilidad*

Básicamente importante en morteros de relleno de celdas. Principalmente depende del volumen de agua, del empleo de aditivos, de la apariencia y textura de los agregados y de la finura del cemento. Se determina mediante el ensayo de mesa de flujo o método del cono de penetración.

##### B. *Retención de agua*

Para prevenir la reducción de la resistencia y agrietamientos, tiene que ser elevada la retención de agua. Se consigue con el empleo de la cal o aditivos.

##### C. *Retracción de secado*

Es elevada en morteros (gran volumen de pasta) y por ello se debe intentar reducir. Se aconseja utilizar baja cantidad de finos, poca cantidad de cemento y en lo factible cementos adicionados. Su curado deberá ser estrictamente como el hormigón.

##### D. *Resistencias mecánicas*

Principalmente a la compresión. Según la relación A/C y de la adición empleada, y básicamente de la granulometría de la arena, la cual se constituye mediante el módulo de fineza. La arcilla reduce la resistencia, por ello es esencial controlar su incorporación a través de las arenas contaminadas.

#### 1.3.2.1.4. *Mortero de Cemento.*

El más empleado. Está compuesto por arena y cemento Pórtland. Tiene alta resistencia y sus características de trabajabilidad son variables de acuerdo a la relación de cemento y arena a usar. Para la realización del mortero designado a obras de albañilería, se deberá tener en cuenta lo indicado en las Normas NTP 399.607 y 399.610. **(INACAL, 2013)**

#### 1.3.2.1.5. Componentes.

Los componentes del mortero son principalmente tres: Aglomerante (cemento), arena y agua; y aditivos que se utiliza eventualmente, según Marín (2014-2015).

##### A. Aglomerante

Material que en aspecto pastoso y con una resistencia alterable, poseen características las cuales son de poderse moldear, unirse sencillamente con diferentes materiales, protegerlos, endurecerse y obtener altas resistencias mecánicas. El cemento Pórtland otorga al mortero sus principales propiedades físico – químicas, en lo que destacan:

La finura del Molido: Influye en la resistencia a la compresión del mortero en su estado inicial.

Dosificación en Cemento: La relación agua/cemento es un parámetro que determina de manera inversa la resistencia a la compresión del mortero.

Los elementos aglomerantes del mortero son:

- Cemento Pórtland tipo I y II, NTP 334.009
- Cemento Adicionado IP, NTP 334.830
- Combinación de cemento adicionado o Pórtland normalizada de acuerdo a la NTP 339.002.

##### B. Arena

Los agregados finos generalmente constan de arena natural o piedra triturada cuyas partículas sean menores que los 5mm, para seleccionar el agregado fino correcto procedemos a utilizar la malla N° 4, pues tiene una medida de 4.75 mm ya que es la más adecuada para el mortero. **(RNE E.070, 2016)**

**Granulometría:** La norma E-070 del Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE) recomienda:

**Tabla 6**  
*Granulometría de la arena gruesa.*

Malla ASTM	% Que pasa
N° 4 (4.75 mm)	100
N° 8 (2.36 mm)	95 a 100
N° 16 (1.18 mm)	70 a 100

N° 30 (0.60 mm)	40 a 75
N° 50 (0.30 mm)	10 a 35
N° 100 (0.15 mm)	2 a 15
N° 200 (0.075 mm)	Menos de 2

**Fuente:** Reglamento Nacional de edificaciones E.070. (2016)

- Entre dos mallas sucesivas no debe quedar retenido más del 50% de arena.
- El módulo de fineza estará en un intervalo de 1.6 y 2.5.
- El porcentaje máximo de partículas quebradizas será: 1% en peso.
- No deberá utilizarse arena de mar.

#### C. Agua

Tiene como prioridad que debe ser agua potable, y deberá cumplir con los requerimientos de la NTP 334.088 en la elaboración y curado del mortero.

#### D. Aditivos

Es un elemento químico, normalmente su dosificación es menor al 5% del volumen del cemento, diferente de los agregados, del agua y el cemento, que se emplea como integrantes de la pasta, del mortero o del concreto, se añade durante el procedimiento del mezclado, entre las funciones más usuales tenemos:

- **Plastificante:** Ayuda a reducir la cantidad de agua necesaria para conseguir una determinada resistencia del mortero.
- **Retardador:** Retarda el fraguado en el mortero.
- **Acelerante:** Acelera el fraguado y hace que el mortero obtenga alta resistencia a temprana edad.

#### 1.3.2.1.6. Usos.

Los morteros tienen una función estructural, y por ello se emplean en la construcción de elementos estructurales, o en la albañilería estructural en donde puede ser de pega o de relleno en las celdas de los muros.

No tienen función estructural en cuanto al recubrimiento como pañetes, repellos o revoques.

Salamanca (2001), clasifica de manera tripartita al mortero:

- **Mortero de pega:** Debe tener características particulares, distinto a los morteros usado para otros fines ya que es propuesto a los requisitos especiales del sistema

constructivo, y una resistencia apropiada ya que debe absorber esfuerzos de tensión y compresión.

- **Morteros de relleno:** Se utilizan para relleno de celdas de los elementos en la albañilería estructural, deberá tener una apropiada resistencia igual que el mortero de pega.
- **Morteros de recubrimiento:** No tiene función estructural sino de embellecimiento, facilita una superficie uniforme para aplicar la pintura; la plasticidad es una característica muy importante en este tipo de mortero.

#### 1.3.2.1.7. Clasificación.

El autor del libro “La tecnología de los morteros”, Salamanca (2001), clasifica al mortero en 4 tipos.

##### A. Mortero Tipo “M”

- De alta resistencia a la compresión.
- Comparando con los otros tipos de mortero, éste ofrece mayor durabilidad.
- Está destinado para uso en mampostería sometida a grandes fuerzas de compresión, acompañadas de congelamiento, elevadas cargas laterales de tierra, vientos fuertes y temblores.
- Se sugiere emplearlo para estructuras en roca con la cimentación, el suelo, muros de contención, etc.
- Su resistencia mínima a la Compresión a los 28 días es de  $175 \text{ kg/cm}^2$ .

##### B. Mortero Tipo “S”

- Este tipo de mortero tiene una considerable adherencia que diferentes morteros.
- Destinado para el empleo en estructuras sometidas a carga de compresión normales, y a su vez soliciten alta resistencia.
- Se usa para el revestimiento de cerámicos, por ello tenemos que el único elemento adherente con la pared es el mortero.

##### C. Mortero Tipo “N”

- Empleado en estructuras encima del nivel del suelo.
- Es adecuado en enchapes, paredes internas y divisiones.
- Simboliza la mejor combinación entre resistencia, trabajabilidad y economía.

- Este tipo de mortero alcanza una resistencia a la compresión de aproximadamente  $125 \text{ kg/cm}^2$ .

*D. Mortero Tipo “O”*

- Este tipo de mortero se utiliza para viviendas de uno o dos pisos.
- Favorito de los albañiles por el bajo costo y su trabajabilidad.
- Tiene poca resistencia y elevada capacidad de cal.

**1.3.2.2. Unidad de Albañilería.**

Todos lo mencionado en este acápite es referente al RNE E.070 (2016).

*1.3.2.2.1. Características Generales.*

Se conoce como ladrillo a aquella unidad cuya dimensión y peso permite ser manipulado por una sola mano.

Se conoce como bloque a aquella unidad cuya dimensión y peso requiere de las dos manos para su manipulación.

La norma E – 070, se refiere a las unidades de albañilería a los ladrillos y bloques cuya fabricación se emplea arcilla, sílice-cal o concreto, como materia prima. Estas unidades pueden ser sólidas, huecas, alveolares o tubulares y podrán ser fabricadas de manera artesanal o industrial.

Las unidades de albañilería de concreto serán empleadas después de obtener su resistencia especificada y su estabilidad volumétrica.

En el caso de unidades curadas con agua, el tiempo mínimo para ser utilizadas será de 28 días, que se verificará de acuerdo a la NTP 399.602.

*1.3.2.2.2. Clasificación para Fines Estructurales.*

Para el producto de diseño estructural, las unidades de albañilería tendrán las características indicadas en la Tabla 7.

- Bloque usado en la construcción de muros portantes
- Bloque usado en la construcción de muros no portantes

**Tabla 7**

*Clase de unidad de albañilería para fines estructurales.*



---

## CLASE DE UNIDAD DE ALBAÑILERÍA PARA FINES ESTRUCTURALES

---

Clase	VARIACIÓN DE LA DIMENSIÓN (máxima en porcentaje)			ALABEO (máximo en mm)	RESISTENCIA CARACTERÍSTICA A COMPRESIÓN $F'_b$ mínimo en Mpa (kg/cm <sup>2</sup> ) sobre área bruta
	Hasta 100 mm	Hasta 150 mm	Más de 150 mm		
Ladrillo I	±8	±6	±4	10	4,9 (50)
Ladrillo II	±7	±6	±4	8	6,9 (70)
Ladrillo III	±5	±4	±3	6	9,3 (95)
Ladrillo IV	±4	±3	±2	4	12,7 (130)
Ladrillo V	±3	±2	±1	2	17,6 (180)
Bloque P	±4	±3	±2	4	4,9 (50)
Bloque NP	±7	±6	±4	8	2,0 (20)

**Fuente:** RNE E-070. Albañilería

### 1.3.2.2.3. Limitaciones en su Aplicación.

La aplicación de las unidades de albañilería estará limitada a la tabla 8. Las zonas sísmicas son las indicadas en la NTE E.030 Diseño Sismo resistente.

**Tabla 8**

*Limitaciones en el uso de la unidad de albañilería para fines estructurales.*

---

### LIMITACIONES EN EL USO DE LA UNIDAD DE ALBAÑILERÍA PARA FINES ESTRUCTURALES

---

TIPO	ZONA SÍSMICA 2 Y 3		ZONA SÍSMICA 1
	Muro portante en edificios de 4 pisos a más	Muro portante en edificios de 1 a 3 pisos	Muro portante en todo edificio
Sólido Artesanal *	No	Sí, hasta dos pisos	Sí
Sólido Industrial	Sí	Sí	Sí
	Sí	Sí	Sí
Alveolar	Celdas totalmente rellenas con grout	Celdas parcialmente rellenas con grout	Celdas parcialmente rellenas con grout
Hueca	No	No	Sí
Tubular	No	No	Sí, hasta dos pisos

**Fuente:** RNE E-070. Albañilería

\* La restricción mostrada establece cualidades mínimas que pueden ser exceptuadas con el respaldo de un informe y memoria de cálculo sustentada por un ingeniero civil.

#### 1.3.2.2.4. Pruebas.

##### A. Muestreo

El muestreo será efectuado a pie de obra. Por cada lote compuesto por hasta 50 millares de unidades se elegirá al azar una muestra de 10 unidades, sobre las que se efectuarán las pruebas de variación de dimensiones y de alabeo. Cinco de estas unidades se ensayarán a compresión y las otras cinco a absorción.

##### B. Resistencia a la Compresión

Para el cálculo de la resistencia a la compresión de las unidades de albañilería, se efectúan ensayos de laboratorio correspondientes, de acuerdo a lo señalado en las Normas NTP 399.613 y 399.604.

La resistencia característica a compresión axial de la unidad de albañilería ( $f'_b$ ) se calculará restando una desviación estándar al valor promedio de la muestra.

##### C. Variación Dimensional

Para la determinación de la variación dimensional de las unidades de albañilería, se seguirá el procedimiento indicado en las Normas NTP 399.613 y 399.604.

##### D. Alabeo

Para la determinación del alabeo de las unidades de albañilería, se seguirá el método sugerido en la Norma NTP 399.613.

##### E. Absorción

Los ensayos de absorción se harán de acuerdo a lo señalado en las Normas NTP 399.604 y 399.613.

#### 1.3.2.2.5. Tipos de Ladrillo.

Con el procedimiento de elaboración pueden ser maquinados (tratamiento de fabricación inspeccionada) o artesanales (elaborados en lugares campestres con herramientas mínimos y caseros y que no tienen ninguna inspección de calidad).

Su constitución puede ser de arcilla o concreto.

Por su tamaño: Designación que se da por las dimensiones de la unidad. El más usado en la albañilería confinada es la de tipo King Kong 09 x 13 x 23 cm (espesor x ancho x largo), también hay semi – King Kong, entre otros.

Por su porcentaje de vacíos. Tenemos:

- Unidad de Albañilería Hueca: El área de los huecos con respecto al área total de la unidad en cualquier plano paralelo a la superficie de asiento es mayor al 30%.
- Unidad de Albañilería Sólida (o Maciza): El área de los huecos relación al área total de la unidad en cualquier plano paralelo a la superficie de asiento es mínimo al 30%.
- Unidad de Albañilería Pandereta: Unidad tubular, cuyos alveolos son paralelas a la superficie del asiento, son empleados en la construcción de muros no portantes (tabiquerías).

#### *1.3.2.2.6. Procedimiento de construcción.*

##### *A. Especificaciones Generales*

La construcción de albañilería debe ser con mano de obra calificada, y se debe cumplir las siguientes exigencias básicas:

- La construcción de los muros será a plomo y en línea. No se infringirá contra la integridad del muro recién asentado.
- En la albañilería con unidades asentadas con mortero, todas las juntas horizontales y verticales quedarán completamente llenas de mortero. El espesor de las juntas de mortero será como mínimo 10 mm y el espesor máximo será 15 mm o dos veces la tolerancia dimensional en la altura de la unidad de albañilería más 4mm, lo que sea mayor. En las juntas que contengan refuerzo horizontal, el espesor mínimo de la junta será 6 mm más el diámetro de la barra.
- Se mantendrá el temple del mortero mediante la sustitución del agua que se pueda haber evaporado, por una sola vez. El plazo del retemplado no superará al de fragua inicial del cemento.
- Las unidades de albañilería se asentarán con las superficies limpias de polvo y sin agua libre. El asentado se realizará presionando verticalmente las unidades, sin bambolearlas. El tratamiento de las unidades de albañilería previo al asentado será el siguiente:

- a. Para concreto y sílico-calcáreo: pasar una brocha húmeda sobre las caras de asentado o rociarlas.
  - b. Para arcilla: de acuerdo a las condiciones climatológicas donde se encuentra ubicadas la obra, regarlas durante media hora, entre 10 y 15 horas antes de asentarlas. Se sugiere que la succión al instante de asentarlas esté comprendida entre 10 a 20 gr/200  $cm^2$ - min.
- Para el asentado de la primera hilada, la superficie de concreto que servirá de asiento (losa o sobrecimiento según sea el caso), se preparará con anterioridad de forma que quede rugosa; luego se limpiará de polvo u otro material suelto y se la humedecerá, antes de asentar la primera hilada.
  - No se asentará más de 1,30 m de altura de muro en una jornada de trabajo. En el caso de utilizarse unidades totalmente sólidas (sin perforaciones), la primera jornada de trabajo culminará sin llenar la junta vertical de la primera hilada, este llenado se realizará al iniciarse la segunda jornada. En el caso de la albañilería con unidades apilables, se podrá levantar el muro en su altura total y en la misma jornada deberá colocarse el concreto líquido.
  - Las juntas de construcción entre jornadas de trabajos estarán limpias de partículas sueltas y serán previamente humedecidas.
  - El tipo de aparejo a utilizar será de sogá, cabeza o el amarre americano, traslapándose las unidades entre las hiladas consecutivas.
  - El procedimiento de colocación y consolidación del concreto líquido dentro de las celdas de las unidades, como en los elementos de concreto armado, deberá garantizar la ocupación total del espacio y la ausencia de cangrejas. No se permitirá el vibrado de las varillas de refuerzo.
  - Las vigas peraltadas serán vaciadas de una sola vez en conjunto con la losa de techo.

### **1.3.3. Impacto ambiental.**

La “**Ley del Sistema Nacional de Evaluación del Impacto Ambiental y su Reglamento**” - N° 27446, tiene como objeto prevenir, mitigar y restaurar daños ambientales producidos en proyectos públicos y privados que involucren acciones, construcciones u obras que puedan ocasionar impactos ambientales negativos. (MINAM, 2011)

#### **1.3.3.1. Impacto ambiental positivo.**

Para la naturaleza, el proyecto de cemento con cenizas de cascarilla de arroz añade beneficios, entre ellos:

- El uso de este residuo genera ahorro de energía no renovable, al utilizar menos cemento, por ende, menor energía, favoreciendo la protección, preservación y sostenibilidad del medio ambiente.
- Reducción de la emisión de contaminantes al ser incinerada.
- Disminución del uso de agregados en el concreto al utilizar puzolanas, frenando así la extracción de este material de los ríos.
- Desarrollo de una industria amigable con el ambiente está orientada al reciclaje, transporte y almacenamiento de la cascarilla de arroz para su aprovechamiento.
- Ejercer una política de disposición final de residuos que impidan y minimicen los riesgos para los seres humanos y el medio ambiente, contribuye a la protección ambiental eficaz y al crecimiento económico sustentable.

#### **1.3.3.2. Impacto ambiental negativo.**

El almacenamiento o arrojado de la cascarilla de arroz en pampas aledañas a las plantas agroindustriales, al descomponerse contamina el ambiente y afecta la salud de la población.

Los gases producidos por la incineración de estas cáscaras son principalmente dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), metano (CH<sub>4</sub>) y otros como óxido nitroso (N<sub>2</sub>O), monóxido de carbono (CO), hidrocarburos (HC), óxidos de nitrógeno, óxidos de azufre y agua.

La elevada concentración temporal de las emisiones de gases y partículas producidas por la incineración, causa afectaciones respiratorias y molestias en los pobladores residentes.

#### **1.3.4. Seguridad y salud ocupacional.**

La Norma G.050 Seguridad Durante la Construcción, del Reglamento Nacional de Edificaciones (2016), indica que toda obra de construcción debe detallar un Plan de Seguridad y Salud en el Trabajo (PSST) que comprenda mecanismos técnicos y administrativos necesarios para garantizar la integridad física y salud de los trabajadores, con el fin de generar un ambiente laboral seguro para el personal expuesto durante la ejecución de las actividades.

Cabe resaltar que en toda obra se debe contar con las opciones necesarias que aseguren la atención inmediata y traslado a centros médicos, de las personas heridas o súbitamente enfermas.

Es importante disponer de medidas para precaver la generación de polvo en el área de trabajo y en caso de no ser posible disponer de protección colectiva e individual.

Para el tamizado de las cenizas de cáscara de arroz y demás ensayos realizados en el Laboratorio de Ensayos de Materiales, de la Universidad Señor de Sipán, en este informe de investigación, se utilizaron los siguientes equipos de protección personal: guantes, mascarillas, zapatos de seguridad; como se muestran en la siguiente figura.

#### **Uso de EPP durante procedimiento de tamizado de cenizas de cáscaras de arroz.**



**Figura 5.** Equipos de protección individual necesarios para realizar ensayos de materiales.

**Fuente:** Elaboración propia.

#### **1.3.5. Gestión de riesgos y prevención de desastres.**

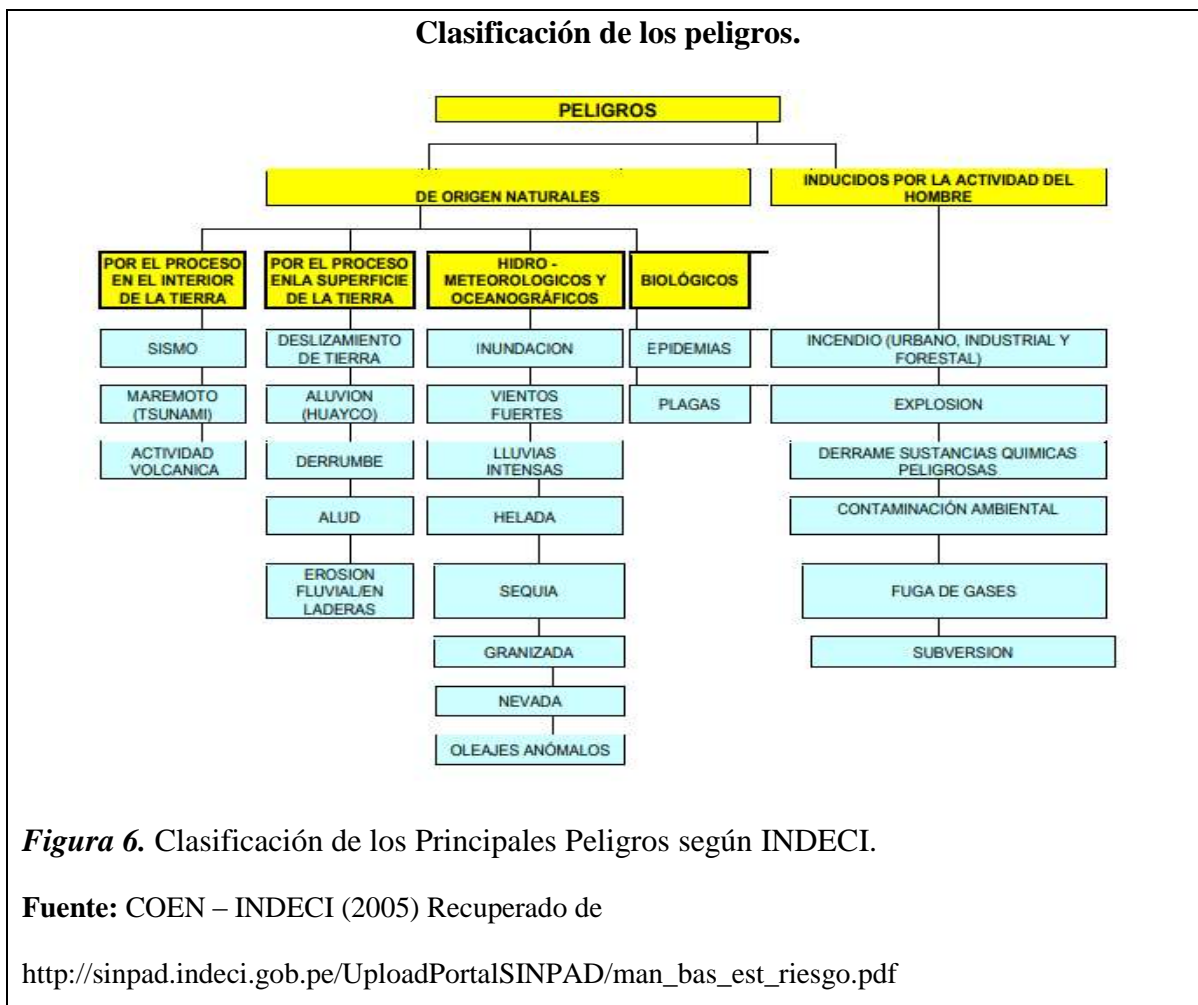
Un desastre es un suceso que produce daño o destrucción. Por ello, el Instituto Nacional de Defensa Civil (2006), propone una Gestión del Riesgo de Desastres, orientada a la planificación de programas o actividades para evitar, reducir y prevenir los efectos y peligros de los desastres.

Esta gestión se basa en conocimientos, medidas, acciones y procedimientos que, conjuntamente con el uso racional de recursos humanos y materiales permitan a la

población afectada recuperar su nivel de funcionamiento después un impacto; y consta de tres fases:

- **La Prevención** (Antes): la Estimación del Riesgo y la Reducción del Riesgo;
- **La Respuesta** (Durante): ante las Emergencias (incluye la atención propiamente dicha, la evaluación de daños y la rehabilitación);
- **La Reconstrucción** (Después).

Así mismo, el INDECI manifiesta que existen 2 tipos de peligros que afectan a un área o población; el peligro natural que es generado por un fenómeno natural, por ejemplo, los terremotos, maremotos, inundaciones, entre otros; y el peligro tecnológico que es provocado por la actividad humana, como incendios urbanos o forestales, explosión y contaminación ambiental, etc. Todo ello se sintetiza en la siguiente figura:



**Figura 6.** Clasificación de los Principales Peligros según INDECI.

**Fuente:** COEN – INDECI (2005) Recuperado de

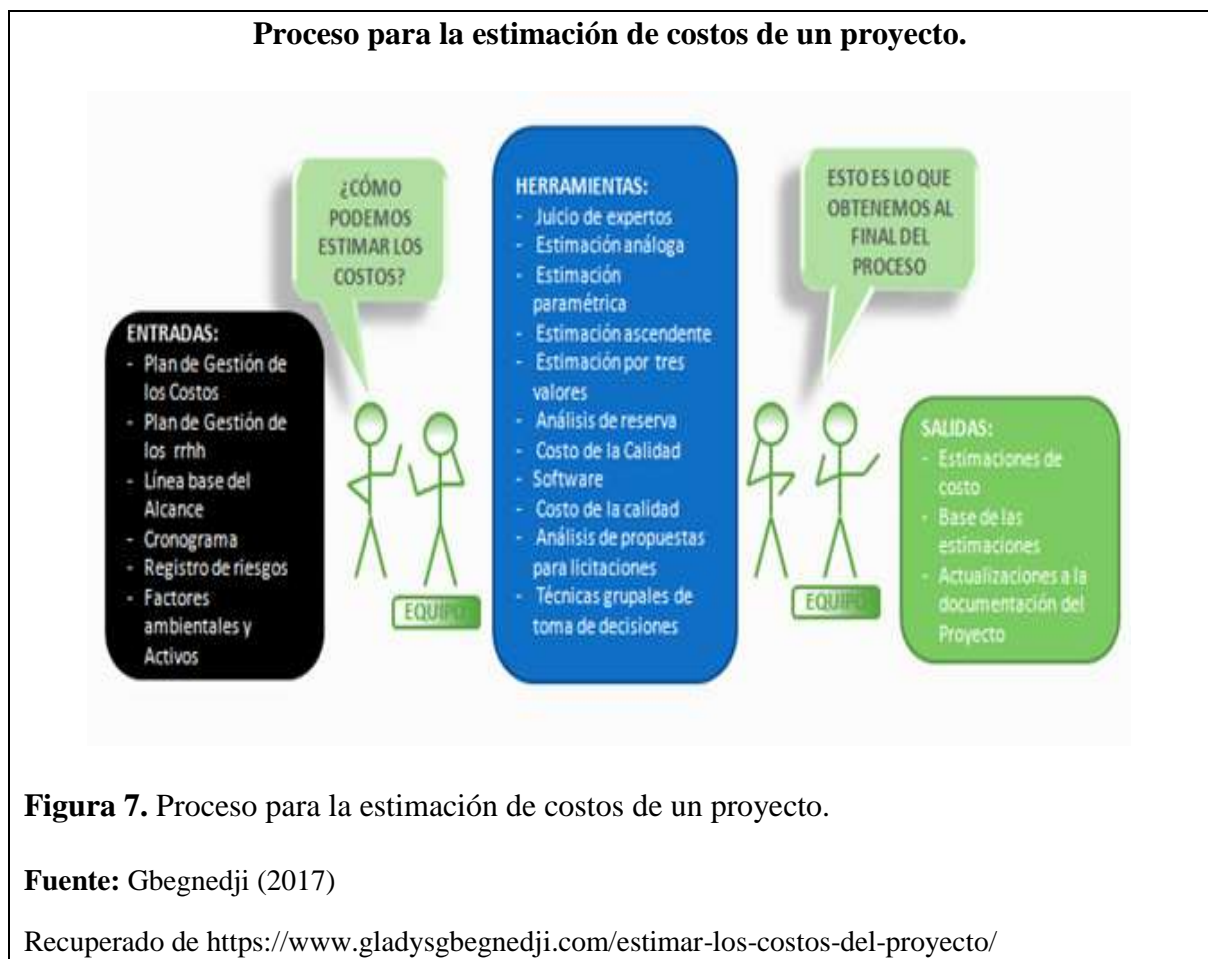
[http://sinpad.indeci.gob.pe/UploadPortalSINPAD/man\\_bas\\_est\\_riesgo.pdf](http://sinpad.indeci.gob.pe/UploadPortalSINPAD/man_bas_est_riesgo.pdf)

### 1.3.6. Estimación de costos.

La estimación de costos se define como la evaluación cuantitativa de todos los recursos monetarios asignados para completar las fases de un proyecto. Dichos recursos pueden ser humanos, materiales, de servicios e instalaciones y probables costos por emergencias y/o eventualidades.

Esta evaluación es un proceso iterativo; su precisión aumenta conforme avanza el proyecto. Para ello, puede necesitar de información relacionadas a los procesos de planificación de otras áreas, entre ellos el cronograma de avance del proyecto, registro de riesgos y las asignaciones de personal.

Algunas organizaciones ejecutantes de proyectos no cuentan con estimadores formales de costos. En estos casos, será necesario que el equipo encargado del proyecto aporte los recursos y la experiencia necesarios para realizar este proceso. (Gbenedji, 2017)



**Figura 7.** Proceso para la estimación de costos de un proyecto.

**Fuente:** Gbenedji (2017)

Recuperado de <https://www.gladysgbenedji.com/estimar-los-costos-del-proyecto/>



### **1.3.7. Normativa empleada.**

#### **1.3.7.1. Agregado fino.**

*1.3.7.1.1. Método de ensayo para determinar el Análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global (NTP 400.012).*

La presente Norma Técnica Peruana establece el método para la determinación de la distribución por tamaño de partículas del agregado fino.

La finalidad del ensayo granulométrico es diseñar la curva granulométrica y el Módulo de Fineza del agregado fino por tamizado.

#### **A. Curva Granulométrica**

Representación gráfica de la granulometría y Proporciona una visión objetiva de la distribución de tamaños del agregado. Se obtiene llevando en las abscisas (eje X) los logaritmos de las aberturas de los tamices y en las ordenadas (eje Y) los porcentajes que pasan o sus complementos a 100, que vienen hacer los retenidos acumulados. (INDECOPI, 2013)

#### **B. Módulo de finura (MF)**

Se obtiene por la suma de los Porcentajes acumulados de material de una muestra de agregado en cada uno de los Tamices de la serie especificada y dividido por 100. (INDECOPI, 2013)

$$\text{Módulo de Finura (M. F.)} = x = \frac{\sum \% \text{ retenido acumulado}}{100}$$

*1.3.7.1.2. Método de ensayo normalizado para la densidad, la densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado fino (NTP 400.022).*

Se basa en la norma ASTM C 127, que tiene por objetivo determinar el peso específico y la absorción del agregado fino. El peso específico es la característica generalmente usada para el cálculo del volumen ocupado por el agregado en diferentes mezclas que contienen agregados incluyendo el concreto de cemento Pórtland. Los valores de absorción se usan para calcular el cambio en la masa de un agregado debido al agua absorbida en los espacios de los poros dentro de las partículas constituyentes. (INDECOPI, 2013)

*1.3.7.1.3. Método de ensayo normalizado para determinar la masa por unidad de volumen o densidad (“Peso Unitario”) y los vacíos en los agregados (NTP 400.017).*

Basado en la norma ASTM C-29, establece la determinación de la densidad de masa (“Peso unitario”) del agregado en condición suelto o compactado, y calcula los vacíos entre partículas en agregados finos, gruesos o mezcla de ambos basados en la misma determinación. (INDECOPI, 2011)

*1.3.7.1.4. Método de ensayo para determinar el contenido de humedad total evaporable de agregados por secado (NTP 339.185).*

Se basa en la Norma ASTM C-535 y determina el porcentaje total de humedad en una muestra de agregado fino o grueso por secado. La humedad evaporable incluye la humedad superficial y la contenida en los poros del agregado, pero no considera el agua que se combina químicamente con los minerales de algunos agregados y que no es susceptible de evaporación, por lo que no está incluida en el porcentaje determinado por este método. (INDECOPI, 2013)

### ***1.3.7.2. Unidad de albañilería.***

Todos los ensayos del presente acápite se encuentran en la norma de UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. **Métodos de muestreo y ensayo de ladrillos de arcilla usados en albañilería – NTP 399.613**, basado en la Norma ASTM C 67:2003, y es aplicada para el control de calidad de los ladrillos de arcilla cocida usados como unidades de albañilería. (INDECOPI, 2017)

- Método de ensayo para determinar la variación dimensional de la unidad de albañilería.
- Método de ensayo para determinar el porcentaje del área de vacíos en la unidad de albañilería.
- Método de ensayo para determinar la absorción de la unidad de albañilería.
- Método de ensayo para determinar la succión de la unidad de albañilería.
- Método de ensayo para determinar la resistencia a la compresión de la unidad de albañilería ( $F'_b$ ) de la unidad de albañilería.

### **1.3.7.3. Mortero.**

La especificación normalizada para morteros NTP 399.610, se basa en la Norma ASTM C270 y establece las especificaciones para morteros empleados en la construcción de obras de albañilería reforzada y no reforzada. (INDECOPI, 2013)

#### *1.3.7.3.1. Mortero en estado fresco.*

*A. Procedimiento para la obtención de pastas y morteros de consistencia plástica por mezcla mecánica (NTP 334.003)*

Establece las características geométricas de las partes de la mezcladora, su configuración y régimen de trabajo. Se establecen las condiciones ambientales y el procedimiento a seguir para las mezclas de pastas y morteros. (INDECOPI, 2017)

*B. Método de ensayo para determinar la fluidez de morteros de cemento Pórtland (NTP 334.057)*

Se fundamenta en la Norma ASTM C1437; tiene como objetivo determinar la fluidez de morteros de cemento Pórtland y de otros materiales cementosos.

Como la fluidez no se incorpora generalmente en las especificaciones del cemento Pórtland, es habitual emplearla en ensayos estandarizados que necesiten un mortero con contenido de agua adecuado que proporcione un nivel especificado de fluidez. (INDECOPI, 2011)

*C. Método de ensayo para la determinación del contenido de aire en morteros de cemento hidráulico (NTP 334.048)*

Se basa en la Norma ASTM C 185; su objetivo es evaluar si el cemento hidráulico cumple los requerimientos de inclusión de aire de la especificación de cemento hidráulico aplicable. (INDECOPI, 2014)

*D. Método de ensayo para determinar la densidad (peso unitario), rendimiento y contenido de aire (método gravimétrico) del hormigón (concreto). (NTP 339.046)*

Se fundamenta en la Norma ASTM C138 y determinar el peso compactado del mortero fresco que ocupa un volumen unitario, además se utiliza para determinar o

comprobar el rendimiento de las mezclas, la capacidad de materiales en la mezcla; el contenido de aire. Asimismo, proporcionarnos una percepción de la calidad del mortero y de su grado de compactación. (INDECOPI, 2008)

#### *1.3.7.3.2. Mortero en estado endurecido.*

##### *A. Método de ensayo para determinar la resistencia a la compresión de morteros de cemento Pórtland usando especímenes cúbicos de 50 mm de lado (NTP 334.051)*

Basado en la Norma ASTM C109; tiene como objetivo determinar la resistencia del mortero empleando especímenes cúbicos de 50 mm, los resultados se emplean para comprobar el cumplimiento de requisitos. (INDECOPI, 2013)

##### *B. Método de prueba estándar para la resistencia a la flexión de los morteros de cemento hidráulico (ASTM C348)*

La NTP 334.120, basada en esta norma internacional, establece el método de ensayo normalizado para determinar la resistencia a la flexión de mortero de cemento hidráulico. (ASTM, 2002)

#### *1.3.7.4. Albañilería simple.*

##### *1.3.7.4.1. Método de ensayo en laboratorio para la determinación de la resistencia a la adherencia por flexión de elementos de albañilería (NTP 334.129).*

Basado en la Norma ASTM C1072; método para la determinación de la resistencia de unión a la flexión de la albañilería no reforzada mediante el ensayo físico de cada junta del prisma. (INDECOPI, 2016)

##### *1.3.7.4.2. Método de prueba estándar para la Resistencia a la compresion de prismas de albañilería (ASTM C1314).*

En base a esta norma, la NTP 399.605 especifica el método para comprobar que los materiales (prismas) de albañilería empleados en la construcción proporcionan resultados que cumplen con la resistencia a la compresión especificada. (ASTM, 2014)

##### *1.3.7.4.3. Método de ensayo de compresión diagonal en muretes de albañilería (NTP 399.621).*

Se fundamenta en la Norma ASTM E519, determinar la resistencia a la compresión diagonal (corte) en muretes de albañilería, produciendo una grieta por tracción diagonal. (INDECOPI, 2004)

### **1.3.7.5. Ceniza de la cáscara de arroz (CCA).**

#### **1.3.7.5.1. Especificación estándar para cenizas volantes de carbón y puzolanas naturales en bruto o calcinadas para su uso en Concreto (ASTM C618).**

Esta especificación cubre cenizas volantes de carbón y en bruto o puzolana natural incinerada para aprovechar en el concreto el cual sea cementoso o acción puzolánica, o ambas, es deseable, en el que distintas propiedades habitualmente atribuidas a las cenizas volantes o puzolanas alcanzan ser deseadas, o donde ambos objetivos se lograrán. (ASTM, 2012)

#### **1.3.7.5.2. Método de prueba estándar para la densidad del cemento hidráulico (ASTM C188).**

Esta norma fue empleada para determinar la densidad de las cenizas de cáscaras de arroz. (ASTM, 2003)

### **1.3.8. Estado de Arte.**

#### **1.3.8.1. Mortero con escorias siderúrgicas.**

La escoria siderúrgica es un material fundido producto de reacciones químicas entre la materia prima, materiales añadidos al horno e impurezas oxidadas durante el refinado del metal. La más empleada en el campo de la construcción proviene de la fabricación del hierro y el acero.

A pesar de tener distintas procedencias (hierro, acero, níquel, manganeso, cobre, entre otros), los numerosos tipos de escorias poseen funciones metalúrgicas semejantes, resultando ser la suma de tres propiedades: bajo punto de fusión, actividad química y baja densidad.

Díez (2017) mediante un estudio intenta demostrar la capacidad de la escoria de hornos de cubilote como sustitución del cemento en distintas proporciones, para formar morteros empleados en revestimientos interiores de tubos de fundición.

Estas escorias presentan una masa más o menos vidriosa, relativamente inerte y una estructura química compleja. Compuesta de óxidos metálicos del proceso de fusión, refractarios fundidos procedentes de las paredes del horno, arena y otros materiales. Su

valoración es la única solución para impedir que se cataloguen como desecho y se arrojen en vertederos.

### **Escoria procedente de la fundición.**



**Figura 8.** Barril con escoria procedente de la fundición.

**Fuente:** Díez, J. (2017). *Estudio de investigación de morteros con sustitución de escorias siderúrgicas utilizados en revestimientos interiores de tubos de fundición.* Santander, España.

Para emplear este residuo en la composición de un mortero, se requiere procesar mediante trituración y molienda, reduciendo el tamaño de sus partículas hasta el tamaño adecuado.

### **Escoria molida.**



**Figura 9.** Estado final dela escoria molida.

**Fuente:** Díez, J. (2017). *Estudio de investigación de morteros con sustitución de escorias siderúrgicas utilizados en revestimientos interiores de tubos de fundición.* Santander, España.

Los resultados obtenidos fueron favorables en relación al 20 % de sustitución, superando notablemente las exigencias resistentes del mortero patrón. Sin embargo,

aunque el 50 % de sustitución cumple con las exigencias resistentes a la edad de 28 días, las resistencias obtenidas fueron inferiores a las del mortero patrón.

### **1.3.8.2. Mortero con tereftalato de polietileno (plástico).**

Más conocido por sus siglas en inglés PET (polyethylene terephthalate) es un tipo de plástico muy usado en envases de bebidas y textiles, que se caracteriza por su pureza, alta resistencia y tenacidad.



EL PET se encuentra en envases muy transparentes, delgados, verdes o cristal; por ejemplo: envases de refresco, aceite combustible, agua purificada, alimentos y aderezos, medicinas, agroquímicos, entre otros.

La utilización del PET como adición en la mezcla del mortero, trae consigo importantes ventajas las cuales son: material de construcción de muy bajo costo, construcciones térmicas y de menor peso, uso eficiente de recursos disponibles y la construcción de viviendas para personas de bajos recursos económicos. (Morales, 2016)



**Fuente:** Morales, M. (2016). *Estudio del comportamiento del concreto incorporando PET reciclado (tesis de pregrado)*. Universidad Nacional de Ingeniería, Lima, Perú.

Estudios como el de Edquén y Mera (2015), en donde reemplazan el PET con 10%, 20% y 30% respecto al peso de la arena; tienen como resultado que la proporción ideal de sustitución es el 20%, debido a que las características obtenidas cumplen con los parámetros establecidos por las Normas Técnicas.

### **1.3.9. Definición de términos.**

**Absorción:** Acción de absorber.

**Adición:** Acción de añadir.

**Adherencia:** Propiedad de la materia por la cual se unen y plasman dos superficies.

**Albañilería:** Técnica para construir edificios y otras obras en las que se usan piedras, ladrillos, arena y materiales semejantes.

**Análisis:** Investigación detallada de un objeto para conocer sus características o cualidades, o su estado, y extraer conclusiones.

**Arcilla:** La arcilla es una roca sedimentaria descompuesta constituida por agregados de silicatos de aluminio hidratados.

**Arroz:** Se trata de un cereal considerado alimento básico en muchas culturas culinarias.

**ASTM:** American Society for Testing and Materials (sociedad Americana). Organización de normas internacionales que desarrolla y publica acuerdos voluntarios de normas técnicas para una amplia gama de materiales, productos, sistemas y servicios.

**Cantera:** Una cantera es una explotación minera, generalmente a cielo abierto, en la que se obtienen rocas industriales, ornamentales o áridos.

**Cenizas:** Producto de la combustión y/o incineración de algún material.

**Cemento:** Conglomerante formado a partir de una mezcla de caliza y arcilla calcinadas y posteriormente molidas, que tiene la propiedad de endurecerse después de ponerse en contacto con el agua.

**Cáscaras:** Capa protectora de una fruta o vegetal, del cual puede desprenderse.



**Comparar:** Examinar (una o más cosas) con otra u otras para establecer sus relaciones, diferencias o semejanzas.

**Compresión:** Acción de comprimir o comprimirse.

**Conglomerado:** Material constituido por fragmentos o polvo de una o varias sustancias (arena, arcilla, madera, etc.) prensadas y endurecidas con un aglutinante, como cemento o cal, que se emplea en la construcción.

**Construcción:** En los campos de la arquitectura e ingeniería, la construcción es el arte o técnica de fabricar edificios e infraestructuras.

**Curado:** Término relacionado a mantener el hormigón o el mortero a una temperatura y humedad adecuadas para asegurar su hidratación y endurecimiento adecuados.

**Desecho:** Residuo del que se prescinde por no tener utilidad.

**Diseño:** Actividad creativa que tiene por fin proyectar objetos que sean útiles y estéticos.

**Ensayo:** Prueba que se hace para determinar si una cosa funciona o resulta como se desea.

**Estándar:** Que sirve de patrón, modelo o punto de referencia para medir o valorar cosas de la misma especie.

**Flexión:** Tipo de deformación que presenta un elemento estructural alargado en una dirección perpendicular a su eje longitudinal.

**Granulometría:** Medición y graduación que se lleva a cabo de los granos de una formación sedimentaria.

**Humedad:** Condición o estado de húmedo.

**Incineración:** Combustión completa de la materia orgánica hasta su conversión en cenizas.

**Junta:** Espacio que queda entre las dos superficies de los sillares o ladrillos inmediatos unos a otros de una construcción que se llena de mortero o de cemento a fin de unirlos y ligarlos sólidamente.

**Ladrillo:** Pieza de arcilla cocida, generalmente con forma de prisma rectangular, que se usa en la construcción de muros, paredes, pilares, etc.

**Método:** Conjunto de pasos ordenados que se emplea principalmente para hallar nuevos conocimientos en las ciencias.

**Mezcla:** Cosa que resulta de mezclar distintas materias o elementos.

**Mezcladora:** Aparato o máquina que sirve para mezclar diversas sustancias.

**Mortero:** Mezcla de diversos materiales, como cal o cemento, arena y agua, que se usa en la construcción para fijar ladrillos y cubrir paredes.

**Muestra:** Parte o cantidad pequeña de una cosa que se considera representativa del total y que se toma o se separa de ella con ciertos métodos para someterla a estudio, análisis o experimentación.

**Murete:** Muro bajo o pequeño.

**Pila:** Son prismas compuestos por dos o más hiladas de unidades enteras (ladrillos o bloques) asentadas una sobre la otra mediante mortero.

**Puzolana:** Las puzolanas son materiales silíceos o alumino-silíceos a partir de los cuales se producía históricamente el cemento.

**Resistencia:** Es la capacidad de los cuerpos para resistir las fuerzas aplicadas sin romperse.

**Residuo:** Materia inservible que resulta de la descomposición o destrucción de una cosa.

**Succión:** Absorción de algo, especialmente de un líquido o un gas.

**Sustitución:** Acción de sustituir.

**Variación:** Acción de variar.

#### **1.4. Formulación del Problema**

¿En qué contribuirá el empleo de cenizas de cáscara de arroz (CCA) como adición y sustitución de un cierto porcentaje del cemento para la preparación de mortero modificado?

## **1.5. Justificación**

### **1.5.1. Justificación tecnológica.**

Indicar que porcentaje de cenizas de cáscara de arroz (CCA), se debe adicionar o sustituir al cemento para la preparación del mortero, el cual debe cumplir con las propiedades Físico – Mecánicas del mortero tradicional o las propiedades exigidas por las normas.

Al implementar las cenizas de la cáscara de arroz en la elaboración del mortero con los elementos tradicionales (agua, agregado fino y cemento Pórtland), el producto de esta combinación será muy importante porque es algo innovador, con un precio muy accesible por lo que es un material de residuo.

Las empresas constructoras y las comunidades tendrán la facilidad de construir con seguridad sus propios proyectos que cumpla con la calidad y la disponibilidad económica.

Por ello es esencial el estudio de las propiedades principales del mortero cuando se agrega la ceniza de la cáscara de arroz, y como podría contribuir éste a la mezcla, en cuanto a la resistencia, durabilidad, trabajabilidad y uso en la construcción.

### **1.5.2. Justificación socio – económica.**

El fin de esta investigación, es de colaborar a mejorar la calidad de vida de la población en zonas rurales donde su economía es baja y se encuentran alejados, lo que les impide la obtención de cemento o agregados pétreos, ya sea por el costo o por la localización de éstos.

Con lo descrito anteriormente, el empleo de las cenizas de la cáscara de arroz (CCA) adicionando y sustituyendo cierta cantidad del cemento cumpliría una función importante en la construcción, colaborando en el ahorro de materia prima. Al ser más ligero, perfecciona el proceso de operación y la productividad (horas hombre por m<sup>2</sup>).

### **1.5.3. Justificación ambiental.**

En las últimas décadas, se ha buscado el aprovechamiento del uso de residuos no utilizados por las personas, por ello el desecho de las mismas causan el deterioro y contaminación ambiental. Debido al apogeo de la construcción que existe en la actualidad la demanda de materiales ha incrementado de manera acelerada. Esta práctica produce la

apertura de grandes agujeros de diferentes superficies y profundidades, por lo que cuando se gasta todo este recurso (agregados), son abandonados e inmediatamente buscan otro sitio para explotar, ocasionando un gran impacto ambiental: varía, daña y modifica severamente el medio natural.

En la actualidad muchas industrias arroceras que generan como desecho la cascarilla del arroz no aprovechan este material y dejan tirado o abandonado en la intemperie, éstos podrían ser usados en el campo de la construcción y a la vez reducir costos en la obra, adicionando y sustituyendo un porcentaje del cemento en la mezcla de mortero modificado; ayudando así a disminuir el impacto ambiental producido por estos residuos.

## **1.6. Hipótesis**

Si empleamos un porcentaje de cenizas de cáscara de arroz como adición y sustitución del cemento, entonces mejoraremos las propiedades físico – mecánicas del mortero modificado.

## **1.7. Objetivos**

### **1.7.1. Objetivo general.**

Determinar las propiedades físico – mecánicas del mortero modificado con cenizas de cáscara de arroz (CCA), para ser empleado en elementos estructurales y no estructurales.

### **1.7.2. Objetivos específicos.**

1. Determinar composición química de las Cenizas de Cáscaras de Arroz.
2. Realizar ensayos de agregado fino y unidades de albañilería.
3. Realizar el diseño de mezcla del mortero patrón y morteros con sustitución y adición de cenizas de cáscaras de arroz.
4. Determinar y analizar las propiedades físico – mecánicas de la mezcla del mortero patrón y modificado con cenizas de cáscara de arroz (CCA) empleando cemento Pórtland tipo I.
5. Determinar las propiedades mecánicas de la albañilería simple mediante los ensayos correspondientes.

6. Elaborar la propuesta económica de diseño de mortero empleando cenizas de cáscara de arroz.

## **II. MATERIAL Y MÉTODO**

## **2.1. Tipo y diseño de Investigación**

### **2.1.1. Tipo de Investigación.**

Debido a que se llevó a cabo un análisis de datos, con en el que se contestó las preguntas de la investigación y se comprobó la hipótesis, implicando el diseño de un nuevo producto, el tipo de investigación es Cuantitativa – Tecnológica.

### **2.1.2. Diseño de Investigación.**

Según Borja (2012), existen dos diseños de investigación científica para demostrar la hipótesis, los cuales son: diseño no experimental y diseño experimental.

En este caso, la hipótesis planteada se verificará mediante la manipulación deliberada de la variable independiente, convirtiéndose así en un diseño experimental.

Como se trata de un diseño experimental, se menciona que existen tres tipos de investigación experimental: pre- experimentos, cuasi experimentos y experimentos puros.

Debido a los ensayos que fueron realizados se comprobó la hipótesis, por ello, se determinó que esta investigación es tipo experimental puro.

## **2.2. Población y muestra**

### **2.2.1. Población.**

La población de esta investigación queda determinada por los elementos principales que participan en la elaboración del mortero, adicionalmente los ladrillos y los residuos originados por la agricultura, en este caso la cáscara de arroz incinerada (CCA), teniendo en cuenta las normas NTP 399.613 y la NTP 399.610.

### **2.2.2. Muestra.**

La muestra está conformada por los ensayos realizados en el Laboratorio de Materiales de la USS; en estado fresco y endurecido del mortero, considerando porcentajes de sustitución y adición de 5%, 10% y 15% de cenizas de cáscaras de arroz respecto al peso del cemento para distintas proporciones, tales como 1:3.5; 1:4; 1:5; 1:6.

### 2.2.3. Muestreo de ensayos.

**Tabla 9**

*Número de muestras a ensayar en mortero en estado fresco.*

Ensayos al mortero en estado fresco						
Tipo de mortero	Muestras	Contenido de aire	Peso unitario	Fluidez	Total	
Mortero patrón	1 : 3.5	1	1	1	3	
	1 : 4	1	1	1	3	
	1 : 5	1	1	1	3	
	1 : 6	1	1	1	3	
Mortero modificado	Sust. 5% de cca.	4	4	4	12	
	Sust. 10% de cca.	4	4	4	12	
	Sust. 15% de cca.	4	4	4	12	
	Adic. 5% de cca.	4	4	4	12	
	Adic. 10% de cca.	4	4	4	12	
	Adic. 15% de cca.	4	4	4	12	
<b>Total de ensayos en estado fresco</b>					<b>84</b>	

**Fuente:** Elaboración propia.

**Tabla 10**

*Número de muestras a ensayar en mortero en estado endurecido.*

Ensayos al mortero en estado endurecido											
Tipo de mortero	Muestras	Resistencia a la compresión de probetas cúbicas			Resistencia a la flexión o módulo de rotura			Adherencia del Mortero - Ladrillo	Resistencia a la compresión axial	Resistencia a la compresión diagonal en muretes	TOTAL
		Tiempo de curado			Tiempo de curado			Muestra 1:4	Muestra 1:4	Muestra 1:4	
		7 días	14 días	28 días	7 días	14 días	28 días	Tiempo de curado 28 días	Tiempo de curado 28 días	Tiempo de curado 28 días	
Mortero patrón	1 : 3.5	3	3	3	3	3	3	0	0	0	18
	1 : 4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	27
	1 : 5	3	3	3	3	3	3	0	0	0	18
Mortero modificado	Sust. 5% de cca.	9	9	9	9	9	9	3	3	3	63
	Sust. 10% de cca.	9	9	9	9	9	9	3	3	3	63
	Sust. 15% de cca.	9	9	9	9	9	9	3	3	3	63
	Adic. 5% de cca.	9	9	9	9	9	9	3	3	3	63
	Adic. 10% de cca.	9	9	9	9	9	9	3	3	3	63
	Adic. 15% de cca.	9	9	9	9	9	9	3	3	3	63
<b>Total de ensayos en estado endurecido</b>										<b>441</b>	

**Fuente:** Elaboración propia.

En la presente investigación la muestra está conformada por un total de 525 ensayos a elaborar, los cuales son 84 ensayos para mortero en estado fresco y 441 ensayos para mortero en estado endurecido; lo que permitió realizar un análisis de las propiedades Físico – Mecánico del mortero modificado a base de residuo agrícola (CCA).



## **2.3. Variables, Operacionalización**

### **2.3.1. Variable Independiente.**

Mortero empleando cenizas de cáscaras de arroz

### **2.3.2. Variable Dependiente.**

Diseño

de

Mortero

### 2.3.3. Operacionalización.

**Tabla 11**

*Variable independiente.*

Variable independiente	Dimensiones	Indicadores	Sub-índices	Índice	Técnicas de recolección de datos	Instrumentos de recolección de datos	Instrumentos de medición	
Mortero empleando cenizas de cáscaras de arroz (CCA)	Diseño de Mezclas Patrón	Dosificación de Agregado fino	Proporción	m <sup>3</sup>	Observación directa y análisis de documentos	Planilla de observación (Formatos LEM-USS)	Balanza	
		Dosificación de Agua	Proporción	Lt			Balanza	
		Dosificación de Cemento	Proporción	Bolsas			Balanza	
	Diseño de Mezclas con porcentaje de cenizas de cáscaras de arroz como adición y sustitución del cemento	Porcentaje de cenizas de cáscaras de arroz como adición y sustitución del cemento		Proporción			%	Balanza
		Dosificación de Agregado fino	Proporción	m <sup>3</sup>			Balanza	
		Dosificación de Agua	Proporción	Lt			Balanza	
		Dosificación de Cemento	Proporción	Bolsas			Balanza	
	Evaluación de propiedades físicas	Contenido de aire		Relación entre masa y volumen			%	Mesa de Fluidez
				Relación entre masa y volumen			kg/m <sup>3</sup>	
		Peso unitario						
	Evaluación de propiedades mecánicas	Resistencia a la compresión		Relación de fuerza sobre área			kg/cm <sup>2</sup>	Prensa
		Resistencia a la flexión		Relación de fuerza sobre área			kg/cm <sup>2</sup>	Prensa
		Resistencia a la adherencia por flexión		Relación de fuerza sobre área			kg/cm <sup>2</sup>	Prensa
		Resistencia a la compresión de prismas		Relación de fuerza sobre área			kg/cm <sup>2</sup>	Prensa
		Resistencia a la compresión diagonal		Relación de fuerza sobre área			kg/cm <sup>2</sup>	Prensa
Análisis químico de las cenizas de cáscaras de arroz	Óxido de Silicio		SiO <sub>2</sub>	%	Análisis de documentos - Normas			
	Óxido de Aluminio		Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	%				
	Óxido de Hierro		Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	%				
	Óxido de Potasio		K <sub>2</sub> O	%				
	Óxido de Calcio		CaO	%				
Evaluación económica	Costos		Metro cubico	s/.	Observación	Balanza, muretes		

**Fuente:** Elaboración propia.

**Tabla 12**  
*Variable dependiente.*

Variable dependiente	Dimensiones	Indicadores	Sub-índices	Índice	Técnicas de recolección de datos	Instrumentos de recolección de datos	Instrumentos de medición
Diseño de mortero	Diseño de Mezclas de Mortero Patrón	Dosificación de Agregado fino	Proporción	m <sup>3</sup>	Observación directa y análisis de documentos	Planilla de observación (Formatos LEM-USS)	Balanza
		Dosificación de Agua	Proporción	Lt			Balanza
		Dosificación de Cemento	Proporción	Bolsas			Balanza
	Evaluación de propiedades físicas	Fluidez	Porcentaje	%			Mesa de Fluidez
		Contenido de aire	Relación entre masa y volumen	%			Recipiente cilíndrico
		Peso unitario	Relación entre masa y volumen	kg/m <sup>3</sup>			Recipiente cilíndrico
		Resistencia a la compresión	Relación de fuerza sobre área	kg/cm <sup>2</sup>			Prensa
	Evaluación de propiedades mecánicas	Resistencia a la flexión	Relación de fuerza sobre área	kg/cm <sup>2</sup>			Prensa
		Resistencia a la adherencia por flexión	Relación de fuerza sobre área	kg/cm <sup>2</sup>			Prensa
		Resistencia a la compresión de prismas	Relación de fuerza sobre área	kg/cm <sup>2</sup>			Prensa
	Resistencia a la compresión diagonal	Relación de fuerza sobre área	kg/cm <sup>2</sup>	Prensa			
<b>Fuente:</b>	Elaboración						propia.

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

### **2.4.1. Técnicas para la recolección de datos.**

Para recopilar toda la información de campo, existen las siguientes técnicas principales que son la observación y el análisis documental. (Borja, 2012, p.33)

#### **2.4.1.1. Observación directa.**

Técnica que permitió evaluar el comportamiento de las mezclas de mortero durante su elaboración, vaciado, curado y posterior ensayo de las unidades cúbicas, compresión diagonal en muretes y compresión axial en pilas.

#### **2.4.1.2. Análisis documental.**

A través de uso de distintas fuentes de información como lo son: revistas, textos, tesis, artículos, noticias y revisión de Normas Técnicas Internacionales y Peruanas que rigen la construcción, en especial el Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE).

### **2.4.2. Instrumentos para la recolección de datos.**

Para registrar observaciones, datos y resultados de las mediciones de las variables, se hizo uso de Guía de observación y de análisis documental.

#### **2.4.2.1. Guías de observación.**

Formatos proporcionados por el Laboratorio de Ensayos de Materiales de la Universidad Señor de Sipán, donde se puede registrar todos los datos obtenidos de los ensayos y llevar a cabo un control eficiente de los resultados, y así analizar de forma correcta para llegar a las conclusiones verídicas de la investigación.

##### **2.4.2.1.1. Agregado fino.**

- Formato para el análisis granulométrico. **Ver anexo 3.1.1**
- Formato para la determinación del peso específico y absorción. **Ver anexo 3.1.2**
- Formato para determinar el contenido de humedad. **Ver anexo 3.1.3**
- Formato para determinar el peso unitario suelto y compactado. **Ver anexo 3.1.3**

##### **2.4.2.1.2. Unidad de Albañilería.**

- Formato para determinar la variación dimensional del ladrillo. **Ver anexo 3.2.1**
- Formato para determinar la succión del ladrillo. **Ver anexo 3.2.2**
- Formato para determinar la absorción del ladrillo. **Ver anexo 3.2.3**
- Formato para determinar el porcentaje de vacíos. **Ver anexo 3.2.4**

- Formato para determinar la resistencia a la compresión ( $F'_b$ ). Ver anexo 3.2.5

#### 2.4.2.1.3. Mortero.

##### A. Mortero en estado fresco

- Formato para determinar la fluidez del mortero. Ver anexo 3.4.1.1
- Formato para determinar el peso unitario. Ver anexo 3.4.1.2
- Formato para determinar el contenido de aire. Ver anexo 3.4.1.3

##### B. Mortero en estado endurecido

- Formato para determinar la resistencia a la compresión. Ver anexo 3.4.2.1
- Formato para determinar la resistencia a la flexión. Ver anexo 3.4.2.2

#### 2.4.2.1.4. Albañilería simple.

- Formato para determinar la resistencia a la adherencia por flexión. Ver anexo 3.5.1
- Formato para determinar la resistencia a la compresión en pilas. Ver anexo 3.5.2
- Formato para determinar la resistencia a la compresión diagonal en muretes. Ver anexo 3.5.3

#### 2.4.2.1.5. Cenizas de cáscaras de arroz.

- Formato para determinar el peso específico. Ver anexo 3.6.1
- Formato para determinar el peso unitario suelto y compactado. Ver anexo 3.1.3
- Formato para determinar el contenido de humedad. Ver anexo 3.1.3

#### 2.4.2.2. Guía de análisis documental.

### Tabla 13

Guía de Normas Técnicas utilizadas en la presente investigación.

Normativa empleada y descripción	Norma
<i>I. Agregados</i>	
Método de ensayo para determinar el Análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global.	NTP 400.012
Método de ensayo normalizado para la densidad, la densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado fino.	NTP 400.022
Método de ensayo normalizado para determinar la masa por unidad de volumen o densidad (“Peso Unitario”) y los vacíos en los agregados.	NTP 400.017
Método de ensayo para determinar el contenido de humedad total evaporable de agregados por secado.	NTP 339.185
<i>II. Unidad de albañilería</i>	

Unidades de albañilería. Métodos de muestreo y ensayo de ladrillos de arcilla usados en albañilería. NTP 399.613

### *III. Mortero*

Especificación normalizada para morteros. NTP 399.610

#### *III.I Mortero en estado fresco*

Procedimiento para la obtención de pastas y morteros de consistencia plástica por mezcla mecánica. NTP 334.003

Método de ensayo para determinar la fluidez de morteros de cemento Pórtland. NTP 334.057

Método de ensayo para la determinación del contenido de aire en morteros de cemento hidráulico. NTP 334.048

Método de ensayo para determinar la densidad (peso unitario), rendimiento y contenido de aire (método gravimétrico) del hormigón (concreto). NTP 339.046

#### *III. II. Mortero en estado endurecido*

Método de ensayo para determinar la resistencia a la compresión de morteros de cemento Pórtland usando especímenes cúbicos de 50 mm de lado. NTP 334.051

Standard Test Method for Flexural Strength of Hydraulic-Cement Mortars. ASTM C348

### *IV. Albañilería simple*

Método de ensayo en laboratorio para la determinación de la resistencia a la adherencia por flexión de elementos de albañilería. NTP 334.129

Standard Test Method for Compressive Strength of Masonry Prisms. ASTM C1314

Método de ensayo de compresión diagonal en muretes de albañilería. NTP 399.621

### *V. Análisis químico cenizas de cáscaras de arroz y ensayos*

Especificación estándar para cenizas volantes de carbón y puzolanas naturales en bruto o calcinadas para su uso en Concreto. ASTM C618

Método de prueba estándar para la densidad del cemento hidráulico. ASTM C188

---

**Fuente:** Elaboración propia.

## 2.5. Procedimientos de análisis de datos

### 2.5.1. Diagrama de flujo de procesos.

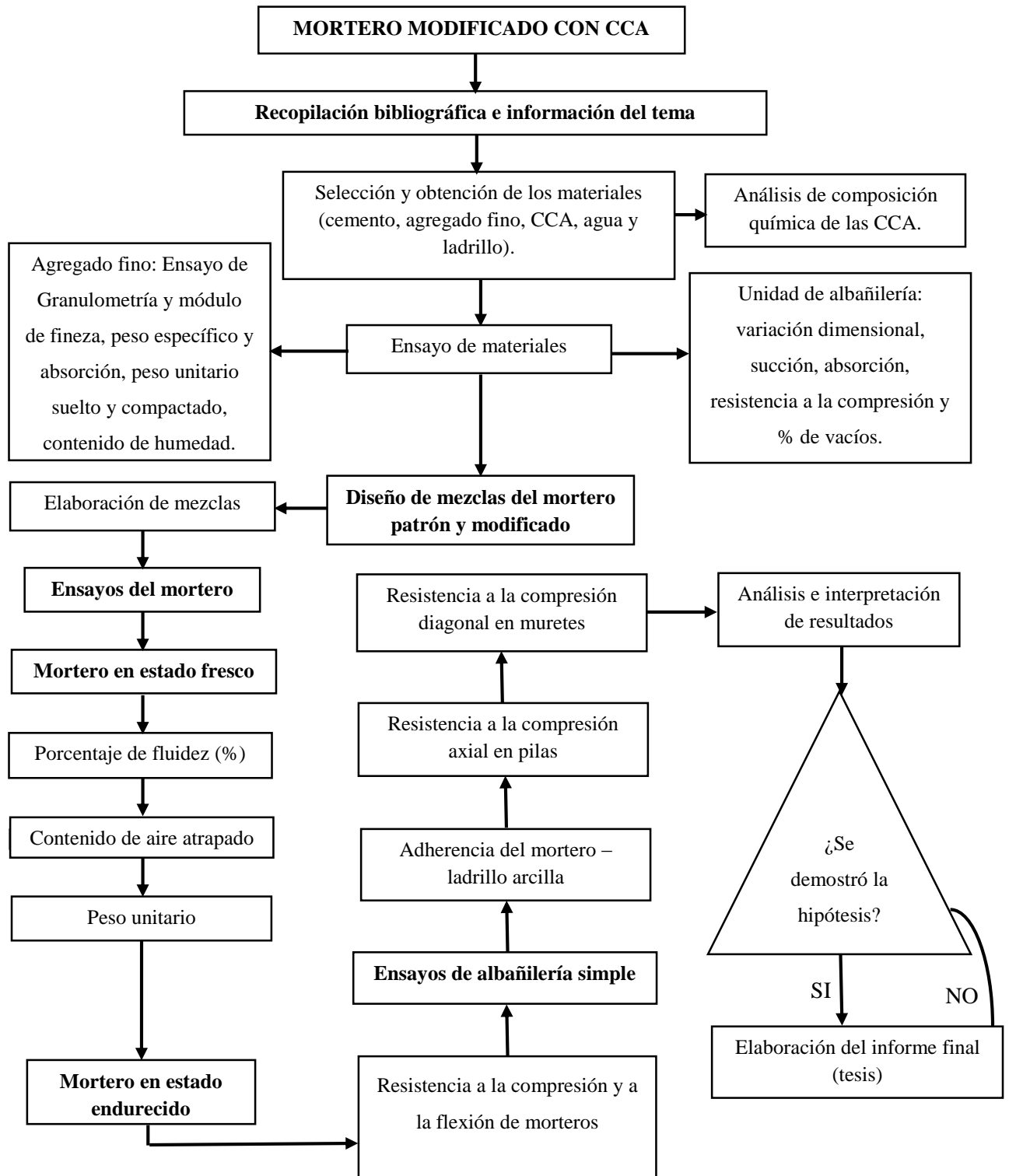


Figura 12. Diagrama de flujo de procesos.

Fuente: Elaboración propia.

## 2.5.2. Descripción de procesos.

### 2.5.2.1. Selección y obtención de los materiales.

- El cemento utilizado para la presente investigación fue Pórtland tipo I. Ver anexo 1.1
- El agregado fino fue extraído de la cantera La Victoria – Pátapo, Lambayeque.
- Las cenizas de cáscaras de arroz fueron obtenidas del Molino “Los Ángeles”, ubicado en la Carretera Auxiliar Panamericana Norte 778 del Departamento de Lambayeque. Para utilizarlas en el diseño de mezclas del mortero, estas cenizas se tamizaron por la malla N° 200 (0.075 mm).

#### Cenizas de cáscaras de arroz.



**Figura 13.** Cenizas de cáscaras de arroz obtenido directo del horno de fundición.

**Fuente:** Elaboración propia.

#### Ceniza de cáscaras de arroz tamizada por la malla N° 200 (0.075mm).



**Figura 14.** Cenizas de las cáscaras de arroz después de ser tamizada por la Malla N° 200.



**Fuente:** Elaboración propia.

- El agua potable utilizada fue proveniente de las instalaciones de la Universidad Señor de Sipán.
- Para los ensayos de la unidad de albañilería, se analizaron 3 marcas de ladrillos: Cerámicos Lambayeque, Ital y Lark. Debido a los resultados obtenidos, para su uso en los ensayos de albañilería simple, se escogió a ladrillos Lark por sus características presentadas en comparación con las otras dos marcas.

### **2.5.2.2.      *Ensayo de materiales.***

#### **2.5.2.2.1.      *Cenizas de cáscaras de arroz***

##### **A.      *Peso unitario suelto y compactado***

El siguiente ensayo fue determinado mediante la NTP 400.017 AGREGADOS. Este método de ensayo cubre la determinación del peso unitario suelto y compactado.

Donde el procedimiento es igual que para la determinación del peso unitario suelto y compactado del agregado fino, el cual está descrito en el capítulo **2.5.2.2.2. – C.** A continuación se mostrarán fotos del ensayo realizado.

##### **A.1.      *Peso unitario suelto***

#### **Vaciado de las cenizas de cáscaras de arroz en el molde metálico.**



**Figura 15.** Descarga de las cenizas de cáscaras de arroz en el recipiente.

**Fuente:** Elaboración propia.

**Enrasado del recipiente usando una varilla metálica.**



**Figura 16.** Enrasado del material para ser nivelado y posteriormente pesado.

**Fuente:** Elaboración propia.

**A.2. *Peso unitario Compactado***

**Compactación de la muestra dentro del recipiente.**



**Figura 17.** Apisonamiento de las cenizas de cáscaras de arroz utilizando la varilla.

**Fuente:** Elaboración propia.

### Compactación de la 1era capa usando martillo de goma.



**Figura 18.** Compactando la capa de cenizas de cáscaras de arroz usando la comba de goma.

**Fuente:** Elaboración propia.

#### *B. Peso específico*

El ensayo se realizó en base a la norma ASTM C188, la cual describe método a seguirse para la determinación del peso específico. A continuación se describe el procedimiento:

Llenar el frasco Le Chatelier entre las marcas de 0 y 1 ml utilizando kerosene libre de agua. Se hace la primera lectura  $L_0$  (lectura inicial).

Luego, se introduce de forma cuidadosa los 54.4 gr de cenizas de cáscaras de arroz al frasco. Se coloca el tapón en el frasco y se hace girar éste suavemente en círculo con una posición inclinada, con la finalidad de liberar el aire atrapado.

Finalmente el frasco es situado en baño maría, hasta alcanzar la temperatura inicial, y se tomó la lectura final ( $L_f$ ).

#### **Material y equipo utilizado:**

- Frasco de Le Chatelier
- Balanza electrónica

- Recipiente para baño de maría, hielo
- Termómetro, embudo
- Cenizas de cáscaras de arroz
- Kerosene

#### Material y equipo utilizado.



**Figura 19.** Material y equipo utilizado para realizar el ensayo de peso específico de las CCA.

**Fuente:** Elaboración propia.

#### Extracción del aire atrapado.



**Figura 20.** Extracción del aire atrapado en el frasco Le Chatelier.

**Fuente:** Elaboración propia.

**Baño maría del frasco Le Chatelier.**



**Figura 21.** Baño maría del frasco Le Chatelier y tomando la temperatura para obtener la Lf.

**Fuente:** Elaboración propia.

**C. Contenido de humedad**

El ensayo de contenido de humedad se realizó teniendo en cuenta la NTP 339.185 AGREGADOS. Este método sirve para determinar el contenido de humedad de las cenizas de cáscaras de arroz.

Donde el procedimiento es igual que para la determinación del contenido de humedad del agregado fino, el cual está descrito en el capítulo 2.5.2.2.2. – D. A continuación se mostrarán fotos del ensayo realizado.

**Muestra colocada en el horno durante 24 horas.**



**Figura 22.** Cenizas de cáscaras de arroz colocado en el horno durante 24h.

**Fuente:** Elaboración propia.

**Muestra extraída del horno después de 24h transcurridas.**



**Figura 23.** Cenizas de cáscaras de arroz extraído del horno después de 24 h.

**Fuente:** Elaboración propia.

**2.5.2.2.2. Agregado fino.**

**A. Granulometría y módulo de fineza**

El ensayo de granulometría del agregado fino se ejecutó teniendo en cuenta la NTP 400.012 y el RNE 070.

Se preparó una muestra de agregado fino en estado seco procedente de la cantera La Victoria. Se realizó un cuarteo de forma manual en partes aproximadamente iguales, de las cuales se extrajeron 600 gramos (gr) de muestra de dos partes opuestas representativas para ser ensayada. Esta última porción de muestra es separada a través de una serie de mallas normalizadas o tamices ordenados en forma descendente, desde una abertura mayor a una abertura menor (3/8", #4, #8, #16, #30, #50, #100 y #200, incluyendo el fondo). En este orden, se determinó el tamaño de partículas que pasan y quedan retenidos en cada tamiz.

**Tamizado del agregado fino.**



**Figura 24.** Análisis granulométrico por las distintas mallas normalizadas.

**Fuente:** Elaboración propia.

**Material y equipo utilizado:**

- Tamices estándar
- Balanza
- Cepillo de cerdas o escobilla
- Taras
- Agregado fino
- Espátula

**B. *Peso específico y absorción***

El ensayo se realizó en base a la norma NTP 400.022 AGREGADOS, la cual describe método a seguirse para la determinación del peso específico aparente y real.

Cierta muestra de agregado fino es saturada en agua alrededor 24 h con el fin de llenar los poros. Al término de ese tiempo, se elimina o retira el agua de la muestra, para exponerla a una corriente suave de aire tibio y remover con frecuencia hasta obtener una muestra saturada superficialmente seca. Luego, una muestra de 500 gr es introducida en un recipiente graduado (fiola), que se llena de agua hasta alcanzar casi la marca de 500 cm<sup>3</sup>, para así determinar el volumen por el método gravimétrico o volumétrico. Una vez realizado el método, esa muestra se vierte en un recipiente que será sometido a horno por 24h para determinar el nuevo peso específico de masa.

Usando los valores obtenidos y mediante las fórmulas de este método de ensayo, es posible calcular la gravedad específica, y la absorción del agregado fino

**Saturación del agregado fino.**





**Figura 25.** Saturación del agregado fino durante 24h.

**Fuente:** Elaboración propia.

**Muestra saturada superficialmente seca.**



**Figura 26.** Muestra del agregado fino saturada superficialmente seca.

**Fuente:** Elaboración propia.

**Método gravimétrico.**



**Figura 27.** Volumen del agregado fino por el método gravimétrico.



**Fuente:** Elaboración propia.

**Muestra extraída del horno.**



**Figura 28.** Agregado fino seco después de 24 horas de colocado en el horno.

**Fuente:** Elaboración propia.

**Material y equipo utilizado:**

- Fiola de 500 cm<sup>3</sup>
- Balanza
- Molde cónico
- Pistón para compactar
- Horno de 110 °C ± 5 °C
- Pipeta, embudo
- Recipiente
- Agregado fino

**C. *Peso unitario suelto y compactado***

El ensayo del peso unitario del agregado fino se realizó teniendo como base la NTP 400.017 AGREGADOS. Este método de ensayo cubre la determinación del peso unitario suelto y compactado.

**C.1. *Peso unitario suelto***

El recipiente es llenado con un cucharón hasta rebosar, arrojando el agregado desde una altura no mayor de 50 mm por encima de la parte superior del recipiente. Se deben tomar precauciones para impedir en lo posible la segregación de partículas. El agregado excesivo se elimina con una brocha.

Se determina el peso neto del agregado en el recipiente. Y se obtiene el peso unitario suelto dividiendo el peso neto del agregado entre el volumen del recipiente.

### Vaciado del agregado fino en el molde metálico.



*Figura 29.* Descarga del agregado fino en el recipiente.

**Fuente:** Elaboración propia.

### Enrasado del recipiente usando una varilla metálica.



*Figura 30.* Enrasado del recipiente.

**Fuente:** Elaboración propia.

#### *C.2. Peso unitario compactado*

Se llena el recipiente en 3 partes proporcionada, cada una de estas partes es apisonado con una varilla, mediante 25 golpes distribuidos uniformemente sobre la superficie, luego se golpea con una comba de goma en la parte exterior del molde. Por último, usando la varilla el recipiente es enrasado de tal manera el agregado sobrante se elimine.

El peso unitario compactado se halla dividiendo el peso del material compactado entre el volumen del recipiente.

### Compactación de la muestra dentro del recipiente.



*Figura 31.* Apisonamiento del agregado fino utilizando la varilla.

**Fuente:** Elaboración propia.

### Compactación de la 1era capa usando martillo de goma.



*Figura 32.* Compactando la capa del agregado fino usando la comba de goma.

**Fuente:** Elaboración propia.

#### **Material y equipo utilizado:**

- Balanza
- Molde cilíndrico
- Pistón para compactar o varilla para compactar de 5/8" y 60 cm de largo
- Cucharón metálico
- Martillo de goma
- Agregado fino

#### D. Contenido de humedad

El ensayo de contenido de humedad se realizó teniendo en cuenta la NTP 339.185 AGREGADOS. Este método de ensayo determina el porcentaje total de humedad evaporable en una muestra de agregado fino por secado.

Pesar una cierta cantidad de material en estado natural ( $W_n$ ), luego es colocado en el horno un tiempo de 24 horas, para obtener el peso en estado seco ( $W_s$ ), con la finalidad de obtener el contenido de humedad.

#### Agregado fino colocado en el horno durante 24h.



**Figura 33.** Muestra colocada en el horno durante 24 horas.

**Fuente:** Elaboración propia.

#### Material y equipo utilizado:

- Balanza
- Horno de  $110\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$
- Guantes
- Taras
- Agregado fino

#### 2.5.2.2.3. Unidades de albañilería

En el presente acápite, se van a desarrollar todos los ensayos que concierne a las unidades de albañilería de acuerdo como indica la NTP 399.613 y el RNE E.070.

Con el propósito de comparación y elección de la marca de unidad de ladrillo a utilizar en esta investigación, se tuvo en cuenta resultados de los diferentes ensayos realizados en laboratorio a ladrillos de arcilla King Kong 18 huecos estándar de las siguientes marcas: Cerámicos Lambayeque, Lark e Ital.

#### A. Variación dimensional

Las dimensiones Largo x Ancho x Altura se tomaron como el promedio de 4 medidas (en milímetros) hechas en la parte intermedia de las superficies correspondientes.

Según el RNE E.070, la variación dimensional (en porcentaje) de cada arista de la unidad de albañilería se obtendrá como el cociente entre la desviación estándar y el valor promedio de la muestra, multiplicado por 100 (coeficiente de variación). Este ensayo se efectuó en una muestra representativa de 10 unidades en cada una de las ladrilleras seleccionadas.

#### **Medición de los ladrillos usando el vernier electrónico.**



**Figura 34.** Tomando medidas de las caras del ladrillo utilizando el vernier electrónico.

**Fuente:** Elaboración propia.

De este ensayo depende el espesor de la junta: a mayor variación, mayor espesor de junta y mientras mayor sea el espesor de la junta, menor será la resistencia a compresión y la fuerza cortante del muro de la albañilería.

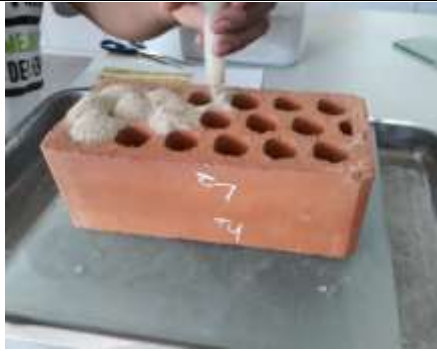
#### **Material y equipo utilizado:**

- Vernier electrónico
- Guantes
- Ladrillos (Cerámicos Lambayeque, Lark e Ital)

#### **B. Porcentaje de área de vacíos**

En este ensayo se utilizaron 5 ladrillos enteros por cada marca de ladrillo en total 15 y el procedimiento fue el siguiente: utilizando la arena Ottawa que cumple con los requerimientos técnicos para el presente ensayo, se pasó a llenar los orificios con la arena y después a limpiar el contorno. Finalmente se procedió a sacar la arena de los orificios del ladrillo para luego pesarla y obtener su densidad.

#### **Ensayo de porcentaje de área de vacíos en la unidad de albañilería.**



**Figura 35.** Colocación de la arena Ottawa en los orificios del ladrillo.

**Fuente:** Elaboración propia.



**Figura 36.** Se pesa la arena retenida en los orificios para poder obtener su densidad.

**Fuente:** Elaboración propia.

**Material y equipo utilizado:**

- Balanza
- Embudo
- Taras
- Recipiente
- Molde plano
- Guantes
- Cucharón metálico
- Arena Ottawa
- Ladrillos (Cerámicos Lambayeque, Lark e Ital)

**C. Absorción**

Para este ensayo se utilizaron 5 ladrillos enteros por cada marca de ladrillo. A continuación se describe el procedimiento: Se secaron los ladrillos en el horno a 110°C,

luego de 24 horas fueron retirados, se dejaron enfriar a temperatura ambiente y se pesaron. Se registró el peso seco.

Finalmente se sumergieron los ladrillos en un recipiente con agua durante 24 horas, asegurando que la temperatura del agua esté entre 15°C y 30°C. Se registró la temperatura al inicio y al final del periodo de inmersión. Se registró el peso de inmersión.

**Ladrillos en el horno a 110 °C durante 24h.**



*Figura 37.* Secado de los ladrillos en el horno a 110 °C durante 24 horas.

**Fuente:** Elaboración propia.

**Ladrillos sumergidos en agua para calcular su porcentaje de absorción.**



*Figura 38.* Ladrillos sumergidos en agua durante 24 horas.

**Fuente:** Elaboración propia.

**Material y equipo utilizado:**

- Balanza, horno de 110 °C  $\pm$  5 °C
- Guantes, franela y poza para sumergirlas
- Ladrillos (Cerámicos Lambayeque, Lark e Ital)

#### D. *Succión*

La succión en albañilería es la extracción de agua en la cara de asiento del ladrillo, por lo tanto, cuando la succión es excesiva no se logra adherencias apropiadas entre el mortero y el ladrillo.

Para este ensayo se utilizaron 5 ladrillos enteros por cada una de las marcas, se calculó la succión en las dos superficies de asiento (lisa y rugosa). El procedimiento fue el siguiente: Usando un vernier se midió el ancho y el largo de las dos superficies de asiento (lisa y rugosa).

#### **Medición de las caras de los ladrillos usando el vernier electrónico.**



**Figura 39.** Medición de la superficie de asiento usando el vernier electrónico.

**Fuente:** Elaboración propia.

Luego se secaron los ladrillos en el horno a una temperatura de  $110\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$  durante 24 horas, se dejaron enfriar y se pesaron. Se registró el peso seco.

En un recipiente se colocó la muestra con agua nivelada a nivel de burbuja y, teniendo un tiempo de contacto de 1 minuto el ladrillo con el agua.

Luego se retiró la muestra de la bandeja, se secó el agua superficial con un paño húmedo y se pesó. El pesaje se realizó en un lapso no mayor de 2 minutos. Se registró el peso húmedo.

#### **Succión del ladrillo.**





**Figura 40.** Ensayo de succión de los ladrillos.

**Fuente:** Elaboración propia.

**Material y equipo utilizado:**

- Balanza
- Vernier electrónico
- Franela
- Horno de  $110\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$
- Recipiente para ser sumergida
- Ladrillos (Cerámicos Lambayeque, Lark e Ital)

*E. Resistencia a la compresión  $F'_b$*

En este ensayo se utilizaron 5 ladrillos secos enteros por cada marca de ladrillo, a los cuales se les corto por la mitad para ser ensayados.

Luego se midió el largo y ancho de las dos superficies de asiento, posteriormente se colocó el capping de yeso-cemento en ambas caras.

Se utilizó la máquina de compresión axial hidráulica, donde la carga de compresión se aplica perpendicular a las caras de asiento, con una velocidad de desplazamiento entre los cabezales de la máquina de ensayos de 1.25 mm/min; o en otro caso, se controla la velocidad de carga de manera que se llegue a la rotura en unos 3 a 5 minutos.

La resistencia característica a compresión axial de la unidad de albañilería ( $f'_b$ ) se obtuvo restando una desviación estándar al valor promedio de la muestra.

**Ladrillos cortados usando la amoladora.**



*Figura 41.* Cortando los ladrillos por la mitad para ser ensayados.

**Fuente:** Elaboración propia.

**Ladrillos por la mitad con su capping (yeso y cemento).**



*Figura 42.* Colocación de capping a los distintos ladrillos a ensayar.

**Fuente:** Elaboración propia.

**Mitades de ladrillos listos para ser ensayados a compresión.**



**Figura 43.** Muestras listas para ser ensayadas en la compresora hidráulica.

**Fuente:** Elaboración propia.

**Mitad de ladrillo instalado en el equipo de compresión.**



**Figura 44.** Muestra instalada en la máquina de ensayo.

**Fuente:** Elaboración propia.

**Material y equipo utilizado:**

- Amoladora
- Máquina de compresión hidráulica
- Vernier electrónico
- Capping (cemento y yeso)
- Ladrillos (Cerámicos Lambayeque, Lark e Ital)

### 2.5.2.3. *Diseño y elaboración de mezclas de mortero patrón y modificado.*

#### 2.5.2.3.1. *Diseño de mezclas.*

Para trabajar, elaborar y diseñar las mezclas se tuvo en cuenta la fluidez del mortero, que según norma el resultado adecuado debe ser de  $110 \pm 5\%$ . Por ello se buscó encontrar la relación agua/cemento óptimo para cada dosificación (1:3.5; 1:4; 1:5; 1:6) usada en el mortero patrón, mortero adicionado y sustituido con cenizas de cáscaras de arroz en porcentajes del 5 %, 10% y 15% respecto al peso del cemento, cumpliendo con los requerimientos especificados en la NTP 339.610. “Especificación normalizada para morteros”

#### **Materiales empleados en la preparación del mortero.**



**Figura 45.** Materiales a emplear en las dosificaciones del diseño de mezcla del mortero.

**Fuente:** Elaboración propia.

#### 2.5.2.3.2. *Elaboración de diseño de mezclas.*

En base al “Procedimiento para la obtención de pastas y morteros de consistencia plástica por mezcla mecánica”, establecido en la NTP 334.003, se ensayaron los materiales previamente a la elaboración de las mezclas de mortero, con la finalidad de verificar su calidad y realizar los ajustes del diseño respecto al peso del agregado fino.

Para la preparación del mortero se utilizó el equipo “Mezcladora de mortero”.

### Mezcladora de mortero.



**Figura 46.** Mezcladora de mortero.

**Fuente:** Elaboración propia.

#### **Material y equipo utilizado:**

- Mezcladora de mortero
- Recipientes
- Espátula
- Guantes
- Probeta graduada
- Materiales: Cemento, agua, agregado fino y cenizas de cáscaras de arroz

#### **2.5.2.4. Ensayos del mortero.**

##### **2.5.2.4.1. Mortero en estado fresco.**

###### **A. Ensayo de fluidez**

Se efectuó mediante la NTP 334.057 CEMENTOS, este ensayo fue necesario para determinar las características del mortero en cuanto a consistencia y trabajabilidad se refieren, también influye en la resistencia a la compresión y la adherencia entre las unidades de albañilería.

Para que el mortero obtenga una trabajabilidad adecuada y sea de buena consistencia debe tener una fluidez de  $110 \pm 5\%$ . El procedimiento es el siguiente:

- Sobre la mesa de sacudidas, se instaló un molde metálico tronco - cónico de 101.60 mm de diámetro en la base mayor y de 50 mm de altura, que se rellenó de mortero en dos capas de 25 mm. de altura; apisonadas con 20 golpes, a una presión que cerciore el llenado uniforme del molde.

- Después de retirar el molde verticalmente, se efectúa un movimiento giratorio leve en la base de la mesa de sacudidas, dando 25 golpes durante 15 segundos, dejando caer desde una altura alrededor de 12.70 mm.
- En seguida, se tomaron cuatro medidas diametrales formadas por el mortero en la mesa de sacudidas para obtener el promedio final ( $D_p$ ) de estas y la fluidez o consistencia del mortero.

**Material y equipo utilizado:**

- Mezcladora de mortero
- Mesa de flujo o de sacudidas
- Compactador
- Tronco cónico
- Vernier
- Balanza
- Taras
- Espátula
- Guantes
- Probeta graduada
- Materiales: Cemento, agua, agregado fino y cenizas de cáscaras de arroz

**Mesa de fluidez con la muestra colocada en el recipiente tronco cónico.**



**Figura 47.** Mezcla de mortero colocada adentro del tronco cónico en la mesa de fluidez.

**Fuente:** Elaboración propia.

**Mortero en la mesa de sacudidas.**



**Figura 48.** Mezcla de mortero después de retirar el recipiente tronco cónico.

**Fuente:** Elaboración propia.

**Con el vernier se tomaron las medidas diametrales que determinaran la fluidez.**



**Figura 49.** Tomando las 4 medidas diametrales para determinar la fluidez del mortero.

**Fuente:** Elaboración propia.

**B. Contenido de aire**

Este ensayo se realizó como está especificado en la NTP 334.048 CEMENTOS, fue necesario para determinar el contenido de aire atrapado en el mortero. A continuación, se indica su procedimiento:



- En un recipiente metálico en forma de cilindro con un diámetro interior ( $D_i$ ) de  $76 \text{ mm} \pm 2 \text{ mm}$  y una profundidad aproximada de  $88 \text{ mm}$  para contener  $400 \text{ ml} \pm 1 \text{ ml}$  de agua.
- Para la eliminación de vacíos dentro en la mezcla, se procedió a llenar el molde con mortero en 3 capas iguales compactadas 20 veces usando del pisón y golpeando levemente los laterales del recipiente para eliminar el aire no considerado. Posteriormente se excluyó el mortero sobrante y se niveló con la espátula.
- Finalmente se pesó el recipiente y su contenido.

**Material y equipo utilizado:**

- Mezcladora de mortero
- Recipiente metálico, compactador
- Balanza, probeta graduada
- Taras, espátula
- Guantes
- Materiales: Cemento, agua, agregado fino y cenizas de cáscaras de arroz

**Ensayo de contenido de aire en el mortero.**



**Figura 50.** Peso del recipiente metálico con la muestra para calcular el contenido de aire.

**Fuente:** Elaboración propia.



C. *Peso unitario*

Para el presente ensayo se utilizó como referencia la NTP 339.046 CONCRETO, que determina la densidad (peso unitario) por metro cúbico, rendimiento y contenido de aire (método gravimétrico) del concreto. El procedimiento es el siguiente:

- El molde metálico se llenó de mortero en 3 capas equitativas, compactadas con 25 golpes distribuidos uniformemente sobre la sección, cuidando que ésta última tenga un exceso.
- Después, con el fin de impedir que el aire sea atrapado en el interior de la muestra, esta se golpea lateralmente entre 10 a 15 veces con un martillo de goma, al finalizar el llenado de cada capa.
- Para obtener el resultado del Peso Unitario Compactado se divide el peso de la muestra compactada entre el volumen interior del molde.

**Material y equipo utilizado:**

- Mezcladora de mortero
- Recipiente metálico
- Pistón para compactar o varilla para compactar de 5/8" y 60 cm de largo
- Balanza
- Probeta graduada
- Taras
- Cucharón metálico, espátula
- Martillo de goma, guantes
- Materiales: Cemento, agua, agregado fino y cenizas de cáscaras de arroz

<b>Peso unitario compactado del mortero.</b>
--



**Figura 51.** Llenado y compactado del recipiente con mortero.

**Fuente:** Elaboración propia.

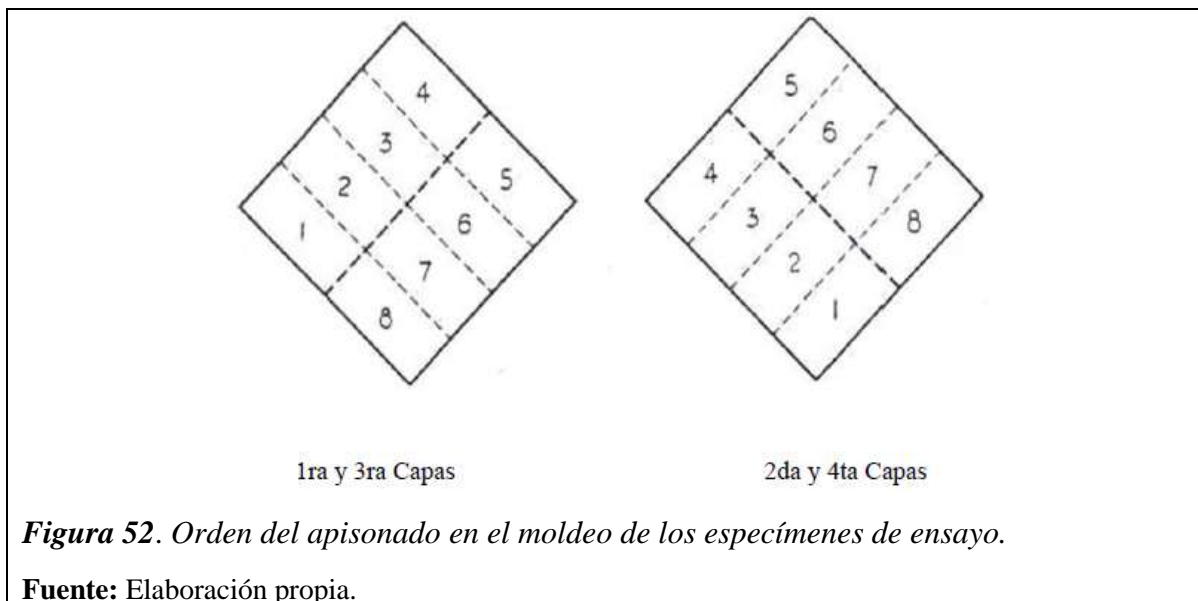
#### 2.5.2.4.2. *Mortero en estado endurecido.*

##### A. *Resistencia a la compresión*

Este método establece la forma de determinar la resistencia a la compresión en morteros de cemento, usando cubos de 50 mm, de lado, los cuales estarán preparados y curados según los procedimientos indicados en la NTP 334.051. El procedimiento es el siguiente:

- La mezcla se preparó con las proporciones derivadas del Ensayo de Fluidez, de acuerdo a la NTP 334.003.
- El mortero resultante se situó en moldes metálicos previamente engrasados.
- El vaciado de la mezcla fue en dos capas, compactadas con 32 golpes, específicamente en cuatro etapas de 8 golpes cada una, durante 10 segundos por capa. En la siguiente figura se puede observar el orden de este proceso.

**Proceso de apisonado del mortero.**



- Los moldes metálicos se taparon con un trapo húmedo en un periodo de 24 horas, tras desmoldarlos y curarlos en agua limpia.
- Una vez colocado el mortero en dichos moldes, este se retiró de la muestra de la zona de curado.
- El ensayo de compresión fue realizado a tres especímenes por cada indicador de muestra a los 7, 14 y 28 días de edad.

**Material y equipo utilizado:**

- Mezcladora de mortero
- Máquina de compresión hidráulica
- Molde para especímenes
- Pisón compactador
- Taras
- Balanza
- Espátula, lubricante
- Guantes, franelas
- Probeta graduada
- Materiales: Cemento, agua, agregado fino y cenizas de cáscaras de arroz

**Preparación de los especímenes cúbicos para una dosificación de 1: 3.5.**



**Figura 53.** Elaboración de los especímenes de mortero en los moldes cúbicos.

**Fuente:** Elaboración propia.

**Curado de los especímenes en el recipiente.**



**Figura 54.** Curado de los especímenes para ser ensayados a compresión a los 7,14 y 28 días.

**Fuente:** Elaboración propia.

### **Especímenes ensayados a compresión.**



**Figura 55.** Resistencia a la compresión de los especímenes de mortero de 50 mm x 50 mm.

**Fuente:** Elaboración propia.

#### **B. Resistencia a la flexión**

En la NTP 334.120 se establece la forma de determinar la resistencia a la flexión del mortero cuando se someten cargas al centro de la luz. A continuación, se indican los pasos a seguir:

- La mezcla de mortero fue preparada usando las proporciones obtenidas en el Ensayo de Fluidéz y de acuerdo al procedimiento establecido por la NTP 334.003.
- A diferencia del ensayo de compresión, el mortero elaborado y colocado en moldes metálicos previamente engrasados, se vertió en dos capas compactadas con 60 golpes en 60 segundos por capa, engrasando la última de estas con la arista de una regla metálica hasta nivelarlo.
- Para desmoldar y curar los moldes, primero fueron tapados con trapo húmedo durante 24 horas.

- El ensayo de flexión se le realizó tres especímenes a 15 min después de retenida la muestra de la zona de curado, durante los 7, 14 y 28 días después de haber sido elaborada la muestra.

**Material y equipo utilizado:**

- Mezcladora de mortero
- Máquina de compresión hidráulica
- Molde para especímenes
- Pisón compactador
- Taras
- Balanza
- Espátula, lubricante
- Guantes, franelas
- Probeta graduada
- Materiales: Cemento, agua, agregado fino y cenizas de cáscaras de arroz

**Elaboración de especímenes para ser ensayados a flexión.**



**Figura 56.** Compactación de la 1era capa de los especímenes para ser ensayados a flexión.

**Fuente:** Elaboración propia.

**Curado de los especímenes.**



**Figura 57.** Curado de los especímenes para ser ensayados a flexión a los 7,14 y 28 días.

**Fuente:** Elaboración propia.

**Especímenes ensayados a flexión.**



**Figura 58.** Resistencia a la flexión de los especímenes de mortero.

**Fuente:** Elaboración propia.

#### **2.5.2.5.        *Ensayos de albañilería simple.***

##### **2.5.2.5.1.        *Adherencia de mortero – ladrillo arcilla.***

Mediante la NTP 334.129, los especímenes elaborados fueron 3 para la dosificación 1:4 en los diferentes porcentajes de adición y sustitución de cenizas de cáscaras de arroz. El ladrillo utilizado fue King Kong 18 huecos – estándar 23 x 12 x 9 cm de la marca Lark; y el espesor de junta fue 1.5 cm.

- Los ladrillos seleccionados fueron aquellos que no presentaban defectos o rajaduras en su interior y exterior.
- Durante media hora se regaron los ladrillos seleccionados con una anterioridad de 15 horas previas a la construcción de las pilas.
- Las unidades limpias de polvo sin agua libre, fueron asentadas verticalmente con una plomada y un nivel.
- El grosor se controló con una regla de madera (escantillón).
- Después de elaborar las pilas, fueron humedecidas durante dos semanas, para ser ensayadas a los 28 días.

#### **Material y equipo utilizado:**

- Recipiente para la mezcla del mortero
- Máquina de compresión hidráulica
- Plomada, nivel
- Balanza
- Guantes, cordel
- Badilejos, espátula
- Probeta graduada
- Materiales: Ladrillos, Cemento, agua, agregado fino y cenizas de cáscaras de arroz

#### **Elaboración de las pilas para ser ensayados por adherencia.**





**Figura 59.** Verificación de nivelación de pilas para el ensayo de adherencia.

**Fuente:** Elaboración propia.

#### **Ensayo de adherencia por flexión en la compresora hidráulica.**



**Figura 60.** Ensayo de resistencia a la adherencia por flexión de elementos de albañilería.

**Fuente:** Elaboración propia.

#### **2.5.2.5.2. Resistencia a la compresión axial en pilas de albañilería.**

Para la determinación de la resistencia característica ( $F'_m$ ), se construyeron 21 pilas considerando las indicaciones mencionadas en la ASTM C1314, que fueron sometidas a cargas axiales en la compresora del Laboratorio de Ensayo de Materiales de la Universidad Señor de Sipán. El procedimiento fue igual al de la elaboración de muestras para el ensayo de adherencia, así como también los equipos y materiales utilizados; lo

diferente fue que se añadió a estas una mezcla cemento, yeso y agua en las dos caras de su superficie; de tal manera que ambas caras estén niveladas para ser ensayadas a compresión.

**Pilas de albañilería con una capa de mezcla de cemento, yeso y agua.**



**Figura 61.** Pilas de albañilería con su capping en ambas caras de sus superficies.

**Fuente:** Elaboración propia.

**Ensayo de compresión en pilas.**



**Figura 62.** Ensayo de resistencia a la compresión de elementos de albañilería.

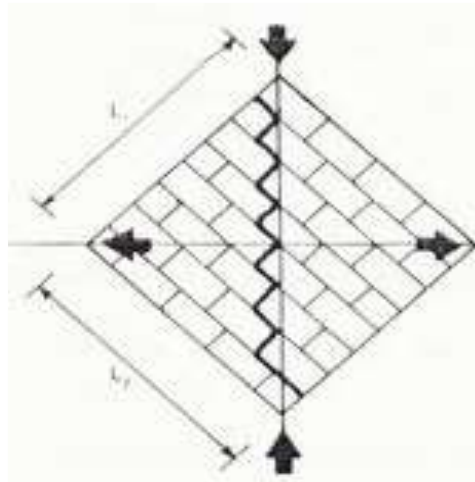
**Fuente:** Elaboración propia.

**2.5.2.5.3. Resistencia a la compresión diagonal en muretes.**

Teniendo en cuenta la NTP 399.621, los especímenes utilizados para determinar la resistencia a compresión diagonal de la albañilería, son muretes de dimensiones cuadradas de 600 mm de lado, se construyeron 21 muretes que fueron sometidos a una carga de compresión diagonal, para determinar la resistencia al corte ( $V'm$ ).

. El ensayo consiste en aplicar una carga de compresión diagonal al murete que produce esfuerzos de compresión en la diagonal vertical y al mismo tiempo produce esfuerzos de tracción en la diagonal perpendicular.

#### **Comportamiento de un murete sometido a una carga de compresión diagonal.**



**Figura 63.** Comportamiento del murete a compresión diagonal.

**Fuente:** Elaboración propia.

#### **Material y equipo utilizado:**

- Recipiente para la mezcla del mortero
- Prensa hidráulica Rusa
- Plomada
- Nivel
- Balanza
- Guantes, cordel
- Badilejos
- Espátula
- Probeta graduada
- Materiales: Ladrillos, Cemento, agua, agregado fino y cenizas de cáscaras de arroz

El equipo de ensayo para la compresión diagonal en muretes fue facilitado por la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, a través de su Laboratorio de Ensayo de Materiales.

**Prensa hidráulica Rusa.**



**Figura 64.** Prensa hidráulica en donde los muretes fueron ensayados.

**Fuente:** Elaboración propia.

### **Ensayo de compresión diagonal.**



**Figura 65.** Ensayo de compresión diagonal en muretes de albañilería.

**Fuente:** Elaboración propia.

## **2.6. Criterios éticos**

De acuerdo al Capítulo III del Código de Ética del Colegio de Ingenieros del Perú (2012), todo ingeniero debe saber el código ético de la profesión.

### **2.6.1. Sub Capítulo I: DE LA RELACIÓN CON LA SOCIEDAD.**

Los ingenieros deben poner sus conocimientos al servicio de la vida, salud y bienes de la población y público en general, de manera que no afecta su paz y bienestar. De esta manera, cuidarán los recursos humanos, económicos, naturales y materiales.

Así mismo, tienen la obligación de defender el territorio de trabajo de la ingeniería peruana e impulsar el desarrollo tecnológico del país.

### **2.6.2. Sub Capítulo II: DE LA RELACIÓN CON EL PÚBLICO.**

Todo ingeniero debe actuar con seriedad y convicción al explicar su trabajo o expresar opiniones sobre temas de ingeniería, sin crear conflictos de intereses y esforzándose para interactuar de manera clara con el público acerca los servicios prestados a la sociedad.

### **2.6.3. Sub Capítulo III: DE LA COMPETENCIA Y PERFECCIONAMIENTO PROFESIONAL.**

Para que realicen trabajos de ingeniería, será necesario que tengan estudios y/o experiencia en el campo específico de la ingeniería del que se trata. En caso de que se presenten problemas u ocurrencias en la obra a cargo, el ingeniero puede sugerir o consultar con especialistas.

### **2.6.4. Sub Capítulo IV: DE LA PROMOCIÓN Y PUBLICIDAD.**

Los ingenieros podrán publicar avisos profesionales e incluir sus nombres en listas o directorios en órganos reconocidos, formales y responsables.

### **2.6.5. Sub Capítulo V: DE LA CONCERTACIÓN DE LOS SERVICIOS.**

Los ingenieros deben competir leal y justamente. Su reputación profesional debe ser formada en base a sus servicios y experiencia.

### **2.6.6. Sub Capítulo VI: DE LA PRESTACIÓN DE SERVICIOS.**

El servicio que brinden los ingenieros a sus empleadores y clientes debe ser fiel. Evitarán todo tipo de conflicto con ellos y reservarán datos o circunstancias relacionados a

ellos. En caso que no se haya culminado con éxito el trabajo encomendado, pueden notificarlos.

#### **2.6.7. Sub Capítulo VII: DE LAS RELACIONES CON EL PERSONAL.**

Ningún ingeniero debe manifestar un trato discriminatorio en materia de condiciones de trabajo, oportunidades y relaciones humanas hacia su personal a cargo. Todo esto con el fin de cuidar, velar y respetar la seguridad de sus vidas y salud.

#### **2.6.8. Sub Capítulo VIII: DE LA RELACIÓN CON LOS COLEGAS.**

Respecto a la opinión referente al trabajo de otros ingenieros para el mismo cliente, no revisarán ni emitirán pareceres. Pueden hacerlo siempre y cuando hayan concluido los acuerdos para la realización de los trabajos y salvo que los colegas tengan conocimiento de ello.

### **2.7. Criterios de rigor científico**

#### **2.7.1. Validez interna.**

La evaluación de análisis y resultados de los datos, características y alcances de la presente investigación fue realizado con plena idoneidad, autenticidad y originalidad, teniendo en cuenta la solidez en el diseño de investigación. Dichos resultados fueron validados por el responsable del Laboratorio de Ensayos de Materiales de la casa de estudios.

#### **2.7.2. Validez externa.**

La presente investigación por su amplio abordaje podrá generalizar los resultados del estudio en otros contextos sociales, sobre todo para mejorar la calidad de infraestructuras, ambientes y condiciones de las poblaciones.

#### **2.7.3. Fiabilidad.**

Su objetivo es evaluar la estabilidad de las puntuaciones entre los diferentes elementos que componen el instrumento de medición. Por este motivo, la presente investigación incluye ensayos y métodos basados en parámetros propuestos por normas técnicas nacionales e internacionales.

### **III. RESULTADOS**

### 3.1. Resultados en tablas y figuras

#### 3.1.1. Composición química de las cenizas de cáscaras de arroz.

El análisis de composición química fue realizado mediante la Norma ASTM C618, por la empresa MASTERLEM S.A.C., ubicada en Huachipa, Lima, Perú.

**Tabla 14.**

*Composición química de las cenizas de cáscaras de arroz.*

COMPUESTO	COMPOSICIÓN QUÍMICA	CONTENIDO (%)
Óxido de Silicio	SiO <sub>2</sub>	95,18
Óxido de Aluminio	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,48
Óxido de Hierro	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,08
Óxido de Sodio	Na <sub>2</sub> O	0,12
Óxido de Potasio	K <sub>2</sub> O	1,13
Óxido de Calcio	CaO	0,64
Óxido de Magnesio	MgO	0,44
	Otros	1,93

**Fuente:** MASTERLEM S.A.C.

En la tabla 14, se observa que el compuesto químico con mayor porcentaje de presencia en el material es el Óxido de silicio con un 95,18%. Ver **anexo 2.1**

**Tabla 15.**

*Comparación de la composición química de las cenizas de cáscaras de arroz con el cemento Pórtland Tipo I – Pacasmayo.*

COMPUESTO	COMPOSICIÓN QUÍMICA	CONTENIDO (%)	
		CENIZAS DE CÁSCARAS DE ARROZ	CEMENTO PÓRTLAND TIPO I - PACASMAYO
Óxido de Silicio	SiO <sub>2</sub>	95,18	21,00
Óxido de Aluminio	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,48	6,50
Óxido de Hierro	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,08	2,50
Óxido de Sodio	Na <sub>2</sub> O	0,12	-
Óxido de Potasio	K <sub>2</sub> O	1,13	-
Óxido de Calcio	CaO	0,64	62,50
Óxido de Magnesio	MgO	0,44	2,30
	Otros	1,93	5,20

**Fuente:** Elaboración propia.

Se observa en la tabla 15, que los minerales que prevalecen en la composición química del cemento Pórtland Tipo I son Óxido de Calcio (CaO) con 62,50% y el Óxido de



Silicio (SiO<sub>2</sub>) con 21%, en comparación con la composición química de las cenizas de cáscaras de arroz que es comprendido en la mayoría de su estructura por Óxido de Silicio con un 95,18%.

Por lo que incorporando este residuo en la mezcla de mortero de manera sustitutoria y adicionada con respecto al peso del cemento en 5%, 10% y 15%; mejoraría las propiedades mecánicas del mortero gracias al gran porcentaje de sílice que contiene este residuo en su estructura.

### 3.1.1.1. *Ensayos elaborados a la ceniza de cáscaras de arroz.*

#### 3.1.1.1.1. *Método de ensayo normalizado para determinar el peso específico.*

**Tabla 16**

*Peso específico de las cenizas de cáscaras de arroz.*

<b>DETERMINACIÓN DEL PESO ESPECÍFICO DE LAS CCA.</b>		
Peso de la muestra de las cenizas de cáscaras de arroz	(gr.)	54.40
Volumen inicial del líquido introducido al frasco Le Chatelier	(cm <sup>3</sup> .)	0.50
Volumen final del líquido (después de introducir el peso de las cenizas de cáscaras de arroz)	(cm <sup>3</sup> .)	23.00
<b>PESO ESPECÍFICO DE MASA</b>	<b>(gr/cm<sup>3</sup>)</b>	<b>2.418</b>

**Fuente:** Elaboración propia.

Para el ensayo del peso específico de las cenizas de cáscaras de arroz se obtuvo como resultado 2418 (kg/m<sup>3</sup>), como se observa en la tabla 16. **Ver anexo 4.1**

#### 3.1.1.1.2. *Método de ensayo normalizado para determinar la masa por unidad de volumen o densidad (“Peso Unitario”) y los vacíos de las cenizas de cáscara de arroz.*

**Tabla 17**

*Peso unitario suelto de las cenizas de cáscaras de arroz.*

<b>PESO UNITARIO SUELTO</b>			
		<b>A</b>	<b>B</b>
Peso de la muestra suelta + recipiente	(gr.)	4341	4355
Peso del recipiente	(gr.)	3072	3072
Peso de muestra	(gr.)	1269	1283
Constante o Volumen	(m <sup>3</sup> )	0.002796	0.002796
Peso unitario suelto húmedo	(kg/m <sup>3</sup> )	453.89	458.90
Peso unitario suelto húmedo (Promedio)	(kg/m <sup>3</sup> )		456
Peso unitario suelto seco (Promedio)	(kg/m <sup>3</sup> )		<b>453</b>

**Fuente:** Elaboración propia.

**Tabla 18***Peso unitario compactado de las cenizas de cáscaras de arroz.*

<b>PESO UNITARIO COMPACTADO</b>			
		<b>A</b>	<b>B</b>
Peso de la muestra suelta + recipiente	(gr.)	4755	4772
Peso del recipiente	(gr.)	3072	3072
Peso de muestra	(gr.)	1683	1700
Constante o Volumen	(m3)	0.002796	0.002796
Peso unitario suelto húmedo	(kg/m3)	601.97	608.05
Peso unitario compactado húmedo (Promedio)	(kg/m3)	605	
Peso unitario seco compactado (Promedio)	(kg/m3)	<b>601</b>	

**Fuente:** Elaboración propia.

Para el ensayo de peso unitario de las cenizas de cáscaras de arroz se obtuvieron como resultados un peso unitario suelto seco de 453 (kg/m<sup>3</sup>) y un peso unitario compactado seco de 601 (kg/m<sup>3</sup>). Ver anexo 4.2

3.1.1.1.3. *Método de ensayo para determinar el contenido de humedad total evaporable de las cenizas de cáscaras de arroz por secado.*

**Tabla 19***Contenido de humedad de las cenizas de cáscaras de arroz.*

<b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b>			
		<b>A</b>	<b>B</b>
1. Peso de muestra húmeda	(gr.)	338.60	335.98
2. Peso de muestra seca	(gr.)	336.88	334.34
3. Peso de recipiente	(gr.)	87.80	89.25
4. Contenido de humedad	(%)	0.69	0.67
5. Contenido de humedad (promedio)	(%)	<b>0.68</b>	

**Fuente:** Elaboración propia.

Luego de realizar el ensayo se obtuvo como resultado un porcentaje de 0.68 de contenido de humedad de las cenizas de cáscaras de arroz. Ver anexo 4.2

3.1.1.1.4. *Resumen de análisis de resultados de las cenizas de cáscaras de arroz.*

**Tabla 20**

*Conglomerado de resultados de las cenizas de cáscaras de arroz.*

<b>Datos de la ceniza de cáscara de arroz</b>	<b>Molino “Los Ángeles”</b>	
1. Peso específico de masa	2418	kg/m <sup>3</sup>
2. Peso unitario suelto seco	453	kg/m <sup>3</sup>
3. Peso unitario compactado seco	601	kg/m <sup>3</sup>
4. Contenido de humedad	0.68	%

**Fuente:** Elaboración propia.

**3.1.2. Ensayos de agregado fino y unidades de albañilería.**

**3.1.2.1. Ensayos del agregado fino de la Cantera La Victoria – Pátapo.**

**3.1.2.1.1. Granulometría y módulo de fineza.**

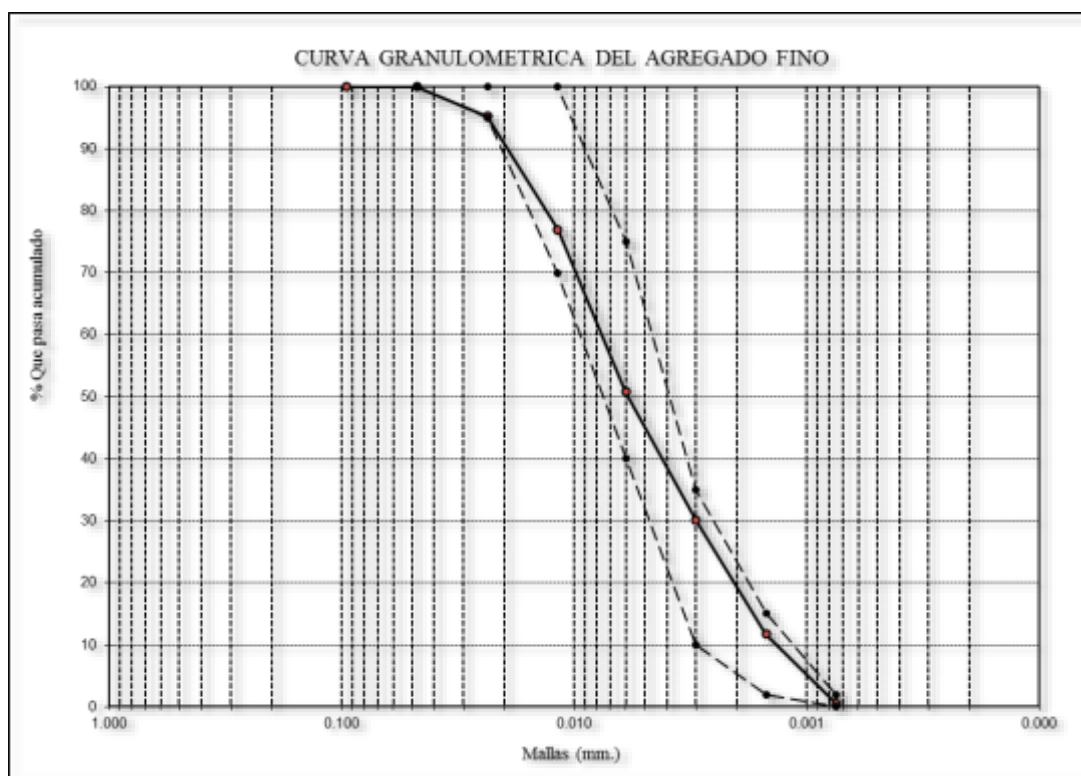
**Tabla 21**

*Granulometría del agregado fino por tamizado.*

MALLAS		PESO	%	% RETENIDO	% QUE PASA	Parámetros
PULGADAS	MILÍMETROS	RETENIDO	RETENIDO	ACUMULADO	ACUMULADO	Arena Gruesa
3/8"	9.500	0	0	0	100	-
Nº4	4.750	0	0.0	0.0	100.0	100
Nº8	2.360	28.63	4.8	4.8	95.2	95-100
Nº16	1.180	109.81	18.3	23.1	76.9	70-100
Nº30	0.600	156.77	26.1	49.2	50.8	40-75
Nº50	0.300	124.54	20.8	70.0	30.0	10-35
Nº100	0.150	109.73	18.3	88.2	11.8	2-15
Nº200	0.075	67.14	11.2	99.4	0.6	0-2
FONDO		3.38	0.6	100.0	0.0	-
<b>MÓDULO DE FINEZA</b>				<b>2.353</b>		

**Fuente:** Elaboración propia.

### Curva granulométrica del agregado fino.



**Figura 66.** Curva granulométrica del agregado fino.

**Fuente:** Elaboración propia.

A través de la figura 66, se demuestra que el agregado fino cumple con los parámetros requeridos en la NTP 400.012 AGREGADOS. El resultado del módulo de fineza fue 2.353, visualizado en la tabla 21. Ver anexo 5.1

**3.1.2.1.2.** Método de ensayo normalizado para la densidad, la densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado fino.

**Tabla 22**  
Peso específico y absorción del agregado fino.

#### I. DATOS

1.- Peso de la arena superficialmente seca	(gr)	500.0
2.- Peso de la arena superficialmente seca + peso del frasco + peso del agua	(gr)	980.0
3.- Peso de la arena superficialmente seca + peso del frasco	(gr)	670.0
4.- Peso del agua	(gr)	310.0
5.- Peso de la arena secada al horno + peso del frasco	(gr)	661.0
6.- Peso del frasco	(gr)	170.0
7.- Peso de la muestra secada al horno	(gr)	491.0

8.- Volumen del frasco	(cm <sup>3</sup> )	500.0
------------------------	--------------------	-------

## II.- RESULTADOS

1.- PESO ESPECIFICO DE MASA	(gr/cm <sup>3</sup> )	<b>2.584</b>
2.- PESO ESPECIFICO DE MASA SATURADO SUPERFICIALMENTE SECO	(gr/cm <sup>3</sup> )	2.632
3.- PESO ESPECIFICO APARENTE	(gr/cm <sup>3</sup> )	2.713
4.- PORCENTAJE DE ABSORCIÓN	%	<b>1.83</b>

**Fuente:** Elaboración propia.

Para el ensayo del peso específico y absorción del agregado fino se obtuvieron como resultados un peso específico de 2584 (kg/m<sup>3</sup>) y un % de absorción de 1.83, como se observa en la tabla 22. Ver anexo 5.2

3.1.2.1.3. *Método de ensayo normalizado para determinar la masa por unidad de volumen o densidad (“Peso Unitario”) y los vacíos en los agregados.*

**Tabla 23**

*Peso unitario suelto del agregado fino.*

<b>PESO UNITARIO SUELTO</b>			
		<b>A</b>	<b>B</b>
Peso de la muestra suelta + recipiente	(gr.)	7426	7497
Peso del recipiente	(gr.)	3038	3038
Peso de muestra	(gr.)	4388	4459
Constante o Volumen	(m <sup>3</sup> )	0.00283	0.00283
Peso unitario suelto húmedo	(kg/m <sup>3</sup> )	1550.32	1575.41
Peso unitario suelto húmedo (Promedio)	(kg/m <sup>3</sup> )		1563
Peso unitario suelto seco (Promedio)	(kg/m <sup>3</sup> )		<b>1551</b>

**Fuente:** Elaboración propia.

**Tabla 24**

*Peso unitario compactado del agregado fino.*

<b>PESO UNITARIO COMPACTADO</b>			
		<b>A</b>	<b>B</b>
Peso de la muestra suelta + recipiente	(gr.)	7973	7995
Peso del recipiente	(gr.)	3038	3038
Peso de muestra	(gr.)	4935	4957
Constante o Volumen	(m <sup>3</sup> )	0.002830	0.002830
Peso unitario suelto húmedo	(kg/m <sup>3</sup> )	1743.58	1751.35
Peso unitario compactado húmedo (Promedio)	(kg/m <sup>3</sup> )		1747
Peso unitario seco compactado (Promedio)	(kg/m <sup>3</sup> )		<b>1735</b>

**Fuente:** Elaboración propia.

Para el ensayo de peso unitario del agregado fino se obtuvieron como resultados un peso unitario suelto seco de 1551 (kg/m<sup>3</sup>) y un peso unitario compactado seco de 1735 (kg/m<sup>3</sup>). Ver anexo 5.3

**3.1.2.1.4.** *Método de ensayo para determinar el contenido de humedad total evaporable de agregados por secado.*

**Tabla 25**  
*Contenido de humedad del agregado fino.*

<b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b>			
		A	B
1. Peso de muestra húmeda	(gr.)	950.00	950.00
2. Peso de muestra seca + recipiente	(gr.)	1037.00	1028.00
3. Peso de recipiente	(gr.)	94.00	85.00
4. Contenido de humedad	(%)	0.74	0.74
5. Contenido de humedad (promedio)	(%)	<b>0.74</b>	

**Fuente:** Elaboración propia.

Luego de realizar el ensayo se obtuvo como resultado un porcentaje de 0.74 de contenido de humedad del agregado fino. Ver anexo 5.3

**3.1.2.1.5.** *Resumen de análisis de resultados del agregado fino.*

**Tabla 26**  
*Conglomerado de resultados del agregado fino.*

<b>Datos del agregado fino</b>	<b>Cantera la Victoria - Pátapo</b>	
1. Módulo de fineza (adimensional)	2.353	
2. Peso específico de masa	2584	kg/m <sup>3</sup>
3. Porcentaje de absorción	1.83	%
4. Peso unitario suelto seco	1551	kg/m <sup>3</sup>
5. Peso unitario compactado seco	1735	kg/m <sup>3</sup>
6. Contenido de humedad	0.74	%

**Fuente:** Elaboración propia.

**3.1.2.2.** *Ensayos de las unidades de albañilería.*

**3.1.2.2.1.** *Variación Dimensional.*

A continuación, se muestra en la tabla 27 el resumen de la variabilidad dimensional que fue comparado con la clasificación según el RNE E.070 y en la tabla 28 la dispersión máxima que existe en los ladrillos seleccionados para la investigación. Ver anexo

**6.1**

**Tabla 27***Resumen de la variabilidad dimensional para determinar el Tipo de ladrillo.*

Ladrillos	Variabilidad dimensional						Clasificación de norma
	L(mm)	L (%)	a(mm)	a(%)	h(mm)	h(%)	
Cerámicos Lambayeque 18 Huecos	237.38	0.21	118.90	0.49	89.35	0.81	TIPO IV
Ladrillos Lark 18 Huecos	223.20	0.58	122.03	0.57	89.89	1.17	TIPO IV
Ladrillos Ital 18 Huecos	230.83	0.24	117.83	0.34	89.59	1.92	TIPO III

**Fuente:** Elaboración propia.

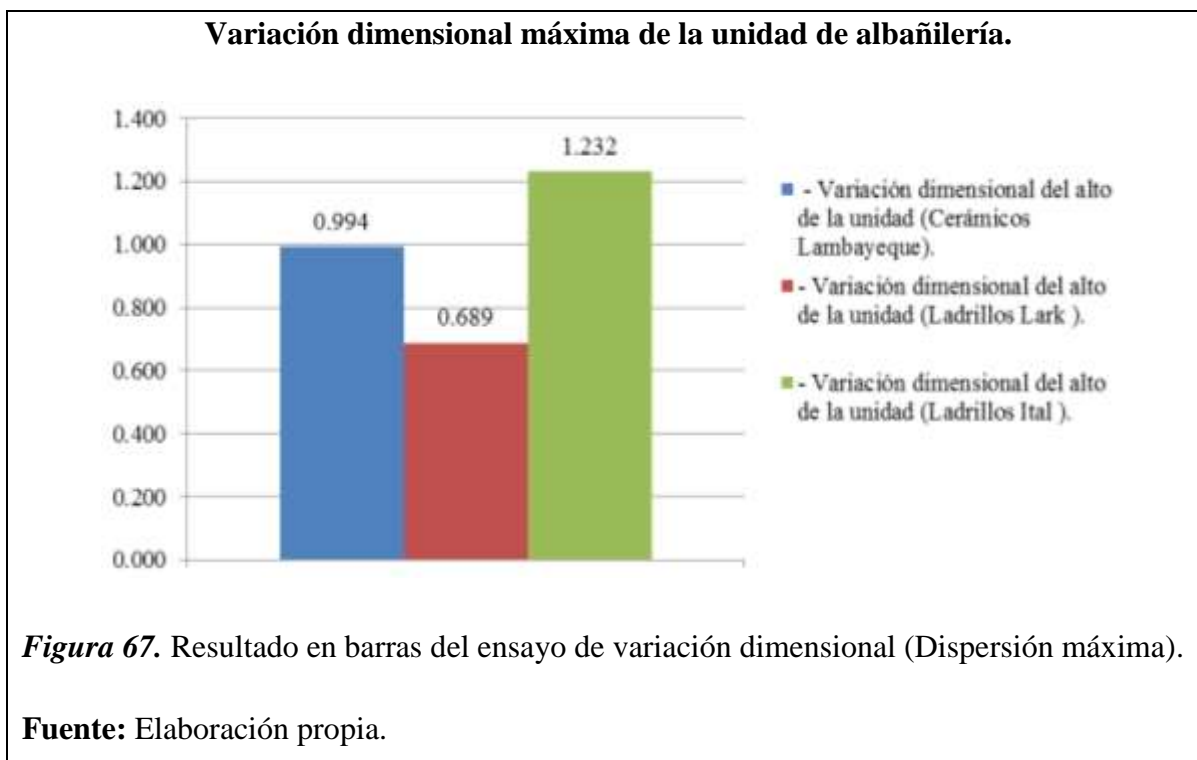
Según los resultados del ensayo de variabilidad dimensional, los ladrillos se clasifican como TIPO IV y TIPO III para la marca Ital.

**Tabla 28***Dispersión máxima en los ladrillos seleccionados para la investigación.*

Ladrillos	Dispersión Máxima (%)
Cerámicos Lambayeque 18 huecos	0.994
Ladrillos Lark 18 huecos	0.689
Ladrillos Ital 18 huecos	1.232

**Fuente:** Elaboración propia.

En la tabla 28 se observa que la dispersión de los ladrillos para Cerámicos Lambayeque fue de 0.994%, Ladrillos Lark 0.689% y Ladrillos Ital 1.232%.



En la figura 67 se observa que la barra de color verde utilizada para Ladrillos Ital, representa la mayor dispersión a comparación de las otras dos marcas también ensayadas (Cerámicos Lambayeque y Ladrillos Lark).

**3.1.2.2.2. Porcentaje de área de vacíos.**

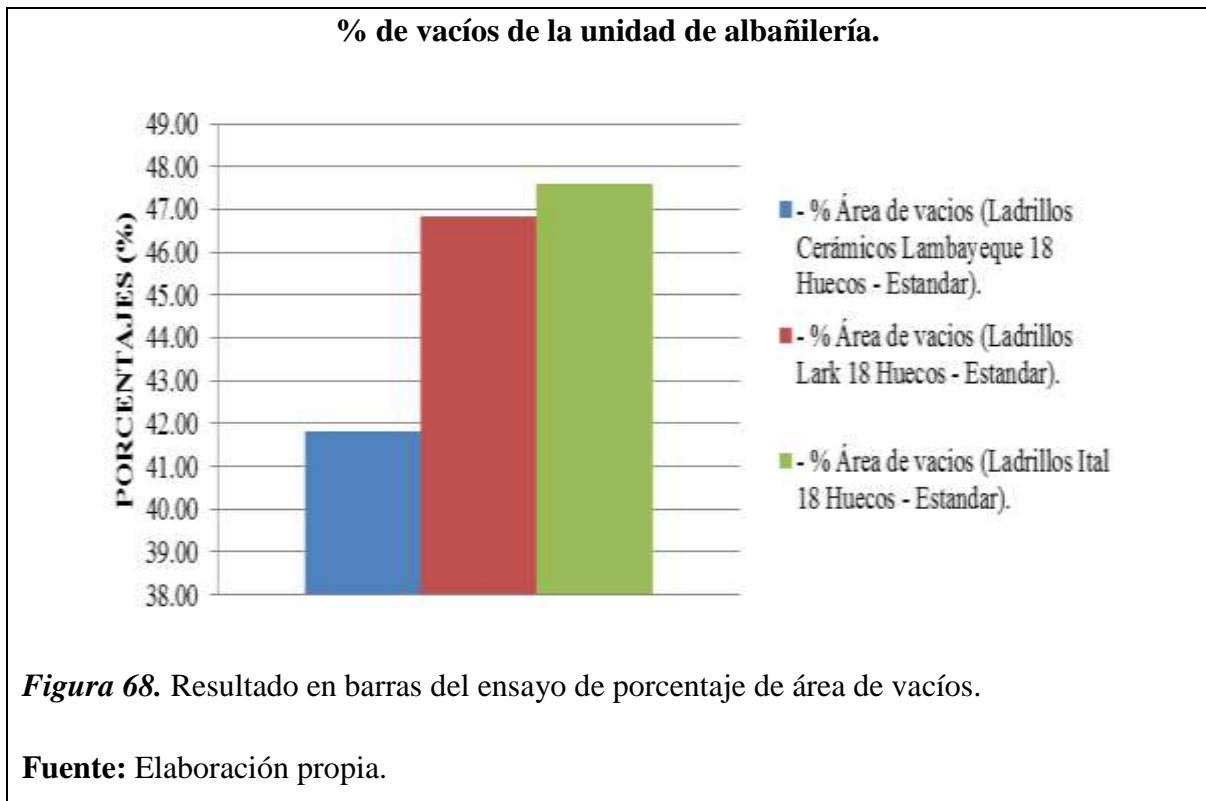
**Tabla 29**

*Cuadro comparativo de porcentaje (%) de vacíos.*

<b>Espécimen</b>	<b>% de Área de vacíos</b>
Ladrillos Cerámicos Lambayeque.	41.80
Ladrillos Lark.	46.83
Ladrillos Ital.	47.58

**Fuente:** Elaboración propia.

En la tabla 29 se observa que el porcentaje de área de vacíos para Cerámicos Lambayeque fue de 41.80%, Ladrillos Lark 46.83% y Ladrillos Ital 47.58%. **Ver anexo 6.4**



Se observa en la figura 68 que la barra de color verde, utilizada para Ladrillos Ital, representa el mayor porcentaje de vacíos a comparación con las otras dos marcas ensayadas (Cerámicos Lambayeque y Ladrillos Lark).



### 3.1.2.2.3. Absorción.

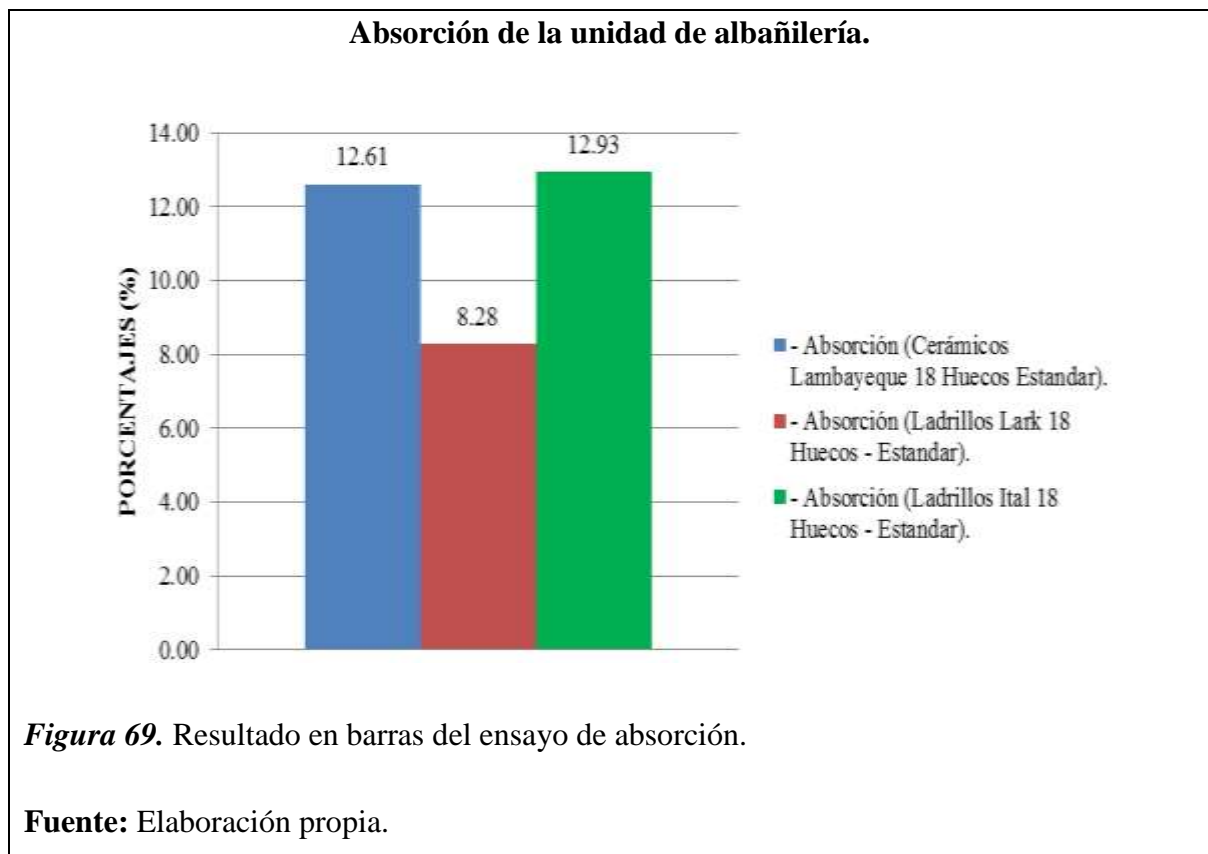
**Tabla 30**

*Cuadro comparativo de porcentaje (%) de absorción.*

Espécimen	% ABSORCIÓN
Cerámicos Lambayeque	12.61
Ladrillos Lark	8.28
Ladrillos Ital	12.93

**Fuente:** Elaboración propia.

El porcentaje de absorción para Cerámicos Lambayeque fue de 12.61%, Ladrillos Lark 8.28% y Ladrillos Ital 12.93%, como se muestra en la tabla 30. Ver anexo 6.3



Se observa en la figura 69 que la barra de color verde, utilizada para Ladrillos Ital, representa la mayor absorción comparación con las otras dos marcas ensayadas (Cerámicos Lambayeque y Ladrillos Lark).

3.1.2.2.4. *Succión.*

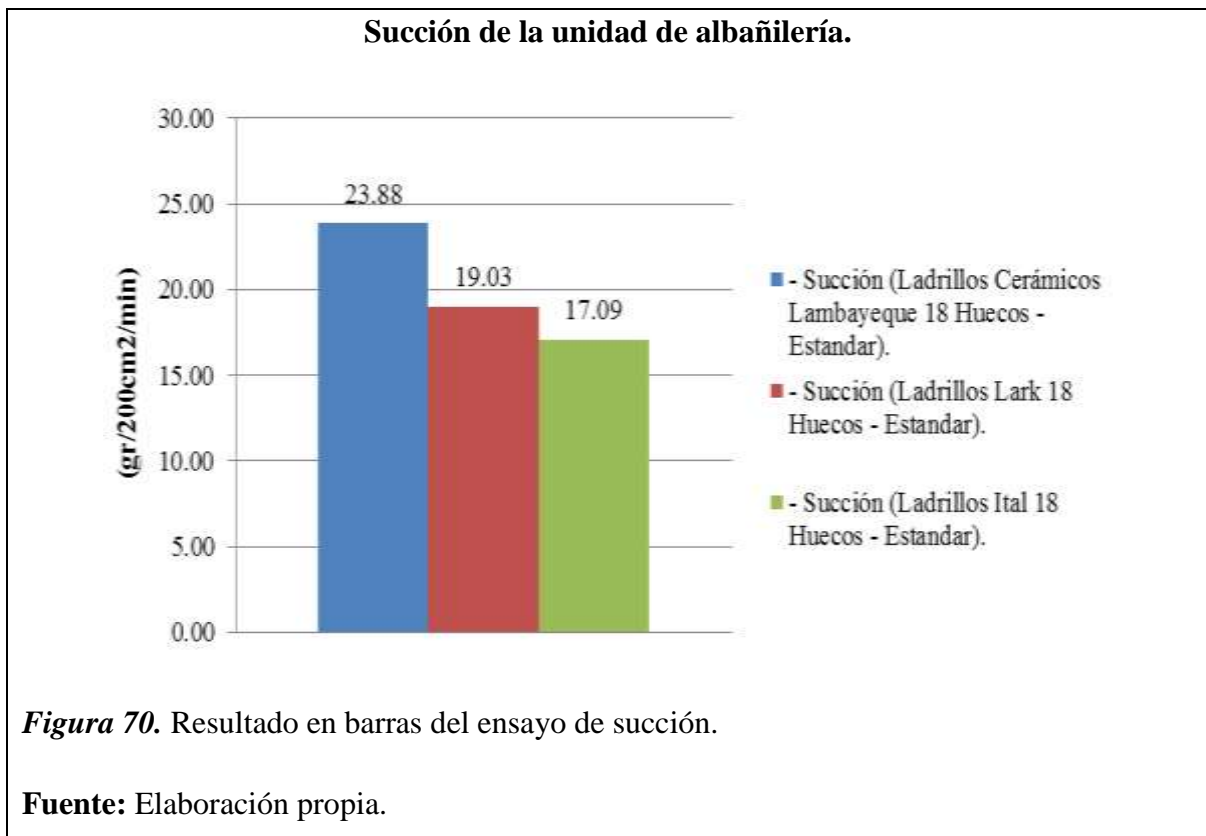
**Tabla 31**

Cuadro comparativo de succión.

Espécimen	SUCCIÓN gr/ (200cm <sup>2</sup> x min)
Cerámicos Lambayeque	23.88
Ladrillos Lark	19.03
Ladrillos Ital	17.09

**Fuente:** Elaboración propia.

La succión para Cerámicos Lambayeque fue de 23.88 gr/ (200cm<sup>2</sup> x min), Ladrillos Lark 19.03 gr/ (200cm<sup>2</sup> x min) y Ladrillos Ital 17.09 gr/ (200cm<sup>2</sup> x min), como se muestra en la tabla 31. Ver anexo 6.2



Se observa en la figura 70 que la barra de color azul, utilizada para Ladrillos Cerámicos Lambayeque, representa la mayor succión en comparación con las otras dos marcas ensayadas (Ladrillos Lark y Ladrillos Ital).

3.1.2.2.5. Resistencia a la compresión  $F'_b$ .

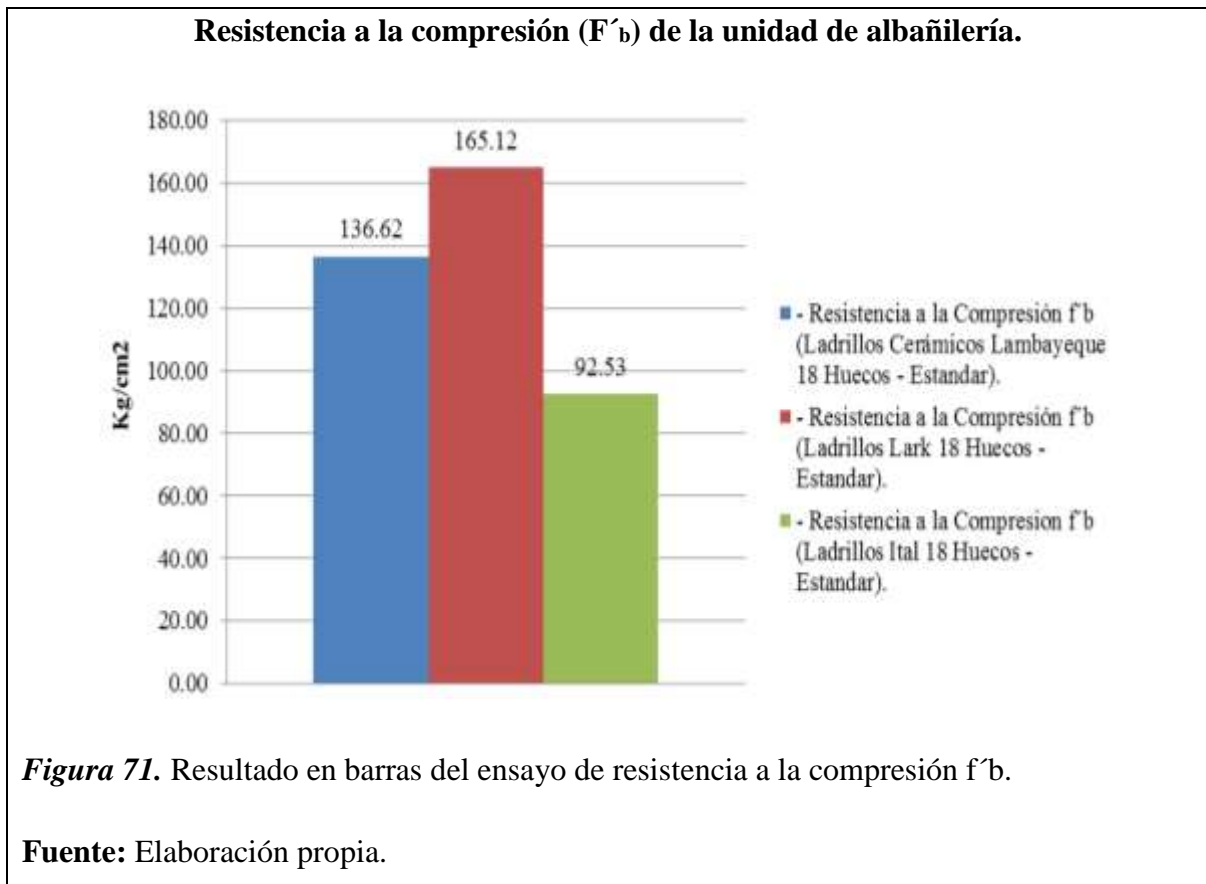
**Tabla 32**

Cuadro comparativo de resistencia a la compresión  $F'_b$ .

Espécimen	$F'_b$ (Kg/cm <sup>2</sup> )	Clasificación según el RNE E.070
Cerámicos Lambayeque	136.62	TIPO IV
Ladrillos Lark	165.12	TIPO IV
Ladrillos Ital	95.78	TIPO III

**Fuente:** Elaboración propia.

Según los resultados obtenidos del ensayo de Resistencia a la compresión  $F'_b$ , ladrillos Cerámicos Lambayeque y Lark se clasifican como TIPO IV, y Ladrillos Ital se clasifica como TIPO III. Ver anexo 6.5



Se observa en la figura 71 que la barra de color roja, utilizada para Ladrillos Lark, representa una mayor resistencia a la compresión  $F'_b$  en comparación con las otras dos marcas ensayadas (Cerámicos Lambayeque y Ladrillos Ital).

3.1.2.2.6. *Resumen de análisis de resultados de la unidad de albañilería.*

**Tabla 33**

*Conglomerado de resultados de la unidad de albañilería.*

Ensayos a la unidad de albañilería	Ladrillos Lark	Ladrillos	
		Cerámicos Lambayeque	Ladrillos Ital
<b>1. Variación dimensional</b>			
1.1. Clasificación según el RNE E.070	Tipo V	Tipo V	Tipo V
1.2. Dispersión máxima (%)	0.689	0.994	1.232
<b>2. Porcentaje de área de vacíos (%)</b>	46.83	41.80	47.58
<b>3. Porcentaje de absorción (%)</b>	8.28	12.61	12.93
<b>4. Succión (gr/ (200cm<sup>2</sup> x min))</b>	19.03	23.88	17.09
<b>5. Resistencia a la compresión F<sub>b</sub></b>			
5.1. Resistencia (kg/cm <sup>2</sup> )	165.12	136.62	95.78
5.2. Clasificación según el RNE E.070	Tipo IV	Tipo IV	Tipo III

**Fuente:** Elaboración propia.

**3.1.3. Diseño de mezcla del mortero.**

**3.1.3.1. *Diseño de mezcla del mortero patrón.***

**Tabla 34**

*Diseño de mezclas del mortero patrón.*

DISEÑO DE MEZCLA DE MORTERO PATRÓN				
TIPO	COMPONENTES			RELACIÓN AGUA/CEMENTO
	Cemento		Arena	
P1	1	:	3.5	0.77
P2	1	:	4	0.83
P2	1	:	5	1.05
NP	1	:	6	1.25

**Fuente:** Elaboración propia.

En la tabla 34 se observan las relaciones agua/cemento obtenidas para cada una de las dosificaciones estimadas en la presente investigación.

### 3.1.3.2. *Diseño de mortero sustituido con CCA.*

**Tabla 35**

*Diseño de mezcla del mortero sustituido con CCA.*

<b>DOSIFICACIÓN DE MEZCLA - MORTERO EN VOLUMEN</b>						
			<b>Cemento</b>		<b>Arena</b>	<b>CCA</b>
<b>MEZCLA PATRÓN:</b>			1	:	3.5	0
<b>MEZCLA CON CCA</b>	M-1	5%	0.95	:	3.5	0.05
	M-2	10%	0.90	:	3.5	0.10
	M-3	15%	0.85	:	3.5	0.15
<b>MEZCLA PATRÓN:</b>			1	:	4	0
<b>MEZCLA CON CCA</b>	M-1	5%	0.95	:	4	0.05
	M-2	10%	0.90	:	4	0.10
	M-3	15%	0.85	:	4	0.15
<b>MEZCLA PATRÓN:</b>			1	:	5	0
<b>MEZCLA CON CCA</b>	M-1	5%	0.95	:	5	0.05
	M-2	10%	0.90	:	5	0.10
	M-3	15%	0.85	:	5	0.15
<b>MEZCLA PATRÓN:</b>			1	:	6	0
<b>MEZCLA CON CCA</b>	M-1	5%	0.95	:	6	0.05
	M-2	10%	0.90	:	6	0.10
	M-3	15%	0.85	:	6	0.15

**Fuente:** Elaboración propia.

En la tabla 35 se observan las proporciones para los porcentajes de sustitución 5%, 10% y 15% con CCA de acuerdo al peso del cemento para ser incluida en la mezcla de cada dosificación diseñada. Ver anexo 7

### 3.1.3.3. *Diseño de mortero adicionado con CCA.*

**Tabla 36**

*Diseño de mezcla del mortero adicionado con CCA.*

<b>DOSIFICACIÓN DE MEZCLA - MORTERO EN VOLUMEN</b>						
			<b>Cemento</b>		<b>Arena</b>	<b>CCA</b>
<b>MEZCLA PATRÓN:</b>			1	:	3.5	0
<b>MEZCLA CON CCA</b>	M-1	5%	1	:	3.5	0.05
	M-2	10%	1	:	3.5	0.10
	M-3	15%	1	:	3.5	0.15
<b>MEZCLA PATRÓN:</b>			1	:	4	0
<b>MEZCLA CON CCA</b>	M-1	5%	1	:	4	0.05
	M-2	10%	1	:	4	0.10
	M-3	15%	1	:	4	0.15

<b>MEZCLA PATRÓN:</b>			1	:	5	:	0
<b>MEZCLA CON CCA</b>	M-1	5%	1	:	5	:	0.05
	M-2	10%	1	:	5	:	0.10
	M-3	15%	1	:	5	:	0.15
<b>MEZCLA PATRÓN:</b>			1	:	6	:	0
<b>MEZCLA CON CCA</b>	M-1	5%	1	:	6	:	0.05
	M-2	10%	1	:	6	:	0.10
	M-3	15%	1	:	6	:	0.15

**Fuente:** Elaboración propia.

Las proporciones de porcentajes de adición de CCA incluidas en la mezcla del mortero en 5%, 10% y 15%, de acuerdo al peso del cemento en cada dosificación diseñada se observan en la tabla 36. **Ver anexo 8**

### **3.1.4. Propiedades físico – mecánicas de la mezcla del mortero patrón y modificado con cenizas de cáscaras de arroz (CCA).**

#### **3.1.4.1. Propiedades físicas del mortero patrón y modificado con cenizas de cáscaras de arroz.**

##### **3.1.4.1.1. Fluidez.**

##### **A. Mortero patrón y mortero con sustitución de CCA**

##### **A.1. Dosificación 1:3.5**

**Tabla 37**

*Fluidez del mortero patrón P1 (1:3.5) y mortero sustituido con CCA.*

<b>MUESTRA</b>	<b>DOSIFICACIÓN</b>			<b>FLUIDEZ (%)</b>	
	<b>CEMENTO</b>	<b>ARENA</b>	<b>CCA</b>		
MORTERO PATRÓN	1	3.5	0	112.25	%
MORTERO CON SUST. 5%	0.95	3.5	0.05	72.50	%
MORTERO CON SUST. 10%	0.90	3.5	0.10	55.00	%
MORTERO CON SUST. 15%	0.85	3.5	0.15	40.88	%

**Fuente:** Elaboración propia.

La fluidez del mortero patrón (1:3.5) fue 112.25%, el mortero con 5% de sustitución con CCA obtuvo 72.50%, con 10% fue 55% y por último con 15% fue 40.88% como se observan en la tabla 37. **Ver anexo 9.1.1**

**Fluidez del mortero patrón y sustituido con CCA.: Dosificación P1 (1:3.5)**



**Figura 72.** Resultado en barras del ensayo de fluidez de la dosificación P1 (1:3.5), mortero patrón y sustituido con CCA.

**Fuente:** Elaboración propia.

En la figura 72, los morteros sustituidos con CCA en proporciones 0.95 : 3.5 : 0.05, 0.90 : 3.5 : 0.10 y 0.85 : 3.5 : 0.15 presentan una disminución en la fluidez de 35%, 51% y 64% respectivamente, en relación al mortero patrón 1 : 3.5 (sin CCA).

**A.2. Dosificación 1:4**

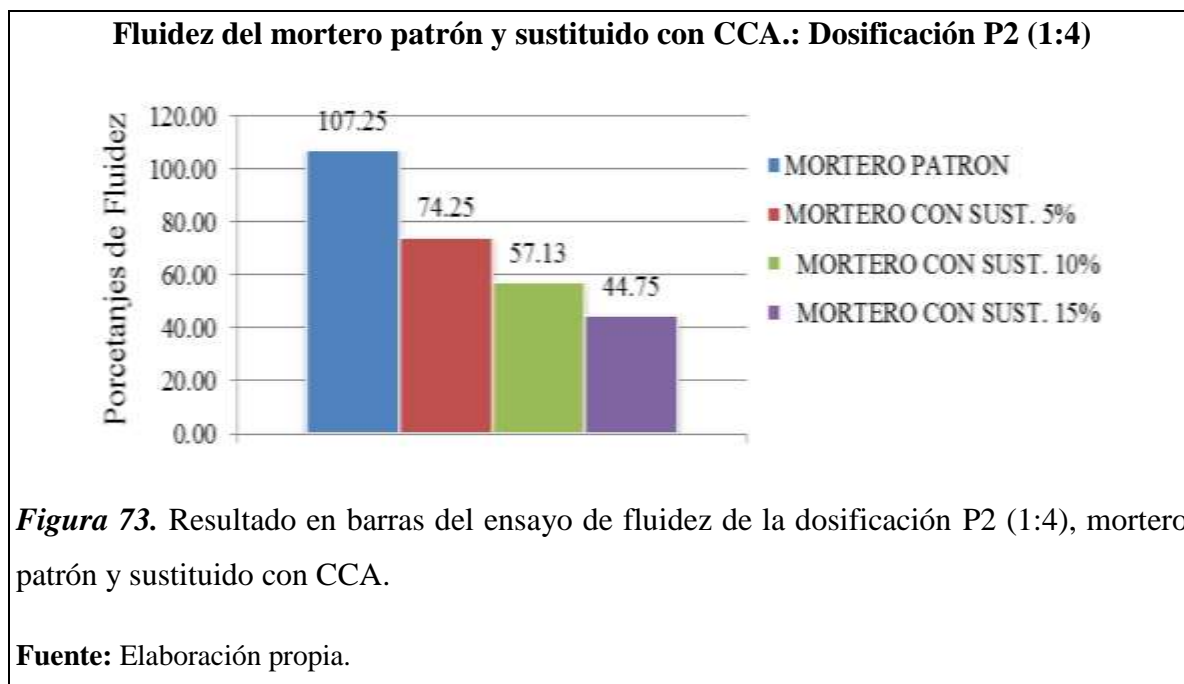
**Tabla 38**

*Fluidez del mortero patrón P2 (1:4) y mortero sustituido con CCA.*

MUESTRA	DOSIFICACIÓN			FLUIDEZ (%)
	CEMENTO	ARENA	CCA	
MORTERO PATRÓN	1	4	0	107.25 %
MORTERO CON SUST. 5%	0.95	4	0.05	74.25 %
MORTERO CON SUST. 10%	0.90	4	0.10	57.13 %
MORTERO CON SUST. 15%	0.85	4	0.15	44.75 %

**Fuente:** Elaboración propia.

La fluidez del mortero patrón (1:4) fue 107.25%, el mortero con 5% de sustitución con CCA obtuvo 74.25%, con 10% fue 57.13% y por último con 15% fue 44.75% como se observan en la tabla 38. **Ver anexo 9.1.2**



En la figura 73, los morteros sustituidos con CCA en proporciones 0.95 : 4 : 0.05, 0.90 : 4 : 0.10 y 0.85 : 4 : 0.15 presentan una disminución en la fluidez de 31%, 47% y 58% respectivamente, en relación al mortero patrón 1 : 4 (sin CCA).

### A.3. Dosificación 1:5

**Tabla 39**

*Fluidez del mortero patrón P2 (1:5) y mortero sustituido con CCA.*

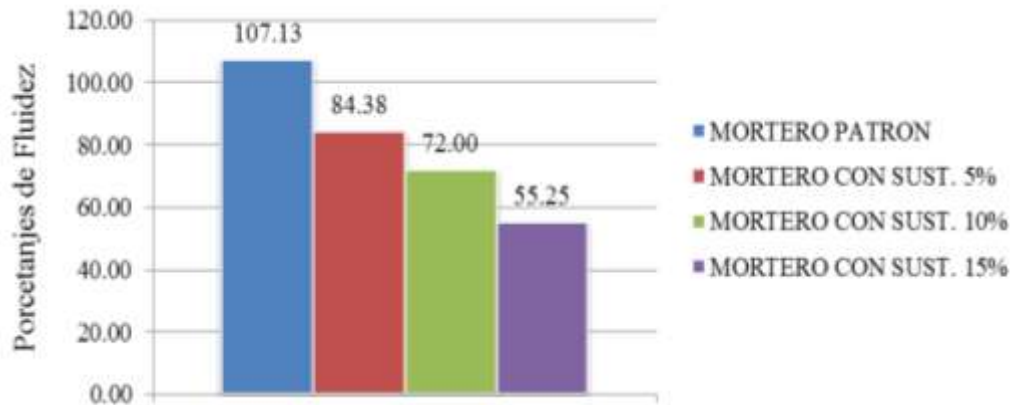
MUESTRA	DOSIFICACIÓN			FLUIDEZ (%)
	CEMENTO	ARENA	CCA	
MORTERO PATRÓN	1	5	0	107.13 %
MORTERO CON SUST. 5%	0.95	5	0.05	84.38 %
MORTERO CON SUST. 10%	0.90	5	0.10	72.00 %
MORTERO CON SUST. 15%	0.85	5	0.15	55.25 %

**Fuente:** Elaboración propia.

La fluidez del mortero patrón (1:5) fue 107.13%, el mortero con 5% de sustitución con CCA obtuvo 84.38%, con 10% fue 72.00% y por último con 15% fue 55.25% como se observan en la tabla 39. **Ver anexo 9.1.3**



**Fluidez del mortero patrón y sustituido con CCA.: Dosificación P2 (1:5)**



**Figura 74.** Resultado en barras del ensayo de fluidez de la dosificación P2 (1 : 5), mortero patrón y sustituido con CCA.

**Fuente:** Elaboración propia.

En la figura 74, los morteros sustituidos con CCA en proporciones 0.95: 5 : 0.05, 0.90 : 5 : 0.10 y 0.85 : 5 : 0.15 presentan una disminución en la fluidez de 21%, 33% y 48% respectivamente, en relación al mortero patrón 1 : 5 (sin CCA).

**A.4. Dosificación 1:6**

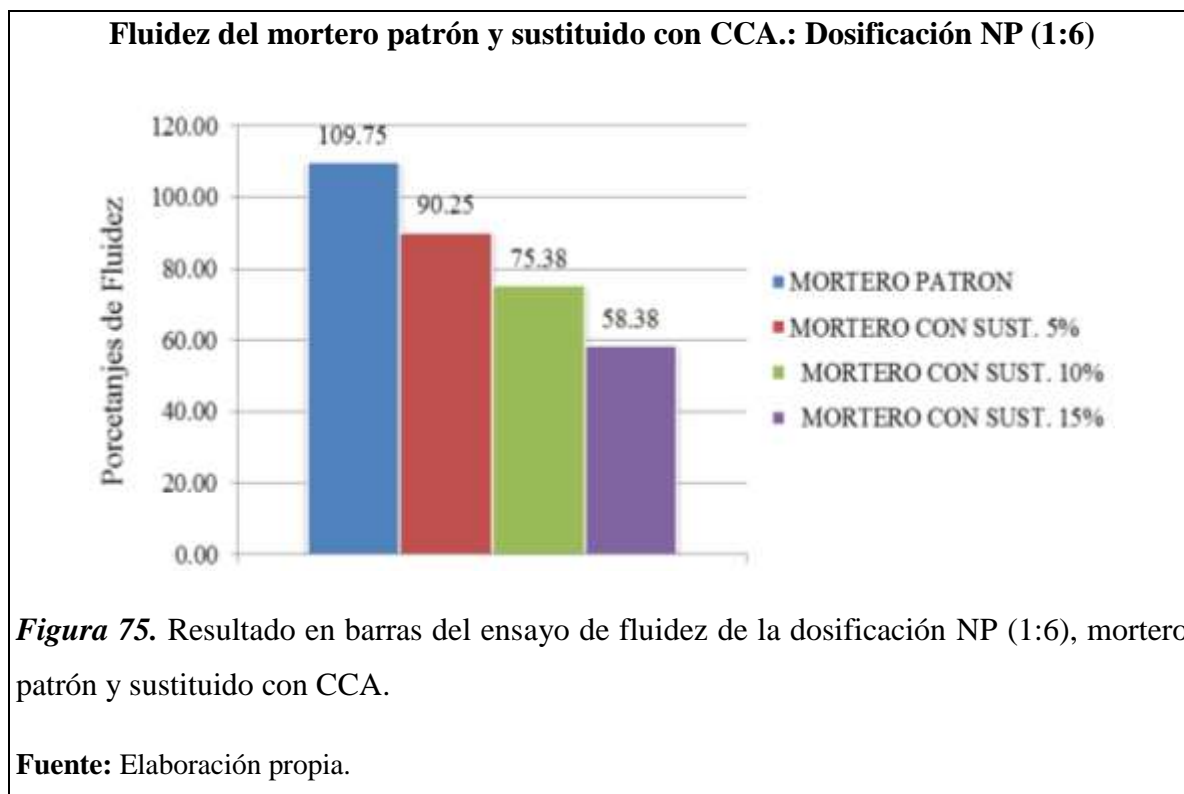
**Tabla 40**

*Fluidez del mortero patrón NP (1:6) y mortero sustituido con CCA.*

MUESTRA	DOSIFICACIÓN			FLUIDEZ (%)	
	CEMENTO	ARENA	CCA		
MORTERO PATRÓN	1	6	0	109.75	%
MORTERO CON SUST. 5%	0.95	6	0.05	90.25	%
MORTERO CON SUST. 10%	0.90	6	0.10	75.38	%
MORTERO CON SUST. 15%	0.85	6	0.15	58.38	%

**Fuente:** Elaboración propia.

La fluidez del mortero patrón (1:6) fue 109.75%, el mortero con 5% de sustitución con CCA obtuvo 90.25%, con 10% fue 75.38% y por último con 15% fue 58.38% como se observan en la tabla 40. **Ver anexo 9.1.4**



En la figura 75, los morteros sustituidos con CCA en proporciones 0.95 : 6 : 0.05, 0.90 : 6 : 0.10 y 0.85 : 6 : 0.15 presentan una disminución en la fluidez de 18%, 31% y 47% respectivamente, en relación al mortero patrón 1 : 6 (sin CCA).

*B. Mortero patrón y mortero con adición de CCA*

*B.1. Dosificación 1:3.5*

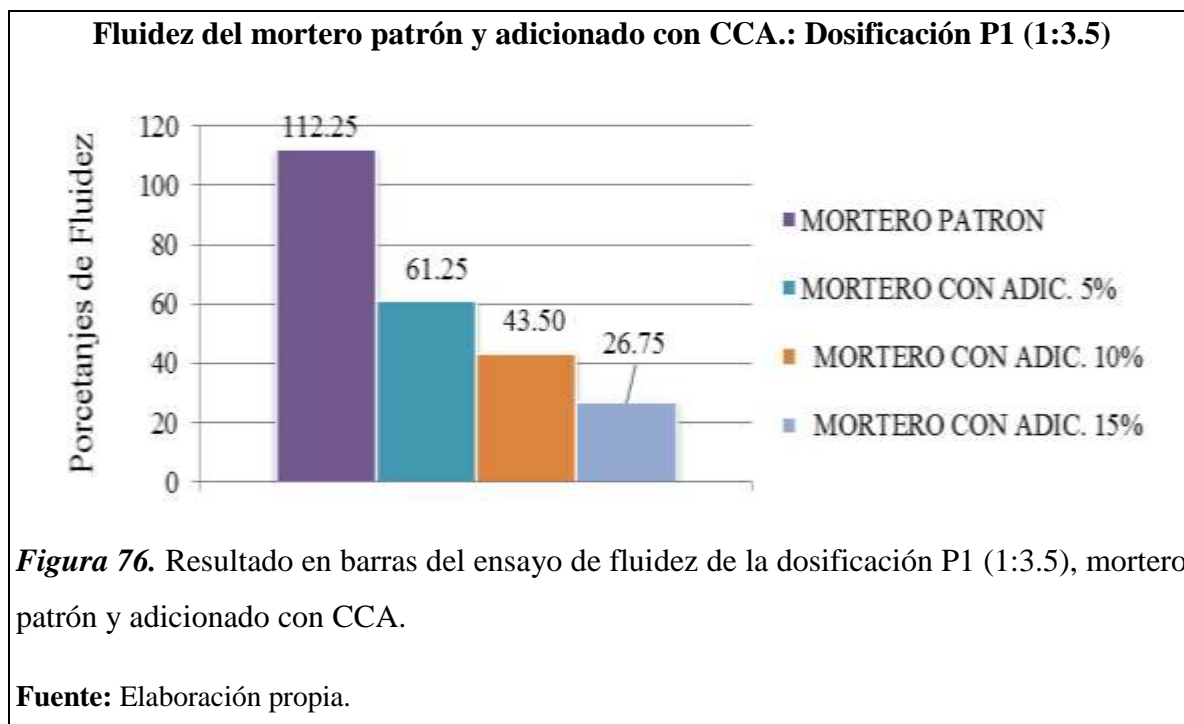
**Tabla 41**

*Fluidez del mortero patrón P1 (1:3.5) y mortero adicionado con CCA.*

MUESTRA	DOSIFICACIÓN			FLUIDEZ (%)	
	CEMENTO	ARENA	CCA		
MORTERO PATRÓN	1	3.5	0	112.25	%
MORTERO CON ADIC. 5%	1	3.5	0.05	61.25	%
MORTERO CON ADIC. 10%	1	3.5	0.10	43.50	%
MORTERO CON ADIC. 15%	1	3.5	0.15	26.75	%

**Fuente:** Elaboración propia.

La fluidez del mortero patrón (1:3.5) fue 112.25%, el mortero con 5% de adición con CCA obtuvo 61.25%, con 10% fue 43.50% y por último con 15% fue 26.75% como se observan en la tabla 41. **Ver anexo 9.1.1**



En la figura 76, los morteros adicionados con CCA en proporciones 1 : 3.5 : 0.05, 1 : 3.5 : 0.10 y 1 : 3.5 : 0.15 presentan una disminución en la fluidez de 45%, 61% y 76% respectivamente, en relación al mortero patrón 1 : 3.5 (sin CCA).

#### B.2. Dosificación 1:4

**Tabla 42**

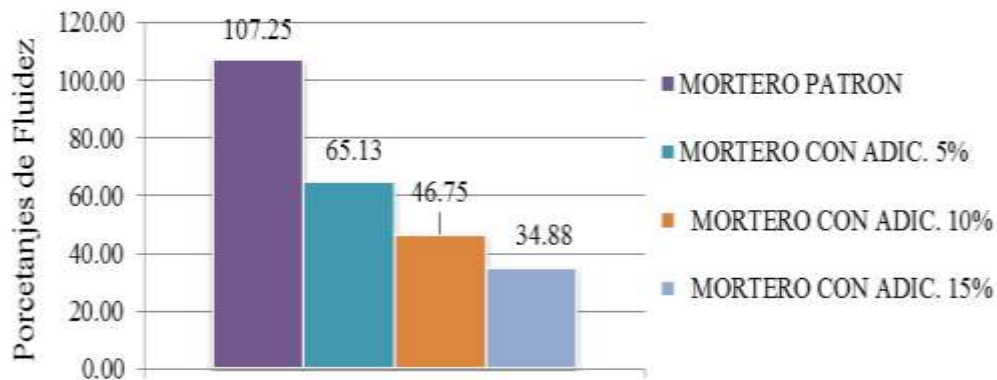
*Fluidez del mortero patrón P2 (1:4) y mortero adicionado con CCA.*

MUESTRA	DOSIFICACIÓN			FLUIDEZ (%)	
	CEMENTO	ARENA	CCA		
MORTERO PATRÓN	1	4	0	107.25	%
MORTERO CON ADIC. 5%	1	4	0.05	65.13	%
MORTERO CON ADIC. 10%	1	4	0.10	46.75	%
MORTERO CON ADIC. 15%	1	4	0.15	34.88	%

**Fuente:** Elaboración propia.

La fluidez del mortero patrón (1:4) fue 107.25%, el mortero con 5% de adición con CCA obtuvo 65.13%, con 10% fue 46.75% y por último con 15% fue 34.88% como se observan en la tabla 42. Ver anexo 9.1.2

**Fluidez del mortero patrón y adicionado con CCA.: Dosificación P2 (1:4)**



**Figura 77.** Resultado en barras del ensayo de fluidez de la dosificación P2 (1:4), mortero patrón y adicionado con CCA.

**Fuente:** Elaboración propia.

En la figura 77, los morteros adicionados con CCA en proporciones 1 : 4 : 0.05, 1 : 4 : 0.10 y 1 : 4 : 0.15 presentan una disminución en la fluidez de 39%, 56% y 67% respectivamente, en relación al mortero patrón 1 : 4 (sin CCA).

**B.3. Dosificación 1:5**

**Tabla 43**

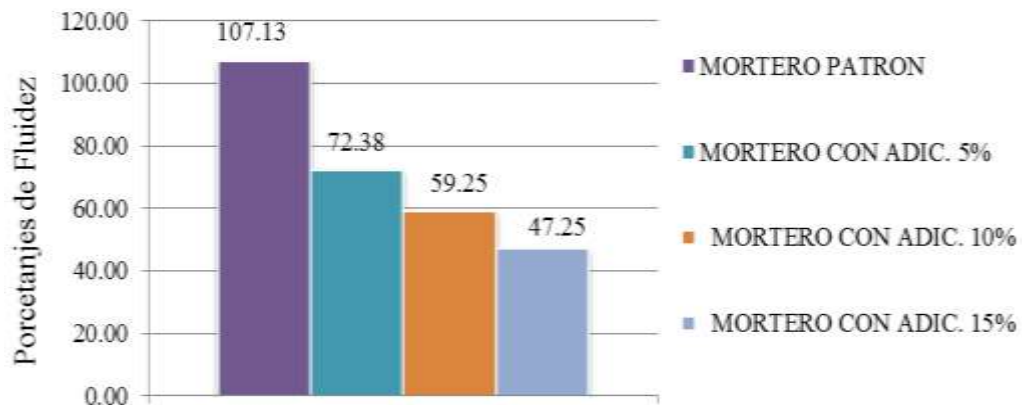
*Fluidez del mortero patrón P2 (1:5) y mortero adicionado con CCA.*

MUESTRA	DOSIFICACIÓN			FLUIDEZ (%)	
	CEMENTO	ARENA	CCA		
MORTERO PATRÓN	1	5	0	107.13	%
MORTERO CON ADIC. 5%	1	5	0.05	72.38	%
MORTERO CON ADIC. 10%	1	5	0.10	59.25	%
MORTERO CON ADIC. 15%	1	5	0.15	47.25	%

**Fuente:** Elaboración propia.

La fluidez del mortero patrón (1:5) fue 107.13%, el mortero con 5% de adición con CCA obtuvo 72.38%, con 10% fue 59.25% y por último con 15% fue 47.25% como se observan en la tabla 43. **Ver anexo 9.1.3**

**Fluidez del mortero patrón y adicionado con CCA.: Dosificación P2 (1:5)**



**Figura 78.** Resultado en barras del ensayo de fluidez de la dosificación P2 (1:5), mortero patrón y adicionado con CCA.

**Fuente:** Elaboración propia.

En la figura 78, los morteros adicionados con CCA en proporciones 1 : 5 : 0.05, 1 : 5 : 0.10 y 1 : 5 : 0.15 presentan una disminución en la fluidez de 32%, 45% y 56% respectivamente, en relación al mortero patrón 1 : 5 (sin CCA).

**B.4. Dosificación 1:6**

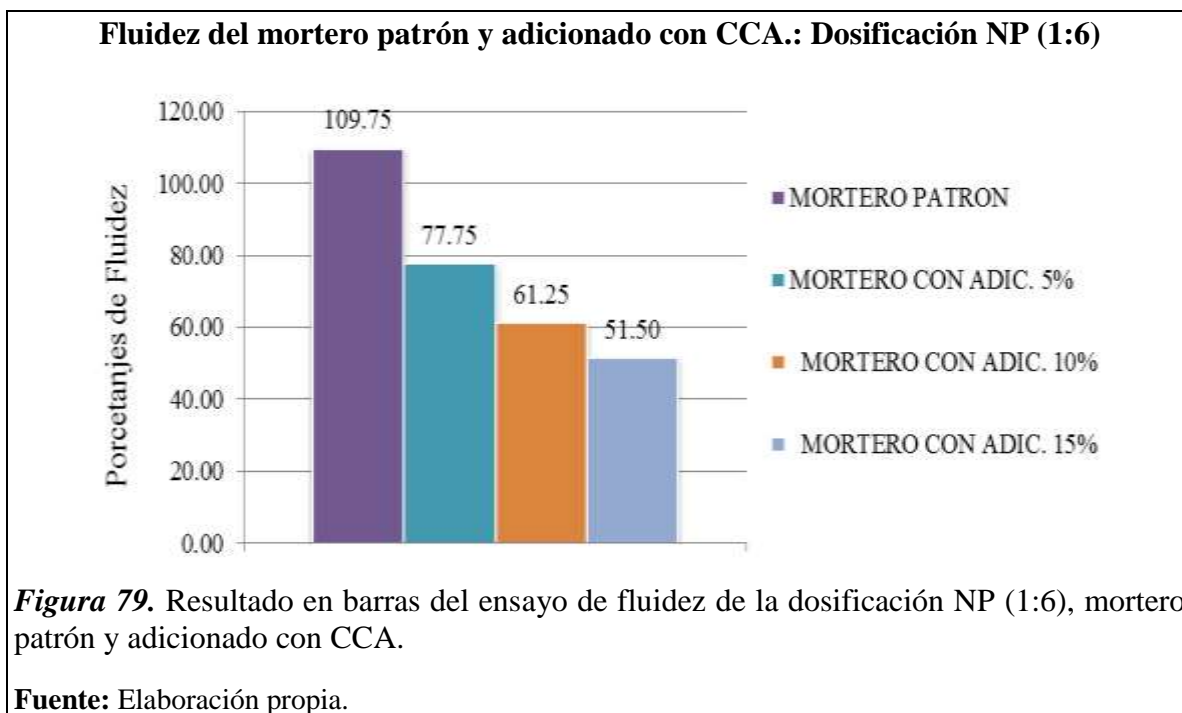
**Tabla 44**

*Fluidez del mortero patrón NP (1:6) y mortero adicionado con CCA.*

MUESTRA	DOSIFICACIÓN			FLUIDEZ (%)	
	CEMENTO	ARENA	CCA		
MORTERO PATRÓN	1	6	0	109.75	%
MORTERO CON ADIC. 5%	1	6	0.05	77.75	%
MORTERO CON ADIC. 10%	1	6	0.10	61.25	%
MORTERO CON ADIC. 15%	1	6	0.15	51.50	%

**Fuente:** Elaboración propia.

La fluidez del mortero patrón (1:6) fue 109.75%, el mortero con 5% de adición con CCA obtuvo 77.75%, con 10% fue 61.25% y por último con 15% fue 51.50% como se observan en la tabla 44. **Ver anexo 9.1.4**



En la figura 79, los morteros adicionados con CCA en proporciones 1 : 6 : 0.05, 1 : 6 : 0.10 y 1 : 6 : 0.15 presentan una disminución en la fluidez de 29%, 44% y 53% respectivamente, en relación al mortero patrón 1 : 6 (sin CCA).

#### 3.1.4.1.2. Contenido de aire.

##### A. Mortero patrón y mortero con sustitución de CCA

##### A.1. Dosificación 1:3.5

**Tabla 45**

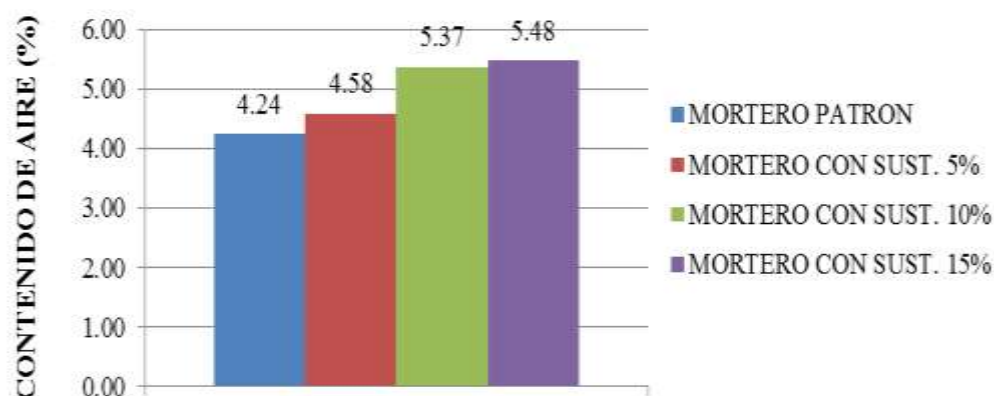
Contenido de aire en el mortero patrón P1 (1:3.5) y mortero sustituido con CCA.

MUESTRA	DOSIFICACIÓN			CONTENIDO DE AIRE ATRAPADO EN EL MORTERO	
	CEMENTO	ARENA	CCA		
MORTERO PATRÓN	1	3.5	0	4.24	%
MORTERO CON SUST. 5%	0.95	3.5	0.05	4.58	%
MORTERO CON SUST. 10%	0.90	3.5	0.10	5.37	%
MORTERO CON SUST. 15%	0.85	3.5	0.15	5.48	%

**Fuente:** Elaboración propia.

El contenido de aire del mortero patrón (1:3.5) fue 4.24%, el mortero con 5% de sustitución con CCA obtuvo 4.58%, con 10% fue 5.37% y por último con 15% fue 5.48% como se observan en la tabla 45. Ver anexo 9.2.1

**Contenido de aire del mortero patrón y sustituido con CCA.: Dosificación P1 (1:3.5)**



**Figura 80.** Resultado en barras del ensayo de contenido de aire en la dosificación P1 (1:3.5), mortero patrón y sustituido con CCA.

**Fuente:** Elaboración propia.

En la figura 80, los morteros sustituidos con CCA en proporciones 0.95 : 3.5 : 0.05, 0.90 : 3.5 : 0.10 y 0.85 : 3.5 : 0.15 presentan un incremento en el contenido de aire atrapado de 8%, 27% y 29% respectivamente, en relación al mortero patrón 1 : 3.5 (sin CCA).

**A.2. Dosificación 1:4**

**Tabla 46**

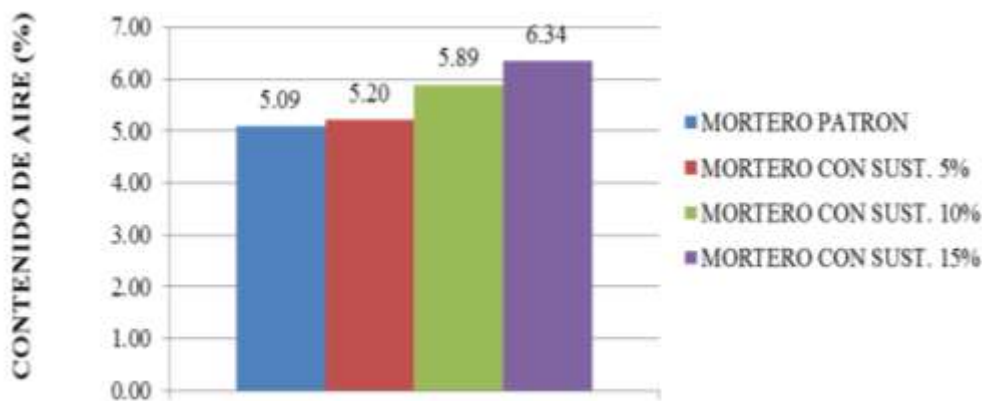
*Contenido de aire en el mortero patrón P2 (1:4) y mortero sustituido con CCA.*

MUESTRA	DOSIFICACIÓN			CONTENIDO DE AIRE ATRAPADO EN EL MORTERO	
	CEMENTO	ARENA	CCA		
MORTERO PATRÓN	1	4	0	5.09	%
MORTERO CON SUST. 5%	0.95	4	0.05	5.20	%
MORTERO CON SUST. 10%	0.90	4	0.10	5.89	%
MORTERO CON SUST. 15%	0.85	4	0.15	6.34	%

**Fuente:** Elaboración propia.

El contenido de aire del mortero patrón (1:4) fue 5.09%, el mortero con 5% de sustitución con CCA obtuvo 5.20%, con 10% fue 5.89% y por último con 15% fue 6.34% como se observan en la tabla 46. Ver anexo 9.2.2

**Contenido de aire del mortero patrón y sustituido con CCA.: Dosificación P2 (1:4)**



**Figura 81.** Resultado en barras del ensayo de contenido de aire en la dosificación P2 (1:4), mortero patrón y sustituido con CCA.

**Fuente:** Elaboración propia.

En la figura 81, los morteros sustituidos con CCA en proporciones 0.95 : 4 : 0.05, 0.90 : 4 : 0.10 y 0.85 : 4 : 0.15 presentan un incremento en el contenido de aire atrapado de 2%, 16% y 25% respectivamente, en relación al mortero patrón 1 : 4 (sin CCA).

**A.3. Dosificación 1:5**

**Tabla 47**

*Contenido de aire en el mortero patrón P2 (1:5) y mortero sustituido con CCA.*

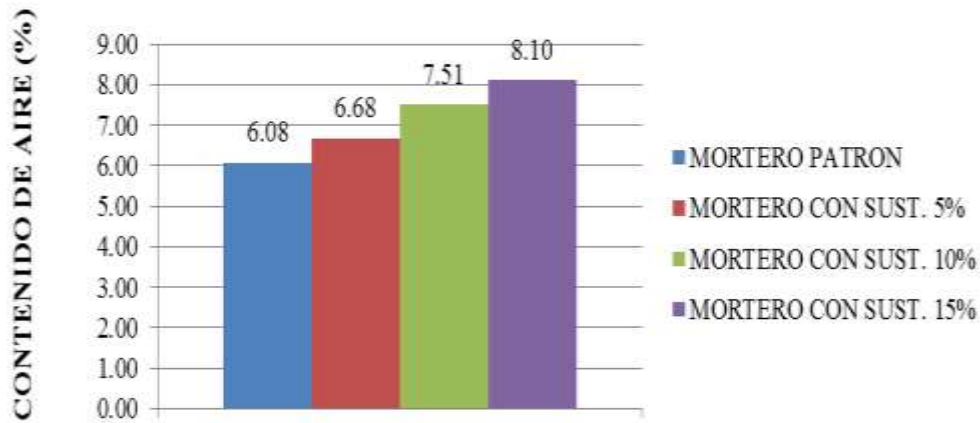
MUESTRA	DOSIFICACIÓN			CONTENIDO DE AIRE ATRAPADO EN EL MORTERO	
	CEMENTO	ARENA	CCA		
MORTERO PATRÓN	1	5	0	6.08	%
MORTERO CON SUST. 5%	0.95	5	0.05	6.68	%
MORTERO CON SUST. 10%	0.90	5	0.10	7.51	%
MORTERO CON SUST. 15%	0.85	5	0.15	8.10	%

**Fuente:** Elaboración propia.

El contenido de aire del mortero patrón (1:5) fue 6.08%, el mortero con 5% de sustitución con CCA obtuvo 6.68%, con 10% fue 7.51% y por último con 15% fue 8.10% como se observan en la tabla 47. **Ver anexo 9.2.3**



**Contenido de aire del mortero patrón y sustituido con CCA.: Dosificación P2 (1:5)**



**Figura 82.** Resultado en barras del ensayo de contenido de aire en la dosificación P2 (1:5), mortero patrón y sustituido con CCA.

**Fuente:** Elaboración propia.

En la figura 82, los morteros sustituidos con CCA en proporciones 0.95 : 5 : 0.05, 0.90 : 5 : 0.10 y 0.85 : 5 : 0.15 presentan un incremento en el contenido de aire atrapado de 10%, 24% y 33% respectivamente, en relación al mortero patrón 1 : 5 (sin CCA).

**A.4. Dosificación 1:6**

**Tabla 48**

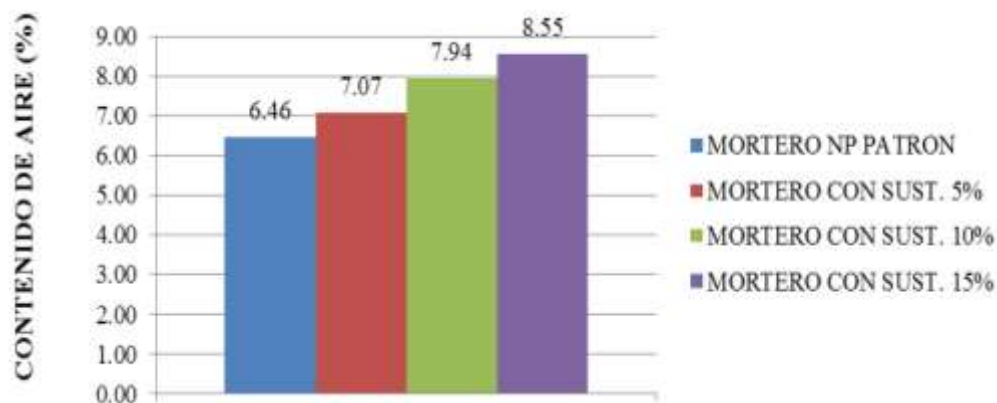
*Contenido de aire en el mortero patrón NP (1:6) y mortero sustituido con CCA.*

MUESTRA	DOSIFICACIÓN			CONTENIDO DE AIRE ATRAPADO EN EL MORTERO	
	CEMENTO	ARENA	CCA		
MORTERO NP PATRÓN	1	6	0	6.46	%
MORTERO CON SUST. 5%	0.95	6	0.05	7.07	%
MORTERO CON SUST. 10%	0.90	6	0.10	7.94	%
MORTERO CON SUST. 15%	0.85	6	0.15	8.55	%

**Fuente:** Elaboración propia.

El contenido de aire del mortero patrón (1:6) fue 6.46%, el mortero con 5% de sustitución con CCA obtuvo 7.07%, con 10% fue 7.94% y por último con 15% fue 8.55% como se observan en la tabla 48. **Ver anexo 9.2.4**

**Contenido de aire del mortero patrón y sustituido con CCA.: Dosificación NP (1:6)**



**Figura 83.** Resultado en barras del ensayo de contenido de aire en la dosificación NP (1:6), mortero patrón y sustituido con CCA.

**Fuente:** Elaboración propia.

En la figura 83, los morteros sustituidos con CCA en proporciones 0.95 : 6 : 0.05, 0.90 : 6 : 0.10 y 0.85 : 6 : 0.15 presentan un incremento en el contenido de aire atrapado de 9%, 23% y 32% respectivamente, en relación al mortero patrón 1 : 6 (sin CCA).

**B. Mortero patrón y mortero con adición de CCA**

**B.1. Dosificación 1:3.5**

**Tabla 49**

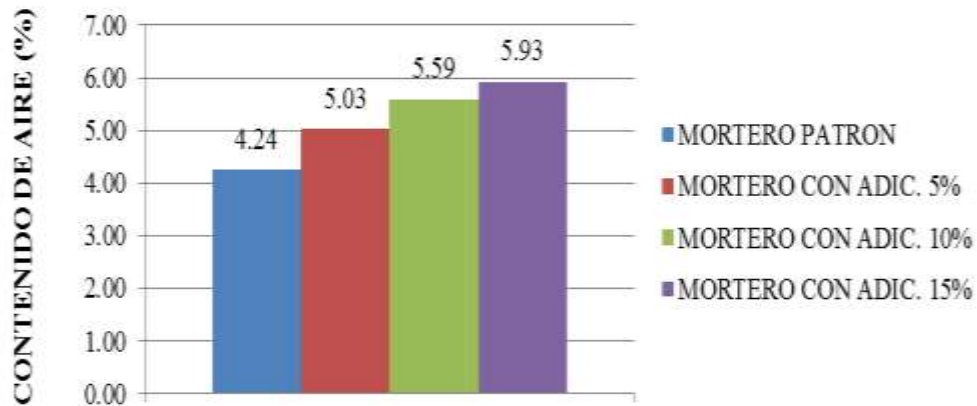
*Contenido de aire en el mortero patrón P1 (1:3.5) y mortero adicionado con CCA.*

MUESTRA	DOSIFICACIÓN			CONTENIDO DE AIRE ATRAPADO EN EL MORTERO	
	CEMENTO	ARENA	CCA		
MORTERO PATRÓN	1	3.5	0	4.24	%
MORTERO CON ADIC. 5%	1	3.5	0.05	5.03	%
MORTERO CON ADIC. 10%	1	3.5	0.10	5.59	%
MORTERO CON ADIC. 15%	1	3.5	0.15	5.93	%

**Fuente:** Elaboración propia.

El contenido de aire del mortero patrón (1:3.5) fue 4.24%, el mortero con 5% de adición con CCA obtuvo 5.03%, con 10% fue 5.59% y por último con 15% fue 5.93% como se observan en la tabla 49. **Ver anexo 9.2.1**

**Contenido de aire del mortero patrón y adicionado con CCA.: Dosificación P1 (1:3.5)**



**Figura 84.** Resultado en barras del ensayo de contenido de aire en la dosificación P1 (1:3.5), mortero patrón y adicionado con CCA.

**Fuente:** Elaboración propia.

En la figura 84, los morteros adicionados con CCA en proporciones 1 : 3.5 : 0.05, 1 : 3.5 : 0.10 y 1 : 3.5 : 0.15 presentan un incremento en el contenido de aire atrapado de 19%, 32% y 40% respectivamente, en relación al mortero patrón 1 : 3.5 (sin CCA).

**B.2. Dosificación 1:4**

**Tabla 50**

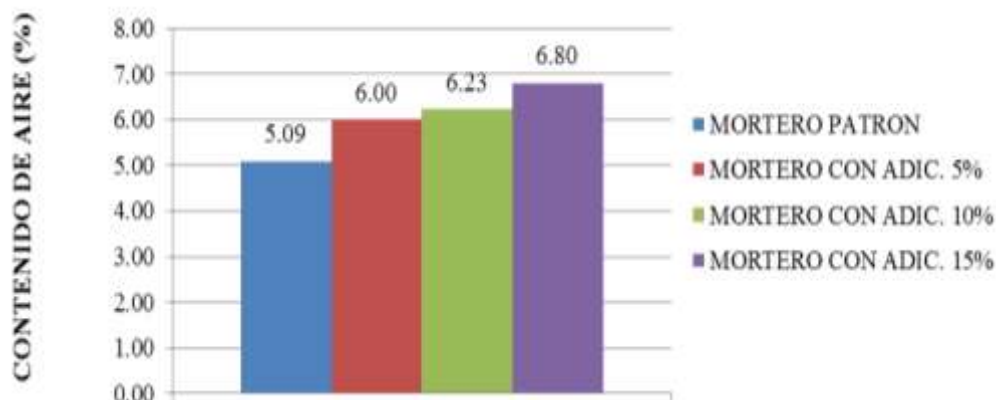
*Contenido de aire en el mortero patrón P2 (1:4) y mortero adicionado con CCA.*

MUESTRA	DOSIFICACIÓN			CONTENIDO DE AIRE ATRAPADO EN EL MORTERO	
	CEMENTO	ARENA	CCA		
MORTERO PATRÓN	1	4	0	5.09	%
MORTERO CON ADIC. 5%	1	4	0.05	6.00	%
MORTERO CON ADIC. 10%	1	4	0.10	6.23	%
MORTERO CON ADIC. 15%	1	4	0.15	6.80	%

**Fuente:** Elaboración propia.

El contenido de aire del mortero patrón (1:4) fue 5.09%, el mortero con 5% de adición con CCA obtuvo 6.00%, con 10% fue 6.23% y por último con 15% fue 6.80% como se observan en la tabla 50. **Ver anexo 9.2.2**

**Contenido de aire del mortero patrón y adicionado con CCA.: Dosificación P2 (1:4)**



**Figura 85.** Resultado en barras del ensayo de contenido de aire en la dosificación P2 (1:4), mortero patrón y adicionado con CCA.

**Fuente:** Elaboración propia.

En la figura 85, los morteros adicionados con CCA en proporciones 1 : 4 : 0.05, 1 : 4 : 0.10 y 1 : 4 : 0.15 presentan un incremento en el contenido de aire atrapado de 18%, 22% y 34% respectivamente, en relación al mortero patrón 1 : 4 (sin CCA).

**B.3. Dosificación 1:5**

**Tabla 51**

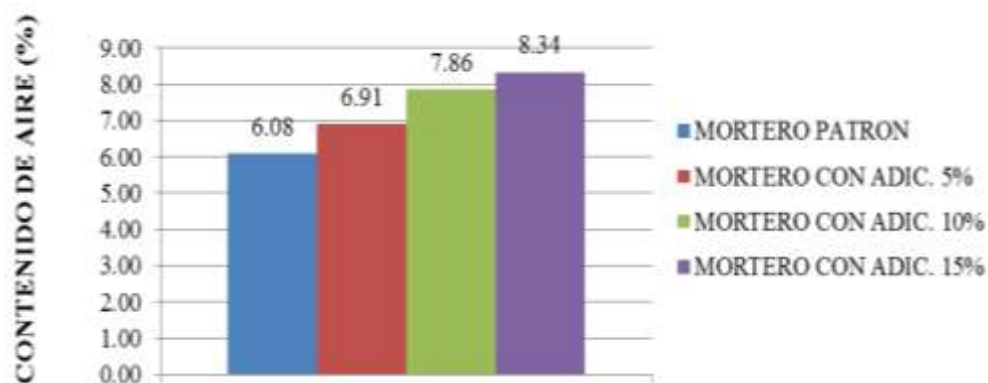
*Contenido de aire en el mortero patrón P2 (1:5) y mortero adicionado con CCA.*

MUESTRA	DOSIFICACIÓN			CONTENIDO DE AIRE ATRAPADO EN EL MORTERO	
	CEMENTO	ARENA	CCA		
MORTERO PATRÓN	1	5	0	6.08	%
MORTERO CON ADIC. 5%	1	5	0.05	6.91	%
MORTERO CON ADIC. 10%	1	5	0.10	7.86	%
MORTERO CON ADIC. 15%	1	5	0.15	8.34	%

**Fuente:** Elaboración propia.

El contenido de aire del mortero patrón (1:5) fue 6.08%, el mortero con 5% de adición con CCA obtuvo 6.91%, con 10% fue 7.86% y por último con 15% fue 8.34% como se observan en la tabla 51. **Ver anexo 9.2.3**

**Contenido de aire del mortero patrón y adicionado con CCA.: Dosificación P2 (1:5)**



**Figura 86.** Resultado en barras del ensayo de contenido de aire en la dosificación P2 (1:5), mortero patrón y adicionado con CCA.

**Fuente:** Elaboración propia.

En la figura 86, los morteros adicionados con CCA en proporciones 1 : 5 : 0.05, 1 : 5 : 0.10 y 1 : 5 : 0.15 presentan un incremento en el contenido de aire atrapado de 14%, 29% y 37% respectivamente, en relación al mortero patrón 1 : 5 (sin CCA).

**B.4. Dosificación 1:6**

**Tabla 52.**

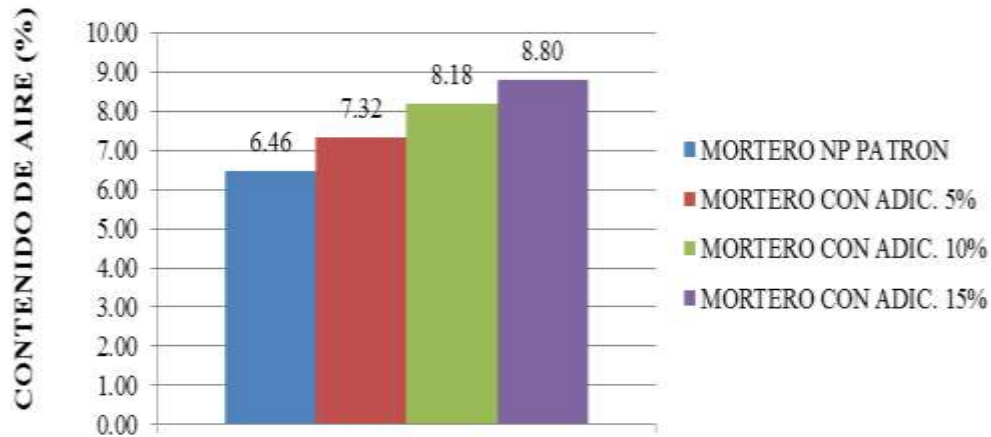
*Contenido de aire en el mortero patrón NP (1:6) y mortero adicionado con CCA.*

MUESTRA	DOSIFICACIÓN			CONTENIDO DE AIRE ATRAPADO EN EL MORTERO	
	CEMENTO	ARENA	CCA		
MORTERO NP PATRÓN	1	6	0	6.46	%
MORTERO CON ADIC. 5%	1	6	0.05	7.32	%
MORTERO CON ADIC. 10%	1	6	0.10	8.18	%
MORTERO CON ADIC. 15%	1	6	0.15	8.80	%

**Fuente:** Elaboración propia.

El contenido de aire del mortero patrón (1:6) fue 6.46%, el mortero con 5% de adición con CCA obtuvo 7.32%, con 10% fue 8.18% y por último con 15% fue 8.80% como se observan en la tabla 52. **Ver anexo 9.2.4**

**Contenido de aire del mortero patrón y adicionado con CCA.: Dosificación NP (1:6)**



**Figura 87.** Resultado en barras del ensayo de contenido de aire en la dosificación NP (1:6), mortero patrón y adicionado con CCA.

**Fuente:** Elaboración propia.

En la figura 87, los morteros adicionados con CCA en proporciones 1 : 6 : 0.05, 1 : 6 : 0.10 y 1 : 6 : 0.15 presentan un incremento en el contenido de aire atrapado de 13%, 27% y 36% respectivamente, en relación al mortero patrón 1 : 6 (sin CCA).

3.1.4.1.3. *Peso unitario.*

A. *Mortero patrón y mortero con sustitución de CCA*

A.1. *Dosificación 1:3.5*

**Tabla 53**

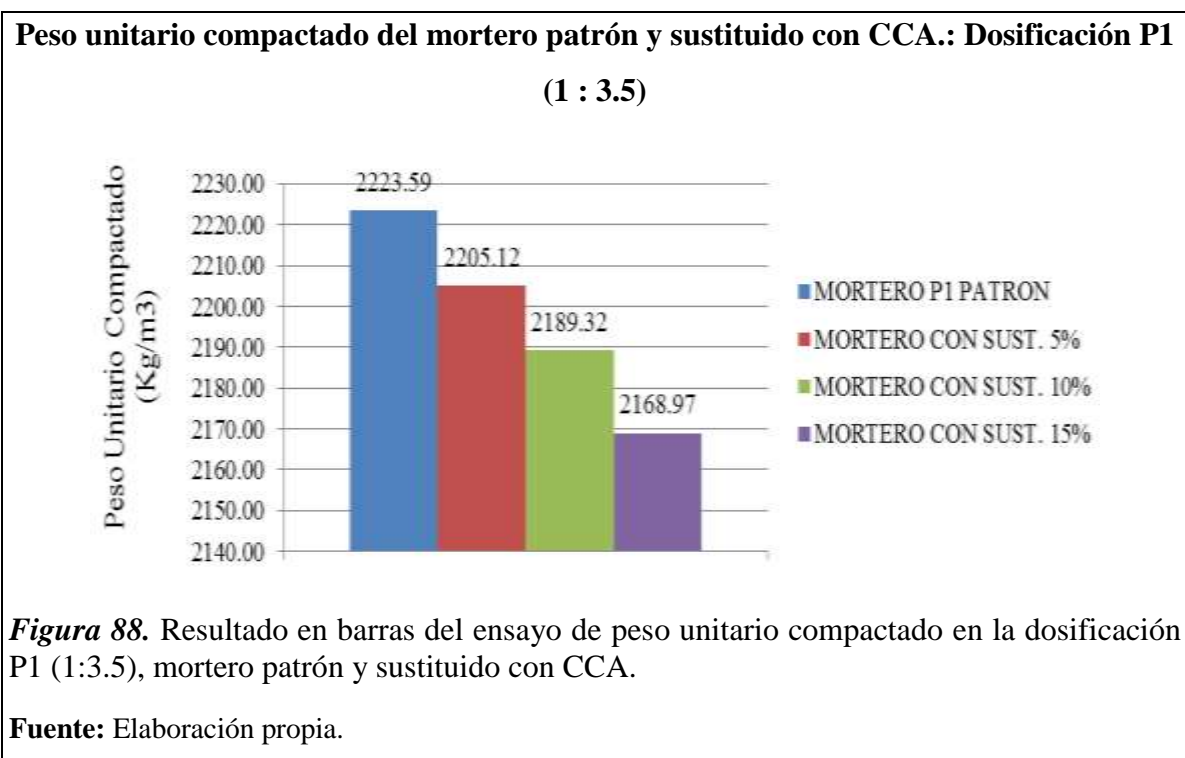
*Peso unitario compactado del mortero patrón P1 (1:3.5) y mortero sustituido con CCA.*

MUESTRA	DOSIFICACIÓN			PESO UNITARIO	
	CEMENTO	ARENA	CCA	COMPACTADO	
MORTERO P1 PATRÓN	1	3.5	0	2223.59	Kg/m <sup>3</sup>
MORTERO CON SUST. 5%	0.95	3.5	0.05	2205.12	Kg/m <sup>3</sup>
MORTERO CON SUST. 10%	0.90	3.5	0.10	2189.32	Kg/m <sup>3</sup>
MORTERO CON SUST. 15%	0.85	3.5	0.15	2168.97	Kg/m <sup>3</sup>

**Fuente:** Elaboración propia.

El peso unitario compactado del mortero patrón (1:3.5) fue 2223.59 Kg/m<sup>3</sup>, el mortero con 5% de sustitución con CCA obtuvo 2205.12 Kg/m<sup>3</sup>, con 10% fue 2189.32

Kg/m<sup>3</sup> y por último con 15% fue 2168.97 Kg/m<sup>3</sup> como se observan en la tabla 53. Ver anexo 9.3.1



En la figura 88, los morteros sustituidos con CCA en proporciones 0.95 : 3.5 : 0.05, 0.90 : 3.5 : 0.10 y 0.85 : 3.5 : 0.15 presentan una disminución en el peso unitario compactado de 18.48 Kg/m<sup>3</sup>, 34.28 Kg/m<sup>3</sup> y 54.63 Kg/m<sup>3</sup> respectivamente, en relación al mortero patrón 1 : 3.5 (sin CCA).

#### A.2. Dosificación 1:4

**Tabla 54**

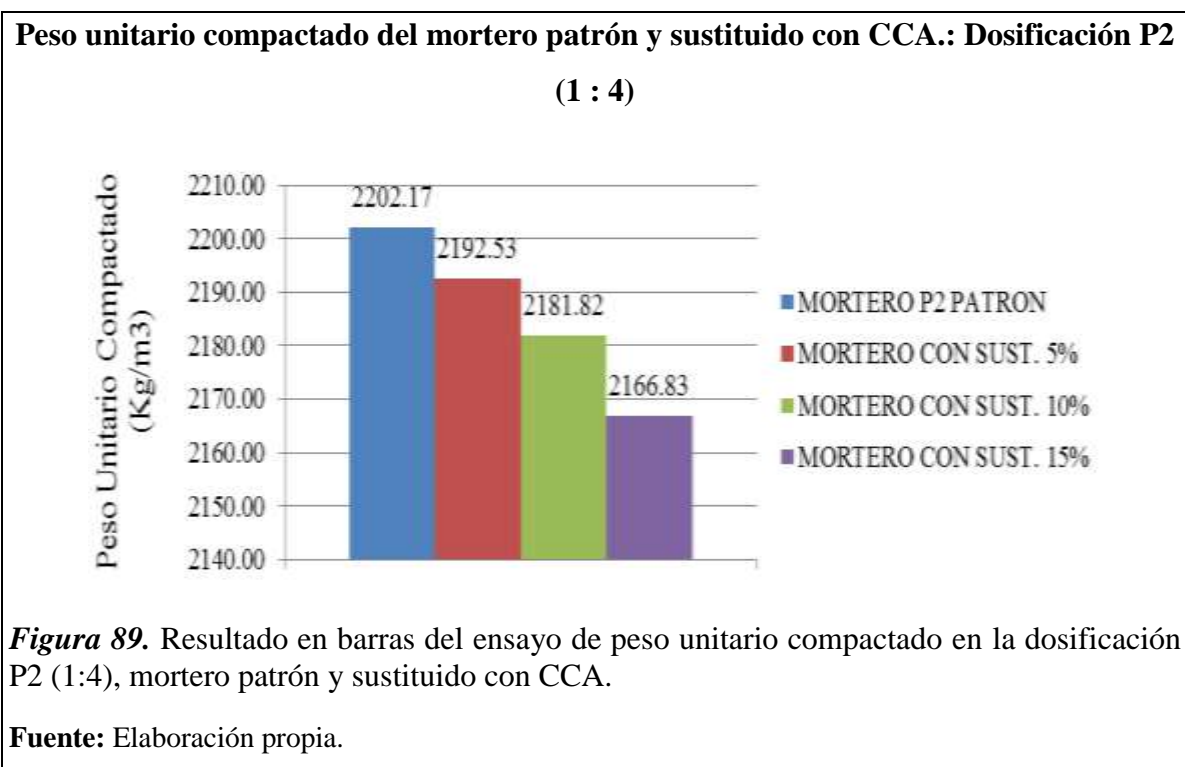
*Peso unitario compactado del mortero patrón P2 (1:4) y mortero sustituido con CCA.*

MUESTRA	DOSIFICACIÓN			PESO UNITARIO	
	CEMENTO	ARENA	CCA	COMPACTADO	
MORTERO P2 PATRÓN	1	4	0	2202.17	Kg/m <sup>3</sup>
MORTERO CON SUST. 5%	0.95	4	0.05	2192.53	Kg/m <sup>3</sup>
MORTERO CON SUST. 10%	0.90	4	0.10	2181.82	Kg/m <sup>3</sup>
MORTERO CON SUST. 15%	0.85	4	0.15	2166.83	Kg/m <sup>3</sup>

**Fuente:** Elaboración propia.

El peso unitario compactado del mortero patrón (1:4) fue 2202.17 Kg/m<sup>3</sup>, el mortero con 5% de sustitución con CCA obtuvo 2192.53 Kg/m<sup>3</sup>, con 10% fue 2181.82

Kg/m<sup>3</sup> y por último con 15% fue 2166.83 Kg/m<sup>3</sup> como se observan en la tabla 54. Ver anexo 9.3.2



En la figura 89, los morteros sustituidos con CCA en proporciones 0.95 : 4 : 0.05, 0.90 : 4 : 0.10 y 0.85 : 4 : 0.15 presentan una disminución en el peso unitario compactado de 9.64 Kg/m<sup>3</sup>, 20.35 Kg/m<sup>3</sup> y 35.35 Kg/m<sup>3</sup> respectivamente, en relación al mortero patrón 1:4 (sin CCA).

### A.3. Dosificación 1:5

**Tabla 55**

*Peso unitario compactado del mortero patrón P2 (1:5) y mortero sustituido con CCA.*

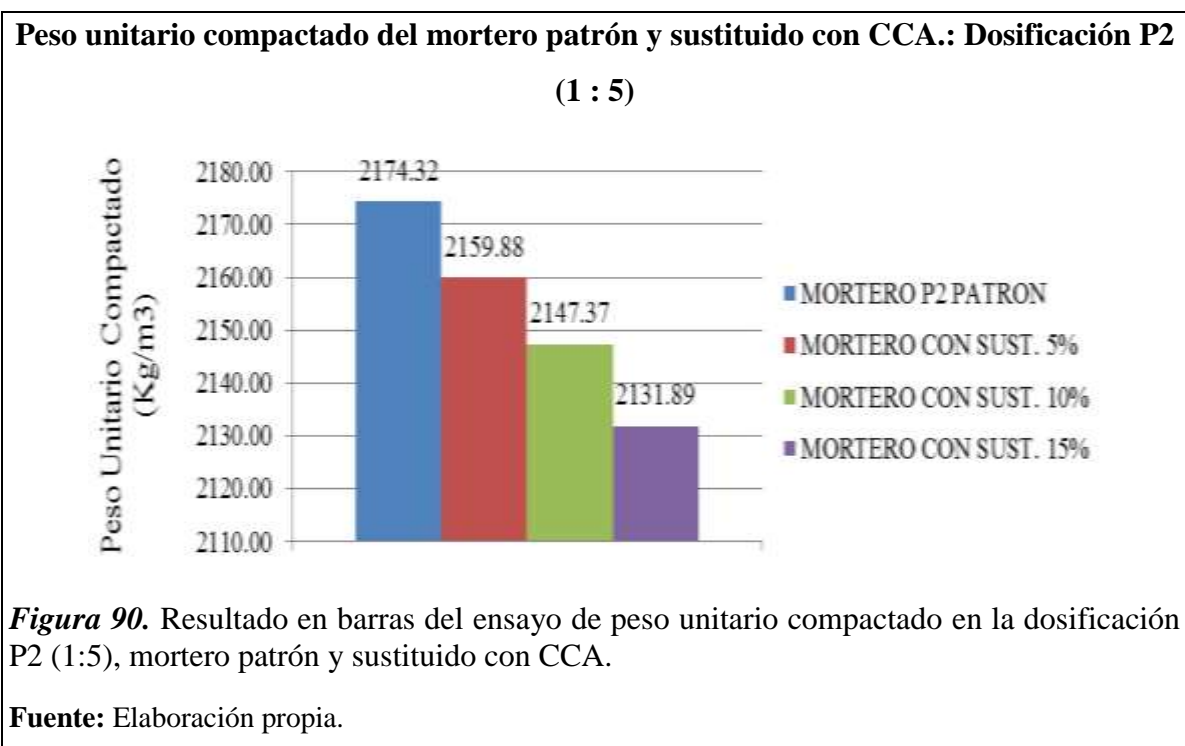
MUESTRA	DOSIFICACIÓN			PESO UNITARIO	
	CEMENTO	ARENA	CCA	COMPACTADO	
MORTERO P2 PATRÓN	1	5	0	2174.32	Kg/m <sup>3</sup>
MORTERO CON SUST. 5%	0.95	5	0.05	2159.88	Kg/m <sup>3</sup>
MORTERO CON SUST. 10%	0.90	5	0.10	2147.37	Kg/m <sup>3</sup>
MORTERO CON SUST. 15%	0.85	5	0.15	2131.89	Kg/m <sup>3</sup>

**Fuente:** Elaboración propia.

El peso unitario compactado del mortero patrón (1:5) fue 2174.32 Kg/m<sup>3</sup>, el mortero con 5% de sustitución con CCA obtuvo 2159.88 Kg/m<sup>3</sup>, con 10% fue 2147.37



Kg/m<sup>3</sup> y por último con 15% fue 2131.89 Kg/m<sup>3</sup> como se observan en la tabla 55. Ver anexo 9.3.3



En la figura 90, los morteros sustituidos con CCA en proporciones 0.95 : 5 : 0.05, 0.90 : 5 : 0.10 y 0.85 : 5 : 0.15 presentan una disminución en el peso unitario compactado de 14.44 Kg/m<sup>3</sup>, 26.95 Kg/m<sup>3</sup> y 42.44 Kg/m<sup>3</sup> respectivamente, en relación al mortero patrón 1:5 (sin CCA).

#### A.4. Dosificación 1:6

**Tabla 56**

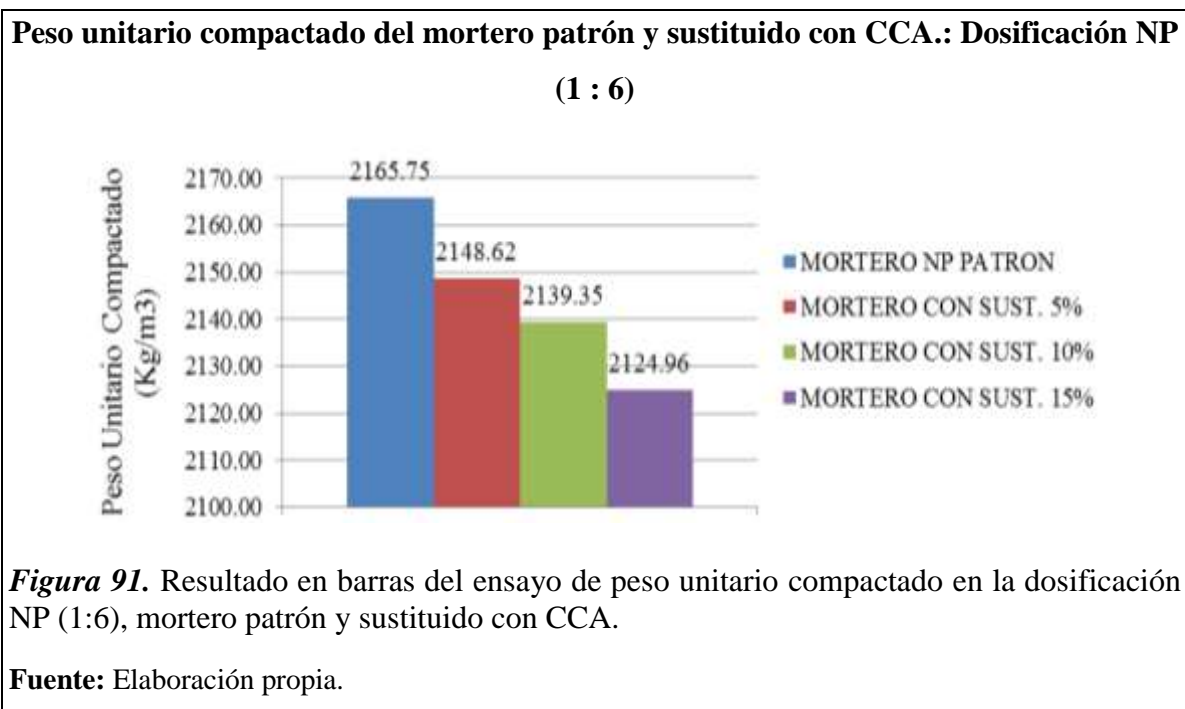
*Peso unitario compactado del mortero patrón NP (1:6) y mortero sustituido con CCA.*

MUESTRA	DOSIFICACIÓN			PESO UNITARIO	
	CEMENTO	ARENA	CCA	COMPACTADO	
MORTERO NP PATRÓN	1	6	0	2165.75	Kg/m <sup>3</sup>
MORTERO CON SUST. 5%	0.95	6	0.05	2148.62	Kg/m <sup>3</sup>
MORTERO CON SUST. 10%	0.90	6	0.10	2139.35	Kg/m <sup>3</sup>
MORTERO CON SUST. 15%	0.85	6	0.15	2124.96	Kg/m <sup>3</sup>

**Fuente:** Elaboración propia.

El peso unitario compactado del mortero patrón (1:6) fue 2165.75 Kg/m<sup>3</sup>, el mortero con 5% de sustitución con CCA obtuvo 2148.62 Kg/m<sup>3</sup>, con 10% fue 2139.35

Kg/m<sup>3</sup> y por último con 15% fue 2124.96 Kg/m<sup>3</sup> como se observan en la tabla 56. Ver anexo 9.3.4



En la figura 91, los morteros sustituidos con CCA en proporciones 0.95 : 6 : 0.05, 0.90 : 6 : 0.10 y 0.85 : 6 : 0.15 presentan una disminución en el peso unitario compactado de 17.14 Kg/m<sup>3</sup>, 26.40 Kg/m<sup>3</sup> y 40.80 Kg/m<sup>3</sup> respectivamente, en relación al mortero patrón 1:6 (sin CCA).

**B. Mortero patrón y mortero con adición de CCA**

**B.1. Dosificación 1:3.5**

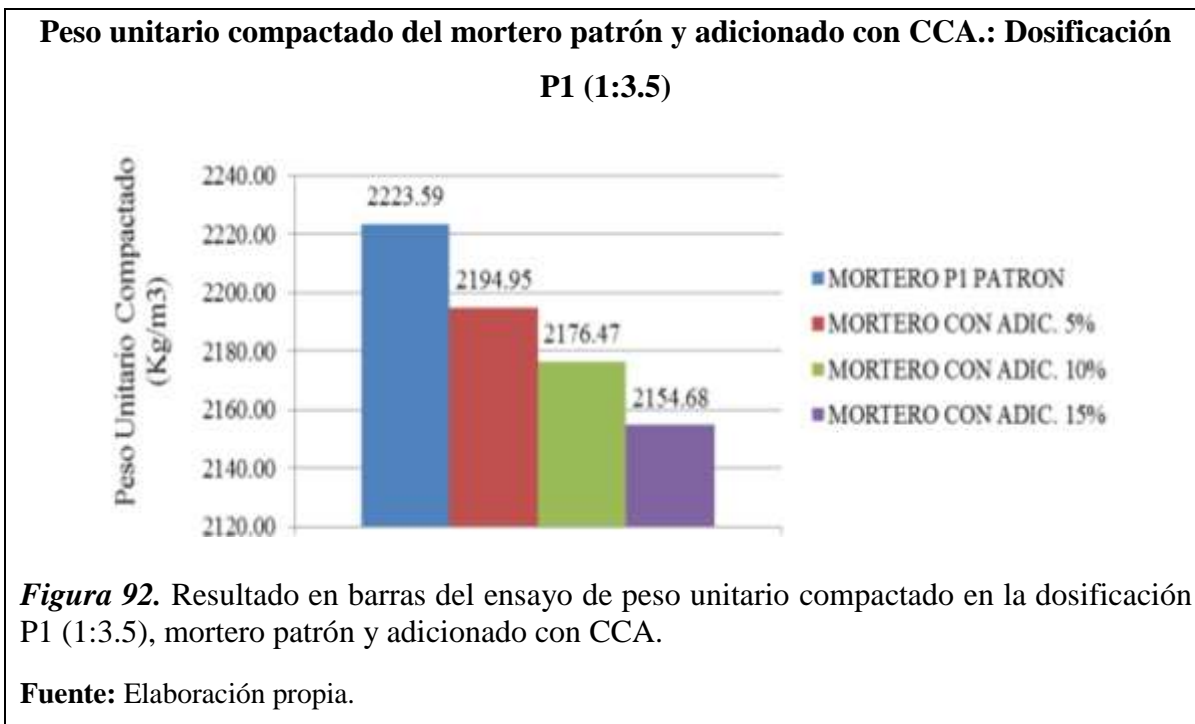
**Tabla 57**

*Peso unitario compactado del mortero patrón P1 (1:3.5) y mortero adicionado con CCA.*

MUESTRA	DOSIFICACIÓN			PESO UNITARIO	
	CEMENTO	ARENA	CCA	COMPACTADO	
MORTERO P1 PATRÓN	1	3.5	0	2223.59	Kg/m <sup>3</sup>
MORTERO CON ADIC. 5%	1	3.5	0.05	2194.95	Kg/m <sup>3</sup>
MORTERO CON ADIC. 10%	1	3.5	0.10	2176.47	Kg/m <sup>3</sup>
MORTERO CON ADIC. 15%	1	3.5	0.15	2154.68	Kg/m <sup>3</sup>

**Fuente:** Elaboración propia.

El peso unitario compactado del mortero patrón (1:3.5) fue 2223.59 Kg/m<sup>3</sup>, el mortero con 5% de adición con CCA obtuvo 2194.95 Kg/m<sup>3</sup>, con 10% fue 2176.47 Kg/m<sup>3</sup> y por último con 15% fue 2154.68 Kg/m<sup>3</sup> como se observan en la tabla 57. Ver anexo 9.3.1



En la figura 92, los morteros adicionados con CCA en proporciones 1 : 3.5 : 0.05, 1 : 3.5 : 0.10 y 1 : 3.5 : 0.15 presentan una disminución en el peso unitario compactado de 28.64 Kg/m<sup>3</sup>, 47.13 Kg/m<sup>3</sup> y 68.91 Kg/m<sup>3</sup> respectivamente, en relación al mortero patrón 1:3.5 (sin CCA).

#### B.2. Dosificación 1:4

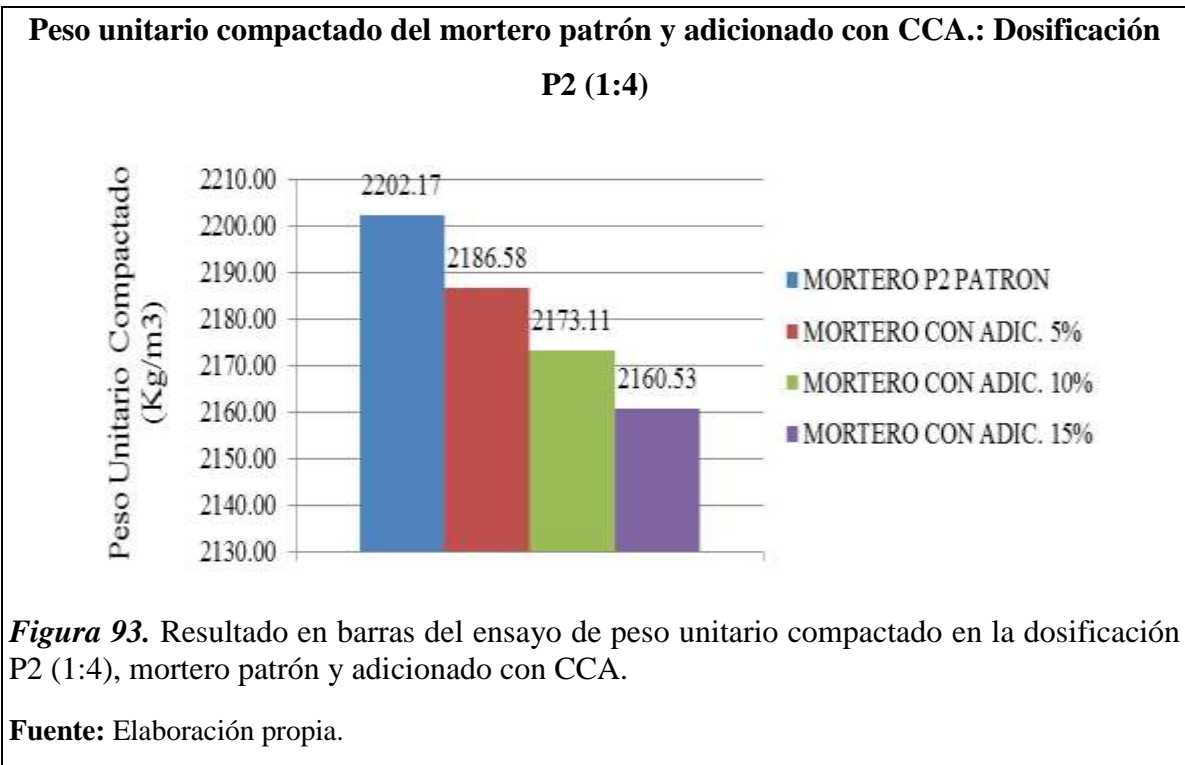
**Tabla 58**

*Peso unitario compactado del mortero patrón P2 (1:4) y mortero adicionado con CCA.*

MUESTRA	DOSIFICACIÓN			PESO UNITARIO	
	CEMENTO	ARENA	CCA	COMPACTADO	
MORTERO P2 PATRÓN	1	4	0	2202.17	Kg/m <sup>3</sup>
MORTERO CON ADIC. 5%	1	4	0.05	2186.58	Kg/m <sup>3</sup>
MORTERO CON ADIC. 10%	1	4	0.10	2173.11	Kg/m <sup>3</sup>
MORTERO CON ADIC. 15%	1	4	0.15	2160.53	Kg/m <sup>3</sup>

**Fuente:** Elaboración propia.

El peso unitario compactado del mortero patrón (1:4) fue 2202.17 Kg/m<sup>3</sup>, el mortero con 5% de adición con CCA obtuvo 2186.58 Kg/m<sup>3</sup>, con 10% fue 2173.11 Kg/m<sup>3</sup> y por último con 15% fue 2160.53 Kg/m<sup>3</sup> como se observan en la tabla 58. Ver anexo 9.3.2



En la figura 93, los morteros adicionados con CCA en proporciones 1 : 4 : 0.05, 1 : 4 : 0.10 y 1 : 4 : 0.15 presentan una disminución en el peso unitario compactado de 15.60 Kg/m<sup>3</sup>, 29.06 Kg/m<sup>3</sup> y 41.64 Kg/m<sup>3</sup> respectivamente, en relación al mortero patrón 1:4 (sin CCA).

### B.3. Dosificación 1:5

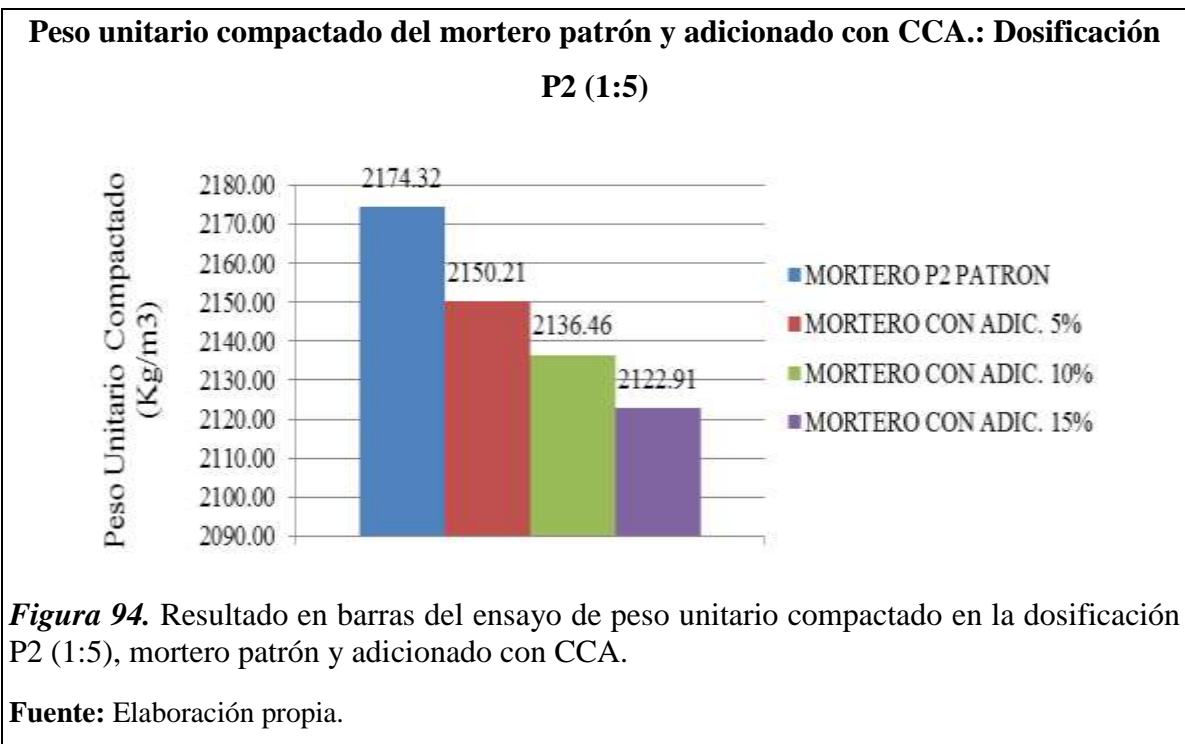
**Tabla 59**

*Peso unitario compactado del mortero patrón P2 (1:5) y mortero adicionado con CCA.*

MUESTRA	DOSIFICACIÓN			PESO UNITARIO	
	CEMENTO	ARENA	CCA	COMPACTADO	
MORTERO P2 PATRÓN	1	5	0	2174.32	Kg/m <sup>3</sup>
MORTERO CON ADIC. 5%	1	5	0.05	2150.21	Kg/m <sup>3</sup>
MORTERO CON ADIC. 10%	1	5	0.10	2136.46	Kg/m <sup>3</sup>
MORTERO CON ADIC. 15%	1	5	0.15	2122.91	Kg/m <sup>3</sup>

**Fuente:** Elaboración propia.

El peso unitario compactado del mortero patrón (1:5) fue 2174.32 Kg/m<sup>3</sup>, el mortero con 5% de adición con CCA obtuvo 2150.21 Kg/m<sup>3</sup>, con 10% fue 2136.46 Kg/m<sup>3</sup> y por último con 15% fue 2122.91 Kg/m<sup>3</sup> como se observan en la tabla 59. Ver anexo 9.3.3



En la figura 94, los morteros adicionados con CCA en proporciones 1 : 5 : 0.05, 1 : 5 : 0.10 y 1 : 5 : 0.15 presentan una disminución en el peso unitario compactado de 24.11 Kg/m<sup>3</sup>, 37.86 Kg/m<sup>3</sup> y 51.41 Kg/m<sup>3</sup> respectivamente, en relación al mortero patrón 1:5 (sin CCA).

#### B.4. Dosificación 1:6

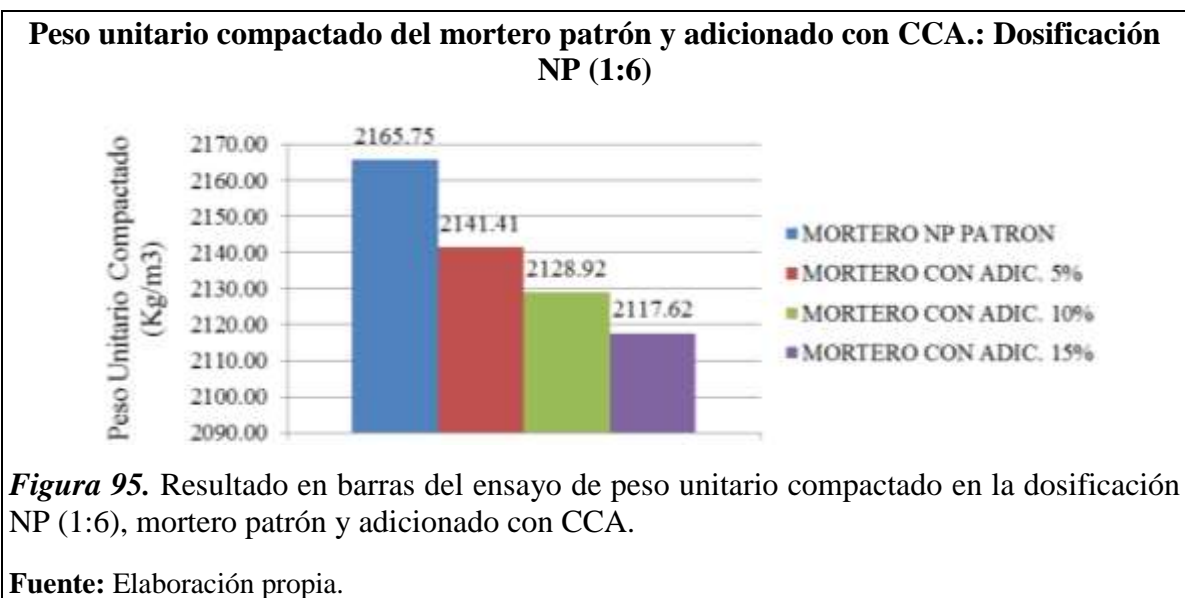
**Tabla 60**

*Peso unitario compactado del mortero patrón NP (1:6) y mortero adicionado con CCA.*

MUESTRA	DOSIFICACIÓN			PESO UNITARIO	
	CEMENTO	ARENA	CCA	COMPACTADO	
MORTERO NP PATRÓN	1	6	0	2165.75	Kg/m <sup>3</sup>
MORTERO CON ADIC. 5%	1	6	0.05	2141.41	Kg/m <sup>3</sup>
MORTERO CON ADIC. 10%	1	6	0.10	2128.92	Kg/m <sup>3</sup>
MORTERO CON ADIC. 15%	1	6	0.15	2117.62	Kg/m <sup>3</sup>

**Fuente:** Elaboración propia.

El peso unitario compactado del mortero patrón (1:6) fue 2165.75 Kg/m<sup>3</sup>, el mortero con 5% de adición con CCA obtuvo 2141.41 Kg/m<sup>3</sup>, con 10% fue 2128.92 Kg/m<sup>3</sup> y por último con 15% fue 2117.62 Kg/m<sup>3</sup> como se observan en la tabla 60. Ver anexo 9.3.4



En la figura 95, los morteros adicionados con CCA en proporciones 1 : 6 : 0.05, 1 : 6 : 0.10 y 1 : 6 : 0.15 presentan una disminución en el peso unitario compactado de 24.35 Kg/m<sup>3</sup>, 36.83 Kg/m<sup>3</sup> y 48.14 Kg/m<sup>3</sup> respectivamente, en relación al mortero patrón 1:6 (sin CCA).

### 3.1.4.2. *Propiedades mecánicas del mortero patrón y modificado con cenizas de cáscaras de arroz.*

#### 3.1.4.2.1. *Resistencia a la compresión.*

##### A. *Mortero patrón y mortero con sustitución de CCA*

##### A.1. *Dosificación 1:3.5*

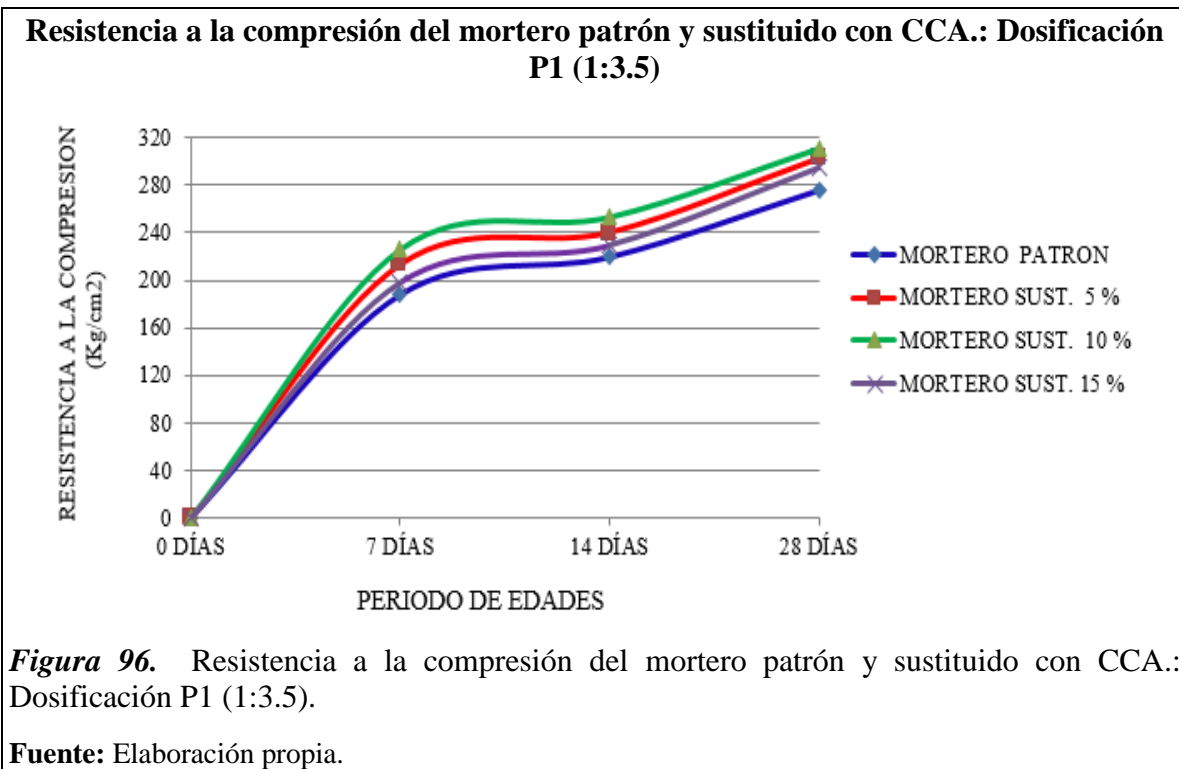
**Tabla 61**

*Resistencia a la compresión del mortero patrón P1 (1:3.5) y mortero sustituido con CCA.*

MUESTRA	DOSIFICACIÓN			RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (Kg/cm <sup>2</sup> )			
	Cemento	Arena	CCA	0 DÍAS	7 DÍAS	14 DÍAS	28 DÍAS
MORTERO PATRÓN	1	3.5	0	0	187.84	219.46	275.79
MORTERO SUST. 5%	0.95	3.5	0.05	0	212.89	239.74	302.13
MORTERO SUST. 10%	0.90	3.5	0.10	0	226.24	253.47	311.44

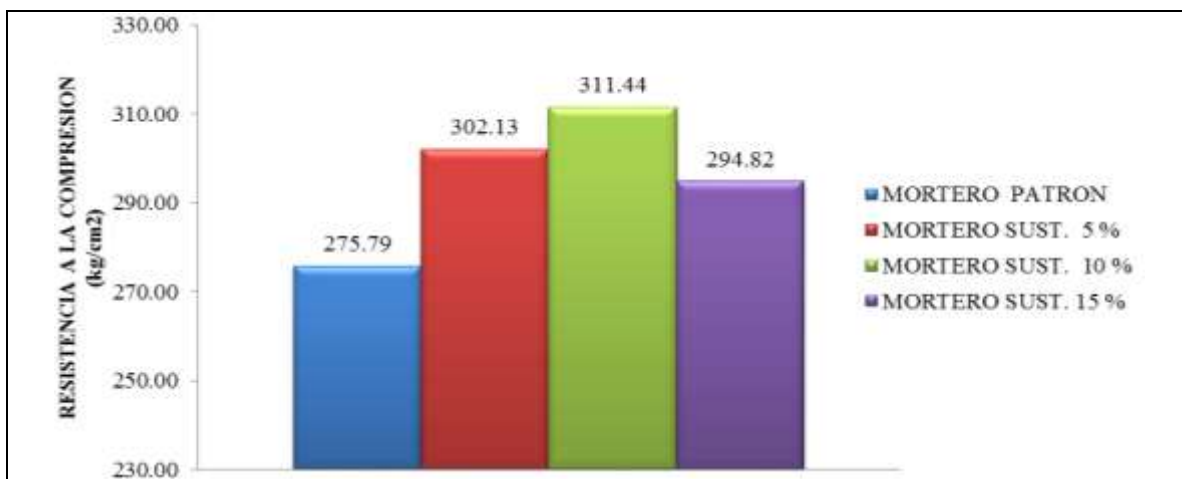
MORTERO SUST. 15%	0.85	3.5	0.15	0	198.14	229.58	294.82
-------------------	------	-----	------	---	--------	--------	--------

Fuente: Elaboración propia.



En la figura 96, los morteros sustituidos con CCA en proporciones 0.95 : 3.5 : 0.05, 0.90 : 3.5 : 0.10 y 0.85 : 3.5 : 0.15, todas estas presentan un incremento en su resistencia a la compresión para todas las edades con respecto al mortero patrón 1:3.5. Ver anexo 10.1.1

**Resistencia a la compresión del mortero patrón y sustituido con CCA.: Dosificación P1 (1:3.5)**



**Figura 97.** Resultado en barras del ensayo de resistencia a la compresión en la dosificación P1 (1:3.5), mortero patrón y sustituido con CCA.

**Fuente:** Elaboración propia.

En la figura 97, los morteros sustituidos con CCA en proporciones 0.95 : 3.5 : 0.05, 0.90 : 3.5 : 0.10 y 0.85 : 3.5 : 0.15 presentan un incremento en la resistencia a la compresión de 10%, 13% y 7% respectivamente, siendo el mortero patrón 1 : 3.5 (sin CCA), quien presenta menor resistencia a la compresión del mortero a los 28 días.

#### A.2. Dosificación 1:4

**Tabla 62**

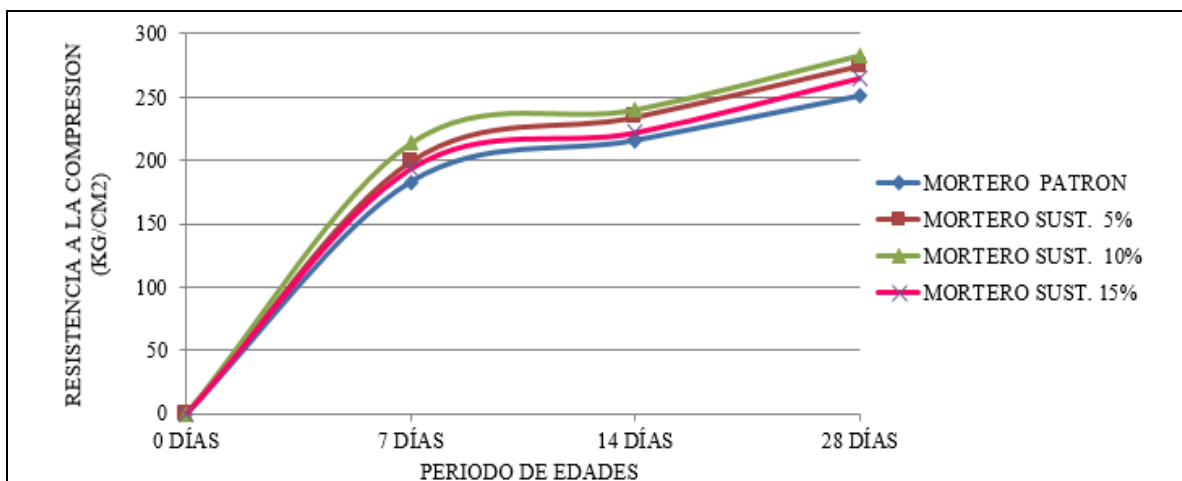
*Resistencia a la compresión del mortero patrón P2 (1:4) y mortero sustituido con CCA.*

MUESTRA	DOSIFICACIÓN			RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (Kg/cm <sup>2</sup> )			
	Cemento	Arena	CCA	0 DÍAS	7 DÍAS	14 DÍAS	28 DÍAS
MORTERO PATRÓN	1	4	0	0	182.84	215.48	250.54
MORTERO SUST. 5%	0.95	4	0.05	0	199.23	234.37	274.85
MORTERO SUST. 10%	0.90	4	0.10	0	213.69	240.19	283.07
MORTERO SUST. 15%	0.85	4	0.15	0	193.14	221.74	264.74

**Fuente:** Elaboración propia.

**Resistencia a la compresión del mortero patrón y sustituido con CCA.: Dosificación P2 (1:4)**

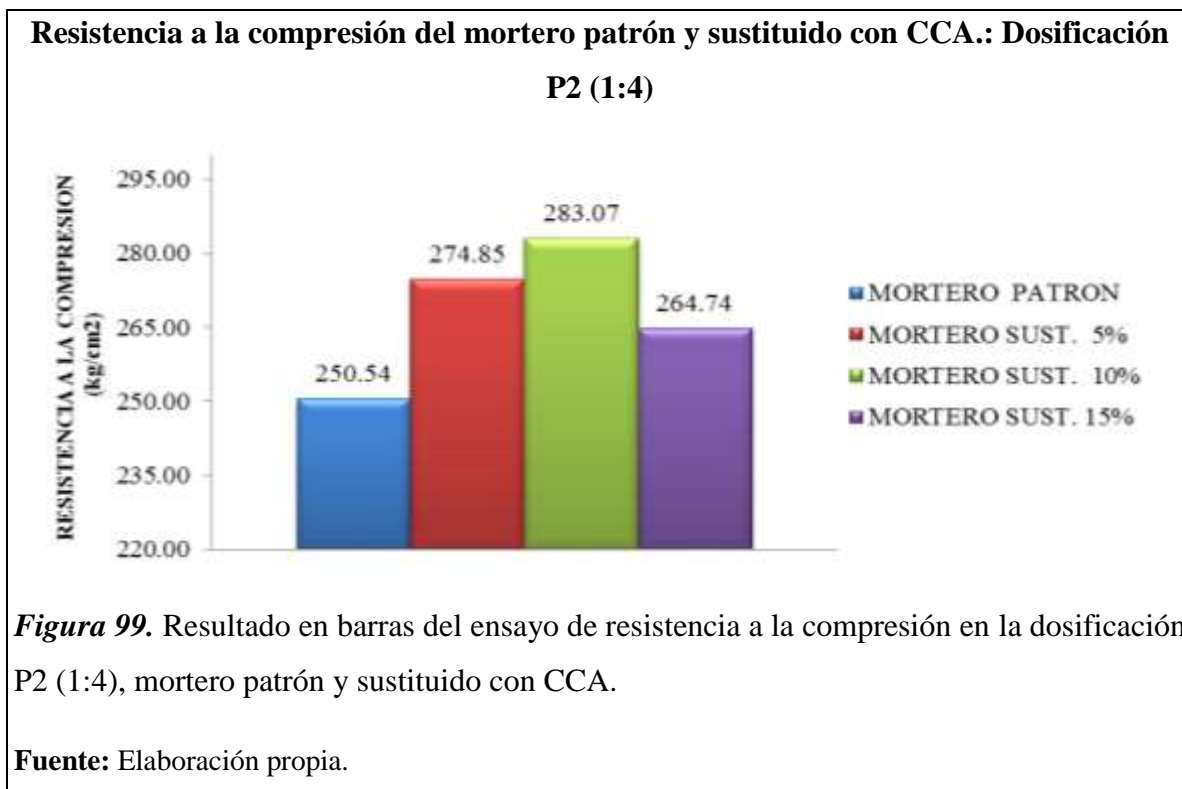




**Figura 98.** Resistencia a la compresión del mortero patrón y sustituido con CCA.: Dosificación P2 (1:4).

**Fuente:** Elaboración propia.

En la figura 98, los morteros sustituidos con CCA en proporciones 0.95 : 4 : 0.05, 0.90 : 4 : 0.10 y 0.85 : 4 : 0.15, todas estas presentan un incremento en su resistencia a la compresión para todas las edades con respecto al mortero patrón 1:4. Ver anexo 10.1.2



**Figura 99.** Resultado en barras del ensayo de resistencia a la compresión en la dosificación P2 (1:4), mortero patrón y sustituido con CCA.

**Fuente:** Elaboración propia.

En la figura 99, los morteros sustituidos con CCA en proporciones 0.95 : 4 : 0.05, 0.90 : 4 : 0.10 y 0.85 : 4 : 0.15 presentan un incremento en la resistencia a la compresión de

10%, 13% y 6% respectivamente, siendo el mortero patrón 1 : 4 (sin CCA), quien presenta menor resistencia a la compresión del mortero a los 28 días.

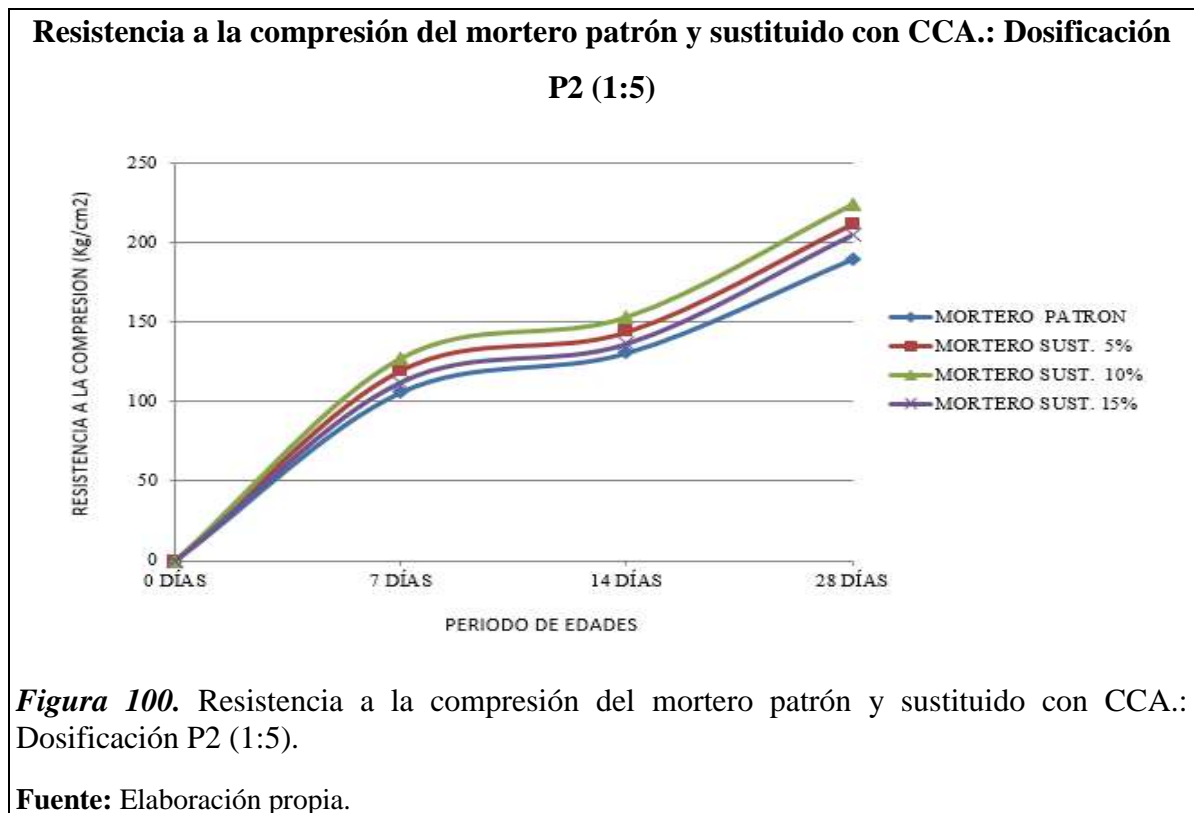
### A.3. Dosificación 1:5

**Tabla 63**

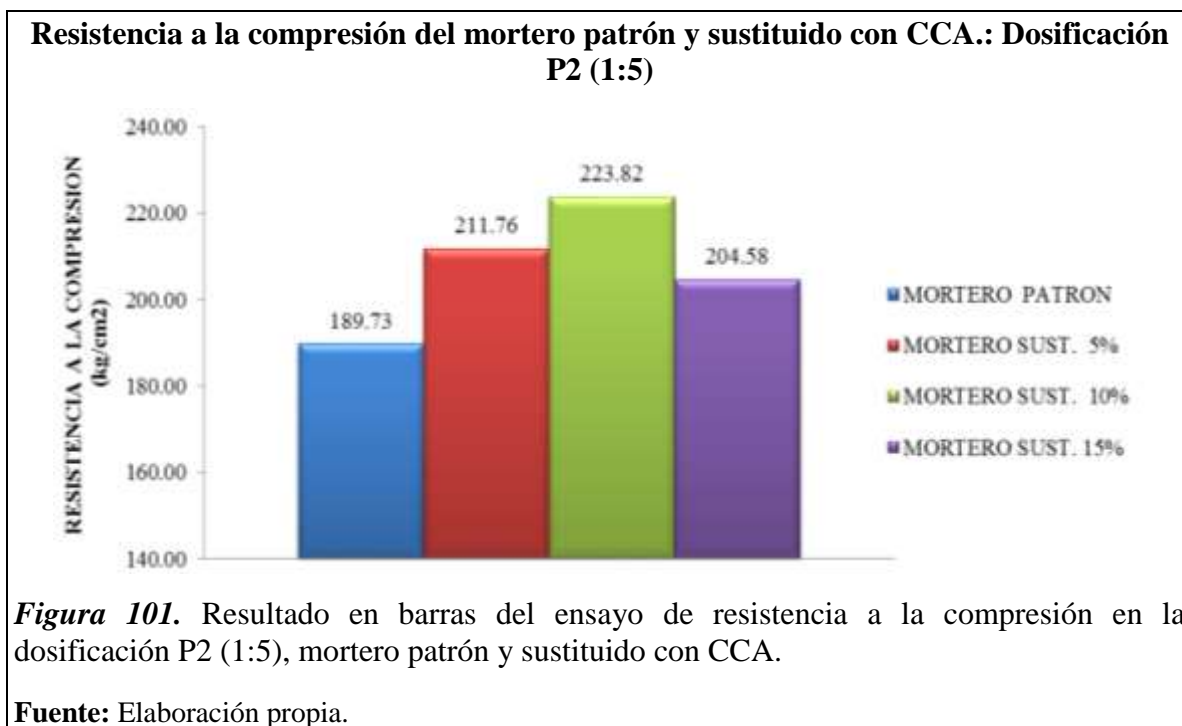
*Resistencia a la compresión del mortero patrón P2 (1:5) y mortero sustituido con CCA.*

MUESTRA	DOSIFICACIÓN			RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (Kg/cm <sup>2</sup> )			
	Cemento	Arena	CCA	0 DÍAS	7 DÍAS	14 DÍAS	28 DÍAS
MORTERO PATRÓN	1	5	0	0	105.96	130.66	189.73
MORTERO SUST. 5%	0.95	5	0.05	0	119.68	143.93	211.76
MORTERO SUST. 10%	0.90	5	0.10	0	127.19	153.11	223.82
MORTERO SUST. 15%	0.85	5	0.15	0	112.14	136.21	204.58

**Fuente:** Elaboración propia.



En la figura 100, los morteros sustituidos con CCA en proporciones 0.95 : 5 : 0.05, 0.90 : 5 : 0.10 y 0.85 : 5 : 0.15, todas estas presentan un incremento en su resistencia a la compresión para todas las edades con respecto al mortero patrón 1:5. Ver anexo 10.1.3



En la figura 101, los morteros sustituidos con CCA en proporciones 0.95 : 5 : 0.05, 0.90 : 5 : 0.10 y 0.85 : 5 : 0.15 presentan un incremento en la resistencia a la compresión de 12%, 18% y 8% respectivamente, siendo el mortero patrón 1 : 5 (sin CCA), quien presenta menor resistencia a la compresión del mortero a los 28 días.

**B. Mortero patrón y mortero con adición de CCA**

**B.1. Dosificación 1:3.5**

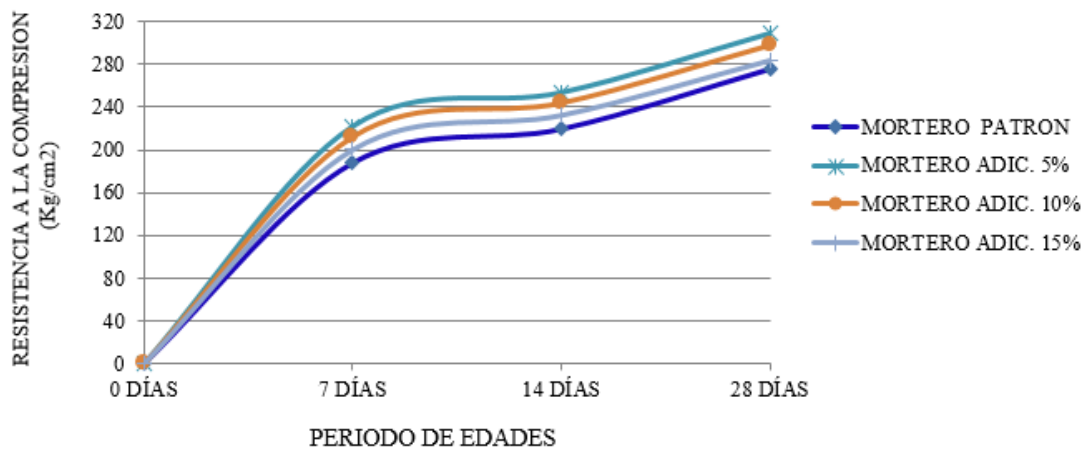
**Tabla 64**

*Resistencia a la compresión del mortero patrón P1 (1:3.5) y mortero adicionado con CCA.*

MUESTRA	DOSIFICACIÓN			RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (Kg/cm²)			
	Cemento	Arena	CCA	0 DÍAS	7 DÍAS	14 DÍAS	28 DÍAS
MORTERO PATRÓN	1	3.5	0	0	187.84	219.46	275.79
MORTERO ADIC. 5%	1	3.5	0.05	0	221.62	253.04	308.40
MORTERO ADIC. 10%	1	3.5	0.10	0	212.57	244.29	298.52
MORTERO ADIC. 15%	1	3.5	0.15	0	200.49	232.76	284.28

**Fuente:** Elaboración propia

**Resistencia a la compresión del mortero patrón y adicionado con CCA.: Dosificación P1 (1:3.5)**

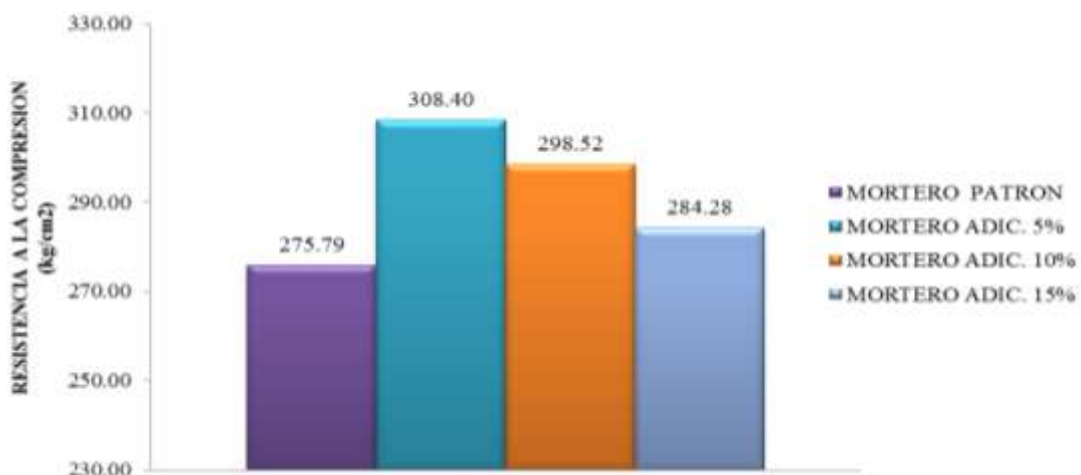


**Figura 102.** Resistencia a la compresión del mortero patrón y adicionado con CCA.: Dosificación P1 (1:3.5).

**Fuente:** Elaboración propia.

En la figura 102, los morteros adicionados con CCA en proporciones 1 : 3.5 : 0.05, 1 : 3.5 : 0.10 y 1 : 3.5 : 0.15, todas estas presentan un incremento en su resistencia a la compresión para todas las edades con respecto al mortero patrón 1 : 3.5. Ver anexo 10.1.1

**Resistencia a la compresión del mortero patrón y adicionado con CCA.: Dosificación P1 (1:3.5)**



**Figura 103.** Resultado en barras del ensayo de resistencia a la compresión en la dosificación P1 (1:3.5), mortero patrón y adicionado con CCA.

**Fuente:** Elaboración propia.

En la figura 103, los morteros adicionados con CCA en proporciones 1 : 3.5 : 0.05, 1 : 3.5 : 0.10 y 1 : 3.5 : 0.15 presentan un incremento en la resistencia a la compresión de 12%, 8% y 3% respectivamente, siendo el mortero patrón 1 : 3.5 (sin CCA), quien presenta menor resistencia a la compresión del mortero a los 28 días.

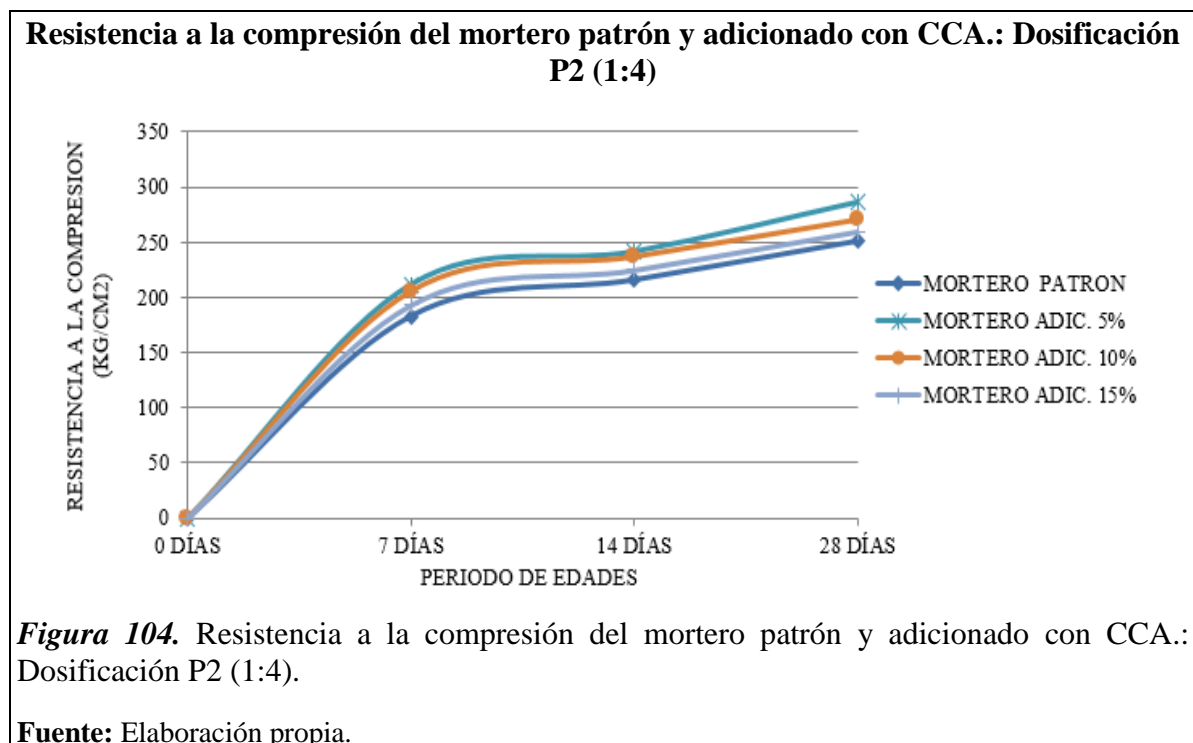
### B.2. Dosificación 1:4

**Tabla 65**

*Resistencia a la compresión del mortero patrón P2 (1:4) y mortero adicionado con CCA.*

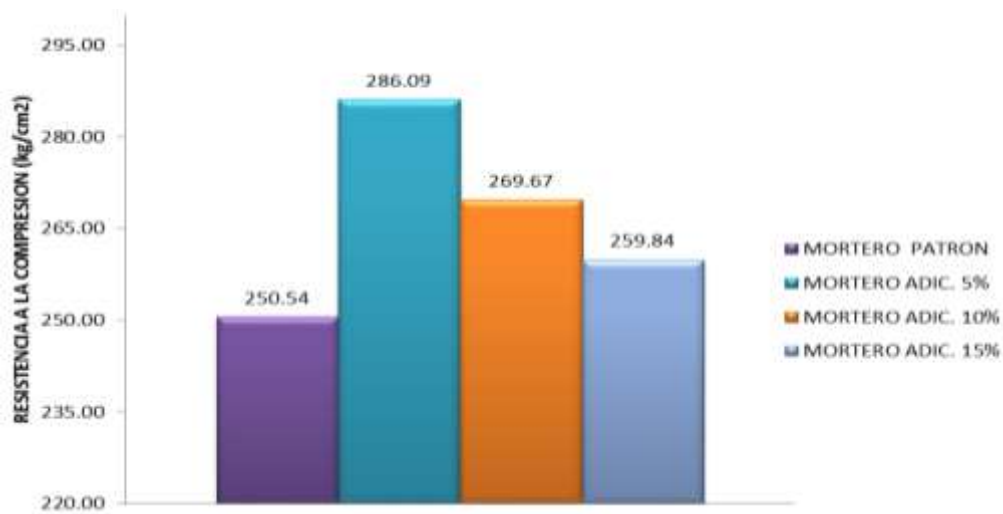
MUESTRA	DOSIFICACIÓN			RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (Kg/cm <sup>2</sup> )			
	Cemento	Arena	CCA	0 DÍAS	7 DÍAS	14 DÍAS	28 DÍAS
MORTERO PATRÓN	1	4	0	0	182.84	215.48	250.54
MORTERO ADIC. 5%	1	4	0.05	0	211.73	241.45	286.09
MORTERO ADIC. 10%	1	4	0.10	0	205.14	236.34	269.67
MORTERO ADIC. 15%	1	4	0.15	0	193.06	224.91	259.84

**Fuente:** Elaboración propia.



En la figura 104, los morteros adicionados con CCA en proporciones 1 : 4 : 0.05, 1 : 4 : 0.10 y 1 : 4 : 0.15, todas estas presentan un incremento en su resistencia a la compresión para todas las edades con respecto al mortero patrón 1:4. Ver anexo 10.1.2

**Resistencia a la compresión del mortero patrón y adicionado con CCA.: Dosificación P2 (1:4)**



**Figura 105.** Resultado en barras del ensayo de resistencia a la compresión en la dosificación P2 (1:4), mortero patrón y adicionado con CCA.

**Fuente:** Elaboración propia.

En la figura 105, los morteros adicionados con CCA en proporciones 1 : 4 : 0.05, 1 : 4 : 0.10 y 1 : 4 : 0.15 presentan un incremento en la resistencia a la compresión de 14%, 8% y 4% respectivamente, siendo el mortero patrón 1:4 (sin CCA), quien presenta menor resistencia a la compresión del mortero a los 28 días.

**B.3. Dosificación 1:5**

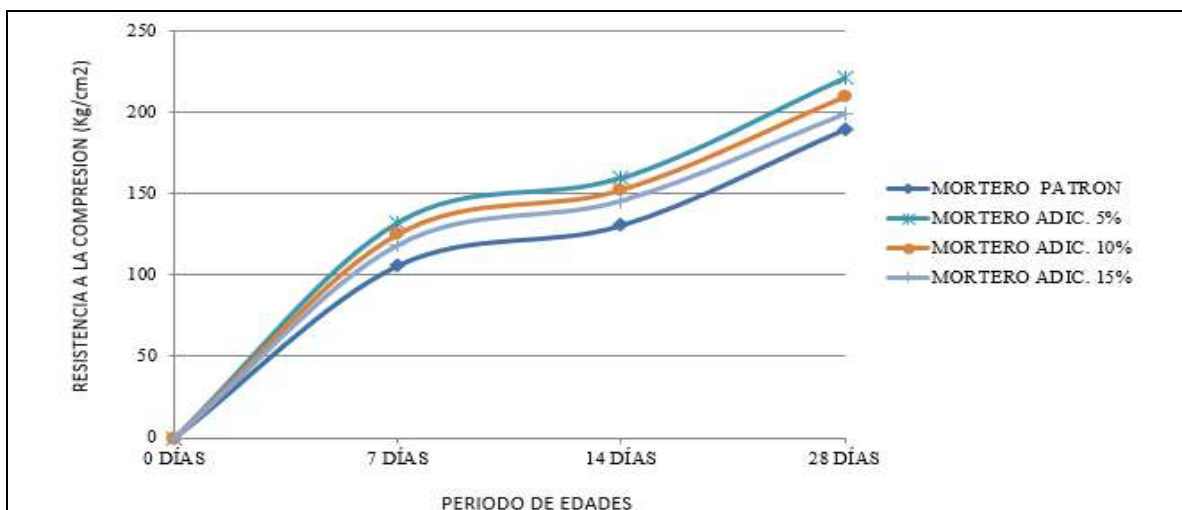
**Tabla 66**

*Resistencia a la compresión del mortero patrón P2 (1:5) y mortero adicionado con CCA.*

MUESTRA	DOSIFICACIÓN			RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (Kg/cm <sup>2</sup> )			
	Cemento	Arena	CCA	0 DÍAS	7 DÍAS	14 DÍAS	28 DÍAS
MORTERO PATRÓN	1	5	0	0	105.96	130.66	189.73
MORTERO ADIC. 5%	1	5	0.05	0	132.13	159.22	220.88
MORTERO ADIC. 10%	1	5	0.10	0	125.08	152.21	209.42
MORTERO ADIC. 15%	1	5	0.15	0	118.34	145.46	198.70

**Fuente:** Elaboración propia.

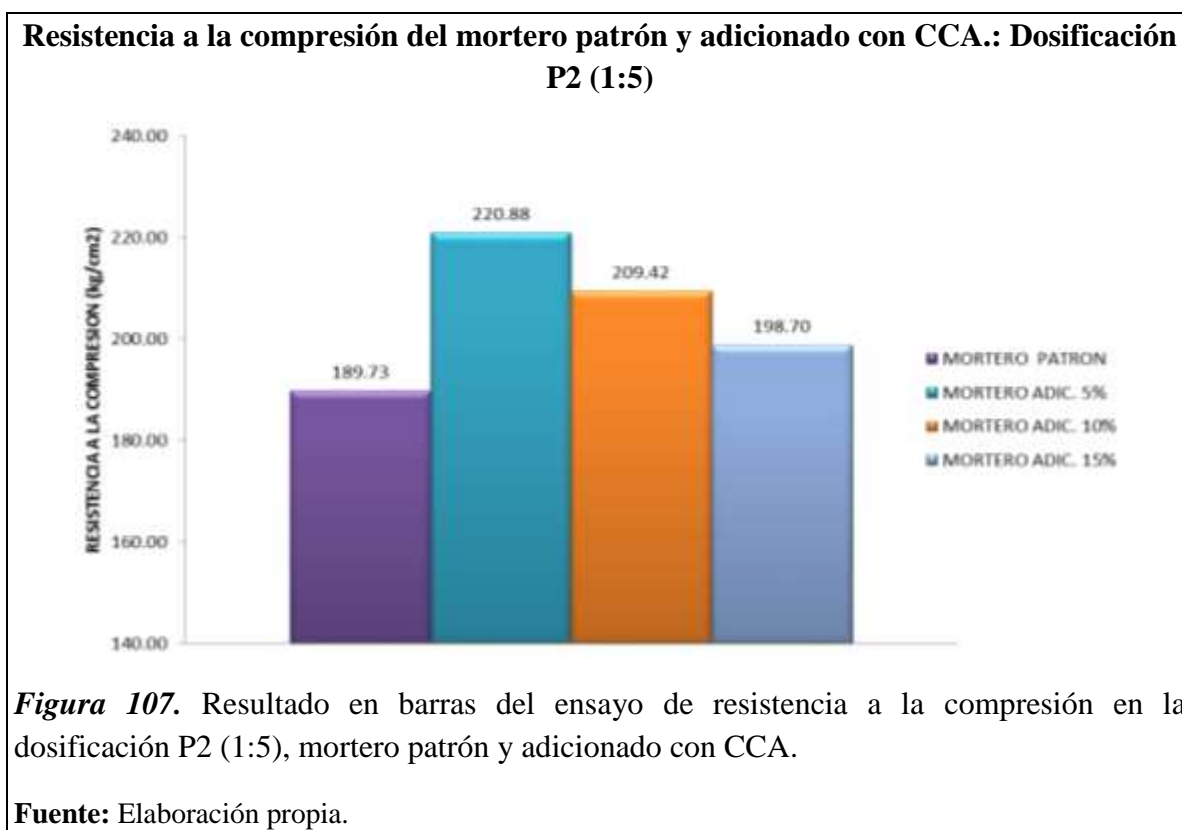
**Resistencia a la compresión del mortero patrón y adicionado con CCA.: Dosificación P2 (1:5)**



**Figura 106.** Resistencia a la compresión del mortero patrón y adicionado con CCA.: Dosificación P2 (1:5).

**Fuente:** Elaboración propia.

En la figura 106, los morteros adicionados con CCA en proporciones 1 : 5 : 0.05, 1 : 5 : 0.10 y 1 : 5 : 0.15, todas estas presentan un incremento en su resistencia a la compresión para todas las edades con respecto al mortero patrón 1:5. Ver anexo 10.1.3



**Figura 107.** Resultado en barras del ensayo de resistencia a la compresión en la dosificación P2 (1:5), mortero patrón y adicionado con CCA.

**Fuente:** Elaboración propia.

En la figura 107, los morteros adicionados con CCA en proporciones 1 : 5 : 0.05, 1 : 5 : 0.10 y 1 : 5 : 0.15 presentan un incremento en la resistencia a la compresión de 16%, 10% y 5% respectivamente, siendo el mortero patrón 1:5 (sin CCA), quien presenta menor resistencia a la compresión del mortero a los 28 días.

### 3.1.4.2.2. Resistencia a la flexión.

#### A. Mortero patrón y mortero con sustitución de CCA

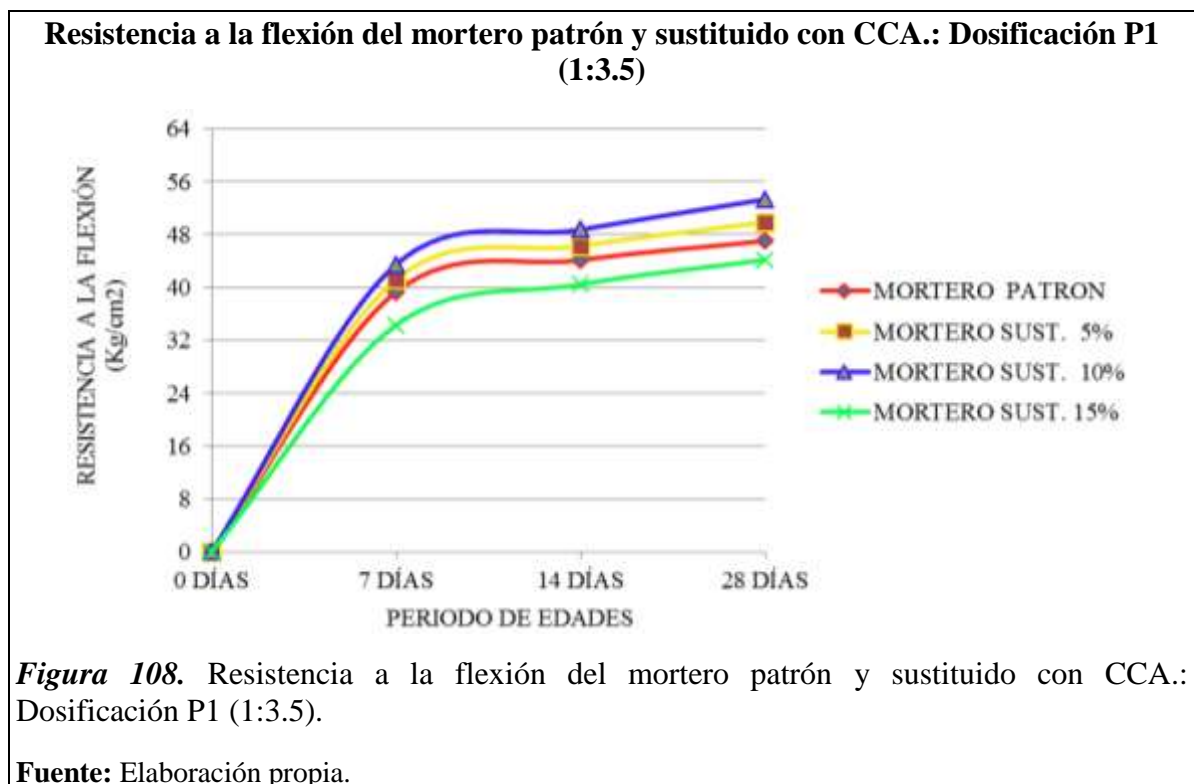
##### A.1. Dosificación 1:3.5

**Tabla 67**

Resistencia a la flexión del mortero patrón P1 (1:3.5) y mortero sustituido con CCA.

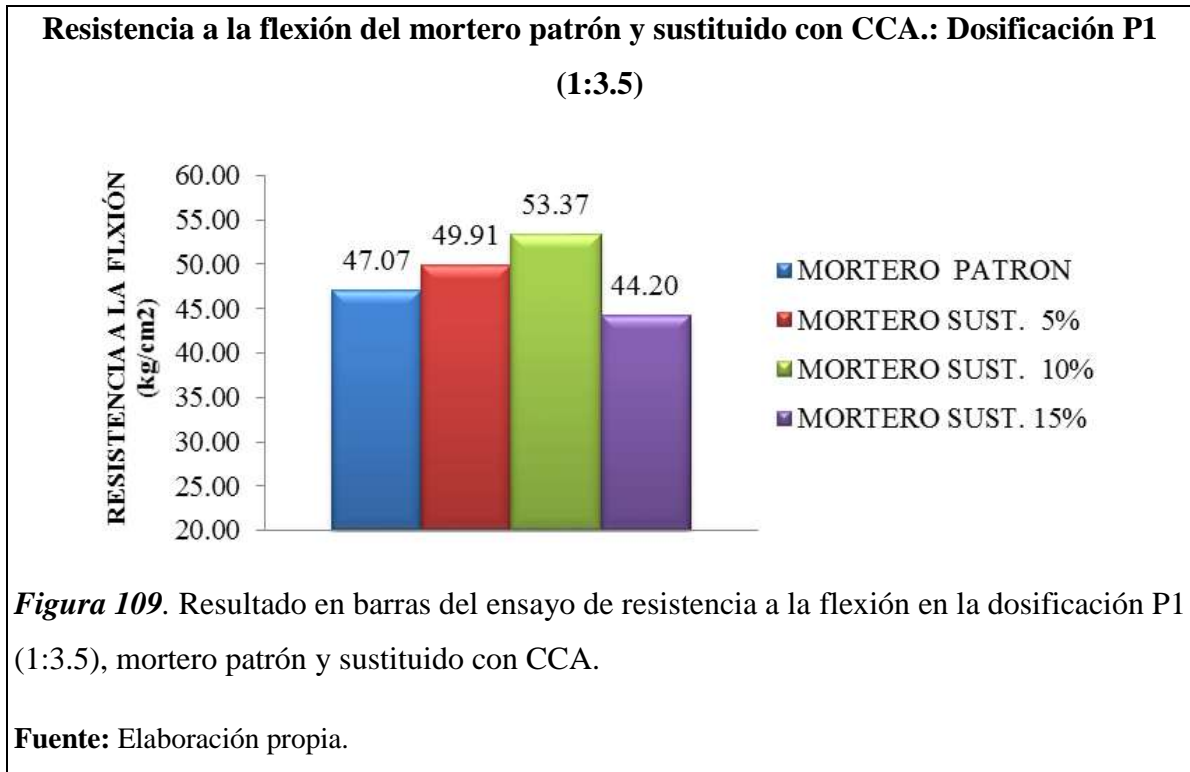
MUESTRA	DOSIFICACIÓN			RESISTENCIA A LA FLEXIÓN (Kg/cm <sup>2</sup> )			
	Cemento	Arena	CCA	0 DÍAS	7 DÍAS	14 DÍAS	28 DÍAS
MORTERO PATRÓN	1	3.5	0	0	39.34	44.18	47.07
MORTERO SUST. 5%	0.95	3.5	0.05	0	41.25	46.31	49.91
MORTERO SUST. 10%	0.90	3.5	0.10	0	43.48	48.78	53.37
MORTERO SUST. 15%	0.85	3.5	0.15	0	34.34	40.50	44.20

**Fuente:** Elaboración propia.





En la figura 108, los morteros sustituidos con CCA en proporciones 0.95 : 3.5 : 0.05 y 0.90 : 3.5 : 0.10 presentan un incremento en su resistencia a la flexión, sin embargo la proporción 0.85 : 3.5 : 0.15 muestra una disminución con respecto al mortero patrón 1:3.5 para todas las edades. Ver anexo 10.2.1



En la figura 109, los morteros sustituidos con CCA en proporciones 0.95 : 3.5 : 0.05 y 0.90 : 3.5 : 0.10 presentan un incremento en la resistencia a la flexión de 6% y 13% respectivamente, sin embargo la proporción 0.85 : 3.5 : 0.15 muestra una disminución de 6% con respecto al mortero patrón 1:3.5 (sin CCA), en lo que concierne a la resistencia a la flexión del mortero a los 28 días.

#### A.2. Dosificación 1:4

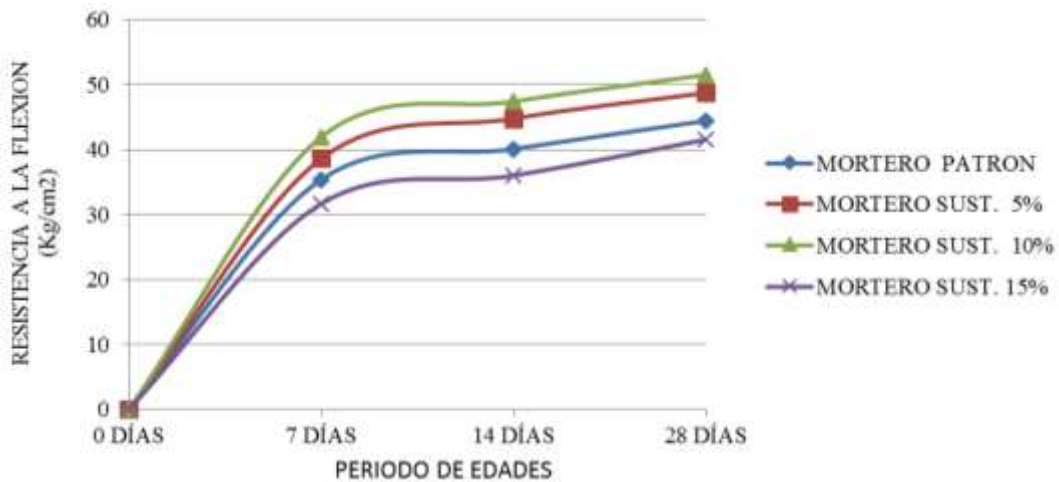
**Tabla 68**

*Resistencia a la flexión del mortero patrón P2 (1:4) y mortero sustituido con CCA.*

MUESTRA	DOSIFICACIÓN			RESISTENCIA A LA FLEXIÓN (Kg/cm²)			
	Cemento	Arena	CCA	0 DÍAS	7 DÍAS	14 DÍAS	28 DÍAS
MORTERO PATRÓN	1	4	0	0	35.39	40.09	44.43
MORTERO SUST. 5%	0.95	4	0.05	0	38.61	44.76	48.74
MORTERO SUST. 10%	0.90	4	0.10	0	41.93	47.40	51.49
MORTERO SUST. 15%	0.85	4	0.15	0	31.67	35.98	41.53

**Fuente:** Elaboración propia.

**Resistencia a la flexión del mortero patrón y sustituido con CCA.: Dosificación P2 (1:4)**



**Figura 110.** Resistencia a la flexión del mortero patrón y sustituido con CCA.: Dosificación P2 (1:4).

**Fuente:** Elaboración propia.

En la figura 110, los morteros sustituidos con CCA en proporciones 0.95 : 4 : 0.05 y 0.90 : 4 : 0.10 presentan un incremento en su resistencia a la flexión, sin embargo la proporción 0.85 : 4 : 0.15 muestra una disminución con respecto al mortero patrón 1:4 para todas las edades. Ver anexo 10.2.2

**Resistencia a la flexión del mortero patrón y sustituido con CCA.: Dosificación P2 (1:4)**



**Figura 111.** Resultado en barras del ensayo de resistencia a la flexión en la dosificación P2 (1:4), mortero patrón y sustituido con CCA.

**Fuente:** Elaboración propia.

En la figura 111, los morteros sustituidos con CCA en proporciones 0.95 : 4 : 0.05 y 0.90 : 4 : 0.10 presentan un incremento en la resistencia a la flexión de 10% y 16%

respectivamente, sin embargo la proporción 0.85 : 4 : 0.15 muestra una disminución de 7% con respecto al mortero patrón 1:4 (sin CCA), en lo que concierne a la resistencia a la flexión del mortero a los 28 días.

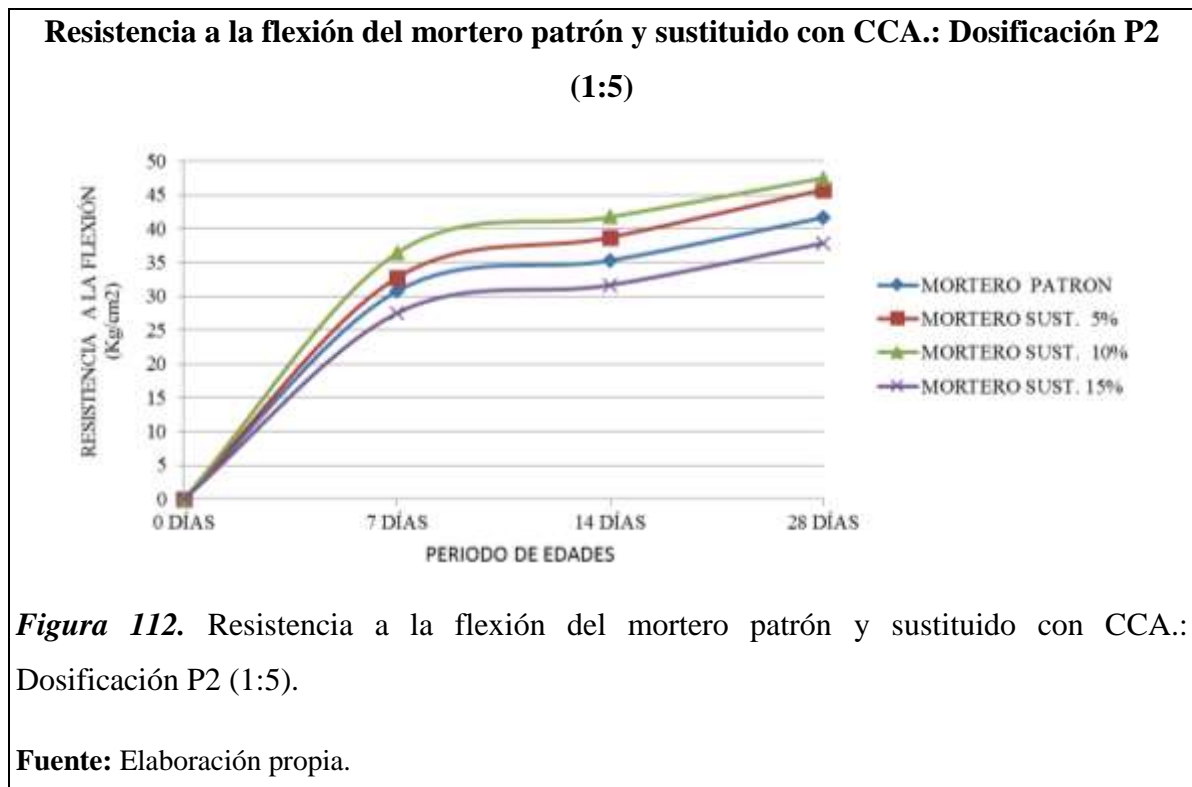
### A.3. Dosificación 1:5

**Tabla 69**

*Resistencia a la flexión del mortero patrón P2 (1:5) y mortero sustituido con CCA.*

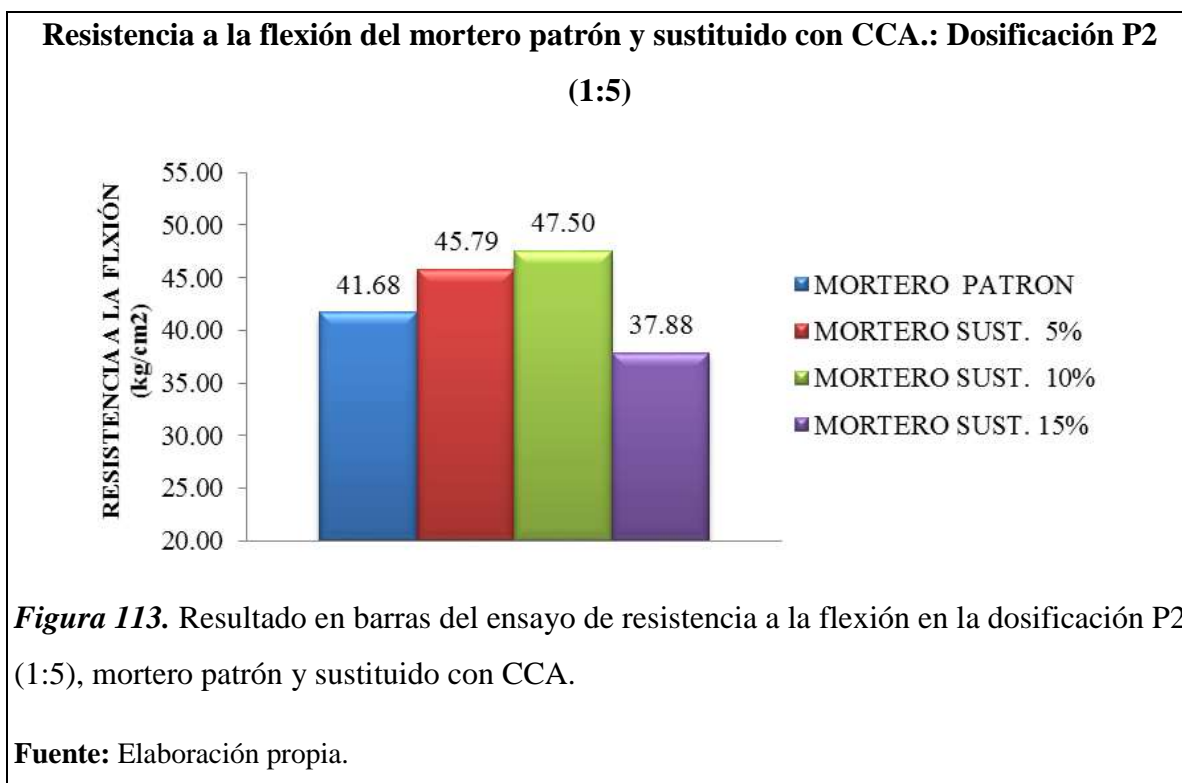
MUESTRA	DOSIFICACIÓN			RESISTENCIA A LA FLEXIÓN (Kg/cm <sup>2</sup> )			
	Cemento	Arena	CCA	0 DÍAS	7 DÍAS	14 DÍAS	28 DÍAS
MORTERO PATRÓN	1	5	0	0	30.77	35.31	41.68
MORTERO SUST. 5%	0.95	5	0.05	0	32.77	38.73	45.79
MORTERO SUST. 10%	0.90	5	0.10	0	36.41	41.72	47.50
MORTERO SUST. 15%	0.85	5	0.15	0	27.52	31.67	37.88

**Fuente:** Elaboración propia.



En la figura 112, los morteros sustituidos con CCA en proporciones 0.95 : 5 : 0.05 y 0.90 : 5 : 0.10 presentan un incremento en su resistencia a la flexión, sin embargo la

proporción 0.85 : 5 : 0.15 muestra una disminución con respecto al mortero patrón 1:5 para todas las edades. Ver anexo 10.2.3



En la figura 113, los morteros sustituidos con CCA en proporciones 0.95 : 5 : 0.05 y 0.90 : 5 : 0.10 presentan un incremento en la resistencia a la flexión de 10% y 14% respectivamente, sin embargo la proporción 0.85 : 5 : 0.15 muestra una disminución de 9% con respecto al mortero patrón 1:5 (sin CCA), en lo que concierne a la resistencia a la flexión del mortero a los 28 días.

**B. Mortero patrón y mortero con adición de CCA**

**B.1. Dosificación 1:3.5**

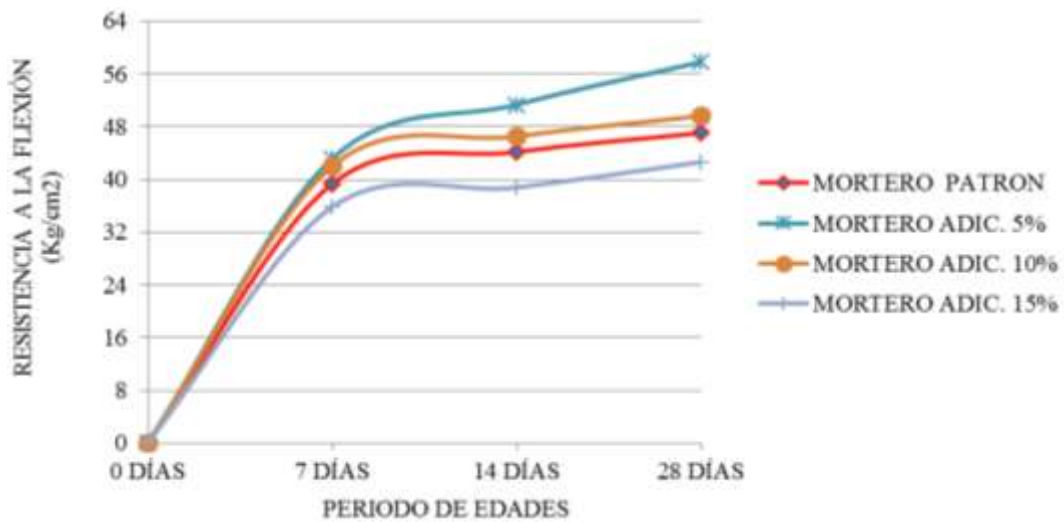
**Tabla 70**

*Resistencia a la flexión del mortero patrón P1 (1:3.5) y mortero adicionado con CCA.*

MUESTRA	DOSIFICACIÓN			RESISTENCIA A LA FLEXIÓN (Kg/cm²)			
	Cemento	Arena	CCA	0 DÍAS	7 DÍAS	14 DÍAS	28 DÍAS
MORTERO PATRÓN	1	3.5	0	0	39.34	44.18	47.07
MORTERO ADIC. 5%	1	3.5	0.05	0	43.16	51.37	57.84
MORTERO ADIC. 10%	1	3.5	0.10	0	42.03	46.56	49.66
MORTERO ADIC. 15%	1	3.5	0.15	0	35.82	38.78	42.65

**Fuente:** Elaboración propia

**Resistencia a la flexión del mortero patrón y adicionado con CCA.: Dosificación P1 (1:3.5)**

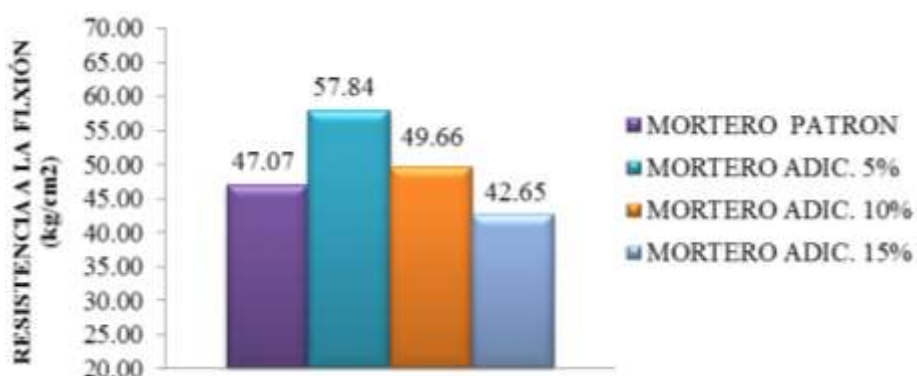


**Figura 114.** Resistencia a la flexión del mortero patrón y adicionado con CCA.: Dosificación P1 (1:3.5).

**Fuente:** Elaboración propia.

En la figura 114, los morteros adicionados con CCA en proporciones 1 : 3.5 : 0.05 y 1 : 3.5 : 0.10 presentan un incremento en su resistencia a la flexión, sin embargo la proporción 1 : 3.5 : 0.15 muestra una disminución con respecto al mortero patrón 1:3.5 para todas las edades. Ver anexo 10.2.1

**Resistencia a la flexión del mortero patrón y adicionado con CCA.: Dosificación P1 (1:3.5)**



**Figura 115.** Resultado en barras del ensayo de resistencia a la flexión en la dosificación P1 (1:3.5), mortero patrón y adicionado con CCA.

**Fuente:** Elaboración propia.

En la figura 115, los morteros adicionados con CCA en proporciones 1 : 3.5 : 0.05 y 1 : 3.5 : 0.10 presentan un incremento en la resistencia a la flexión de 23% y 5% respectivamente, sin embargo la proporción 1 : 3.5 : 0.15 muestra una disminución de 9% con respecto al mortero patrón 1:3.5 (sin CCA), en lo que concierne a la resistencia a la flexión del mortero a los 28 días.

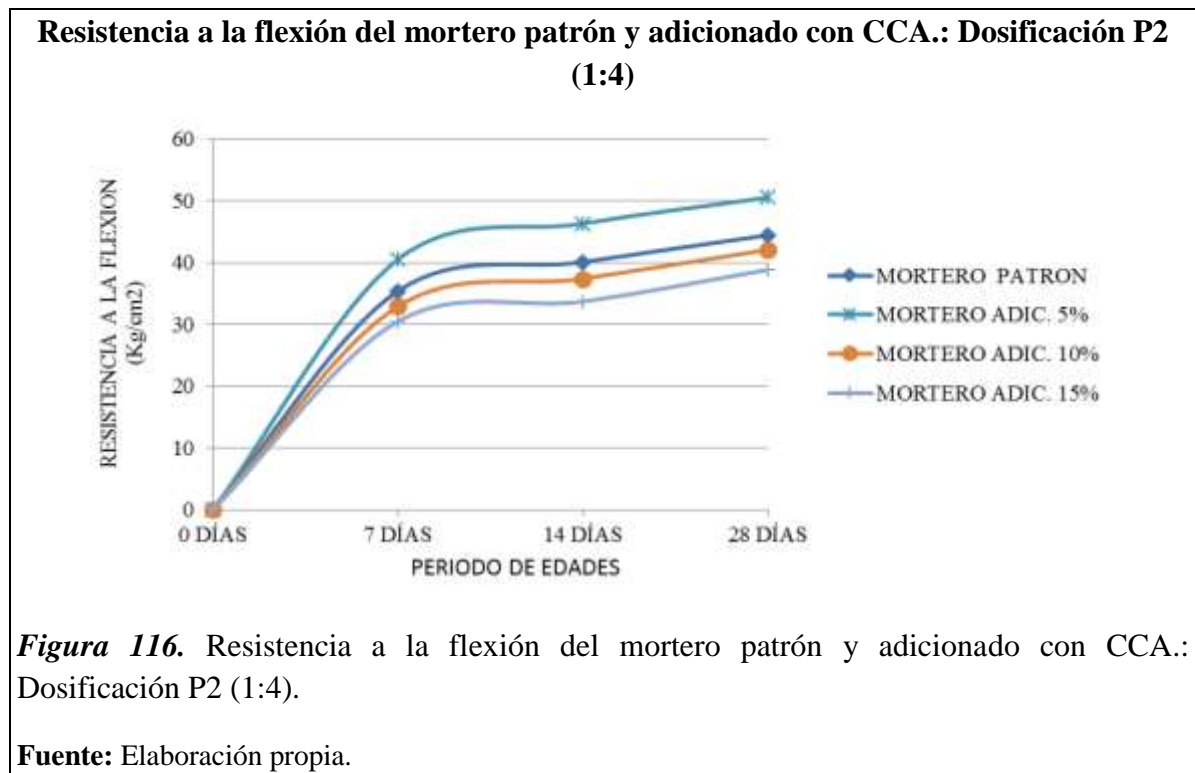
**B.2. Dosificación 1:4**

**Tabla 71**

*Resistencia a la flexión del mortero patrón P2 (1:4) y mortero adicionado con CCA.*

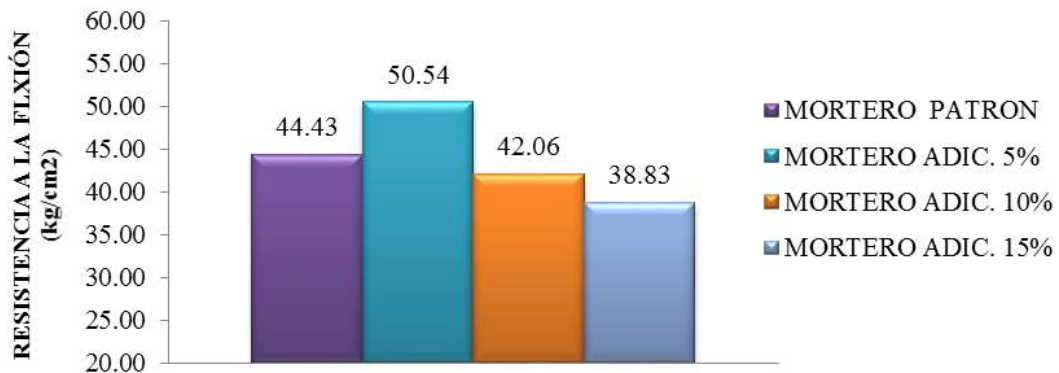
MUESTRA	DOSIFICACIÓN			RESISTENCIA A LA FLEXIÓN (Kg/cm <sup>2</sup> )			
	Cemento	Arena	CCA	0 DÍAS	7 DÍAS	14 DÍAS	28 DÍAS
MORTERO PATRÓN	1	4	0	0	35.39	40.09	44.43
MORTERO ADIC. 5%	1	4	0.05	0	40.51	46.31	50.54
MORTERO ADIC. 10%	1	4	0.10	0	32.90	37.38	42.06
MORTERO ADIC. 15%	1	4	0.15	0	30.49	33.70	38.83

**Fuente:** Elaboración propia.



En la figura 116, los morteros adicionados con CCA en proporciones 1 : 4 : 0.10 y 1 : 4 : 0.15 presentan una disminución en su resistencia a la flexión, sin embargo la proporción 1 : 4 : 0.05 muestra un incremento con respecto al mortero patrón 1:4 para todas las edades. **Ver anexo 10.2.2**

**Resistencia a la flexión del mortero patrón y adicionado con CCA.: Dosificación P2 (1:4)**



**Figura 117.** Resultado en barras del ensayo de resistencia a la flexión en la dosificación P2 (1:4), mortero patrón y adicionado con CCA.

**Fuente:** Elaboración propia.

En la figura 117, los morteros adicionados con CCA en proporciones 1 : 4 : 0.10 y 1 : 4 : 0.15 presentan una disminución en la resistencia a la flexión de 5% y 13% respectivamente, sin embargo la proporción 1 : 4 : 0.05 muestra un incremento de 14% con respecto al mortero patrón 1:4 (sin CCA), en lo que concierne a la resistencia a la flexión del mortero a los 28 días.

**B.3. Dosificación 1:5**

**Tabla 72**

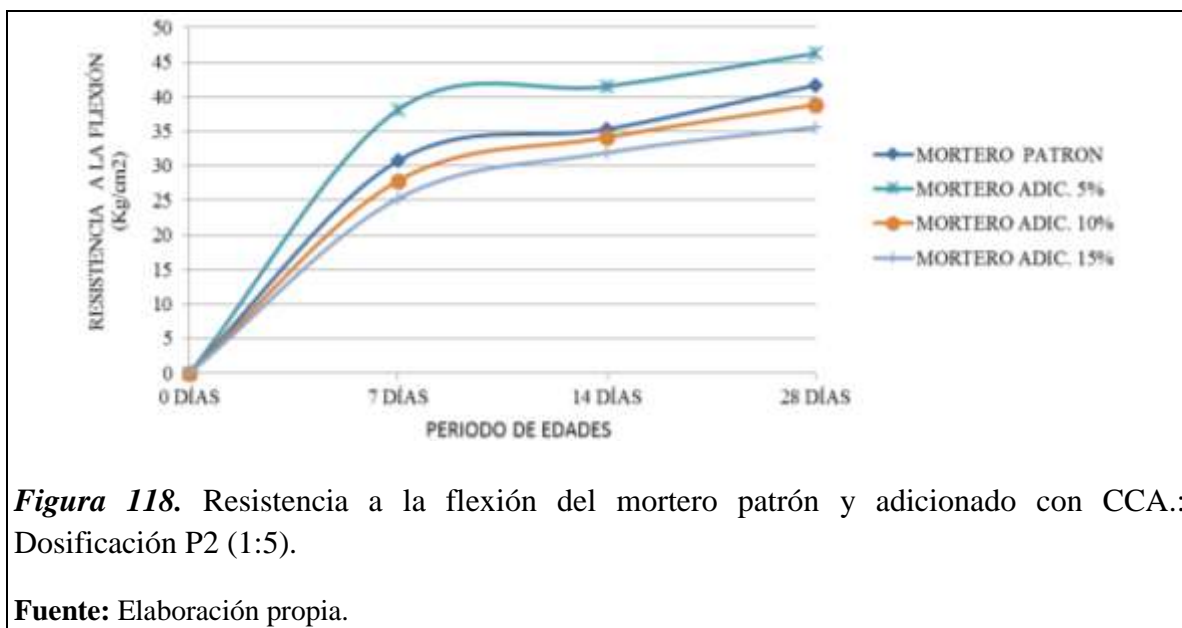
*Resistencia a la flexión del mortero patrón P2 (1:5) y mortero adicionado con CCA.*

MUESTRA	DOSIFICACIÓN			RESISTENCIA A LA FLEXIÓN (Kg/cm <sup>2</sup> )			
	Cemento	Arena	CCA	0 DÍAS	7 DÍAS	14 DÍAS	28 DÍAS
MORTERO PATRÓN	1	5	0	0	30.77	35.31	41.68
MORTERO ADIC. 5%	1	5	0.05	0	38.13	41.50	46.27
MORTERO ADIC. 10%	1	5	0.10	0	27.86	34.13	38.85
MORTERO ADIC. 15%	1	5	0.15	0	25.29	31.90	35.60

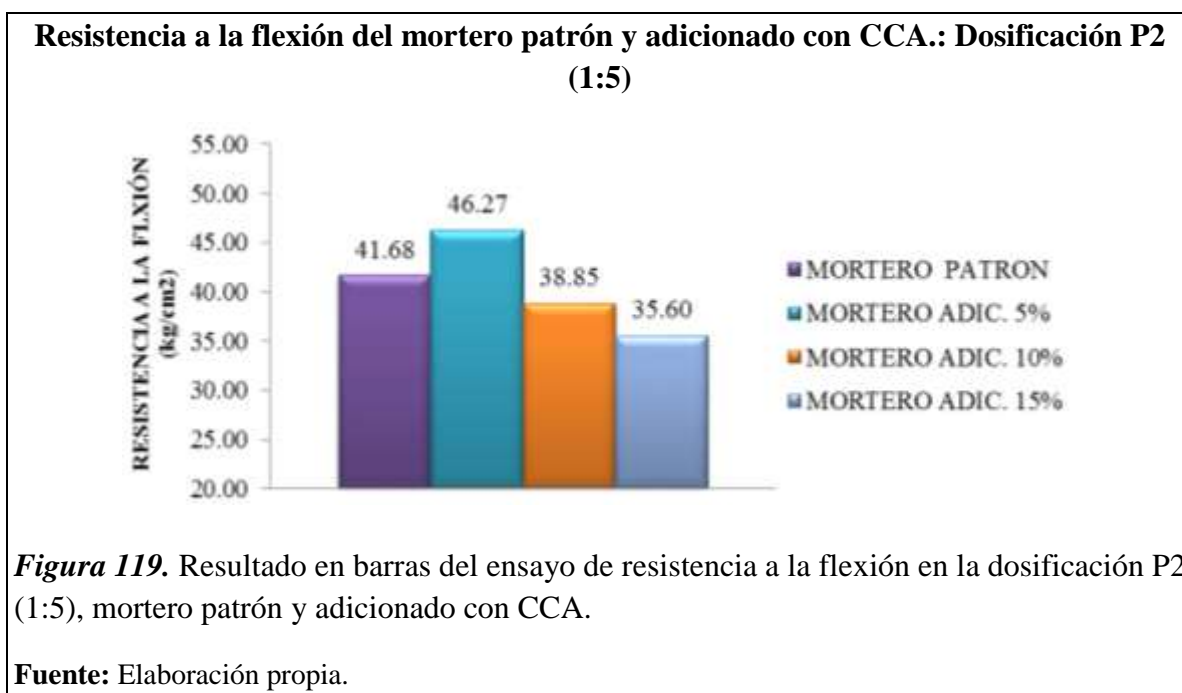
**Fuente:** Elaboración propia.

**Resistencia a la flexión del mortero patrón y adicionado con CCA.: Dosificación P2 (1:5)**





En la figura 118 mostrada a continuación, los morteros adicionados con CCA en proporciones 1 : 5 : 0.10 y 1 : 5 : 0.15 presentan una disminución en su resistencia a la flexión, sin embargo la proporción 1 : 5 : 0.05 muestra un incremento con respecto al mortero patrón 1:5 para todas las edades. Ver anexo 10.2.3



En la figura 119, los morteros adicionados con CCA en proporciones 1 : 5 : 0.10 y 1 : 5 : 0.15 presentan una disminución en la resistencia a la flexión de 7% y 15% respectivamente, sin embargo la proporción 1 : 5 : 0.05 muestra un incremento de 11%



con respecto al mortero patrón 1:5 (sin CCA), en lo que concierne a la resistencia a la flexión del mortero a los 28 días.

### 3.1.5. Propiedades mecánicas de la albañilería simple.

#### 3.1.5.1. Ensayo de adherencia del mortero – ladrillo arcilla.

##### 3.1.5.1.1. Mortero patrón y mortero con sustitución de CCA.

###### A. Dosificación 1:4

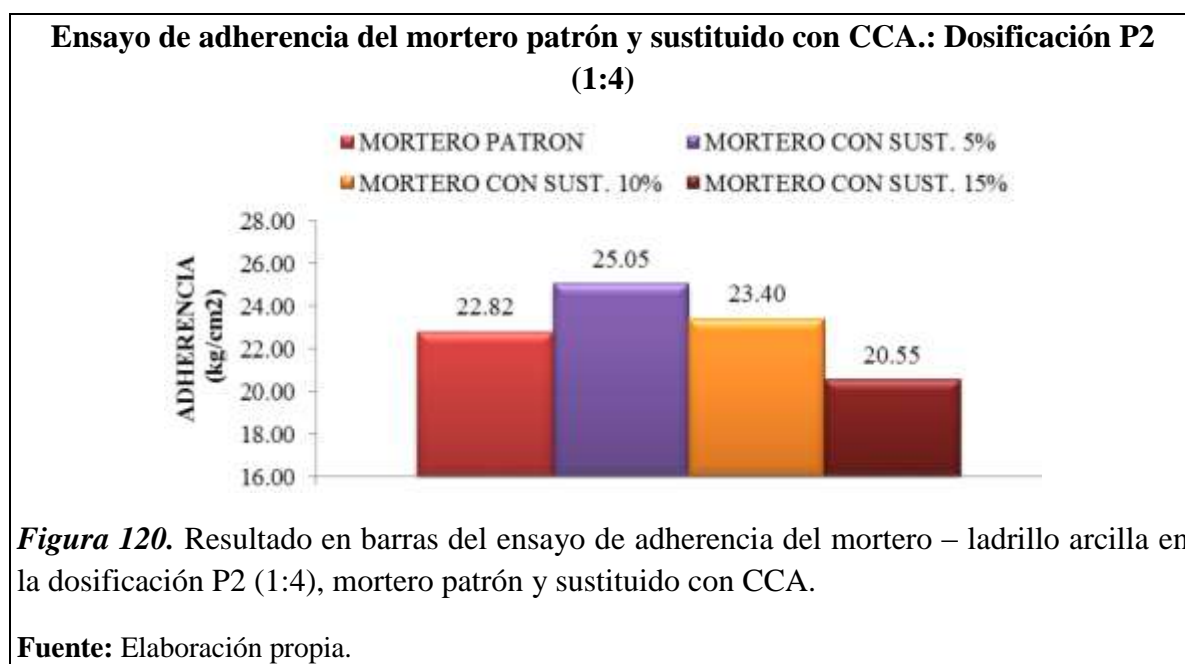
**Tabla 73**

*Ensayo de adherencia del mortero patrón P2 (1:4) y mortero sustituido con CCA.*

MUESTRA	DOSIFICACIÓN			ADHERENCIA DEL	
	CEMENTO	ARENA	CCA	MORTERO - LADRILLO ARCILLA	
MORTERO PATRÓN	1	4	0	22.82	Kg/cm <sup>2</sup>
MORTERO CON SUST. 5%	0.95	4	0.05	25.05	Kg/cm <sup>2</sup>
MORTERO CON SUST. 10%	0.90	4	0.10	23.40	Kg/cm <sup>2</sup>
MORTERO CON SUST. 15%	0.85	4	0.15	20.55	Kg/cm <sup>2</sup>

**Fuente:** Elaboración propia.

La adherencia en el mortero patrón (1:4) fue 22.82 Kg/cm<sup>2</sup>, el mortero con 5% de sustitución con CCA obtuvo 25.05 Kg/cm<sup>2</sup>, con 10% fue 23.40 Kg/cm<sup>2</sup> y por último con 15% fue 20.55 Kg/cm<sup>2</sup> como se observan en la tabla 73. Ver anexo 11.1.1



En la figura 120, los morteros sustituidos con CCA en proporciones 0.95 : 4 : 0.05 y 0.90 : 4 : 0.10 presentan un incremento en la adherencia de 10% y 3% respectivamente, sin embargo la proporción 0.85 : 4 : 0.15 muestra una disminución de 10% con respecto al mortero patrón 1:4 (sin CCA).

3.1.5.1.2. Mortero patrón y mortero con adición de CCA.

A. Dosificación 1:4

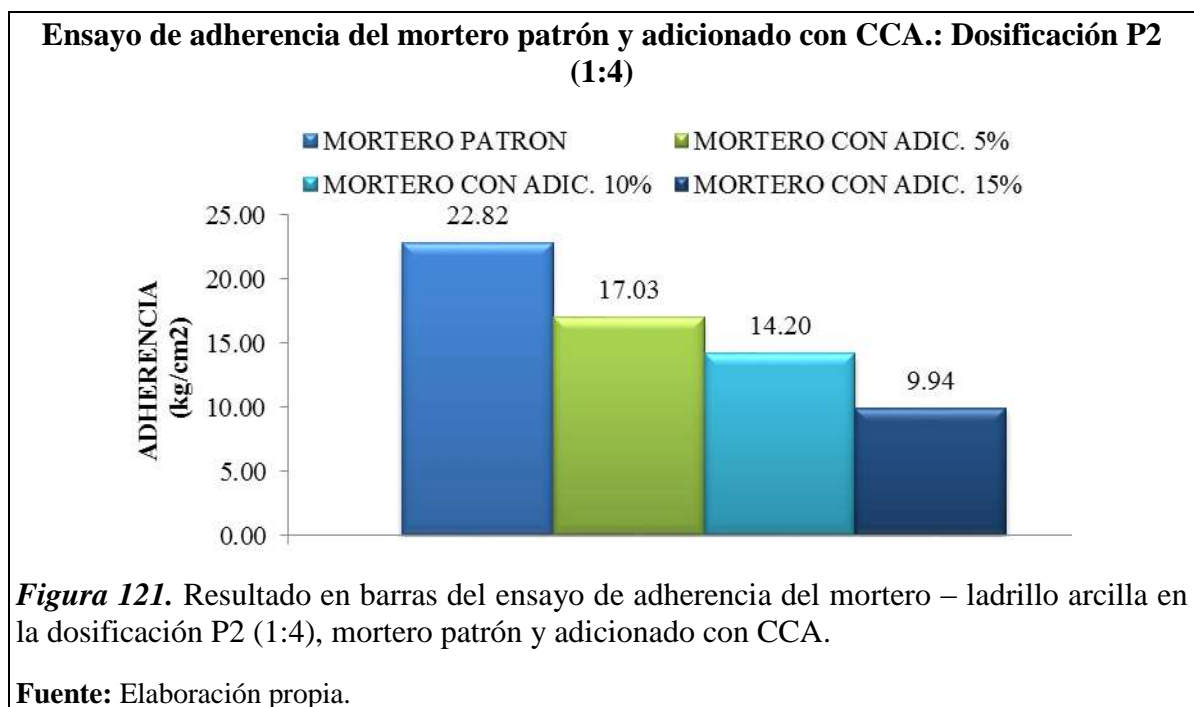
**Tabla 74**

Ensayo de adherencia del mortero patrón P2 (1:4) y mortero adicionado con CCA.

MUESTRA	DOSIFICACIÓN			ADHERENCIA DEL	
	CEMENTO	ARENA	CCA	MORTERO - LADRILLO ARCILLA	
MORTERO PATRÓN	1	4	0	22.82	Kg/cm <sup>2</sup>
MORTERO CON ADIC. 5%	1	4	0.05	17.03	Kg/cm <sup>2</sup>
MORTERO CON ADIC. 10%	1	4	0.10	14.20	Kg/cm <sup>2</sup>
MORTERO CON ADIC. 15%	1	4	0.15	9.94	Kg/cm <sup>2</sup>

**Fuente:** Elaboración propia.

La adherencia en el mortero patrón (1:4) fue 22.82 Kg/cm<sup>2</sup>, el mortero con 5% de adición con CCA obtuvo 17.03 Kg/cm<sup>2</sup>, con 10% fue 14.20 Kg/cm<sup>2</sup> y por último con 15% fue 9.94 Kg/cm<sup>2</sup> como se observan en la tabla 74. Ver anexo 11.1.1



En la figura 121, los morteros adicionados con CCA en proporciones 1 : 4 : 0.05, 1 : 4 : 0.10 y 1 : 4 : 0.15 presentan una disminución en la adherencia del mortero de 25%, 38% y 56% respectivamente, en relación al mortero patrón 1:4 (sin CCA).

### 3.1.5.2. *Ensayo de resistencia a la compresión axial en pilas de albañilería.*

#### 3.1.5.2.1. *Mortero patrón y mortero con sustitución de CCA.*

##### A. *Dosificación 1:4*

**Tabla 75**

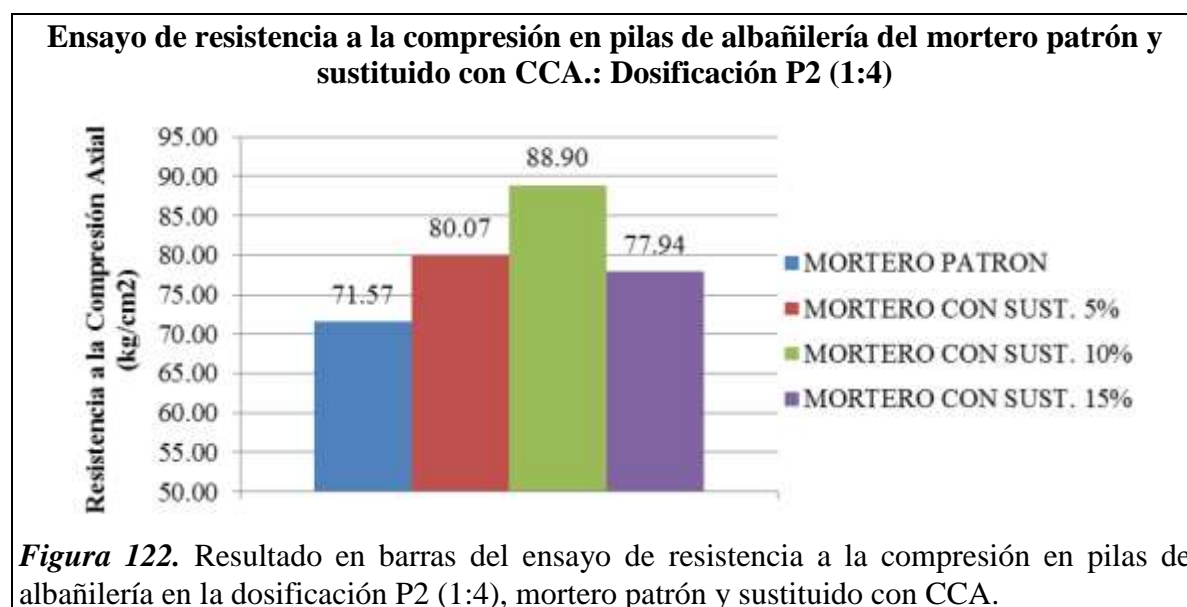
*Ensayo de resistencia a la compresión en pilas de albañilería del mortero patrón P2 (1:4) y mortero sustituido con CCA.*

MUESTRA	DOSIFICACIÓN			RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN EN PILAS:	
	CEMENTO	ARENA	CCA	F´m	CORREGIDO
MORTERO PATRÓN	1	4	0	71.57	Kg/cm <sup>2</sup>
MORTERO CON SUST. 5%	0.95	4	0.05	80.07	Kg/cm <sup>2</sup>
MORTERO CON SUST. 10%	0.90	4	0.10	88.90	Kg/cm <sup>2</sup>
MORTERO CON SUST. 15%	0.85	4	0.15	77.94	Kg/cm <sup>2</sup>

**Fuente:** Elaboración propia.

La resistencia a la compresión en pilas de albañilería del mortero patrón (1:4) fue 71.57 Kg/cm<sup>2</sup>, el mortero con 5% de sustitución con CCA obtuvo 80.07 Kg/cm<sup>2</sup>, con 10% fue 88.90 Kg/cm<sup>2</sup> y por último con 15% fue 77.94 Kg/cm<sup>2</sup> como se observan en la tabla 75.

Ver anexo 11.2.1



**Fuente:** Elaboración propia.

En la figura 122, los morteros sustituidos con CCA en proporciones 0.95 : 4 : 0.05, 0.90 : 4 : 0.10 y 0.85 : 4 : 0.15 presentan un incremento en la resistencia a la compresión en pilas de albañilería de 12%, 24% y 9% respectivamente, en relación al mortero patrón 1:4 (sin CCA).

3.1.5.2.2. Mortero patrón y mortero con adición de CCA.

A. Dosificación 1:4

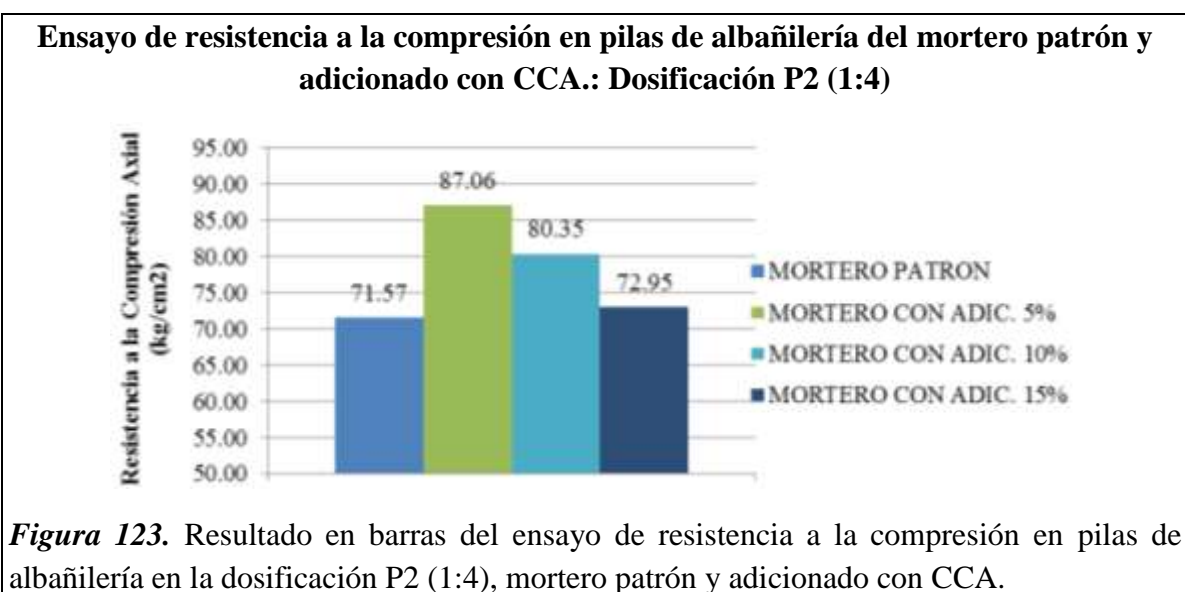
**Tabla 76**

Ensayo de resistencia a la compresión en pilas de albañilería del mortero patrón P2 (1:4) y mortero adicionado con CCA.

MUESTRA	DOSIFICACIÓN			RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN EN PILAS:	
	CEMENTO	ARENA	CCA	F'm CORREGIDO	
MORTERO PATRÓN	1	4	0	71.57	Kg/cm <sup>2</sup>
MORTERO CON ADIC. 5%	1	4	0.05	87.06	Kg/cm <sup>2</sup>
MORTERO CON ADIC. 10%	1	4	0.10	80.35	Kg/cm <sup>2</sup>
MORTERO CON ADIC. 15%	1	4	0.15	72.95	Kg/cm <sup>2</sup>

**Fuente:** Elaboración propia.

La resistencia a la compresión en pilas de albañilería del mortero patrón (1:4) fue 71.57 Kg/cm<sup>2</sup>, el mortero con 5% de adición con CCA obtuvo 87.06 Kg/cm<sup>2</sup>, con 10% fue 80.35 Kg/cm<sup>2</sup> y por último con 15% fue 72.95 Kg/cm<sup>2</sup> como se observan en la tabla 76. Ver anexo 11.2.1



**Figura 123.** Resultado en barras del ensayo de resistencia a la compresión en pilas de albañilería en la dosificación P2 (1:4), mortero patrón y adicionado con CCA.

**Fuente:** Elaboración propia.

En la figura 123, los morteros adicionados con CCA en proporciones 1 : 4 : 0.05, 1 : 4 : 0.10 y 1 : 4 : 0.15 presentan un incremento en la resistencia a la compresión en pilas de albañilería de 22%, 12% y 2% respectivamente, en relación al mortero patrón 1:4 (sin CCA).

### 3.1.5.3. *Ensayo de resistencia a la compresión diagonal en muretes de albañilería.*

#### 3.1.5.3.1. *Mortero patrón y mortero con sustitución de CCA.*

##### A. *Dosificación 1:4*

#### **Tabla 77**

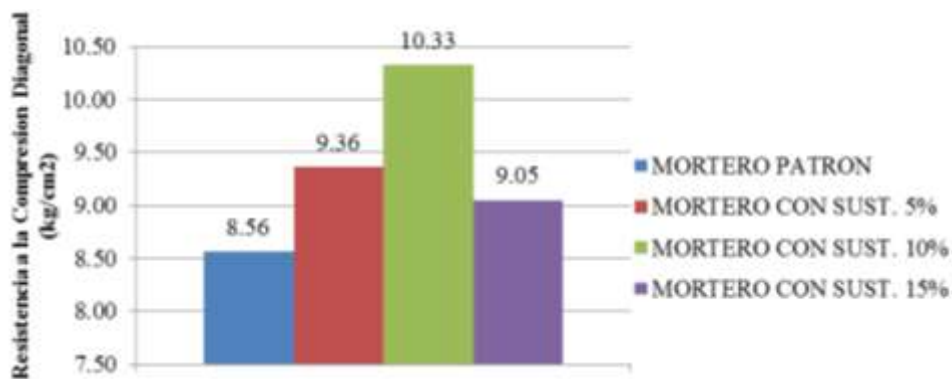
*Ensayo de resistencia a la compresión diagonal en muretes de albañilería del mortero patrón P2 (1:4) y mortero sustituido con CCA.*

MUESTRA	DOSIFICACIÓN			RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DIAGONAL EN MURETES: V'm	
	CEMENTO	ARENA	CCA		
MORTERO PATRÓN	1	4	0	8.56	Kg/cm <sup>2</sup>
MORTERO CON SUST. 5%	0.95	4	0.05	9.36	Kg/cm <sup>2</sup>
MORTERO CON SUST. 10%	0.90	4	0.10	10.33	Kg/cm <sup>2</sup>
MORTERO CON SUST. 15%	0.85	4	0.15	9.05	Kg/cm <sup>2</sup>

**Fuente:** Elaboración propia.

La resistencia a la compresión diagonal en muretes de albañilería del mortero patrón (1:4) fue 8.56 Kg/cm<sup>2</sup>, el mortero con 5% de sustitución con CCA obtuvo 9.36 Kg/cm<sup>2</sup>, con 10% fue 10.33 Kg/cm<sup>2</sup> y por último con 15% fue 9.05 Kg/cm<sup>2</sup> como se observan en la tabla 77. Ver anexo 11.3.1

#### **Ensayo de resistencia a la compresión diagonal en muretes de albañilería del mortero patrón y sustituido con CCA.: Dosificación P2 (1:4)**



**Figura 124.** Resultado en barras del ensayo de resistencia a la compresión diagonal en muretes de albañilería en la dosificación P2 (1:4), mortero patrón y sustituido con CCA.

**Fuente:** Elaboración propia.

En la figura 124, los morteros sustituidos con CCA en proporciones 0.95 : 4 : 0.05, 0.90 : 4 : 0.10 y 0.85 : 4 : 0.15 presentan un incremento en la resistencia a la compresión diagonal en muretes de albañilería de 9%, 21% y 6% respectivamente, en relación al mortero patrón 1 : 4 (sin CCA).

### 3.1.5.3.2. Mortero patrón y mortero con adición de CCA.

#### A. Dosificación 1:4

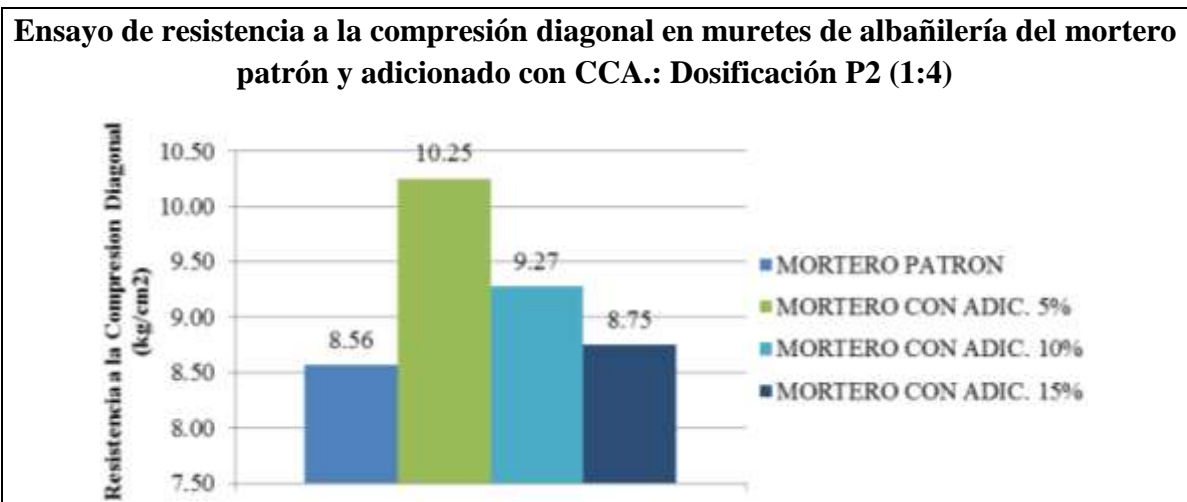
#### Tabla 78

*Ensayo de resistencia a la compresión diagonal en muretes de albañilería del mortero patrón P2 (1:4) y mortero adicionado con CCA.*

MUESTRA	DOSIFICACIÓN			RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DIAGONAL EN MURETES: V'm	
	CEMENTO	ARENA	CCA		
MORTERO PATRÓN	1	4	0	8.56	Kg/cm <sup>2</sup>
MORTERO CON ADIC. 5%	1	4	0.05	10.25	Kg/cm <sup>2</sup>
MORTERO CON ADIC. 10%	1	4	0.10	9.27	Kg/cm <sup>2</sup>
MORTERO CON ADIC. 15%	1	4	0.15	8.75	Kg/cm <sup>2</sup>

**Fuente:** Elaboración propia.

La resistencia a la compresión diagonal en muretes de albañilería del mortero patrón (1:4) fue 8.56 Kg/cm<sup>2</sup>, el mortero con 5% de adición con CCA obtuvo 10.25 Kg/cm<sup>2</sup>, con 10% fue 9.27 Kg/cm<sup>2</sup> y por último con 15% fue 8.75 Kg/cm<sup>2</sup> como se observan en la tabla 78. Ver anexo 11.3.1



**Figura 125.** Resultado en barras del ensayo de resistencia a la compresión diagonal en muretes de albañilería en la dosificación P2 (1:4), mortero patrón y adicionado con CCA.

**Fuente:** Elaboración propia.

En la figura 125, los morteros adicionados con CCA en proporciones 1 : 4 : 0.05, 1 : 4 : 0.10 y 1 : 4 : 0.15 presentan un incremento en la resistencia a la compresión diagonal en muretes de albañilería de 20%, 8% y 2% respectivamente, en relación al mortero patrón 1:4 (sin CCA).

### 3.1.6. Propuesta económica.

**Tabla 79**

*Resumen de costo por m<sup>2</sup> de asentado de muro de Soga para un mortero de 1:3.5.*

MUESTRA	MORTERO	DOSIFICACIÓN DE MORTERO	COSTO soles /m <sup>2</sup>	% DISMINUCIÓN	DIFERENCIA
M. PATRÓN	M1	1 : 3.5	S/. 51.99		
MORTEROS SUSTITUIDOS CON CCA	M2	0.95 : 3.5 : 0.05	S/. 51.87	0.22%	S/. 0.12
	M3	0.90 : 3.5 : 0.10	S/. 51.77	0.43%	S/. 0.22
	M4	0.85 : 3.5 : 0.15	S/. 51.65	0.66%	S/. 0.34
				% INCREMENTO	
MORTEROS ADICIONADOS CON CCA	M5	1 : 3.5 : 0.05	S/. 52.05	0.11%	S/. 0.06
	M6	1 : 3.5 : 0.10	S/. 52.13	0.27%	S/. 0.14
	M7	1 : 3.5 : 0.15	S/. 52.20	0.40%	S/. 0.21

**Fuente:** Elaboración propia.

El costo por m<sup>2</sup> de muro de soga para un mortero patrón (1:3.5) es S/. 51.99, el mortero con 5% de sustitución con CCA es S/. 51.87, con 10% cuesta S/. 51.77 y por último con 15% tiene un costo de S/. 51.65 como se observan en la tabla 79. Sin embargo, se puede apreciar que para un mortero adicionado con CCA el costo por m<sup>2</sup> incrementa con respecto al mortero patrón.

**Tabla 80**

*Resumen de costo por m<sup>2</sup> de asentado de muro de Soga para un mortero de 1:4.*

MUESTRA	MORTERO	DOSIFICACIÓN DE MORTERO	COSTO soles /m <sup>2</sup>	% DISMINUCIÓN	DIFERENCIA
M. PATRÓN	M1	1 : 4	S/. 51.45		
MORTEROS SUSTITUIDOS CON CCA	M2	0.95 : 4 : 0.05	S/. 51.37	0.16%	S/. 0.08
	M3	0.90 : 4 : 0.10	S/. 51.28	0.32%	S/. 0.17
	M4	0.85 : 4 : 0.15	S/. 51.19	0.51%	S/. 0.26
				% INCREMENTO	

MORTEROS	M5	1 : 4 : 0.05	S/. 51.54	0.17%	S/. 0.09
ADICIONADOS	M6	1 : 4 : 0.10	S/. 51.63	0.35%	S/. 0.18
CON CCA	M7	1 : 4 : 0.15	S/. 51.72	0.52%	S/. 0.27

**Fuente:** Elaboración propia.

El costo por m<sup>2</sup> de muro de soga para un mortero patrón (1:4) es S/. 51.45, el mortero con 5% de sustitución con CCA es S/. 51.37, con 10% cuesta S/. 51.28 y por último con 15% tiene un costo de S/. 51.19 como se observan en la tabla 80. Sin embargo, se puede apreciar que para un mortero adicionado con CCA el costo por m<sup>2</sup> incrementa con respecto al mortero patrón.

**Tabla 81**

*Resumen de costo por m<sup>2</sup> de asentado de muro de Soga para un mortero de 1:5.*

MUESTRA	MORTERO	DOSIFICACIÓN DE MORTERO	COSTO soles /m <sup>2</sup>	% DISMINUCIÓN	DIFERENCIA
M. PATRÓN	M1	1 : 5	S/. 50.60		
MORTEROS	M2	0.95 : 5 : 0.05	S/. 50.52	0.16%	S/. 0.08
SUSTITUIDOS	M3	0.90 : 5 : 0.10	S/. 50.44	0.30%	S/. 0.15
CON CCA	M4	0.85 : 5 : 0.15	S/. 50.36	0.46%	S/. 0.23
				% INCREMENTO	
MORTEROS	M5	1 : 5 : 0.05	S/. 50.65	0.11%	S/. 0.06
ADICIONADOS	M6	1 : 5 : 0.10	S/. 50.73	0.26%	S/. 0.13
CON CCA	M7	1 : 5 : 0.15	S/. 50.80	0.41%	S/. 0.21

**Fuente:** Elaboración propia.

El costo por m<sup>2</sup> de muro de soga para un mortero patrón (1:5) es S/. 50.60, el mortero con 5% de sustitución con CCA es S/. 50.52, con 10% cuesta S/. 50.44 y por último con 15% tiene un costo de S/. 50.36 como se observan en la tabla 81. Sin embargo, se puede apreciar que para un mortero adicionado con CCA el costo por m<sup>2</sup> incrementa con respecto al mortero patrón.

**Tabla 82**

*Resumen de costo por m<sup>2</sup> de asentado de muro de Soga para un mortero de 1:6.*

MUESTRA	MORTERO	DOSIFICACIÓN DE MORTERO	COSTO soles /m <sup>2</sup>	% DISMINUCIÓN	DIFERENCIA
M. PATRÓN	M1	1 : 6	S/. 50.04		
MORTEROS	M2	0.95 : 6 : 0.05	S/. 49.96	0.15%	S/. 0.07
SUSTITUIDOS	M3	0.90 : 6 : 0.10	S/. 49.91	0.26%	S/. 0.13
CON CCA	M4	0.85 : 6 : 0.15	S/. 49.84	0.40%	S/. 0.20
				% INCREMENTO	



MORTEROS	M5	1 : 6 : 0.05	S/. 50.09	0.10%	S/. 0.05
ADICIONADOS	M6	1 : 6 : 0.10	S/. 50.16	0.24%	S/. 0.12
CON CCA	M7	1 : 6 : 0.15	S/. 50.23	0.38%	S/. 0.19

**Fuente:** Elaboración propia.

El costo por m<sup>2</sup> de muro de soga para un mortero patrón (1:6) es S/. 50.04, el mortero con 5% de sustitución con CCA es S/. 49.96, con 10% cuesta S/. 49.91 y por último con 15% tiene un costo de S/. 49.84 como se observan en la tabla 82. Sin embargo, se puede apreciar que para un mortero adicionado con CCA el costo por m<sup>2</sup> incrementa con respecto al mortero patrón.

### 3.2. Discusión de resultados

#### 3.2.1. Composición química de las cenizas de cáscaras de arroz.

En el ensayo de composición química de la cenizas de cáscaras de arroz proveniente de la incineración de las cáscaras, realizado por el laboratorio MASTERLEM S.A.C. según la norma American Society for Testing and Materials C618 (Método de ensayo para determinar la cantidad de ceniza volante y puzolana natural cruda o calcinada para uso en concreto), los porcentajes de óxido de silicio (95.18%), óxido de potasio (1.13%) y óxido de calcio (0.64%); resultados que coinciden con la investigación de Allauca, Amen y Lung (2009).

#### 3.2.2. Ensayos del agregado fino y unidades de albañilería.

##### 3.2.2.1. Ensayos del agregado fino.

##### 3.2.2.1.1. Granulometría y módulo de fineza.

El RNE E.070 indica que no deberá quedar retenida más del 50% de arena entre dos mallas consecutivas. El módulo de fineza debe estar comprendido entre 1,6 y 2,5, por lo tanto esta granulometría (M.F.= 2.353) se encuentra dentro del rango establecido por el reglamento nacional de edificaciones como se muestra en la tabla 21 de resultados.

##### 3.2.2.1.2. Método de ensayo normalizado para la densidad, la densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado fino.

Según la NTP 400.022 AGREGADOS, indica que el peso específico del agregado fino debe estar comprendido entre 2400 kg/m<sup>3</sup> y 2900 kg/m<sup>3</sup>. El peso específico del agregado fino obtenido en esta investigación fue 2584 kg/m<sup>3</sup>, encontrándose entre los

rangos establecidos. En el caso de la absorción sí se encuentra entre los rangos estipulados en la Norma que van desde 0% - 5%, siendo la absorción del agregado fino 1.83%.

*3.2.2.1.3. Método de ensayo normalizado para determinar la masa por unidad de volumen o densidad (“Peso Unitario”) y los vacíos en los agregados.*

La NTP 400.017 AGREGADOS, señala que el peso unitario aproximado del agregado fino comúnmente usado varía entre 1200 a 1750 kg/m<sup>3</sup>. El peso unitario suelto seco y compactado seco del agregado fino resultó 1551 kg/m<sup>3</sup> y 1735 kg/m<sup>3</sup> respectivamente, ubicándose dentro los parámetros requeridos.

*3.2.2.1.4. Método de ensayo para determinar el contenido de humedad total evaporable de agregados por secado.*

La NTP 339.185 AGREGADOS, señala que el contenido de humedad evaporable del agregado fino varía entre 0 a 100%. En este caso se obtuvo un contenido de humedad evaporable de 0.74%, ubicándose dentro los parámetros requeridos.

**3.2.2.2. Ensayos de las unidades de albañilería.**

*3.2.2.2.1. Variación dimensional.*

En la tabla 27 se muestran los resultados de la variabilidad dimensional, de acuerdo al RNE E.070 se clasifican como ladrillos TIPO IV y TIPO III para ladrillos Ital.

El RNE E.070 indica que, para ladrillos TIPO IV, la dispersión máxima es de 4%, por lo que el resultado de los ladrillos ensayados es aceptable como se muestra en la Tabla 28.

*3.2.2.2.2. Porcentaje de área de vacíos.*

El RNE E.070 clasifica a los ladrillos que sobrepasan el 30% de área de vacíos como unidades de albañilería hueca, que no son aptos para ser empleadas en zonas sísmicas 2 y 3. Los resultados de los ladrillos ensayados sobrepasan el porcentaje, por lo que solamente se pueden emplear en zona sísmica 1.

*3.2.2.2.3. Absorción.*

Para que una unidad de albañilería sea aceptable, su nivel de absorción no debe exceder el 22%, como lo indica el RNE E.070. Las unidades ensayadas se ubican dentro del límite especificado.

#### 3.2.2.2.4. *Succión.*

El RNE E.070 señala que la succión debe encontrarse en un rango de 10 a 20 gr/(200cm<sup>2</sup> x min). En este caso la marca Cerámicos Lambayeque no se encuentra en el rango establecido a diferencia de las marcas Lark e Ital.

#### 3.2.2.2.5. *Resistencia a la compresión $F'_b$ .*

El RNE E.070 indica que, para clasificar un ladrillo como tipo III y IV, estos deben obtener resistencias entre 95 – 129 kg/cm<sup>2</sup> y 130 – 179 kg/cm<sup>2</sup> respectivamente. Debido a las resistencias obtenidas de las marcas de ladrillos Cerámicos Lambayeque y Lark se clasifican como Tipo IV. Sin embargo, la marca Ital se clasifica como Tipo III.

### **3.2.3. Diseño de mezcla del mortero.**

Las proporciones especificadas se seleccionaron de acuerdo al tipo de uso del mortero (Muros portantes y No portantes), indicados en el artículo 6 del RNE E.070.

Las relaciones agua/cemento para las proporciones 1:3.5, 1:4, 1:5 y 1:6 fueron 0.77, 0.83, 1.05 y 1.25 respectivamente.

En el caso de sustitución y adición no se pueden comparar con otros estudios debido a que no existen las mismas proporciones utilizadas para ambos casos.

### **3.2.4. Propiedades físico – mecánicas de la mezcla del mortero patrón y modificado con cenizas de cáscaras de arroz (CCA).**

#### 3.2.4.1. *Propiedades físicas del mortero patrón y modificado con cenizas de cáscaras de arroz.*

Los resultados del presente acápite no tienen comparación con otros estudios, debido a que no existen investigaciones referenciales sobre estas propiedades.

##### 3.2.4.1.1. *Fluidez.*

La NTP 334.057 CEMENTOS, indica que la fluidez óptima debe estar en el rango de  $100 \pm 5\%$ , por lo tanto, los morteros Patrones 1:3.5, 1:4, 1:5, 1:6 cumplen con lo estipulado en la norma. En el caso de los morteros con sustitución y adición con CCA, la fluidez disminuye conforme se le añade más porcentaje de ceniza a la mezcla, en comparación al mortero patrón.

#### 3.2.4.1.2. *Contenido de aire.*

Los resultados obtenidos para el contenido de aire del mortero patrón y mortero modificado con CCA (adición y sustitución) cumplen con el parámetro establecido por la NTP 399.610 UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Especificación normalizada para morteros, la cual indica que el porcentaje máximo de contenido de aire para mortero – cemento Tipo “M” es de 12%.

#### 3.2.4.1.3. *Peso unitario.*

Mediante el ensayo de Peso unitario del concreto fresco según la NTP 339.046 HORMIGÓN (CONCRETO). Método de ensayo para determinar la densidad (peso unitario), rendimiento y contenido de aire (método gravimétrico) del hormigón (concreto).

Los resultados de peso unitario en el mortero decrecen por la incorporación de las CCA a la mezcla, sea sustituyendo o adicionando, en comparación con el mortero patrón; por lo que se deduce que a mayor volumen de cenizas disminuye el peso unitario.

#### 3.2.4.2. *Propiedades mecánicas del mortero patrón y modificado con cenizas de cáscaras de arroz.*

##### 3.2.4.2.1. *Resistencia a la compresión.*

Según la Norma NTP 399.610 UNIDADES DE ALBAÑILERÍA, se clasifica a los morteros patrón y modificados con CCA (sustitución y adición) como morteros Tipo “M” los cuales alcanzaron resistencias mayores que  $175.4 \text{ kg/cm}^2$  (valor indicado en la especificación normalizada para morteros).

##### 3.2.4.2.2. *Resistencia a la flexión.*

La NTP 334.120 CEMENTOS describe el método para determinar la resistencia a la flexión de mortero de cemento hidráulico.

Para la proporción 1:3.5, con sustitución y adición de 5% y 10% de CCA la resistencia a la flexión aumenta en relación a la del mortero patrón, a diferencia del 15% que no logra superarla.

Para la proporción 1:4, con sustitución de 5% y 10% de CCA la resistencia a la flexión aumenta en relación a la del mortero patrón, a diferencia del 15% que no logra superarla. En el caso de adición sólo el 5% logra alcanzar una resistencia a la flexión mayor que el mortero patrón; caso contrario sucede con los porcentajes del 10% y 15%.

Para la proporción 1:5, con sustitución de 5% y 10% de CCA la resistencia a la flexión aumenta en relación a la del mortero patrón, a diferencia del 15% que no logra superarla. En el caso de adición sólo el 5% logra alcanzar una resistencia a la flexión mayor que el mortero patrón; caso contrario sucede con los porcentajes del 10% y 15%.

### **3.2.5. Propiedades mecánicas de la albañilería simple.**

#### **3.2.5.1. *Ensayo de adherencia del mortero – ladrillo arcilla.***

La NTP 334.129 CEMENTOS describe el método para determinar la resistencia a la adherencia por flexión de elementos de albañilería.

Para la proporción 1:4, con sustitución de 5% y 10% de CCA la resistencia a la adherencia del mortero – ladrillo arcilla aumenta en relación a la del mortero patrón, a diferencia del 15% que no logra superarla. En el caso de adición los 3 porcentajes 5%, 10% y 15% obtienen una resistencia a la adherencia menor que el mortero patrón.

#### **3.2.5.2. *Ensayo de resistencia a la compresión axial en pilas de albañilería.***

Los resultados de resistencia a la compresión axial en pilas del mortero patrón y mortero modificado con CCA (sustitución y adición), cumplen con lo especificado en el RNE E-070 Albañilería en el capítulo 5 resistencias de prismas de albañilería; siendo mayores a 65 kg/cm<sup>2</sup>.

#### **3.2.5.3. *Ensayo de resistencia a la compresión diagonal en muretes de albañilería.***

Los resultados de resistencia a la compresión diagonal en muretes del mortero patrón y mortero modificado con CCA (adición y sustitución), cumplen con lo especificado en el RNE E-070 Albañilería en el capítulo 5 resistencia de prismas de albañilería; siendo mayores a 8.1 kg/cm<sup>2</sup>.

### **3.2.6. Propuesta económica.**

Los morteros con sustitución para las diferentes dosificaciones empleadas para la presente investigación (1:3.5, 1:4, 1:5, 1:6), tienen un costo menor en comparación al mortero patrón con una disminución de hasta 0.43%, generando así un ahorro para la construcción. Sin embargo, en la parte de adición su costo aumenta por lo que generaría gastos mayores a lo estimado.



## **IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

## **4.1. Conclusiones**

### **4.1.1. Composición química de las cenizas de cáscaras de arroz.**

El análisis químico de las cenizas de cáscaras de arroz se elaboró en los laboratorios de la empresa MASTERLEM S.A.C., el resultado muestra que contiene en gran parte de su estructura un mineral que es la sílice con un 95,18%, por lo que este residuo (CCA) aumenta la resistencia estructural del mortero.

### **4.1.2. Ensayos de agregado fino y unidades de albañilería.**

El agregado fino utilizada para esta investigación fue extraído de la cantera La victoria – Pátapo, el cual cumplió con todos los parámetros establecidos en las Normas Técnicas Peruanas y en el Reglamento Nacional de Edificaciones E-070.

En cuanto a las unidades de albañilería, la marca más apropiada para ser utilizada en la elaboración de prismas de albañilería (pilas y muretes) fue la marca Ladrillos Lark, en comparación a las otras dos marcas estudiadas (Cerámicos Lambayeque e Ital).

Se concluye que las marcas utilizadas (Ladrillos Lark, Cerámicos Lambayeque e Ital) fueron unidades huecas por sobrepasar el 30% de área de vacíos, pudiéndose emplear solamente en zona sísmica 1.

### **4.1.3. Diseño de mezcla del mortero.**

Los porcentajes de adición y sustitución de cenizas de cáscaras de arroz utilizado fueron 5%, 10% y 15% respecto al peso del cemento. Las proporciones seleccionadas fueron 1:3.5, 1:4, 1:5 y 1:6 donde sus relaciones agua/cemento para obtener una fluidez óptima resultaron 0.77, 0.83, 1.05 y 1.25 respectivamente.

### **4.1.4. Propiedades físico – mecánicas de la mezcla del mortero patrón y modificado con cenizas de cáscaras de arroz (CCA).**

Para los ensayos de mortero en estado fresco como son el porcentaje de fluidez y peso unitario al aumentar la dosificación de CCA en la mezcla tanto para adición como sustitución, los resultados para los 2 ensayos disminuyen con respecto al mortero patrón; en cambio para el contenido de aire aumenta su porcentaje.

En el ensayo de resistencia a la compresión los resultados fueron satisfactorios en 5%, 10% y 15% de adición y sustitución con CCA para las tres proporciones (1:3.5, 1:4 y



1:5) porque se obtuvieron resistencias mayores a las del mortero patrón. Sin embargo cabe recalcar que el porcentaje óptimo para utilizar como sustitución es el 10% (incrementa hasta un 18% la resistencia) y como adición el 5% (incrementa hasta un 16% la resistencia).

Como sustitución, es aceptable utilizar el 5% y 10%, siendo este último óptimo al alcanzar mayor resistencia a la flexión en comparación al mortero patrón (incrementa hasta un 16%). En el caso de adición sólo se considera óptimo utilizar el 5% (incrementa hasta un 23% la resistencia), debido a que los otros porcentajes no superan ni alcanzan la resistencia del mortero patrón.

La dosificación escogida fue 1:4 para desarrollar los ensayos de mortero como material de unión del ladrillo: Adherencia del mortero – ladrillo arcilla, resistencia a la compresión axial en pilas de albañilería y resistencia a la compresión diagonal en muretes de albañilería.

#### **4.1.5. Propiedades mecánicas de la albañilería simple.**

En el ensayo de adherencia del mortero – ladrillo arcilla, se pueden utilizar 5% y 10% como sustitución debido a que las resistencias incrementan en referencia al mortero patrón. A diferencia de los porcentajes de adición, los cuales no alcanzan la resistencia respecto al mortero patrón.

En los ensayos de resistencia axial en pilas y compresión diagonal en muretes los resultados obtenidos por los porcentajes de sustitución y adición (5%, 10% y 15%) fueron satisfactorios debido a que presentan una mayor resistencia a la del mortero patrón. En el caso de sustitución la mejor resistencia fue obtenida por el 10% y en el de adición por el 5%.

Las fallas que se presentaron en todas las pilas tanto en el mortero patrón y mortero modificado con CCA (sustitución y adición), fueron grietas verticales y trituraciones en la parte inferior, debido a la alta concentración de esfuerzos (falla común en este tipo de unidades huecas). Ver anexo 13.3

Los tipos de fallas que se presentaron en las muestras de los muretes fueron falla mixta (grieta diagonal que atraviesa ladrillos y juntas); falla escalonada que califica a la adherencia mortero – ladrillo como intermedia; y por último la falla de grieta diagonal

(donde la resistencia a la tracción de los ladrillos es menor que la resistencia a la adherencia del mortero – ladrillo, calificando la adherencia como óptima). Ver anexo 13.4

El ensayo de compresión diagonal en muretes de albañilería fue realizado en el Laboratorio de Materiales de la Universidad Nacional Pedro Ruíz Gallo de Lambayeque.

#### **4.1.6. Propuesta económica.**

Los morteros con cenizas de cáscaras de arroz en el caso de sustitución, el costo para un m<sup>2</sup> de muro en las diferentes proporciones utilizadas es más barato, pero no tienen mucha diferencia con el mortero patrón, debido a que el costo de la CCA es económica teniendo un costo de S/. 0.42 por Kg. Por ello es que el costo por m<sup>2</sup> para un mortero con adición de CCA es mayor, pero con una diferencia mínima en comparación con el patrón. Ver anexo 12.2

Respecto a los precios obtenidos para cada dosificación 1:3.5, 1:4, 1:5 y 1:6, fueron S/. 51.99, S/. 51.45, S/. 50.60 y S/. 50.04 respectivamente; por lo que se concluye que el mortero de 1:4 es el más adecuado para ser utilizado en muros de albañilería alcanzando altas resistencias, teniendo un valor menor que el mortero 1:3.5 donde sus características de ambos son similares.

Comparando el mortero patrón 1:4 y con un mortero sustituido con 10% de cenizas de cáscaras de arroz (0.90:4:0.10), donde este último tiene mejores propiedades, cuenta con un costo menor de S/. 0.17 respecto al mortero patrón. Indicando que para ser empleado en la construcción generaría menores gastos, ayudando así a reducir el impacto ambiental formado por este residuo.

## **4.2. Recomendaciones**

### **4.2.1. Composición química de las cenizas de cáscaras de arroz.**

Se recomienda utilizar cenizas de cáscaras de arroz en las mezclas de mortero y concreto para ser empleado en la construcción, gracias a su elemento principal que es la sílice, la cual conforma gran porcentaje en su estructura química; este residuo (CCA) aumentará la resistencia de la estructura y reducirá costos en las obras.

Para la manipulación de las CCA se recomienda utilizar los Equipos de Protección Personal (EPP), con el fin de evitar efectos nocivos en la salud.

#### **4.2.2. Ensayos de agregado fino y unidades de albañilería.**

Realizar los ensayos teniendo en cuenta los alcances y procedimientos que indican las Normas Técnicas Peruanas y el Reglamento Nacional de Edificaciones.

#### **4.2.3. Diseño de mezcla del mortero.**

Seleccionar una relación agua/cemento óptima en las dosificaciones de sustitución y adición de tal manera obtener una fluidez que cumpla con el rango de  $110 \pm 5\%$ .

#### **4.2.4. Propiedades físico – mecánicas de la mezcla del mortero patrón y modificado con cenizas de cáscaras de arroz (CCA).**

En el caso de sustitución con cenizas de cáscaras de arroz es recomendable utilizar hasta un 10% y en el de adición hasta un 5%, con el fin de obtener mejoras en las propiedades físicas y mecánicas del diseño de mezclas del mortero y de albañilería simple.

#### **4.2.5. Propiedades mecánicas de la albañilería simple.**

Se recomienda para el asentado de muretes, usar la plomada y nivel cada vez que se asienta una hilera; utilizar los ladrillos que estén en buen estado.

Se debe utilizar los morteros económicos para el asentado de muros, en prioridad el mortero con una dosificación de 1:4 y con sustitución de cenizas de cáscaras de arroz en un 10% (0.90:4:0.10), ya que presentó resultados satisfactorios en comparación con las otras dosificaciones.

#### **4.2.6. Propuesta económica.**

Utilizar un mortero 1:4 sustituido con 10% de cenizas de cáscaras de arroz (0.90:4:0.10), cuenta con propiedades que cumplen las características estipuladas en el RNE y las NTP siendo este más barato, ayudando a reducir los costos en la construcción.

Se recomienda efectuar investigaciones para implementar su industrialización y propuesta de embolsado de la ceniza de cascará de arroz y así contribuir de cierta manera en la disminución de contaminación ambiental.



## **REFERENCIAS**

- Águila, I. & Sosa, M. (2008, Julio). Evaluación físico química de cenizas de cascarilla de arroz, bagazo de caña y hoja de maíz y su influencia en mezclas de mortero, como materiales puzolánicos. *Revista de la Facultad de Ingeniería U.C.V.*, 23 (4), 55-66.  
Recuperado de:  
[http://saber.ucv.ve/ojs/index.php/rev\\_fiucv/article/view/5078/4885](http://saber.ucv.ve/ojs/index.php/rev_fiucv/article/view/5078/4885)
- Allauca, L.; Amen, H. & Lung, J. (2009). Uso de sílice en hormigones de alto desempeño. (tesis de pregrado). Escuela Superior Politécnica del Litoral, Guayaquil, Ecuador.
- ASTM C188:2003. *Standard Test Method for Density of Hydraulic Cement*. USA.
- ASTM C1314:2014. *Standard Test Method for Compressive Strength of Masonry Prisms*. USA.
- ASTM C348:2002. *Standard Test Method for Flexural Strength of Hydraulic-Cement Mortars*. USA.
- ASTM C403:1999. *Standard Test Method for Time of Setting of Concrete Mixtures by Penetration Resistance*. USA.
- ASTM C618:2012. *Standard Specification for Coal Fly Ash and Raw or Calcined Natural Pozzolan for Use in Concrete*. USA.
- Borja, M. (2012). *Metodología de la investigación científica para ingenieros*. Chiclayo, Perú.
- Chur, G. (2010). *Evaluación del uso de la cascarilla de arroz como agregado orgánico en morteros de mampostería* (tesis de pregrado). Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala.
- CIP. (2012). *Código Deontológico del Colegio de Ingenieros del Perú*. Congreso Nacional de Consejos Departamentales del Colegio de Ingenieros del Perú. Lima, Perú.
- Díez, J. (2017). *Estudio de investigación de morteros con sustitución de escorias siderúrgicas utilizados en revestimientos interiores de tubos de fundición* (tesis de pregrado). Universidad de Cantabria, Santander, España.
- Edquén, J. & Mera, J. (2015). *Análisis de las propiedades físico-mecánicas del mortero modificado a base de residuos industriales (PET)* (tesis de pregrado). Universidad Señor de Sipán, Pimentel, Perú.

- Gbenedji, G. (2017). GESTIÓN DE LOS COSTOS: 7.2. Estimar los costos del proyecto. Recuperado de <https://www.gladysgbenedji.com/estimar-los-costos-del-proyecto/>
- Hidalgo, P. (2015). *Evaluación de las emisiones de carbono del cemento Pórtland compuesto con ceniza de cascara de arroz durante el proceso de fabricación (tesis de maestría)*. Universidad de la República de Uruguay, Montevideo, Uruguay.
- INDECOPI, NTP 334.003:2017 (27 de diciembre del 2017). *CEMENTOS. Procedimiento para la obtención de pastas y morteros de consistencia plástica por mezcla mecánica*. 4 ed. Lima, Perú.
- INDECOPI, NTP 334.048:2014 (30 de diciembre del 2014). *CEMENTOS. Método de ensayo para la determinación del contenido de aire en morteros de cemento hidráulico*. 4 ed. Lima, Perú.
- INDECOPI, NTP 334.051:2013 (26 de diciembre del 2013). *CEMENTOS. Método de ensayo para determinar la resistencia a la compresión de morteros de cemento Pórtland usando especímenes cúbicos de 50 mm de lado*. 5 ed. Lima, Perú.
- INDECOPI, NTP 334.057:2016 (25 de julio del 2016). *CEMENTOS. Método de ensayo para determinar la fluidez de morteros de cemento Pórtland*. 3 ed. Lima, Perú.
- INDECOPI, NTP 334.129:2016. *CEMENTOS. Método de ensayo en laboratorio para la determinación de la resistencia a la adherencia por flexión de elementos de albañilería*. 2 ed. Lima, Perú.
- INDECOPI, NTP 339.046:2008 (03 de septiembre del 2008). *CONCRETO. Método de ensayo para determinar la densidad (peso unitario), rendimiento y contenido de aire (método gravimétrico) del hormigón (concreto)*. 2 ed. Lima, Perú.
- INDECOPI, NTP 339.185:2013 (07 de agosto del 2013). *AGREGADOS. Método de ensayo para determinar el contenido de humedad total evaporable de agregados por secado*. 2 ed. Lima, Perú.

- INDECOPI, NTP 399.613:2005 (14 de junio del 2005). *UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Métodos de muestreo y ensayo de ladrillos de arcilla usados en albañilería*. 1 ed. Lima, Perú.
- INDECOPI, NTP 399.621:2004 (10 de junio del 2004). *UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Método de ensayo de compresión diagonal en muretes de albañilería*. 1 ed. Lima, Perú.
- INDECOPI, NTP 400.012:2013 (16 de enero del 2013). *AGREGADOS. Método de ensayo para determinar el Análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global*. 3 ed. Lima, Perú.
- INDECOPI, NTP 400.017:2011 (02 de febrero del 2011). *AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para determinar la masa por unidad de volumen o densidad (“Peso Unitario”) y los vacíos en los agregados*. 3 ed. Lima, Perú.
- INDECOPI, NTP 400.022:2002 (30 de mayo del 2002). *AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para la densidad, la densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado fino*. 2 ed. Lima, Perú.
- INDECOPI, NTP 399.610:2013. *UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Especificación normalizada para morteros*. 2 ed. Lima, Perú.
- Inoñan, B. & Vega, M. (2012). *Obtención de dióxido de silicio vía calcinación de la cascarilla de arroz como alternativa para reducir costos en la elaboración del cemento Pórtland*. Universidad Señor de Sipán, Pimentel, Lambayeque, Perú.
- Marín, A. (2014-2015). *Materiales I: Ciencia y Tecnología de la Edificación*. Guadalajara, México. Recuperado de <https://docplayer.es/27653645-Tema-4-morteros-materiales-i-curso-ciencia-y-tecnologia-de-la-edificacion-c-guadalajara-profesor-ana-ma-marin-palma.html>
- Ministerio de Educación de Chile. (2008). *Investigan el uso de la ceniza de cáscara de arroz como estabilizante de suelos para pavimentos*. Recuperado de <http://noticias.universia.cl/vidauniversitaria/noticia/2008/05/16/310666/investigacion-uso-ceniza-cascara-arroz-como-estabilizante-suelos-pavimentos.html>.



- Ministerio del Ambiente. (2011). *Ley del Sistema Nacional de Evaluación de Impacto Ambiental y su Reglamento*. Recuperado de <http://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2013/10/Ley-y-reglamento-del-SEIA1.pdf>
- Molina, E. (2010). *Evaluación del uso de la cascarilla de arroz en la fabricación de bloques de concreto* (tesis de pregrado). Instituto Tecnológico de Costa Rica, Cartago, Costa Rica.
- Morales, M. (2016). *Estudio del comportamiento del concreto incorporando PET reciclado* (tesis de pregrado). Universidad Nacional de Ingeniería, Lima, Perú.
- Naji, A., Abdul, S., Nora, F., y Mohd, M. (2010). Contribution of Rice Husk Ash to the Properties of Mortar and Concrete: A Review. *Rice Husk Ash in Concrete*, 6(3).
- Portugal, P. (2007). *Tecnología del concreto de alto desempeño*. París, Francia: Imprimerie Lafayette.
- Reglamento Nacional de Edificaciones. (2016). *Título III: Edificaciones*. III.2 Estructuras. Norma E.070 Albañilería. Lima, Perú: Megabyte.
- Reglamento Nacional de Edificaciones. (2016). *Título I: Generalidades*. Norma G.050 Seguridad Durante la Construcción. Lima, Perú: Megabyte.
- Salamanca, R. (2001). *La tecnología de los morteros*. Bogotá, Colombia: Universidad Militar Nueva Granada.
- Sierra, J. (2009). *Alternativas de aprovechamiento de la cascarilla de arroz en Colombia*. Universidad de Sucre, Sincelejo, Colombia.
- Villegas, C. (2012). *Utilización de puzolanas naturales en la elaboración de prefabricados con base cementicia destinados a la construcción de viviendas de bajo costo* (tesis de maestría). Universidad Nacional de Ingeniería, Lima, Perú.

## **Anexos**

Anexo 1. Análisis de documentos

Anexo 1.1. Ficha técnica del cemento



**CEMENTOS PACASMAYO S.A.A.**  
 Calle La Colonia No. 150 Urb. El Vivero de Morenisco Santiago de Surco - Lima  
 Carretera Panamericana Norte Km. 686 Pacasmayo - La Libertad  
 Teléfono 317 - 6000



G-CC-F-04  
 Versión 03

**Cemento Portland Tipo I**

Conforme a la NTP 334.009 / ASTM C150  
 Pacasmayo, 15 de Agosto del 2017

COMPOSICIÓN QUÍMICA		CPSAA	Requisito NTP 334.009 / ASTM C150
MgO	%	2.3	Máximo 6.0
SO <sub>3</sub>	%	2.8	Máximo 3.0
Pérdida por ignición	%	3.1	Máximo 3.5
Residuo Insoluble	%	0.66	Máximo 1.5

PROPIEDADES FÍSICAS		CPSAA	Requisito NTP 334.009 / ASTM C150
Contenido de Aire	%	8	Máximo 12
Expansión en Autoclave	%	0.09	Máximo 0.80
Superficie Específica	cm <sup>2</sup> /g	3650	Mínimo 2800
Densidad	g/mL	3.08	NO ESPECÍFICA

**Resistencia Compresión :**

Resistencia Compresión a 3días	MPa (Kg/cm <sup>2</sup> )	26.5 (271)	Mínimo 12.0 (Mínimo 122)
Resistencia Compresión a 7días	MPa (Kg/cm <sup>2</sup> )	34.3 (350)	Mínimo 19.0 (Mínimo 194)
Resistencia Compresión a 28días (*)	MPa (Kg/cm <sup>2</sup> )	39.8 (406)	Mínimo 28.0 (Mínimo 286)

**Tiempo de Fraguado Vicat :**

Fraguado Inicial	min	138	Mínimo 45
Fraguado Final	min	261	Máximo 375

Los resultados arriba mostrados, corresponden al promedio del cemento despachado durante el periodo del 01-07-2017 al 31-07-2017.  
 La resistencia a la compresión a 28 días corresponde al mes de Junio 2017.  
 (\*) Requisito opcional.

**Ing. Gabriel G. Mansilla Fiestas**  
 Superintendente de Control de Calidad

Solicitado por :

Distribuidora Norte Pacasmayo S.R.L.

Está totalmente prohibida la reproducción total o parcial de este documento sin la autorización de Cementos Pacasmayo S.A.A.

Anexo 2. Análisis químico de CCA

## Anexo 2.1. Composición química de CCA



R.U.C. 20506076235  
Av. Circunvalación S/N - Huachipa  
Teléfono: 968632055  
E-mail: serviciosmasterlem@gmail.com

### CERTIFICADO N°001-10/2018

Peticionario: Ramos Fernández Christian Silvestre  
Obra: "Diseño de mortero empleando cenizas de cáscaras de arroz"  
Ubicación: Universidad Señor de Sipán  
Fecha de recepción: 20/08/2018  
Fecha de ensayo: 23/08/2018  
Fecha de entrega: 06/09/2018

Método de ensayo para determinar la cantidad de ceniza volante y puzolana natural cruda o calcinada para uso en concreto  
Norma Técnica Peruana 334.104 - American Society for Testing and Materials C618

Muestra de ceniza: Cascarrille de arroz

COMPUESTO	COMPOSICIÓN QUÍMICA	CONTENIDO (%)
Óxido de Silicio	SiO <sub>2</sub>	95,18
Óxido de Aluminio	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,48
Óxido de Hierro	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,08
Óxido de Sodio	Na <sub>2</sub> O	0,12
Óxido de Potasio	K <sub>2</sub> O	1,13
Óxido de Calcio	CaO	0,64
Óxido de Magnesio	MgO	0,44
	Otros	1,93

#### Observaciones:

- La muestra de cenizas fue proporcionada e identificada por el Peticionario.
- El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad.
- El laboratorio no se hace responsable por el mal uso de los resultados presentados.



Página 1 de 1

  
Jorge Francisco Danieles Jara  
INGENIERO CIVIL  
Reg. del CIP N° 8428

### Anexo 3. Guías de observación

### Anexo 3.1. Formatos para ensayos de agregado fino





## Anexo 3.1.2. Peso específico y absorción



FACULTAD DE INGENIERIA, ARQUITECTURA Y URBANISMO  
ESCUELA PROFESIONAL INGENIERIA CIVIL  
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

ENSAYO: PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO FINO (NTP 400.022).

**Tesis** : "DISEÑO DE MORTERO EMPLEANDO CENIZAS DE CÁSCARAS DE ARROZ"  
**Tesista** : RAMOS FERNÁNDEZ, Christian Silvestre  
**Ubicación** : CHICLAYO - CHICLAYO - LAMBAYEQUE  
**Fecha** : 4/3/2018

### AGREGADO FINO - CANTERA LA VICTORIA

#### I. DATOS

1.- Peso de la arena superficialmente seca	(gr)
2.- Peso de la arena superficialmente seca + peso del frasco + peso del agua	(gr)
3.- Peso de la arena superficialmente seca + peso del frasco	(gr)
4.- Peso del agua	(gr)
5.- Peso de la arena secada al horno + peso del frasco	(gr)
6.- Peso del frasco	(gr)
7.- Peso de la muestra secada al horno	(gr)
8.- Volumen del frasco	(cm <sup>3</sup> )

#### II.- RESULTADOS

1.- PESO ESPECIFICO DE MASA	(gr/cm <sup>3</sup> )
2.- PESO ESPECIFICO DE MASA SATURADO SUPERFICIALMENTE SECO	(gr/cm <sup>3</sup> )
3.- PESO ESPECIFICO APARENTE	(gr/cm <sup>3</sup> )
4.- PORCENTAJE DE ABSORCIÓN	%

Anexo 3.1.3. Peso unitario y contenido de humedad



FACULTAD DE INGENIERIA, ARQUITECTURA Y URBANISMO  
ESCUELA PROFESIONAL INGENIERIA CIVIL  
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

ENSAYO: PESO UNITARIO SUELTO Y COMPACTADO (NTP 400.017).

Tesis : "DISEÑO DE MORTERO EMPLEANDO CENIZAS DE CÁSCARAS DE ARROZ"  
Tesisista : RAMOS FERNÁNDEZ, Christian Silvestre  
Ubicación : CHICLAYO - CHICLAYO - LAMBAYEQUE  
Fecha : 4/4/2018

1.- PESO UNITARIO SUELTO

	A	B
Peso de la muestra suelta + recipiente	(gr.)	
Peso del recipiente	(gr.)	
Peso de muestra	(gr.)	
Volumen del molde	(m <sup>3</sup> )	
Peso unitario suelto	(kg/m <sup>3</sup> )	
Peso unitario suelto (Promedio)	(kg/m <sup>3</sup> )	

2.- PESO UNITARIO COMPACTADO

	A	B
Peso de la muestra suelta + recipiente	(gr.)	
Peso del recipiente	(gr.)	
Peso de muestra	(gr.)	
Volumen del molde	(m <sup>3</sup> )	
Peso unitario compactado	(kg/m <sup>3</sup> )	
Peso unitario compactado (Promedio)	(kg/m <sup>3</sup> )	

ENSAYO: CONTENIDO DE HUMEDAD (NTP 339.185).

3.- CONTENIDO DE HUMEDAD

	A	B
1. Peso de muestra húmeda	(gr.)	
2. Peso de muestra seca + recipiente	(gr.)	
3. Peso de recipiente	(gr.)	
4. Contenido de humedad	(%)	
5. Contenido de humedad (promedio)	(%)	

Anexo 3.2. Formatos para ensayos de unidades de albañilería

Anexo 3.2.1. Variación dimensional del ladrillo



FACULTAD DE INGENIERÍA, ARQUITECTURA Y URBANISMO  
 ESCUELA PROFESIONAL INGENIERIA CIVIL  
 LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

ENSAYO: VARIACIÓN DIMENSIONAL DE LA UNIDAD DE ALBAÑILERÍA (NTP 399.613).

Título : "DISEÑO DE MORTERO EMPLEANDO CENIZAS DE CÁSCARAS DE ARROZ"  
 Técnico : RAMOS FERNÁNDEZ, Christian Silvestre  
 Ubicación : CHICLAYO - CHICLAYO - LAMBAYEQUE  
 Fecha : 3/26/2018

- Variación dimensional del largo de la unidad.

Especimen	Largo (mm)					Resultados de unidad	
	L1	L2	L3	L4	L prom.	$\sigma$	V (%)
Nº							
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							
					Promedio		
					$\sigma$ -		
					V -		

- Variación dimensional del ancho de la unidad.

Especimen	Ancho (mm)					Resultados de unidad	
	A1	A1	A1	A1	A prom.	$\sigma$	V (%)
Nº							
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							
					Promedio		
					$\sigma$ -		
					V -		

- Variación dimensional del alto de la unidad.

Especimen	Altura (mm)					Resultados de unidad	
	H1	H2	H3	H4	H prom.	$\sigma$	V (%)
Nº							
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							
					Promedio		
					$\sigma$ -		
					V -		

DISPERSIÓN  
MÁXIMA

Anexo 3.2.2. Succión del ladrillo



FACULTAD DE INGENIERÍA, ARQUITECTURA Y URBANISMO

ESCUELA PROFESIONAL INGENIERIA CIVIL

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

ENSAYO: SUCCIÓN DE LA UNIDAD DE ALBAÑILERÍA (NTP 399.613).

**Temas** : "DISEÑO DE MORTERO EMPLEANDO CENIZAS DE CÁSCARAS DE ARROZ"

**Testista** : RAMOS FERNÁNDEZ, Christian Silvestre

**Ubicación** : CHICLAYO - CHICLAYO - LAMBAYEQUE

**Fecha** : 3/28/2018

- Succión

Especimen	Largo (mm)	Ancho (mm)	Altura (mm)	Peso (gr)		Area de asiento (cm <sup>2</sup> )	Pm-Ps (gr)	Succión (gr/200cm <sup>2</sup> / min)
				Ps	Pm			
1								
2								
3								
4								
5								
<b>PROMEDIO=</b>								

Anexo 3.2.3. Absorción del ladrillo



FACULTAD DE INGENIERÍA, ARQUITECTURA Y URBANISMO

ESCUELA PROFESIONAL INGENIERIA CIVIL

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

ENSAYO: ABSORCIÓN DE LA UNIDAD DE ALBAÑILERÍA (NTP 399.613).

**Tesis** : "DISEÑO DE MORTERO EMPLEANDO CENIZAS DE CÁSCARAS DE ARROZ"

**Testista** : RAMOS FERNÁNDEZ, Christian Silvestre

**Ubicación** : CHICLAYO - CHICLAYO - LAMBAYEQUE

**Fecha** : 3/27/2018

- Absorción

ESPECIMEN	PESO (gr)		ABSORCIÓN (%)
	SECO	24 H. INMERSION	
1			
2			
3			
4			
5			
		PROMEDIO-	

Anexo 3.2.4. Porcentaje de vacíos



FACULTAD DE INGENIERÍA, ARQUITECTURA Y URBANISMO

ESCUELA PROFESIONAL INGENIERIA CIVIL

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

**ENSAYO: PORCENTAJE DEL ÁREA DE VACIOS EN LA UNIDAD DE ALBAÑILERÍA (NTP 399.613).**

**Tesis** : "DISEÑO DE MORTERO EMPLEANDO CENIZAS DE CÁSCARAS DE ARROZ"  
**Tesista** : RAMOS FERNÁNDEZ, Christian Silvestre  
**Ubicación** : CHICLAYO - CHICLAYO - LAMBAYEQUE  
**Fecha** : 3/26/2018

- Calibración de la Arena.

Nº ENSAYOS	VOLUMEN RECIPIENTE	PESO DE LA ARENA	P.E (γ) gr/cm <sup>3</sup>
1			
2			
3			
PROMEDIO=			

- % Área de vacíos

Espécimen Nº	Largo (cm)	Ancho (cm)	Altura (cm)	Volumen del ladrillo (cm <sup>3</sup> )	Peso específico de la arena (γ)	Densidad en orificios (gr)	Volumen de los orificios en los ladrillos (cm <sup>3</sup> )	% Area de vacíos
1								
2								
3								
4								
5								
PROMEDIO=								



Anexo 3.2.5. Resistencia a la compresión ( $F'_b$ )



FACULTAD DE INGENIERÍA, ARQUITECTURA Y URBANISMO  
 ESCUELA PROFESIONAL INGENIERIA CIVIL  
 LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

ENSAYO: RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE LA UNIDAD DE ALBAÑILERÍA  $F'_b$  (NTP 399.613).

**Tesis** : "DISEÑO DE MORTERO EMPLEANDO CENIZAS DE CÁSCARAS DE ARROZ"  
**Tesista** : RAMOS FERNÁNDEZ, Christian Silvestre  
**Ubicación** : CHICLAYO - CHICLAYO - LAMBAYEQUE  
**Fecha** : 3/28/2018

- Resistencia a la Compresión  $F'_b$

ESPECIMEN	LARGO (mm)			ANCHO(mm)			AREA cm <sup>2</sup>	CARGA MAXIMA		$f'_b$ (Kg/cm <sup>2</sup> )
	L1	L2	L prom	A1	A2	A prom		KN	Kg	
1										
2										
3										
4										
5										
									PROMEDIO=	

Anexo 3.3. Formato para ensayos de Diseño de Mezcla del mortero

Anexo 3.3.1. Diseño de mezcla



FACULTAD DE INGENIERÍA, ARQUITECTURA Y URBANISMO  
 ESCUELA PROFESIONAL INGENIERIA CIVIL  
 LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES  
 DISEÑO DE MEZCLA DE MORTERO

Tesis : "DISEÑO DE MORTERO EMPLEANDO CENIZAS DE CÁSCARAS DE ARROZ"  
 Tesista : RAMOS FERNÁNDEZ, Christian Silvestre  
 Ubicación : CHICLAYO - CHICLAYO - LAMBAYEQUE  
 Fecha : 4/23/2018

PESO SUELTO =	P.U.S*Vol
PESO COMPACTADO =	P.U.C*Vol

DOSIFICACIÓN DE MEZCLA - MORTERO EN VOLUMEN				
		C	A	CCA
MEZCLA PATRON:				
MEZCLA CON CCA	M-1	5%		
	M-2	10%		
	M-3	15%		

DOSIFICACIÓN DE MEZCLA - MORTERO EN PESO (KG)				
		C	A	CCA
MEZCLA PATRON:				
MEZCLA CON CCA	M-1	5%		
	M-2	10%		
	M-3	15%		

ARENA  
 P.U.S =

A/C = 0.00

DISEÑO DE MEZCLA - MORTERO EN PESO (Gr)						
		C		A	CCA	AGUA DE DISEÑO
MEZCLA PATRON:						
MEZCLA CON CCA	M-1	5%				
	M-2	10%				
	M-3	15%				

#### Anexo 3.4. Formatos para ensayos de mortero

#### Anexo 3.4.1. Mortero en estado fresco

Anexo 3.4.1.1. Fluidez



FACULTAD DE INGENIERÍA, ARQUITECTURA Y URBANISMO  
 ESCUELA PROFESIONAL INGENIERIA CIVIL  
 LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

ENSAYO: FLUIDEZ Y TRABAJABILIDAD DE MORTEROS (NTP 334.057)

**Tesis** : "DISEÑO DE MORTERO EMPLEANDO CENIZAS DE CÁSCARAS DE ARROZ"  
**Tesista** : RAMOS FERNÁNDEZ, Christian Silvestre  
**Ubicación** : PIMENTEL - CHICLAYO - LAMBAYEQUE  
**Fecha** : 4/30/2018

**% de Fluidez del mortero.**

MORTERO	DOSIFICACIÓN				DIAMETRO MESA DE FLUIDEZ (cm.)	DIAMETRO DE FLUIDEZ (cm.)					
	CEMENTO	ARENA	CCA	A/C		DB	D1	D2	D3	D4	DP
MATERIALES (gr.)											
CEMENTO ARENA CCA AGUA (ml)											
<b>FLUIDEZ =</b>						<b>%</b>					

Anexo 3.4.1.2.      Peso unitario



FACULTAD DE INGENIERÍA, ARQUITECTURA Y URBANISMO  
ESCUELA PROFESIONAL INGENIERIA CIVIL  
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

**ENSAYO: PESO UNITARIO COMPACTADO DEL MORTERO (NTP 339.046)**

**Tesis** : "DISEÑO DE MORTERO EMPLEANDO CENIZAS DE CÁSCARAS DE ARROZ"  
**Tesista** : RAMOS FERNÁNDEZ, Christian Silvestre  
**Ubicación** : PIMENTEL - CHICLAYO - LAMBAYEQUE  
**Fecha** : 4/30/2018

**DOSIFICACIÓN DE MORTERO**

P1 =

**Cemento      Arena      CCA**

DESCRIPCIÓN	RESULTADO	UNID
Peso Recipiente Metálico		gr
Peso Recipiente + Peso Muestra		gr
Peso de la Muestra Compactada		gr
Volumen del Recipiente		cm <sup>3</sup>
<b>PESO UNITARIO COMPACTADO</b>		<b>Kg/m<sup>3</sup></b>

Anexo 3.4.1.3. Contenido de aire



FACULTAD DE INGENIERÍA, ARQUITECTURA Y URBANISMO  
ESCUELA PROFESIONAL INGENIERIA CIVIL  
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

**ENSAYO: CONTENIDO DE AIRE ATRAPADO EN EL MORTERO ( NTP 334.048)**

**Tesis** : "DISEÑO DE MORTERO EMPLEANDO CENIZAS DE CÁSCARAS DE ARROZ"  
**Tesista** : RAMOS FERNÁNDEZ, Christian Silvestre  
**Ubicación** : CHICLAYO - CHICLAYO - LAMBAYEQUE  
**Fecha** : 6/13/2018

**DOSIFICACIÓN DE MORTERO**

**P1 =**  
**Cemento          Arena          CCA**

DESCRIPCIÓN	RESULTADO	UNID
Peso Recipiente Metálico		gr
Peso Recipiente + Peso Muestra		gr
Peso Muestra		gr
Relacion agua/cemento		%
<b>CONTENIDO DE AIRE ATRAPADO</b>		%



#### Anexo 3.4.2. Mortero en estado endurecido



Anexo 3.4.2.2. Resistencia a la flexión



FACULTAD DE INGENIERÍA, ARQUITECTURA Y URBANISMO  
 ESCUELA PROFESIONAL INGENIERIA CIVIL  
 LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

ENSAYO: RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DE MORTERO (NIP 334.120).

Testis : "DISEÑO DE MORTERO EMPLEANDO CENIZAS DE CÁSCARAS DE ARROZ"  
 Testista : RAMOS FERNÁNDEZ, Christian Silvestre  
 Ubicación : PIMENTEL - CHICLAYO - LAMBAYEQUE  
 Fecha : 5/9/2018

DOSIFICACION DE MORTERO

Proporción =

Cemento    Arena    CCA

Edad de Muestreo : 7 DIAS

Fecha de Obtención :

Fecha de Ensayo :

VIGAS	LONGITUD ENTRE APOYOS (cm)	LADOS DEL CUBO			Pu (Kgf)	R (kg/cm <sup>2</sup> )
		b (cm)	b (cm)	b (cm)		
M1						
M2						
M3						
<b>PROMEDIO</b>					=	
<b><math>\sigma</math></b>					=	
<b>PROMEDIO - <math>\sigma</math></b>					=	

Edad de Muestreo : 14 DIAS

Fecha de Obtención :

Fecha de Ensayo :

VIGAS	LONGITUD ENTRE APOYOS (cm)	LADOS DEL CUBO			Pu (Kgf)	R (kg/cm <sup>2</sup> )
		b (cm)	b (cm)	b (cm)		
M1						
M2						
M3						
<b>PROMEDIO</b>					=	
<b><math>\sigma</math></b>					=	
<b>PROMEDIO - <math>\sigma</math></b>					=	

Edad de Muestreo : 28 DIAS

Fecha de Obtención :

Fecha de Ensayo :

VIGAS	LONGITUD ENTRE APOYOS (cm)	LADOS DEL CUBO			Pu (Kgf)	R (kg/cm <sup>2</sup> )
		b (cm)	b (cm)	b (cm)		
M1						
M2						
M3						
<b>PROMEDIO</b>					=	
<b><math>\sigma</math></b>					=	
<b>PROMEDIO - <math>\sigma</math></b>					=	

### Anexo 3.5. Formatos para ensayos de albañilería simple

Anexo 3.5.1. Resistencia a la adherencia por flexión



FACULTAD DE INGENIERÍA, ARQUITECTURA Y URBANISMO  
ESCUELA PROFESIONAL INGENIERIA CIVIL  
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

ENSAYO: ADHERENCIA MORTERO - UNIDAD DE ALBAÑILERIA (NTP 334.129).

**Testis** : "DISEÑO DE MORTERO EMPLEANDO CENIZAS DE CÁSCARAS DE ARROZ"  
**Testista** : RAMOS FERNÁNDEZ, Christian Silvestre  
**Ubicación** : PIMENTEL - CHICLAYO - LAMBAYEQUE  
**Fecha** : 8/3/2018

DOSIFICACION DE MORTERO

Proporción =

Cemento    Arena    CCA

Edad de Muestreo :                    28 DIAS

Fecha de Obtención :

Fecha de Ensayo :

DEMOMINACIÓN	CARGA	LUZ LIBRE	LONG.	ALTURA	MODULO DE ROTURA
	(Kg) P	(cm.) L	(cm.) B	(cm.) H	(Kg/cm <sup>2</sup> )
PROMEDIO =					

Anexo 3.5.2. Resistencia a la compresión en pilas



FACULTAD DE INGENIERÍA, ARQUITECTURA Y URBANISMO  
 ESCUELA PROFESIONAL INGENIERIA CIVIL  
 LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

ENSAYO: RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PILAS DE LADRILLOS DE ARCILLA (NTP 399.605).

Tesis : "DISEÑO DE MORTERO EMPLEANDO CENIZAS DE CÁSCARAS DE ARROZ"  
 Tesista : RAMOS FERNÁNDEZ, Christian Silvestre  
 Ubicación : CHICLAYO - CHICLAYO - LAMBAYEQUE  
 Fecha : 8/3/2018

DOSIFICACION DE MORTERO

PROPORCION=

Cemento                      Arena                      CCA

EDAD DE LAS PILAS = 28 DÍAS

Fecha de Obtención :

Fecha de Ensayo :

DIMENSIONES DE LAS PILAS.

PILA	L1 (m)	L2 (m)	L3 (m)	L4 (m)	E1 (cm)	E2 (cm)	E3 (cm)	E4 (cm)	H1 (cm)	H2 (cm)	H3 (cm)	H4 (cm)
M1												
M2												
M3												

RESULTADO DE LAS PILAS.

PILA	PROM. (L)	PROM. (E)	PROM. (H)	ÁREA cm <sup>2</sup>	Pu		F'm (kg/cm <sup>2</sup> )	ESBELTEZ h/e	COEF. CORREC.	F'm Corregido (kg/cm <sup>2</sup> )
					KN	Kg				
M1										
M2										
M3										
PROMEDIO =										
$\sigma$ =										
PROMEDIO - s =										

Anexo 3.5.3. Resistencia a la compresión diagonal en muretes



FACULTAD DE INGENIERÍA, ARQUITECTURA Y URBANISMO  
 ESCUELA PROFESIONAL INGENIERIA CIVIL  
 LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

ENSAYO: RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DIAGONAL DE MURETES DE LADRILLO DE ARCILLA ( NTP 399.621).

Tesis : "DISEÑO DE MORTERO EMPLEANDO CENIZAS DE CÁSCARAS DE ARROZ"  
 Tesista : RAMOS FERNÁNDEZ, Christian Silvestre  
 Ubicación : CHICLAYO - CHICLAYO - LAMBAYEQUE  
 Fecha : 8/6/2018

DOSIFICACION DE MORTERO

PROPORCION=

Cemento                      Arena                      CCA

EDAD DE LOS MURETES = 28 DÍAS

Fecha de Obtención :

Fecha de Ensayo :

- DIMENSIONES DE LOS MURETES.

MURETES	L1 (cm)	L2 (cm)	H1 (cm)	H2 (cm)	E1 (cm)	E2 (cm)
M1						
M2						
M3						

- RESULTADO DE LOS MURETES.

MURETES	PROM. (L )	PROM. (H)	PROM. (t) = E	Ad (cm <sup>2</sup> )	P <sub>n</sub>		V'm (kg/cm <sup>2</sup> )
					KN	Kg	
M1							
M2							
M3							
PROMEDIO =							
σ =							
PROMEDIO - s =							

Anexo 3.6. Formato para ensayo de cenizas de cáscaras de arroz



Anexo 3.6.1. Peso específico



FACULTAD DE INGENIERIA, ARQUITECTURA Y URBANISMO  
ESCUELA PROFESIONAL INGENIERÍA CIVIL  
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

**ENSAYO: PESO ESPECÍFICO DE LAS CENIZAS DE CÁSCARAS DE ARROZ (ASTM C 188-95).**

**Tesis** : "DISEÑO DE MORTERO EMPLEANDO CENIZAS DE CÁSCARAS DE ARROZ"  
**Tesista** : RAMOS FERNÁNDEZ, Christian Silvestre  
**Ubicación** : PIMENTEL - CHICLAYO - LAMBAYEQUE  
**Fecha** : 11/20/2018

**Muestra:** CENIZAS DE CÁSCARAS DE ARROZ

**DETERMINACIÓN DEL PESO ESPECÍFICO DE LAS CCA.**

Peso de la muestra de las cenizas de cáscaras de arroz	(gr)
Volumen inicial del líquido introducido al frasco Le Chatelier	(cm <sup>3</sup> )
Volumen final del líquido (después de introducir el peso de las cenizas de cáscaras de arroz)	(cm <sup>3</sup> )
<b>PESO ESPECÍFICO DE MASA</b>	<b>(gr/cm<sup>3</sup>)</b>

Anexo 4. Resultados de los ensayos elaborados a las cenizas de cáscaras de arroz

Anexo 4.1. Peso específico



FACULTAD DE INGENIERIA, ARQUITECTURA Y URBANISMO  
ESCUELA PROFESIONAL INGENIERÍA CIVIL  
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

**ENSAYO: PESO ESPECÍFICO DE LAS CENIZAS DE CÁSCARAS DE ARROZ (ASTM C 188-95).**

**Tesis** : "DISEÑO DE MORTERO EMPLEANDO CENIZAS DE CÁSCARAS DE ARROZ"  
**Tesista** : RAMOS FERNÁNDEZ, Christian Silvestre  
**Ubicación** : PIMENTEL - CHICLAYO - LAMBAYEQUE  
**Fecha** : 11/20/2018

**Muestra:** CENIZAS DE CÁSCARAS DE ARROZ

**DETERMINACIÓN DEL PESO ESPECÍFICO DE LAS CCA.**

Peso de la muestra de las cenizas de cáscaras de arroz	(gr)	54.40
Volumen inicial del líquido introducido al frasco Le Chatelier	(cm <sup>3</sup> )	0.50
Volumen final del líquido (después de introducir el peso de las cenizas de cáscaras de arroz)	(cm <sup>3</sup> )	23.00
<b>PESO ESPECÍFICO DE MASA</b>	<b>(gr/cm<sup>3</sup>)</b>	<b>2.418</b>

Anexo 4.2. Peso unitario y contenido de humedad



FACULTAD DE INGENIERIA, ARQUITECTURA Y URBANISMO  
 ESCUELA PROFESIONAL INGENIERÍA CIVIL  
 LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

ENSAYO: PESO UNITARIO SUELTO Y COMPACTADO (NTP 400.017).

Tesis : "DISEÑO DE MORTERO EMPLEANDO CENIZAS DE CÁSCARAS DE ARROZ"  
 Tesista : RAMOS FERNÁNDEZ, Christian Silvestre  
 Ubicación : PIMENTEL - CHICLAYO - LAMBAYEQUE  
 Fecha : 11/20/2018

Muestra: CENIZAS DE CÁSCARAS DE ARROZ

**1.- PESO UNITARIO SUELTO**

		A	B
Peso de la muestra suelta + recipiente	(gr.)	4341	4355
Peso del recipiente	(gr.)	3072	3072
Peso de muestra	(gr.)	1269	1283
Constante o Volumen	(m <sup>3</sup> )	0.002796	0.002796
Peso unitario suelto húmedo	(kg/m <sup>3</sup> )	453.89	458.90
Peso unitario suelto húmedo (Promedio)	(kg/m <sup>3</sup> )		456
Peso unitario suelto seco (Promedio)	(kg/m <sup>3</sup> )		<b>453</b>

**2.- PESO UNITARIO COMPACTADO**

		A	B
Peso de la muestra suelta + recipiente	(gr.)	4755	4772
Peso del recipiente	(gr.)	3072	3072
Peso de muestra	(gr.)	1683	1700
Constante o Volumen	(m <sup>3</sup> )	0.002796	0.002796
Peso unitario suelto húmedo	(kg/m <sup>3</sup> )	601.97	608.05
Peso unitario compactado húmedo (Promedio)	(kg/m <sup>3</sup> )		605
Peso unitario seco compactado (Promedio)	(kg/m <sup>3</sup> )		<b>601</b>

ENSAYO: CONTENIDO DE HUMEDAD (NTP 339.185).

**3.- CONTENIDO DE HUMEDAD**

		A	B
1. Peso de muestra húmeda	(gr.)	338.60	335.98
2. Peso de muestra seca	(gr.)	336.88	334.34
3. Peso de recipiente	(gr.)	87.80	89.25
4. Contenido de humedad	(%)	0.69	0.67
5. Contenido de humedad (promedio)	(%)		<b>0.68</b>

Anexo 5. Resultados de los ensayos elaborados al agregado fino

Anexo 5.1. Análisis Granulométrico y módulo de fineza



FACULTAD DE INGENIERIA, ARQUITECTURA Y URBANISMO  
 ESCUELA PROFESIONAL INGENIERIA CIVIL  
 LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

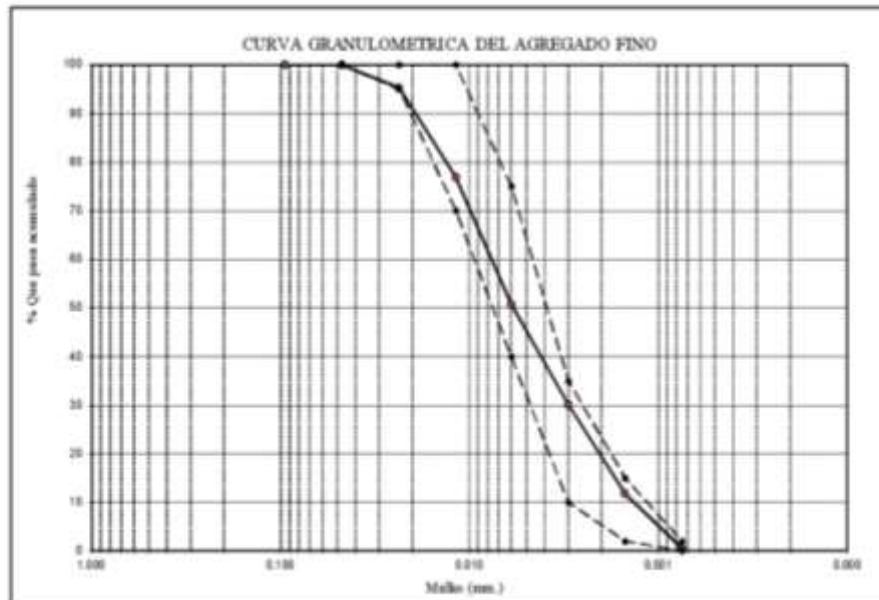
ENSAYO: ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO FINO (NTP 400.012).

Tesis : "DISEÑO DE MORTERO EMPLEANDO CENIZAS DE CÁSCARAS DE ARROZ"  
 Testata : RAMOS FERNÁNDEZ, Christian Silvestre  
 Ubicación : CHICLAYO - CHICLAYO - LAMBAYEQUE  
 Fecha : 4/3/2018

Muestra : AGREGADO FINO - CANTERA LA VICTORIA

PESO INICIAL  g.

MALLAS		PESO RETENIDO	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA ACUMULADO	Parámetros Arena Gruesa
PULGADAS	MILIMETROS					
3/8"	9.500	0	0	0	100	-
Nº4	4.750	0	0.0	0.0	100.0	100
Nº8	2.360	28.63	4.8	4.8	95.2	95-100
Nº16	1.180	109.81	18.3	23.1	76.9	70-100
Nº30	0.600	156.77	26.1	49.2	50.8	40-75
Nº50	0.300	124.54	20.8	70.0	30.0	10-35
Nº100	0.150	109.73	18.3	88.2	11.8	2-15
Nº200	0.075	67.14	11.2	99.4	0.6	0-2
FONDO		3.38	0.6	100.0	0.0	-
MODULO DE FINEZA				2.353		



## Anexo 5.2. Peso específico y absorción



FACULTAD DE INGENIERIA, ARQUITECTURA Y URBANISMO  
ESCUELA PROFESIONAL INGENIERIA CIVIL  
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

**ENSAYO: PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO FINO (NTP 400.022).**

**Tesis** : "DISEÑO DE MORTERO EMPLEANDO CENIZAS DE CÁSCARAS DE ARROZ"  
**Tesista** : RAMOS FERNÁNDEZ, Christian Silvestre  
**Ubicación** : CHICLAYO - CHICLAYO - LAMBAYEQUE  
**Fecha** : 4/3/2018

**AGREGADO FINO - CANTERA LA VICTORIA**

### I. DATOS

1.- Peso de la arena superficialmente seca	(gr)	500.0
2.- Peso de la arena superficialmente seca + peso del frasco + peso del agua	(gr)	980.0
3.- Peso de la arena superficialmente seca + peso del frasco	(gr)	670.0
4.- Peso del agua	(gr)	310.0
5.- Peso de la arena secada al horno + peso del frasco	(gr)	661.0
6.- Peso del frasco	(gr)	170.0
7.- Peso de la muestra secada al horno	(gr)	491.0
8.- Volumen del frasco	(cm <sup>3</sup> )	500.0

### II.- RESULTADOS

1.- PESO ESPECIFICO DE MASA	(gr/cm <sup>3</sup> )	2.584
2.- PESO ESPECIFICO DE MASA SATURADO SUPERFICIALMENTE SECO	(gr/cm <sup>3</sup> )	2.632
3.- PESO ESPECIFICO APARENTE	(gr/cm <sup>3</sup> )	2.713
4.- PORCENTAJE DE ABSORCIÓN	%	1.83

Anexo 5.3. Peso unitario y contenido de humedad



FACULTAD DE INGENIERIA, ARQUITECTURA Y URBANISMO  
ESCUELA PROFESIONAL INGENIERIA CIVIL  
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

**ENSAYO: PESO UNITARIO SUELTO Y COMPACTADO (NTP 400.017).**

**Tesis** : "DISEÑO DE MORTERO EMPLEANDO CENIZAS DE CÁSCARAS DE ARROZ"  
**Tesista** : RAMOS FERNÁNDEZ, Christian Silvestre  
**Ubicación** : PIMENTEL - CHICLAYO - LAMBAYEQUE  
**Fecha** : 4/4/2018

**Muestra:** AGREGADO FINO - CANTERA LA VICTORIA

**1.- PESO UNITARIO SUELTO**

	A	B
Peso de la muestra suelta + recipiente	(gr.) 7397	7457
Peso del recipiente	(gr.) 3038	3038
Peso de muestra	(gr.) 4359	4419
Volumen del molde	(m <sup>3</sup> ) 0.00283	0.00283
Peso unitario suelto	(kg/m <sup>3</sup> ) 1540.08	1561.27
Peso unitario suelto (Promedio)	(kg/m <sup>3</sup> )	1551

**2.- PESO UNITARIO COMPACTADO**

	A	B
Peso de la muestra suelta + recipiente	(gr.) 7942	7953
Peso del recipiente	(gr.) 3038	3038
Peso de muestra	(gr.) 4904	4915
Volumen del molde	(m <sup>3</sup> ) 0.002830	0.002830
Peso unitario compactado	(kg/m <sup>3</sup> ) 1732.63	1736.52
Peso unitario compactado (Promedio)	(kg/m <sup>3</sup> )	1735

**ENSAYO: CONTENIDO DE HUMEDAD (NTP 339.185).**

**3.- CONTENIDO DE HUMEDAD**

	A	B
1. Peso de muestra húmeda	(gr.) 950.00	950.00
2. Peso de muestra seca + recipiente	(gr.) 1037.00	1028.00
3. Peso de recipiente	(gr.) 94.00	85.00
4. Contenido de humedad	(%) 0.74	0.74
5. Contenido de humedad (promedio)	(%)	0.74



Anexo 6. Resultados de los ensayos elaborados a las unidades de albañilería

Anexo 6.1. Variación dimensional



FACULTAD DE INGENIERÍA, ARQUITECTURA Y URBANISMO  
 ESCUELA PROFESIONAL INGENIERIA CIVIL  
 LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

ENSAYO: VARIACIÓN DIMENSIONAL DE LA UNIDAD DE ALBAÑILERÍA (NTF 399.613).

Título : "DISEÑO DE MORTERO EMPLEANDO CINZAS DE CÁSCARAS DE ARROZ"  
 Tesis : RAMOS FERNÁNDEZ, Christian Silvestre  
 Ubicación : CHICLAYO - CHICLAYO - LAMBAYEQUE  
 Fecha : 3/26/2018

- Variación dimensional del largo de la unidad (Ladrillos Cerámicos Lambayeque).

Espécimen	Largo (mm)					Resultados de unidad		
	Nº	L1	L2	L3	L4	L prom.	$\sigma$	V (%)
EC-1		238.00	236.50	237.00	237.50	237.25	0.65	0.272
EC-2		236.70	237.80	236.00	237.60	237.03	0.83	0.352
EC-3		237.00	238.00	237.50	238.30	237.70	0.57	0.240
EC-4		238.20	236.50	237.00	237.40	237.28	0.72	0.303
EC-5		237.00	236.00	237.80	236.70	236.80	0.75	0.315
EC-6		238.50	237.80	238.00	237.30	237.90	0.50	0.209
EC-7		237.00	238.00	237.40	237.50	237.48	0.41	0.173
EC-8		236.00	237.00	236.80	237.30	236.78	0.56	0.235
EC-9		237.00	238.00	236.50	237.00	237.13	0.63	0.265
EC-10		237.50	239.50	238.80	237.90	238.43	0.90	0.377
					<b>Promedio</b>	<b>237.38</b>		0.274
					$\sigma$ -	<b>0.51</b>		
					V -	<b>0.21 %</b>		

- Variación dimensional del ancho de la unidad (Ladrillos Cerámicos Lambayeque).

Espécimen	Ancho (mm)					Resultados de unidad		
	Nº	A1	A1	A1	A1	A prom.	$\sigma$	V (%)
EC-1		118.70	119.40	119.00	118.90	119.00	0.29	0.247
EC-2		118.40	117.50	118.00	118.10	118.00	0.37	0.317
EC-3		118.80	117.40	118.50	118.00	118.18	0.61	0.519
EC-4		119.60	118.50	120.20	119.20	119.38	0.71	0.598
EC-5		119.20	117.90	118.50	119.00	118.65	0.58	0.489
EC-6		119.10	119.10	119.00	118.80	119.00	0.14	0.119
EC-7		118.90	119.10	120.00	119.50	119.38	0.49	0.407
EC-8		119.60	119.20	119.80	119.00	119.40	0.37	0.306
EC-9		119.80	119.50	119.50	120.00	119.70	0.24	0.205
EC-10		118.90	117.90	119.00	117.50	118.33	0.74	0.626
					<b>Promedio</b>	<b>118.90</b>		0.381
					$\sigma$ -	<b>0.59</b>		
					V -	<b>0.49 %</b>		

- Variación dimensional del alto de la unidad (Cerámicos Lambayeque).

Espécimen	Altura (mm)					Resultados de unidad		
	Nº	H1	H2	H3	H4	H prom.	$\sigma$	V (%)
EC-1		89.76	88.64	89.61	90.07	89.77	0.89	0.991
EC-2		90.04	89.48	89.01	90.05	89.65	0.49	0.549
EC-3		90.16	89.44	87.73	89.32	89.16	1.02	1.149
EC-4		90.74	89.77	88.61	90.38	89.86	0.92	1.024
EC-5		89.64	88.59	88.56	89.49	89.07	0.57	0.646
EC-6		91.28	89.00	90.12	91.16	90.39	1.06	1.176
EC-7		89.24	86.92	86.97	88.39	87.88	1.13	1.291
EC-8		89.20	87.85	89.25	90.12	89.11	0.94	1.052
EC-9		90.20	89.61	89.67	90.10	89.90	0.30	0.332
EC-10		90.50	88.40	86.80	89.04	88.69	1.53	1.729
					<b>Promedio</b>	<b>89.35</b>		<b>0.994</b>
					$\sigma$ -	<b>0.72</b>		
					V -	<b>0.81 %</b>		

DISPERSIÓN MÁXIMA

ENSAYO: VARIACIÓN DIMENSIONAL DE LA UNIDAD DE ALBAÑILERÍA (NTP 399.613).

Tesis : "DISEÑO DE MORTERO EMPLEANDO CENIZAS DE CÁSCARAS DE ARROZ"  
 Tesista : RAMOS FERNÁNDEZ, Christian Silvestre  
 Ubicación : CHICLAYO - CHICLAYO - LAMBAYEQUE  
 Fecha : 3/26/2018

- Variación dimensional del largo de la unidad (Ladrillos Lark )

Espécimen	Largo (mm)					Resultados de unidad			
	Nº	L1	L2	L3	L4	L prom.	$\sigma$	V (%)	
EL-1		223.80	224.00	223.00	223.70	223.63	0.43	0.194	
EL-2		221.20	222.90	222.00	222.30	222.10	0.71	0.318	
EL-3		224.20	222.30	223.00	223.50	223.25	0.80	0.359	
EL-4		221.40	221.60	221.40	221.80	221.55	0.19	0.086	
EL-5		224.40	222.20	223.00	223.50	223.28	0.92	0.413	
EL-6		223.00	222.50	222.80	222.60	222.73	0.22	0.100	
EL-7		226.50	226.00	226.00	225.90	226.10	0.27	0.120	
EL-8		222.00	221.50	221.80	222.10	221.85	0.26	0.119	
EL-9		224.00	223.00	223.50	223.80	223.58	0.43	0.195	
EL-10		223.00	225.00	224.00	223.80	223.95	0.82	0.367	
		<b>Promedio</b>					<b>223.20</b>		0.227
		<b><math>\sigma</math> =</b>					<b>1.30</b>		
		<b>V =</b>					<b>0.58 %</b>		

- Variación dimensional del ancho de la unidad (Ladrillos Lark )

Espécimen	Ancho (mm)					Resultados de unidad			
	Nº	A1	A2	A3	A4	A prom.	$\sigma$	V (%)	
EL-1		122.30	122.60	122.50	122.00	122.35	0.26	0.216	
EL-2		121.60	121.80	122.00	121.70	121.78	0.17	0.140	
EL-3		121.70	121.20	121.50	121.00	121.35	0.31	0.256	
EL-4		122.10	121.00	121.80	121.50	121.60	0.47	0.386	
EL-5		121.40	121.90	121.60	121.50	121.60	0.22	0.178	
EL-6		121.90	121.90	121.70	121.70	121.80	0.12	0.095	
EL-7		124.10	123.30	123.90	124.00	123.83	0.36	0.290	
EL-8		121.50	121.60	121.90	121.70	121.68	0.17	0.140	
EL-9		122.30	121.90	122.00	122.20	122.10	0.18	0.150	
EL-10		122.50	121.90	122.30	122.00	122.18	0.28	0.225	
		<b>Promedio</b>					<b>122.03</b>		<b>0.208</b>
		<b><math>\sigma</math> =</b>					<b>0.70</b>		
		<b>V =</b>					<b>0.57 %</b>		

- Variación dimensional del alto de la unidad (Ladrillos Lark ).

Espécimen	Altura (mm)					Resultados de unidad			
	Nº	H1	H2	H3	H4	H prom.	$\sigma$	V (%)	
EL-1		90.11	90.91	89.20	89.80	90.01	0.71	0.791	
EL-2		90.47	90.74	88.72	89.96	89.97	0.90	0.995	
EL-3		90.39	89.57	90.46	89.87	90.07	0.43	0.473	
EL-4		89.54	87.80	87.89	87.55	88.20	0.91	1.030	
EL-5		90.61	89.61	90.94	90.72	90.47	0.59	0.652	
EL-6		88.26	87.73	87.88	88.48	88.09	0.34	0.390	
EL-7		92.35	91.34	91.52	91.31	91.63	0.49	0.534	
EL-8		91.42	90.40	90.10	89.75	90.42	0.72	0.795	
EL-9		89.81	90.42	89.04	90.18	89.86	0.60	0.671	
EL-10		90.84	90.35	89.78	89.81	90.20	0.50	0.558	
		<b>Promedio</b>					<b>89.89</b>		<b>0.689</b>
		<b><math>\sigma</math> =</b>					<b>1.05</b>		
		<b>V =</b>					<b>1.17 %</b>		

DISPERSIÓN  
MÁXIMA

**ENSAYO: VARIACIÓN DIMENSIONAL DE LA UNIDAD DE ALBAÑILERÍA (NTP 399.613).**

**Tesis :** "DISEÑO DE MORTERO EMPLEANDO CENIZAS DE CÁSCARAS DE ARROZ"  
**Tesista :** RAMOS FERNÁNDEZ, Christian Silvestre  
**Ubicación :** CHICLAYO - CHICLAYO - LAMBAYEQUE  
**Fecha :** 3/26/2018

- Variación dimensional del largo de la unidad (Ladrillos Ital).

Especimen	Largo (mm)					Resultados de unidad		
	Nº	L1	L2	L3	L4	L prom.	$\sigma$	V (%)
EI-1		229.80	231.50	230.90	229.50	230.43	0.94	0.406
EI-2		230.00	231.00	231.80	231.20	231.00	0.75	0.324
EI-3		230.90	230.50	232.50	232.00	231.48	0.93	0.403
EI-4		228.50	230.00	232.00	231.50	230.50	1.58	0.686
EI-5		231.00	231.20	229.00	230.00	230.30	1.01	0.440
EI-6		232.20	230.50	231.80	232.00	231.63	0.77	0.331
EI-7		231.20	229.50	231.00	230.50	230.55	0.76	0.329
EI-8		231.80	231.20	232.00	231.30	231.58	0.39	0.167
EI-9		231.00	230.00	229.80	230.00	230.20	0.54	0.235
EI-10		231.30	229.80	230.50	230.80	230.60	0.63	0.272
					<b>Promedio</b>	<b>230.83</b>		0.359
					$\sigma =$	<b>0.55</b>		
					V=	<b>0.24 %</b>		

- Variación dimensional del ancho de la unidad (Ladrillos Ital).

Especimen	Ancho (mm)					Resultados de unidad		
	Nº	A1	A2	A3	A4	A prom.	$\sigma$	V (%)
EI-1		117.66	116.55	115.81	117.82	116.96	0.95	0.814
EI-2		117.20	117.97	118.41	117.99	117.89	0.50	0.428
EI-3		118.47	118.64	117.18	118.33	118.16	0.66	0.560
EI-4		117.28	117.86	118.37	117.89	117.85	0.45	0.379
EI-5		118.17	117.70	117.00	117.29	117.54	0.51	0.433
EI-6		117.68	118.42	118.69	118.44	118.31	0.44	0.369
EI-7		118.20	117.72	117.03	117.74	117.67	0.48	0.410
EI-8		117.44	117.89	119.49	118.33	118.29	0.88	0.744
EI-9		117.75	118.10	118.27	117.91	118.01	0.23	0.192
EI-10		117.20	118.12	118.04	117.19	117.64	0.51	0.435
					<b>Promedio</b>	<b>117.83</b>		0.476
					$\sigma =$	<b>0.41</b>		
					V=	<b>0.34 %</b>		

- Variación dimensional del alto de la unidad (Ladrillos Ital).

Especimen	Altura (mm)					Resultados de unidad		
	Nº	H1	H2	H3	H4	H prom.	$\sigma$	V (%)
EI-1		87.42	90.06	88.36	88.71	88.64	1.09	1.234
EI-2		87.64	88.96	84.27	86.13	86.75	2.02	2.326
EI-3		91.40	93.43	90.02	92.23	91.77	1.43	1.562
EI-4		92.87	91.75	91.79	91.42	91.96	0.63	0.686
EI-5		89.40	90.97	90.78	90.36	90.38	0.70	0.774
EI-6		90.46	92.28	88.20	88.16	89.78	1.99	2.212
EI-7		87.85	89.75	87.91	89.85	88.84	1.11	1.249
EI-8		88.68	89.03	87.47	88.36	88.39	0.67	0.756
EI-9		87.91	88.50	87.41	88.89	88.18	0.65	0.739
EI-10		92.07	90.83	90.44	91.40	91.19	0.71	0.778
					<b>Promedio</b>	<b>89.59</b>		1.232
					$\sigma =$	<b>1.72</b>		
					V=	<b>1.92 %</b>		

DISPERSIÓN  
MÁXIMA

ENSAYO: VARIACIÓN DIMENSIONAL DE LA UNIDAD DE ALBAÑILERIA (NTP 399.613).

Tesis : "DISEÑO DE MORTERO EMPLEANDO CENIZAS DE CÁSCARAS DE ARROZ"  
Tesis : RAMOS FERNÁNDEZ, Christian Silvestre  
Ubicación : CHICLAYO - CHICLAYO - LAMBAYEQUE  
Fecha : 3/26/2018

- Cuadro comparativo de la Variabilidad Dimensional.

Ladrillos	Variabilidad dimensional						Clasificación de norma
	L(mm)	L(%)	a(mm)	a(%)	h(mm)	h(%)	
Cerámico Lambayeque 18 Huecos	237.38	0.21	118.90	0.49	89.35	0.81	TIPO V
Ladrillos Lark 18 Huecos	223.20	0.58	122.03	0.57	89.89	1.17	TIPO V
Ladrillos Ital 18 Huecos	230.83	0.24	117.83	0.34	89.59	1.92	TIPO V

- Espesores de junta horizontal.

Zona	Desviación Estándar (mm)	Junta calculada = $4\text{mm} + 2\sigma$ (mm)
Ceramicos Lambayeque	0.59	5.172
Ladrillos Lark	0.70	5.403
Ladrillos Ital	0.41	4.811

Anexo 6.2. Succión



**UNIVERSIDAD  
SEÑOR DE SIPÁN**

FACULTAD DE INGENIERÍA, ARQUITECTURA Y URBANISMO  
ESCUELA PROFESIONAL INGENIERIA CIVIL  
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

ENSAYO: SUCCIÓN DE LA UNIDAD DE ALBAÑILERÍA (NTP 399.613).

Tesis : "DISEÑO DE MORTERO EMPLEANDO CENZAS DE CÁSCARAS DE ARROZ"  
Tesisista : RAMOS FERNÁNDEZ, Christian Silvestre  
Ubicación : CHICLAYO - CHICLAYO - LAMBAYEQUE  
Fecha : 3/28/2018

- Succión (Ladrillos Cerámicos Lambayeque 18 Huecos - Estandar).

Espécimen Nº	Largo (mm)	Ancho (mm)	Altura (mm)	Peso (gr)		Area de asiento (cm <sup>2</sup> )	Pm-Ps (gr)	Succión (gr/200cm <sup>2</sup> /m in)
				Ps	Pm			
SCL-1	237.25	119.00	89.77	2766	2792	282.33	26.00	18.42
SCL-2	237.03	118.00	89.65	2763	2792	279.69	29.00	20.74
SCL-3	237.70	118.18	89.16	2745	2794	280.90	49.00	34.89
SCL-4	237.28	119.38	89.86	2800	2838	283.25	38.00	26.83
SCL-5	236.88	118.65	89.07	2750	2776	281.05	26.00	18.50
PROMEDIO=								23.88

- Succión (Ladrillos Lark 18 Huecos - Estandar).

Espécimen Nº	Largo (mm)	Ancho (mm)	Altura (mm)	Peso (gr)		Area de asiento (cm <sup>2</sup> )	Pm-Ps (gr)	Succión (gr/200cm <sup>2</sup> /m in)
				Ps	Pm			
SLF-1	223.63	122.35	90.01	2678	2703	273.61	25.00	18.27
SLF-2	222.10	121.78	89.97	2694	2719	270.46	25.00	18.49
SLF-3	223.25	121.35	90.07	2704	2730	270.91	26.00	19.19
SLF-4	221.55	121.60	88.20	2631	2656	269.40	25.00	18.56
SLF-5	223.28	121.60	90.47	2694	2722	271.50	28.00	20.63
PROMEDIO=								19.83

- Succión (Ladrillos Ital 18 Huecos - Estandar).

Espécimen Nº	Largo (mm)	Ancho (mm)	Altura (mm)	Peso (gr)		Area de asiento (cm <sup>2</sup> )	Pm-Ps (gr)	Succión (gr/200cm <sup>2</sup> /m in)
				Ps	Pm			
SLL-1	230.43	116.96	88.64	2420	2443	269.51	23.00	17.07
SLL-2	231.00	117.89	86.75	2466	2491	272.33	25.00	18.36
SLL-3	231.48	118.16	91.77	2374	2396	273.50	22.00	16.09
SLL-4	230.50	117.85	91.96	2497	2518	271.64	21.00	15.46
SLL-5	230.30	117.54	90.38	2517	2542	270.69	25.00	18.47
PROMEDIO=								17.09

- Cuadro comparativo de Succión

Espécimen	SUCCIÓN (gr/200cm <sup>2</sup> /min)
Cerámicos Lambayeque	23.88
Ladrillos Lark	19.03
Ladrillos Ital	17.09

Anexo 6.3. Absorción



FACULTAD DE INGENIERÍA, ARQUITECTURA Y URBANISMO  
 ESCUELA PROFESIONAL INGENIERIA CIVIL  
 LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

ENSAYO: ABSORCIÓN DE LA UNIDAD DE ALBAÑILERÍA (NTP 399.613).

Tesis : "DISEÑO DE MORTERO EMPLEANDO CENIZAS DE CÁSCARAS DE ARROZ"  
 Tesista : RAMOS FERNÁNDEZ, Christian Silvestre  
 Ubicación : CHICLAYO - CHICLAYO - LAMBAYEQUE  
 Fecha : 3/27/2018

- Absorción (Cerámicos Lambayeque 18 Huecos Estandar).

ESPECIMEN	PESO (gr)		ABSORCIÓN (%)
	SECO	24 H. INMERSION	
ACL-1	2764	3112	12.59
ACL-2	2761	3109	12.60
ACL-3	2744	3089	12.57
ACL-4	2799	3157	12.79
ACL-5	2747	3090	12.49
	PROMEDIO=		12.61

- Absorción (Ladrillos Lark 18 Huecos - Estandar).

ESPECIMEN	PESO (gr)		ABSORCIÓN (%)
	SECO	24 H. INMERSION	
ALL-1	2677	2914	8.85
ALL-2	2693	2920	8.43
ALL-3	2703	2924	8.18
ALL-4	2630	2821	7.26
ALL-5	2692	2925	8.66
	PROMEDIO=		8.28

- Absorción (Ladrillos Ital 18 Huecos - Estandar).

ESPECIMEN	PESO (gr)		ABSORCIÓN (%)
	SECO	24 H. INMERSION	
ALI-1	2424	2727	12.50
ALI-2	2376	2685	13.01
ALI-3	2516	2852	13.35
ALI-4	2498	2826	13.13
ALI-5	2470	2783	12.67
	PROMEDIO=		12.93

- Cuadro comparativo de % de Absorción

Especimen	% ABSORCIÓN
Cerámicos Lambayeque	12.61
Ladrillos Lark	8.28
Ladrillos Ital	12.93

Anexo 6.4. Porcentaje de vacíos



FACULTAD DE INGENIERÍA, ARQUITECTURA Y URBANISMO  
 ESCUELA PROFESIONAL INGENIERIA CIVIL  
 LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

ENSAYO: PORCENTAJE DEL ÁREA DE VACIOS EN LA UNIDAD DE ALBAÑILERÍA (NTP 399.613).

Teste : "DISEÑO DE MORTERO EMPLEANDO CENIZAS DE CÁSCARAS DE ARROZ"  
 Testera : RAMOS FERNÁNDEZ, Christian Silvestre  
 Ubicación : CHICLAYO - CHICLAYO - LAMBAYEQUE  
 Fecha : 1/26/2018

- Calibración de la Arena.

Nº ENSAYOS	VOLUMEN RECIPIENTE	PESO DE LA ARENA	P.E (s) gr/cm <sup>3</sup>
1	100	149.46	1.49
2	100	151.20	1.51
3	100	148.95	1.49
PROMEDIO=			1.50

- % Área de vacíos (Ladrillos Cerámicos Lambayeque 18 Huecos - Estándar).

Especimen Nº	Largo (cm)	Ancho (cm)	Altura (cm)	Volumen del ladrillo (cm <sup>3</sup> )	Peso específico de la arena (s)	Densidad en arifícios (gr)	Volumen de los arifícios en los ladrillos (cm <sup>3</sup> )	% Área de vacíos
%RCL-1	23.78	11.90	9.00	2569.48	1.50	1575.00	1050.91	40.90
%RCL-2	23.83	11.77	9.01	2527.12		1594.00	1063.59	42.09
%RCL-3	23.84	11.77	8.95	2511.34		1563.00	1042.90	41.53
%RCL-4	24.03	11.85	9.05	2577.04		1645.00	1097.62	42.59
%RCL-5	23.77	11.90	8.96	2534.45		1591.00	1061.59	41.89
PROMEDIO=								41.90

- % Área de vacíos (Ladrillos Lork 18 Huecos - Estándar).

Especimen Nº	Largo (cm)	Ancho (cm)	Altura (cm)	Volumen del ladrillo (cm <sup>3</sup> )	Peso específico de la arena (s)	Densidad en arifícios (gr)	Volumen de los arifícios en los ladrillos (cm <sup>3</sup> )	% Área de vacíos
%RLL-1	22.57	12.26	8.97	2482.07	1.50	1743.00	1163.01	46.96
%RLL-2	22.47	12.15	9.00	2478.94		1745.00	1164.34	46.97
%RLL-3	22.50	12.12	9.11	2484.30		1738.00	1159.67	46.68
%RLL-4	22.45	12.10	8.79	2387.76		1675.00	1117.64	46.81
%RLL-5	22.39	12.15	9.07	2467.39		1732.00	1155.67	46.84
PROMEDIO=								46.83

- % Área de vacíos (Ladrillos Ital 18 Huecos - Estándar).

Especimen Nº	Largo (cm)	Ancho (cm)	Altura (cm)	Volumen del ladrillo (cm <sup>3</sup> )	Peso específico de la arena (s)	Densidad en arifícios (gr)	Volumen de los arifícios en los ladrillos (cm <sup>3</sup> )	% Área de vacíos
%RII-1	23.17	11.75	9.10	2477.45	1.50	1766.00	1178.35	47.56
%RII-2	23.11	11.70	8.92	2411.85		1745.00	1164.34	48.28
%RII-3	23.10	11.74	8.85	2400.07		1762.00	1175.69	48.99
%RII-4	22.92	11.77	8.82	2379.36		1745.00	1164.34	48.94
%RII-5	23.10	11.70	9.77	2640.54		1746.00	1165.01	44.12
PROMEDIO=								47.58

- Cuadro comparativo de % de Área de Vacíos

Especimen	% de Área de vacíos
Ladrillos Cerámicos Lambayeque.	41.80
Ladrillos Lork.	46.83
Ladrillos Ital	47.58



Anexo 6.5. Resistencia a la compresión (F<sub>b</sub>)



FACULTAD DE INGENIERÍA, ARQUITECTURA Y URBANISMO  
 ESCUELA PROFESIONAL INGENIERIA CIVIL  
 LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

ENSAYO: RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE LA UNIDAD DE ALBAÑILERÍA f<sub>b</sub> (NTP 399.613).

Testis : "DISEÑO DE MORTERO EMPLEANDO CENIZAS DE CÁSCARAS DE ARROZ"  
 Testista : RAMOS FERNÁNDEZ, Christian Silvestre  
 Ubicación : CHICLAYO - CHICLAYO - LAMBAYEQUE  
 Fecha : 3/28/2018

- Resistencia a la Compresión f<sub>b</sub> (Ladrillos Cerámicos Lambayeque 18 Huecos - Estandar).

ESPECIME N	LARGO (mm)			ANCHO(mm)			AREA cm <sup>2</sup>	CARGA MAXIMA		f <sub>b</sub> (Kg/cm <sup>2</sup> )
	L1	L2	L prom	A1	A2	A prom		KN	Kg	
RCCL-1	125.50	125.60	125.55	118.85	118.70	118.78	149.12	194.39	19815.00	132.88
RCCL-2	125.50	125.15	125.33	118.90	118.60	118.75	148.82	199.40	20326.00	136.58
RCCL-3	124.45	124.20	124.33	119.20	119.25	119.23	148.23	206.86	21087.00	142.26
RCCL-4	125.70	125.00	125.35	119.35	119.75	119.55	149.86	171.36	17468.00	116.57
RCCL-5	125.75	120.80	123.28	118.15	118.45	118.30	145.83	221.46	22575.00	154.80
<b>PROMEDIO =</b>									<b>136.62</b>	

- Resistencia a la Compresión f<sub>b</sub> (Ladrillos Lark 18 Huecos - Estandar).

ESPECIME N	LARGO (mm)			ANCHO(mm)			AREA cm <sup>2</sup>	CARGA MAXIMA		f <sub>b</sub> (Kg/cm <sup>2</sup> )
	L1	L2	L prom	A1	A2	A prom		KN	Kg	
RCLL-1	116.80	115.45	116.13	121.50	121.70	121.60	141.21	201.83	20574.00	145.70
RCLL-2	117.15	117.70	117.43	123.55	123.70	123.63	145.17	152.60	15556.00	107.16
RCLL-3	114.95	115.10	115.03	121.25	121.25	121.25	139.47	347.12	35384.00	253.71
RCLL-4	115.70	115.80	115.75	121.50	121.45	121.48	140.61	177.01	18044.00	128.33
RCLL-5	115.25	115.45	115.35	121.35	121.25	121.30	139.92	261.75	26682.00	190.70
<b>PROMEDIO =</b>									<b>165.12</b>	

- Resistencia a la Compresión f<sub>b</sub> (Ladrillos Ital 18 Huecos - Estandar).

ESPECIME N	LARGO (mm)			ANCHO(mm)			AREA cm <sup>2</sup>	CARGA MAXIMA		f <sub>b</sub> (Kg/cm <sup>2</sup> )
	L1	L2	L prom	A1	A2	A prom		KN	Kg	
RCLI-1	118.47	117.32	117.90	118.09	118.22	118.16	139.30	123.44	12583	90.33
RCLI-2	118.37	117.68	118.03	117.73	117.89	117.81	139.05	136.66	13931	100.19
RCLI-3	118.03	118.79	118.41	118.89	118.69	118.79	140.66	115.76	11800	83.89
RCLI-4	117.67	117.90	117.79	118.69	118.08	118.39	139.44	158.33	16140	115.75
RCLI-5	119.05	118.19	118.62	118.27	117.96	118.12	140.11	121.96	12432	88.73
<b>PROMEDIO =</b>									<b>95.78</b>	

- Cuadro comparativo de Resistencia a la Compresión

Espécimen	f <sub>b</sub> (Kg/cm <sup>2</sup> )	Clasificación
Cerámicos Lambayeque	136.62	TIPO IV
Ladrillos Lark	165.12	TIPO IV
Ladrillos Ital	95.78	TIPO III

Anexo 7. Diseño de mortero patrón y con sustitución con CCA

Anexo 7.1. Dosificación 1:3.5



FACULTAD DE INGENIERÍA, ARQUITECTURA Y URBANISMO  
 ESCUELA PROFESIONAL INGENIERIA CIVIL  
 LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

DISEÑO DE MEZCLA DE MORTERO PATRÓN 1 : 3.5 Y MORTERO SUSTITUIDO CON CCA

Tesis : "DISEÑO DE MORTERO EMPLEANDO CENIZAS DE CÁSCARAS DE ARROZ"  
 Tesista : RAMOS FERNÁNDEZ, Christian Silvestre  
 Ubicación : CHICLAYO - CHICLAYO - LAMBAYEQUE  
 Fecha : 4/23/2018

PESO SUELTO =	P.U.S*Vol
PESO COMPACTADO =	P.U.C*Vol

DOSIFICACIÓN DE MEZCLA - MORTERO EN VOLUMEN					
			C	A	CCA
MEZCLA PATRON:			1	: 3.5	: 0
MEZCLA CON CCA	M-1	5%	0.95	: 3.5	: 0.05
	M-2	10%	0.90	: 3.5	: 0.10
	M-3	15%	0.85	: 3.5	: 0.15

DOSIFICACIÓN DE MEZCLA - MORTERO EN PESO (KG)					
			C	A	CCA
MEZCLA PATRON:			42.50	: 153.72	: 0
MEZCLA CON CCA	M-1	5%	40.375	: 153.72	: 2.125
	M-2	10%	38.250	: 153.72	: 4.250
	M-3	15%	36.125	: 153.72	: 6.375

ARENA  
 P.U.S = 1551 Kg/m<sup>3</sup>

A/C = 0.77

DISEÑO DE MEZCLA - MORTERO EN PESO (Gr)						
			C	A	CCA	AGUA DE DISEÑO
MEZCLA PATRON:			425 gr	: 1537.19 gr	: 0	327.25 ml
MEZCLA CON CCA	M-1	5%	403.75 gr	: 1537.19 gr	: 21.25	327.25 ml
	M-2	10%	382.5 gr	: 1537.19 gr	: 42.50	327.25 ml
	M-3	15%	361.25 gr	: 1537.19 gr	: 63.75	327.25 ml

Anexo 7.2. Dosificación 1:4



FACULTAD DE INGENIERÍA, ARQUITECTURA Y URBANISMO  
 ESCUELA PROFESIONAL INGENIERIA CIVIL  
 LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

**DISEÑO DE MEZCLA DE MORTERO PATRÓN 1 : 4 Y MORTERO SUSTITUIDO CON CCA**

**Tesis** : "DISEÑO DE MORTERO EMPLEANDO CENIZAS DE CÁSCARAS DE ARROZ"  
**Tesista** : RAMOS FERNÁNDEZ, Christian Silvestre  
**Ubicación** : CHICLAYO - CHICLAYO - LAMBAYEQUE  
**Fecha** : 4/23/2018

PESO SUELTO =	P.U.S*Vol
PESO COMPACTADO =	P.U.C*Vol

DOSIFICACIÓN DE MEZCLA - MORTERO EN VOLUMEN					
			C	A	CCA
MEZCLA PATRON:			1	: 4	: 0
MEZCLA CON CCA	M-1	5%	0.95	: 4	: 0.05
	M-2	10%	0.90	: 4	: 0.10
	M-3	15%	0.85	: 4	: 0.15

DOSIFICACIÓN DE MEZCLA - MORTERO EN PESO (KG)					
			C	A	CCA
MEZCLA PATRON:			42.50	: 175.68	: 0
MEZCLA CON CCA	M-1	5%	40.375	: 175.68	: 2.125
	M-2	10%	38.250	: 175.68	: 4.250
	M-3	15%	36.125	: 175.68	: 6.375

ARENA  
 P.U.S = 1551 Kg/m<sup>3</sup>

A/C = 0.83

DISEÑO DE MEZCLA - MORTERO EN PESO (Gr)						
			C	A	CCA	AGUA DE DISEÑO
MEZCLA PATRON:			425 gr	: 1756.79 gr	: 0	352.75 ml
MEZCLA CON CCA	M-1	5%	403.75 gr	: 1756.79 gr	: 21.25	352.75 ml
	M-2	10%	382.5 gr	: 1756.79 gr	: 42.50	352.75 ml
	M-3	15%	361.25 gr	: 1756.79 gr	: 63.75	352.75 ml

Anexo 7.3. Dosificación 1:5



FACULTAD DE INGENIERÍA, ARQUITECTURA Y URBANISMO  
 ESCUELA PROFESIONAL INGENIERIA CIVIL  
 LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

DISEÑO DE MEZCLA DE MORTERO PATRÓN 1 : 5 Y MORTERO SUSTITUIDO CON CCA

Tesis : "DISEÑO DE MORTERO EMPLEANDO CENIZAS DE CÁSCARAS DE ARROZ"  
 Tesista : RAMOS FERNÁNDEZ, Christian Silvestre  
 Ubicación : CHICLAYO - CHICLAYO - LAMBAYEQUE  
 Fecha : 4/23/2018

PESO SUELTO =	P.U.S*Vol
PESO COMPACTADO =	P.U.C*Vol

DOSIFICACIÓN DE MEZCLA - MORTERO EN VOLUMEN					
			C	A	CCA
MEZCLA PATRON:			1	: 5	: 0
MEZCLA CON CCA	M-1	5%	0.95	: 5	: 0.05
	M-2	10%	0.90	: 5	: 0.10
	M-3	15%	0.85	: 5	: 0.15

DOSIFICACIÓN DE MEZCLA - MORTERO EN PESO (KG)					
			C	A	CCA
MEZCLA PATRON:			42.50	: 219.60	: 0
MEZCLA CON CCA	M-1	5%	40.375	: 219.60	: 2.125
	M-2	10%	38.250	: 219.60	: 4.250
	M-3	15%	36.125	: 219.60	: 6.375

ARENA  
 P.U.S = 1551 Kg/m<sup>3</sup>

A/C = 1.05

DISEÑO DE MEZCLA - MORTERO EN PESO (Gr)						
			C	A	CCA	AGUA DE DISEÑO
MEZCLA PATRON:			425 gr	: 2195.98 gr	: 0	446.25 ml
MEZCLA CON CCA	M-1	5%	403.75 gr	: 2195.98 gr	: 21.25	446.25 ml
	M-2	10%	382.5 gr	: 2195.98 gr	: 42.50	446.25 ml
	M-3	15%	361.25 gr	: 2195.98 gr	: 63.75	446.25 ml

Anexo 7.4. Dosificación 1:6



FACULTAD DE INGENIERÍA, ARQUITECTURA Y URBANISMO  
 ESCUELA PROFESIONAL INGENIERIA CIVIL  
 LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

**DISEÑO DE MEZCLA DE MORTERO PATRÓN 1 : 6 Y MORTERO SUSTITUIDO CON CCA**

**Tesis** : "DISEÑO DE MORTERO EMPLEANDO CENIZAS DE CÁSCARAS DE ARROZ"  
**Tenista** : RAMOS FERNÁNDEZ, Christian Silvestre  
**Ubicación** : CHICLAYO - CHICLAYO - LAMBAYEQUE  
**Fecha** : 4/23/2018

PESO SUELTO =	P.U.S*Vol
PESO COMPACTADO =	P.U.C*Vol

DOSIFICACIÓN DE MEZCLA - MORTERO EN VOLUMEN					
			C	A	CCA
MEZCLA PATRON:			1	6	0
MEZCLA CON CCA	M-1	5%	0.95	6	0.05
	M-2	10%	0.90	6	0.10
	M-3	15%	0.85	6	0.15

DOSIFICACIÓN DE MEZCLA - MORTERO EN PESO (KG)					
			C	A	CCA
MEZCLA PATRON:			42.50	263.52	0
MEZCLA CON CCA	M-1	5%	40.375	263.52	2.125
	M-2	10%	38.250	263.52	4.250
	M-3	15%	36.125	263.52	6.375

ARENA  
 P.U.S = 1551 Kg/m<sup>3</sup>

A/C = 1.25

DISEÑO DE MEZCLA - MORTERO EN PESO (Gr)						
			C	A	CCA	AGUA DE DISEÑO
MEZCLA PATRON:			425 gr	2635.18 gr	0	531.25 ml
MEZCLA CON CCA	M-1	5%	403.75 gr	2635.18 gr	21.25	531.25 ml
	M-2	10%	382.5 gr	2635.18 gr	42.50	531.25 ml
	M-3	15%	361.25 gr	2635.18 gr	63.75	531.25 ml

Anexo 8. Diseño de mortero patrón y con adición con CCA

Anexo 8.1. Dosificación 1:3.5



FACULTAD DE INGENIERÍA, ARQUITECTURA Y URBANISMO  
 ESCUELA PROFESIONAL INGENIERIA CIVIL  
 LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

DISEÑO DE MEZCLA DE MORTERO PATRÓN 1 : 3.5 Y MORTERO ADICIONADO CON CCA

Tesis : "DISEÑO DE MORTERO EMPLEANDO CENIZAS DE CÁSCARAS DE ARROZ"  
 Tesista : RAMOS FERNÁNDEZ, Christian Silvestre  
 Ubicación : PIMENTEL - CHICLAYO - LAMBAYEQUE  
 Fecha : 4/23/2018

PESO SUELTO =	P.U.S*Vol
PESO COMPACTADO =	P.U.C*Vol

DOSIFICACIÓN DE MEZCLA - MORTERO EN VOLUMEN					
			C	A	CCA
MEZCLA PATRON:			1	: 3.5	: 0
MEZCLA CON CCA	M-1	5%	1	: 3.5	: 0.05
	M-2	10%	1	: 3.5	: 0.10
	M-3	15%	1	: 3.5	: 0.15

DOSIFICACIÓN DE MEZCLA - MORTERO EN PESO (KG)					
			C	A	CCA
MEZCLA PATRON:			42.50	: 153.72	: 0
MEZCLA CON CCA	M-1	5%	42.50	: 153.72	: 2.125
	M-2	10%	42.50	: 153.72	: 4.250
	M-3	15%	42.50	: 153.72	: 6.375

ARENA  
 P.U.S = 1551 Kg/m<sup>3</sup>

A/C = 0.77

DISEÑO DE MEZCLA - MORTERO EN PESO (Gr)						
			C	A	CCA	AGUA DE DISEÑO
MEZCLA PATRON:			425 gr	: 1537.19 gr	: 0	327.25 ml
MEZCLA CON CCA	M-1	5%	425 gr	: 1537.19 gr	: 21.25	327.25 ml
	M-2	10%	425 gr	: 1537.19 gr	: 42.50	327.25 ml
	M-3	15%	425 gr	: 1537.19 gr	: 63.75	327.25 ml



Anexo 8.2. Dosificación 1:4



FACULTAD DE INGENIERÍA, ARQUITECTURA Y URBANISMO  
 ESCUELA PROFESIONAL INGENIERIA CIVIL  
 LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

DISEÑO DE MEZCLA DE MORTERO PATRÓN 1 : 4 Y MORTERO ADICIONADO CON CCA

Tesis : "DISEÑO DE MORTERO EMPLEANDO CENIZAS DE CÁSCARAS DE ARROZ"  
 Tesista : RAMOS FERNÁNDEZ, Christian Silvestre  
 Ubicación : PIMENTEL - CHICLAYO - LAMBAYEQUE  
 Fecha : 4/23/2018

PESO SUELTO =	P.U.S*Vol
PESO COMPACTADO =	P.U.C*Vol

DOSIFICACIÓN DE MEZCLA - MORTERO EN VOLUMEN					
			C	A	CCA
MEZCLA PATRON:			1	: 4	: 0
MEZCLA CON CCA	M-1	5%	1	: 4	: 0.05
	M-2	10%	1	: 4	: 0.10
	M-3	15%	1	: 4	: 0.15

DOSIFICACIÓN DE MEZCLA - MORTERO EN PESO (KG)					
			C	A	CCA
MEZCLA PATRON:			42.50	: 175.68	: 0
MEZCLA CON CCA	M-1	5%	42.50	: 175.68	: 2.125
	M-2	10%	42.50	: 175.68	: 4.250
	M-3	15%	42.50	: 175.68	: 6.375

ARENA  
 P.U.S = 1551 Kg/m<sup>3</sup>

A/C = 0.83

DISEÑO DE MEZCLA - MORTERO EN PESO (Gr)						
			C	A	CCA	AGUA DE DISEÑO
MEZCLA PATRON:			425 gr	: 1756.79 gr	: 0	352.75 ml
MEZCLA CON CCA	M-1	5%	425 gr	: 1756.79 gr	: 21.25	352.75 ml
	M-2	10%	425 gr	: 1756.79 gr	: 42.50	352.75 ml
	M-3	15%	425 gr	: 1756.79 gr	: 63.75	352.75 ml

Anexo 8.3. Dosificación 1:5



FACULTAD DE INGENIERÍA, ARQUITECTURA Y URBANISMO  
 ESCUELA PROFESIONAL INGENIERIA CIVIL  
 LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

DISEÑO DE MEZCLA DE MORTERO PATRÓN 1 : 5 Y MORTERO ADICIONADO CON CCA

Tesis : "DISEÑO DE MORTERO EMPLEANDO CENIZAS DE CÁSCARAS DE ARROZ"  
 Tesista : RAMOS FERNÁNDEZ, Christian Silvestre  
 Ubicación : PIMENTEL - CHICLAYO - LAMBAYEQUE  
 Fecha : 4/23/2018

PESO SUELTO =	P.U.S*Vol
PESO COMPACTADO =	P.U.C*Vol

DOSIFICACIÓN DE MEZCLA - MORTERO EN VOLUMEN					
			C	A	CCA
MEZCLA PATRON:			1	: 5	: 0
MEZCLA CON CCA	M-1	5%	1	: 5	: 0.05
	M-2	10%	1	: 5	: 0.10
	M-3	15%	1	: 5	: 0.15

DOSIFICACIÓN DE MEZCLA - MORTERO EN PESO (KG)					
			C	A	CCA
MEZCLA PATRON:			42.50	: 219.60	: 0
MEZCLA CON CCA	M-1	5%	42.50	: 219.60	: 2.125
	M-2	10%	42.50	: 219.60	: 4.250
	M-3	15%	42.50	: 219.60	: 6.375

ARENA  
 P.U.S = 1551 Kg/m<sup>3</sup>

A/C = 1.05

DISEÑO DE MEZCLA - MORTERO EN PESO (Gr)						
			C	A	CCA	AGUA DE DISEÑO
MEZCLA PATRON:			425 gr	: 2195.98 gr	: 0	446.25 ml
MEZCLA CON CCA	M-1	5%	425 gr	: 2195.98 gr	: 21.25	446.25 ml
	M-2	10%	425 gr	: 2195.98 gr	: 42.50	446.25 ml
	M-3	15%	425 gr	: 2195.98 gr	: 63.75	446.25 ml

Anexo 8.4. Dosificación 1:6



FACULTAD DE INGENIERÍA, ARQUITECTURA Y URBANISMO  
 ESCUELA PROFESIONAL INGENIERIA CIVIL  
 LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

**DISEÑO DE MEZCLA DE MORTERO PATRÓN 1 : 6 Y MORTERO ADICIONADO CON CCA**

**Tesis** : "DISEÑO DE MORTERO EMPLEANDO CENIZAS DE CÁSCARAS DE ARROZ"  
**Testista** : RAMOS FERNÁNDEZ, Christian Silvestre  
**Ubicación** : PIMENTEL - CHICLAYO - LAMBAYEQUE  
**Fecha** : 4/23/2018

PESO SUELTO =	P.U.S*Vol
PESO COMPACTADO =	P.U.C*Vol

DOSIFICACIÓN DE MEZCLA - MORTERO EN VOLUMEN					
			C	A	CCA
MEZCLA PATRON:			1	:	6 : 0
MEZCLA CON CCA	M-1	5%	1	:	6 : 0.05
	M-2	10%	1	:	6 : 0.10
	M-3	15%	1	:	6 : 0.15

DOSIFICACIÓN DE MEZCLA - MORTERO EN PESO (KG)					
			C	A	CCA
MEZCLA PATRON:			42.50	:	263.52 : 0
MEZCLA CON CCA	M-1	5%	42.50	:	263.52 : 2.125
	M-2	10%	42.50	:	263.52 : 4.250
	M-3	15%	42.50	:	263.52 : 6.375

ARENA  
 P.U.S = 1551 Kg/m<sup>3</sup>

A/C = 1.25

DISEÑO DE MEZCLA - MORTERO EN PESO (Gr)						
			C	A	CCA	AGUA DE DISEÑO
MEZCLA PATRON:			425 gr	:	2635.18 gr	: 0 : 531.25 ml
MEZCLA CON CCA	M-1	5%	425 gr	:	2635.18 gr	: 21.25 : 531.25 ml
	M-2	10%	425 gr	:	2635.18 gr	: 42.50 : 531.25 ml
	M-3	15%	425 gr	:	2635.18 gr	: 63.75 : 531.25 ml

Anexo 9. Resultados de los ensayos del mortero en estado fresco

## Anexo 9.1. Fluidez

Anexo 9.1.1. Dosificación 1:3.5



FACULTAD DE INGENIERÍA, ARQUITECTURA Y URBANISMO  
 ESCUELA PROFESIONAL INGENIERIA CIVIL  
 LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

**ENSAYO: FLUIDEZ Y TRABAJABILIDAD DE MORTEROS ( NTP 334.057)**

**Tesis** : "DISEÑO DE MORTERO EMPLEANDO CENIZAS DE CÁSCARAS DE ARROZ"  
**Tesista** : RAMOS FERNÁNDEZ, Christian Silvestre  
**Ubicación** : PIMENTEL - CHICLAYO - LAMBAYEQUE  
**Fecha** : 4/30/2018

**DOSIFICACIÓN P1 MORTERO PATRÓN**

**ENSAYO N° 01**

MORTERO	DOSIFICACIÓN			DIÁMETRO MESA DE FLUIDEZ (cm.)	DIÁMETRO DE FLUIDEZ (cm.)				
	CEMENTO	ARENA	A/C		DB	D1	D2	D3	D4
MATERIALES (gr.)	<b>1</b>	<b>3.5</b>	<b>0.77</b>						
CEMENTO		425.00		10.00	21.80	21.10	20.40	21.60	<b>21.23</b>
ARENA		1537.19							
AGUA (ml)		327.25							
					<b>FLUIDEZ = 112.25 %</b>				

**ENSAYO: FLUIDEZ Y TRABAJABILIDAD DE MORTEROS (NTP 334.057)**

**Tesis** : "DISEÑO DE MORTERO EMPLEANDO CENIZAS DE CÁSCARAS DE ARROZ"  
**Tesista** : RAMOS FERNÁNDEZ, Christian Silvestre  
**Ubicación** : PIMENTEL - CHICLAYO - LAMBAYEQUE  
**Fecha** : 4/30/2018

**DOSIFICACIÓN P1 MORTERO CON SUSTITUCIÓN DE 5 % DE CEMENTO POR CCA**

**ENSAYO N° 02**                      **1**            :            **3.5**

MORTERO  MATERIALES (gr.)	DOSIFICACIÓN				DIÁMETRO MESA DE FLUIDEZ (cm.)  DB	DIÁMETRO DE FLUIDEZ (cm.)				
	CEMENTO 0.95	ARENA 3.5	CCA 0.05	A/C 0.77		D1	D2	D3	D4	DP
CEMENTO	403.75				10.00	17.55	17.30	17.15	17.00	17.25
ARENA	1537.19									
CCA	21.25									
AGUA (ml)	327.25									
<b>FLUIDEZ =</b>						<b>72.50 %</b>				

**ENSAYO: FLUIDEZ Y TRABAJABILIDAD DE MORTEROS (NTP 334.057)**

**Tesis** : "DISEÑO DE MORTERO EMPLEANDO CENIZAS DE CÁSCARAS DE ARROZ"  
**Tesista** : RAMOS FERNÁNDEZ, Christian Silvestre  
**Ubicación** : PIMENTEL - CHICLAYO - LAMBAYEQUE  
**Fecha** : 4/30/2018

**DOSIFICACIÓN P1 MORTERO CON SUSTITUCIÓN DE 10 % DE CEMENTO POR CCA**

**ENSAYO N° 03**                    **1**            :            **3.5**

MORTERO MATERIALES (gr.)	DOSIFICACIÓN				DIÁMETRO MESA DE FLUIDEZ (cm.) DB	DIÁMETRO DE FLUIDEZ (cm.)				
	CEMENTO	ARENA	CCA	A/C		D1	D2	D3	D4	DP
	<b>0.90</b>	<b>3.5</b>	<b>0.10</b>	<b>0.77</b>						
CEMENTO		382.50			10.00	15.50	15.30	15.50	15.70	<b>15.50</b>
ARENA		1537.19								
CCA		42.50								
AGUA (ml)		327.25								
<b>FLUIDEZ =</b>						<b>55.00 %</b>				



**ENSAYO: FLUIDEZ Y TRABAJABILIDAD DE MORTEROS (NTP 334.057)**

**Tesis** : "DISEÑO DE MORTERO EMPLEANDO CENIZAS DE CÁSCARAS DE ARROZ"  
**Tesista** : RAMOS FERNÁNDEZ, Christian Silvestre  
**Ubicación** : PIMENTEL - CHICLAYO - LAMBAYEQUE  
**Fecha** : 4/30/2018

**DOSIFICACIÓN P1 MORTERO CON SUSTITUCIÓN DE 15 % DE CEMENTO POR CCA**

**ENSAYO N° 04**                    **1**                    **:**                    **3.5**

MORTERO	DOSIFICACIÓN				DIÁMETRO MESA DE FLUIDEZ (cm.)	DIÁMETRO DE FLUIDEZ (cm.)				
	CEMENTO (gr.)	ARENA	CCA	A/C		DB	D1	D2	D3	D4
CEMENTO	0.85	361.25	0.15	0.77	10.00	14.15	14.45	13.90	13.85	<b>14.09</b>
ARENA		1537.19								
CCA		63.75								
AGUA (ml)		327.25								
<b>FLUIDEZ =</b>						<b>40.88 %</b>				

**ENSAYO: FLUIDEZ Y TRABAJABILIDAD DE MORTEROS (NTP 334.057)**

**Tesis** : "DISEÑO DE MORTERO EMPLEANDO CENIZAS DE CÁSCARAS DE ARROZ"  
**Tesista** : RAMOS FERNÁNDEZ, Christian Silvestre  
**Ubicación** : PIMENTEL - CHICLAYO - LAMBAYEQUE  
**Fecha** : 4/30/2018

**DOSIFICACIÓN P1 MORTERO CON ADICIÓN DE 5 % DE CEMENTO POR CCA**

**ENSAYO N° 05**                      **1**                      **:**                      **3.5**

MORTERO MATERIALES (gr.)	DOSIFICACIÓN				DIÁMETRO MESA DE FLUIDEZ (cm.)	DIÁMETRO DE FLUIDEZ (cm.)				
	CEMENTO <b>1</b>	ARENA <b>3.5</b>	CCA <b>0.05</b>	A/C <b>0.77</b>		DB	D1	D2	D3	D4
CEMENTO		425.00			10.00	16.40	16.00	15.70	16.40	<b>16.13</b>
ARENA		1537.19								
CCA		21.25								
AGUA (ml)		327.25								
<b>FLUIDEZ =</b>						<b>61.25 %</b>				

**ENSAYO: FLUIDEZ Y TRABAJABILIDAD DE MORTEROS (NTP 334.057)**

**Tesis** : "DISEÑO DE MORTERO EMPLEANDO CENIZAS DE CÁSCARAS DE ARROZ"  
**Tesista** : RAMOS FERNÁNDEZ, Christian Silvestre  
**Ubicación** : PIMENTEL - CHICLAYO - LAMBAYEQUE  
**Fecha** : 4/30/2018

**DOSIFICACIÓN P1 MORTERO CON ADICIÓN DE 10 % DE CEMENTO POR CCA**

**ENSAYO N° 06**                      **1**                      **:**                      **3.5**

MORTERO  MATERIALES (gr.)	DOSIFICACIÓN				DIÁMETRO MESA DE FLUIDEZ (cm.)	DIÁMETRO DE FLUIDEZ (cm.)				
	CEMENTO <b>1</b>	ARENA <b>3.5</b>	CCA <b>0.10</b>	A/C <b>0.77</b>	DB	D1	D2	D3	D4	DP
CEMENTO		425.00			10.00	14.50	14.65	14.00	14.25	<b>14.35</b>
ARENA		1537.19								
CCA		42.50								
AGUA (ml)		327.25								
<b>FLUIDEZ =</b>						<b>43.50 %</b>				

**ENSAYO: FLUIDEZ Y TRABAJABILIDAD DE MORTEROS (NTP 334.057)**

**Tesis** : "DISEÑO DE MORTERO EMPLEANDO CENIZAS DE CÁSCARAS DE ARROZ"  
**Tesista** : RAMOS FERNÁNDEZ, Christian Silvestre  
**Ubicación** : PIMENTEL - CHICLAYO - LAMBAYEQUE  
**Fecha** : 4/30/2018

**DOSIFICACIÓN P1 MORTERO CON ADICIÓN DE 15 % DE CEMENTO POR CCA**

ENSAYO N° 07                      1            :            3.5

MORTERO  MATERIALES (gr.)	DOSIFICACIÓN				DIÁMETRO MESA DE FLUIDEZ (cm.)	DIÁMETRO DE FLUIDEZ (cm.)				
	CEMENTO <b>1</b>	ARENA <b>3.5</b>	CCA <b>0.15</b>	A/C <b>0.77</b>	DB	D1	D2	D3	D4	DP
CEMENTO		425.00			10.00	12.50	13.70	12.10	12.40	<b>12.68</b>
ARENA		1537.19								
CCA		63.75								
AGUA (ml)		327.25								
<b>FLUIDEZ =</b>						<b>26.75 %</b>				

Anexo 9.1.2. Dosificación 1:4



FACULTAD DE INGENIERÍA, ARQUITECTURA Y URBANISMO  
 ESCUELA PROFESIONAL INGENIERIA CIVIL  
 LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

**ENSAYO: FLUIDEZ Y TRABAJABILIDAD DE MORTEROS ( NTP 334.057)**

**Tesis** : "DISEÑO DE MORTERO EMPLEANDO CENIZAS DE CÁSCARAS DE ARROZ"  
**Tesista** : RAMOS FERNÁNDEZ, Christian Silvestre  
**Ubicación** : PIMENTEL - CHICLAYO - LAMBAYEQUE  
**Fecha** : 4/23/2018

**DOSIFICACIÓN P2 MORTERO PATRÓN**

**ENSAYO N° 08**

MORTERO MATERIALES (gr.)	DOSIFICACIÓN			DIÁMETRO MESA DE FLUIDEZ (cm.) DB	DIÁMETRO DE FLUIDEZ (cm.)				
	CEMENTO 1	ARENA 4	A/C 0.83		D1	D2	D3	D4	DP
CEMENTO		425.00		10.00	21.50	19.90	19.60	21.90	20.73
ARENA		1756.80							
AGUA (ml)		352.75							
					<b>FLUIDEZ = 107.25 %</b>				

**ENSAYO: FLUIDEZ Y TRABAJABILIDAD DE MORTEROS (NTP 334.057)**

**Tesis** : "DISEÑO DE MORTERO EMPLEANDO CENIZAS DE CÁSCARAS DE ARROZ"  
**Tesista** : RAMOS FERNÁNDEZ, Christian Silvestre  
**Ubicación** : PIMENTEL - CHICLAYO - LAMBAYEQUE  
**Fecha** : 4/30/2018

**DOSIFICACIÓN P2 MORTERO CON SUSTITUCIÓN DE 5 % DE CEMENTO POR CCA**

**ENSAYO N° 09**                      **1**                      **:**                      **4**

MORTERO	DOSIFICACIÓN				DIÁMETRO MESA DE FLUIDEZ (cm.)	DIÁMETRO DE FLUIDEZ (cm.)				
	CEMENTO	ARENA	CCA	A/C		DB	D1	D2	D3	D4
MATERIALES (gr.)	<b>0.95</b>	<b>4</b>	<b>0.05</b>	<b>0.83</b>						
CEMENTO		403.75			10.00	17.70	17.40	17.10	17.50	<b>17.43</b>
ARENA		1756.80								
CCA		21.25								
AGUA (ml)		352.75								
<b>FLUIDEZ =</b>						<b>74.25 %</b>				

**ENSAYO: FLUIDEZ Y TRABAJABILIDAD DE MORTEROS (NTP 334.057)**

**Tesis** : "DISEÑO DE MORTERO EMPLEANDO CENIZAS DE CÁSCARAS DE ARROZ"  
**Tesista** : RAMOS FERNÁNDEZ, Christian Silvestre  
**Ubicación** : PIMENTEL - CHICLAYO - LAMBAYEQUE  
**Fecha** : 4/30/2018

**DOSIFICACIÓN P2 MORTERO CON SUSTITUCIÓN DE 10 % DE CEMENTO POR CCA**

**ENSAYO N° 10**                    **1**            :            **4**

MORTERO MATERIALES (gr.)	DOSIFICACIÓN				DIÁMETRO MESA DE FLUIDEZ (cm.) DB	DIÁMETRO DE FLUIDEZ (cm.)				
	CEMENTO 0.90	ARENA 4	CCA 0.10	A/C 0.83		D1	D2	D3	D4	DP
CEMENTO		382.50			10.00	15.90	15.70	15.45	15.80	15.71
ARENA		1756.80								
CCA		42.50								
AGUA (ml)		352.75								
<b>FLUIDEZ =</b>						57.13 %				



**ENSAYO: FLUidez Y TRABAJABILIDAD DE MORTEROS (NTP 334.057)**

**Tesis** : "DISEÑO DE MORTERO EMPLEANDO CENIZAS DE CÁSCARAS DE ARROZ"  
**Tesista** : RAMOS FERNÁNDEZ, Christian Silvestre  
**Ubicación** : PIMENTEL - CHICLAYO - LAMBAYEQUE  
**Fecha** : 4/30/2018

**DOSIFICACIÓN P2 MORTERO CON SUSTITUCIÓN DE 15 % DE CEMENTO POR CCA**

**ENSAYO N° 11**                      **1**                      **:**                      **4**

MORTERO MATERIALES (gr.)	DOSIFICACIÓN				DIÁMETRO MESA DE FLUidez (cm.) DB	DIÁMETRO DE FLUidez (cm.)				
	CEMENTO	ARENA	CCA	A/C		D1	D2	D3	D4	DP
CEMENTO	0.85	4	0.15	0.83	10.00	14.10	14.35	14.65	14.80	<b>14.48</b>
ARENA		361.25								
CCA		1756.80								
AGUA (ml)		63.75								
		352.75								
<b>FLUidez =</b>						<b>44.75 %</b>				



**ENSAYO: FLUIDEZ Y TRABAJABILIDAD DE MORTEROS (NTP 334.057)**

**Tesis** : "DISEÑO DE MORTERO EMPLEANDO CENIZAS DE CÁSCARAS DE ARROZ"  
**Tesista** : RAMOS FERNÁNDEZ, Christian Silvestre  
**Ubicación** : PIMENTEL - CHICLAYO - LAMBAYEQUE  
**Fecha** : 4/30/2018

**DOSIFICACIÓN P2 MORTERO CON ADICIÓN DE 5 % DE CEMENTO POR CCA**

**ENSAYO N° 12**                      **1**        **:**        **4**

MORTERO  MATERIALES (gr.)	DOSIFICACIÓN				DIÁMETRO MESA DE FLUIDEZ (cm.)	DIÁMETRO DE FLUIDEZ (cm.)				
	CEMENTO <b>1</b>	ARENA <b>4</b>	CCA <b>0.05</b>	A/C <b>0.83</b>	DB	D1	D2	D3	D4	DP
CEMENTO		425.00			10.00	16.40	16.35	16.50	16.80	<b>16.51</b>
ARENA		1756.80								
CCA		21.25			<b>FLUIDEZ = 65.13 %</b>					
AGUA (ml)		352.75								

**ENSAYO: FLUIDEZ Y TRABAJABILIDAD DE MORTEROS (NTP 334.057)**

**Tesis** : "DISEÑO DE MORTERO EMPLEANDO CENIZAS DE CÁSCARAS DE ARROZ"  
**Tesista** : RAMOS FERNÁNDEZ, Christian Silvestre  
**Ubicación** : PIMENTEL - CHICLAYO - LAMBAYEQUE  
**Fecha** : 4/30/2018

**DOSIFICACIÓN P2 MORTERO CON ADICIÓN DE 10 % DE CEMENTO POR CCA**

**ENSAYO N° 13**                    **1**            **:**            **4**

MORTERO MATERIALES (gr.)	DOSIFICACIÓN				DIÁMETRO MESA DE FLUIDEZ (cm.)	DIÁMETRO DE FLUIDEZ (cm.)				
	CEMENTO <b>1</b>	ARENA <b>4</b>	CCA <b>0.10</b>	A/C <b>0.83</b>	DB	D1	D2	D3	D4	DP
CEMENTO		425.00			10.00	15.00	14.80	14.30	14.60	<b>14.68</b>
ARENA		1756.80								
CCA		42.50								
AGUA (ml)		352.75								
					<b>FLUIDEZ = 46.75 %</b>					

**ENSAYO: FLUIDEZ Y TRABAJABILIDAD DE MORTEROS (NTP 334.057)**

**Tesis** : "DISEÑO DE MORTERO EMPLEANDO CENIZAS DE CÁSCARAS DE ARROZ"  
**Tesista** : RAMOS FERNÁNDEZ, Christian Silvestre  
**Ubicación** : PIMENTEL - CHICLAYO - LAMBAYEQUE  
**Fecha** : 4/30/2018

**DOSIFICACIÓN P2 MORTERO CON ADICIÓN DE 15 % DE CEMENTO POR CCA**

ENSAYO N° 14                      1                      :

MORTERO  MATERIALES (gr.)	DOSIFICACIÓN				DIÁMETRO MESA DE FLUIDEZ (cm.)	DIÁMETRO DE FLUIDEZ (cm.)				
	CEMENTO 1	ARENA 4	CCA 0.15	A/C 0.83	DB	D1	D2	D3	D4	DP
CEMENTO		425.00			10.00	13.20	13.75	13.50	13.50	13.49
ARENA		1756.80								
CCA		63.75								
AGUA (ml)		352.75								
					<b>FLUIDEZ = 34.88 %</b>					

Anexo 9.1.3. Dosificación 1:5



FACULTAD DE INGENIERÍA, ARQUITECTURA Y URBANISMO  
 ESCUELA PROFESIONAL INGENIERIA CIVIL  
 LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

ENSAYO: FLUIDEZ Y TRABAJABILIDAD DE MORTEROS ( NTP 334.057)

**Tesis** : "DISEÑO DE MORTERO EMPLEANDO CENIZAS DE CÁSCARAS DE ARROZ"  
**Tesista** : RAMOS FERNÁNDEZ, Christian Silvestre  
**Ubicación** : PIMENTEL - CHICLAYO - LAMBAYEQUE  
**Fecha** : 4/23/2018

**DOSIFICACIÓN P2 MORTERO PATRÓN**

**ENSAYO N° 15**

MORTERO  MATERIALES (gr.)	DOSIFICACIÓN			DIÁMETRO MESA DE FLUIDEZ (cm.)  DB	DIÁMETRO DE FLUIDEZ (cm.)				
	CEMENTO 1	ARENA 5	A/C 1.05		D1	D2	D3	D4	DP
CEMENTO		425.00		10.00	21.20	21.80	19.90	19.95	20.71
ARENA		2196.00							
AGUA (ml)		446.25							
					<b>FLUIDEZ = 107.13 %</b>				

**ENSAYO: FLUIDEZ Y TRABAJABILIDAD DE MORTEROS ( NTP 334.057)**

**Tesis** : "DISEÑO DE MORTERO EMPLEANDO CENIZAS DE CÁSCARAS DE ARROZ"  
**Tesista** : RAMOS FERNÁNDEZ, Christian Silvestre  
**Ubicación** : PIMENTEL - CHICLAYO - LAMBAYEQUE  
**Fecha** : 4/30/2018

**DOSIFICACIÓN P2 MORTERO CON SUSTITUCIÓN DE 5 % DE CEMENTO POR CCA**

ENSAYO N° 16                      1                      :

MORTERO  MATERIALES (gr.)	DOSIFICACIÓN				DIÁMETRO MESA DE FLUIDEZ (cm.)	DIÁMETRO DE FLUIDEZ (cm.)				
	CEMENTO <b>0.95</b>	ARENA <b>5</b>	CCA <b>0.05</b>	A/C <b>1.05</b>	DB	D1	D2	D3	D4	DP
CEMENTO		403.75			10.00	17.90	18.70	17.85	19.30	<b>18.44</b>
ARENA		2196.00								
CCA		21.25								
AGUA (ml)		446.25								
					<b>FLUIDEZ = 84.38 %</b>					

**ENSAYO: FLUIDEZ Y TRABAJABILIDAD DE MORTEROS ( NTP 334.057)**

**Tesis** : "DISEÑO DE MORTERO EMPLEANDO CENIZAS DE CÁSCARAS DE ARROZ"  
**Tesista** : RAMOS FERNÁNDEZ, Christian Silvestre  
**Ubicación** : PIMENTEL - CHICLAYO - LAMBAYEQUE  
**Fecha** : 4/30/2018

**DOSIFICACIÓN P2 MORTERO CON SUSTITUCIÓN DE 10 % DE CEMENTO POR CCA**

ENSAYO N° 17                    1            :            5

MORTERO  MATERIALES (gr.)	DOSIFICACIÓN				DIÁMETRO MESA DE FLUIDEZ (cm.)	DIÁMETRO DE FLUIDEZ (cm.)				
	CEMENTO	ARENA	CCA	A/C		DB	D1	D2	D3	D4
CEMENTO	0.90				10.00	16.20	17.00	18.60	17.00	17.20
ARENA		5								
CCA			0.10							
AGUA (ml)				1.05						
						<b>FLUIDEZ = 72.00 %</b>				



**ENSAYO: FLUIDEZ Y TRABAJABILIDAD DE MORTEROS ( NTP 334.057)**

**Tesis** : "DISEÑO DE MORTERO EMPLEANDO CENIZAS DE CÁSCARAS DE ARROZ"  
**Tesista** : RAMOS FERNÁNDEZ, Christian Silvestre  
**Ubicación** : PIMENTEL - CHICLAYO - LAMBAYEQUE  
**Fecha** : 4/30/2018

**DOSIFICACIÓN P2 MORTERO CON SUSTITUCIÓN DE 15 % DE CEMENTO POR CCA**

**ENSAYO N° 18**                      **1**                      **:**                      **5**

MORTERO  MATERIALES (gr.)	DOSIFICACIÓN				DIÁMETRO MESA DE FLUIDEZ (cm.)	DIÁMETRO DE FLUIDEZ (cm.)				
	CEMENTO <b>0.85</b>	ARENA <b>5</b>	CCA <b>0.15</b>	A/C <b>1.05</b>	DB	D1	D2	D3	D4	DP
CEMENTO		361.25			10.00	16.10	15.00	14.50	16.50	<b>15.53</b>
ARENA		2196.00								
CCA		63.75								
AGUA (ml)		446.25								
<b>FLUIDEZ =</b>						55.25 %				

ENSAYO: FLUIDEZ Y TRABAJABILIDAD DE MORTEROS (NTP 334.057)

**Tesis** : "DISEÑO DE MORTERO EMPLEANDO CENIZAS DE CÁSCARAS DE ARROZ"  
**Tesista** : RAMOS FERNÁNDEZ, Christian Silvestre  
**Ubicación** : PIMENTEL - CHICLAYO - LAMBAYEQUE  
**Fecha** : 4/30/2018

DOSIFICACIÓN P2 MORTERO CON ADICIÓN DE 5 % DE CEMENTO POR CCA

ENSAYO N° 19                      1                      :

MORTERO MATERIALES (gr.)	DOSIFICACIÓN				DIÁMETRO MESA DE FLUIDEZ (cm.) DB	DIÁMETRO DE FLUIDEZ (cm.)				
	CEMENTO 1	ARENA 5	CCA 0.05	A/C 1.05		D1	D2	D3	D4	DP
CEMENTO		425.00			10.00	17.50	18.90	16.90	15.65	17.24
ARENA		2196.00								
CCA		21.25								
AGUA (ml)		446.25								
<b>FLUIDEZ =</b>						<b>72.38 %</b>				



**ENSAYO: FLUIDEZ Y TRABAJABILIDAD DE MORTEROS (NTP 334.057)**

**Tesis** : "DISEÑO DE MORTERO EMPLEANDO CENIZAS DE CÁSCARAS DE ARROZ"  
**Tesista** : RAMOS FERNÁNDEZ, Christian Silvestre  
**Ubicación** : PIMENTEL - CHICLAYO - LAMBAYEQUE  
**Fecha** : 4/30/2018

**DOSIFICACIÓN P2 MORTERO CON ADICIÓN DE 10 % DE CEMENTO POR CCA**

ENSAYO N° 20                    1            :            5

MORTERO	DOSIFICACIÓN				DIÁMETRO MESA DE FLUIDEZ (cm.)	DIÁMETRO DE FLUIDEZ (cm.)				
	CEMENTO	ARENA	CCA	A/C		DB	D1	D2	D3	D4
MATERIALES (gr.)	1	5	0.10	1.05						
CEMENTO		425.00			10.00	16.05	15.45	15.85	16.35	<b>15.93</b>
ARENA		2196.00								
CCA		42.50								
AGUA (ml)		446.25								
						<b>FLUIDEZ = 59.25 %</b>				

ENSAYO: FLUIDEZ Y TRABAJABILIDAD DE MORTEROS ( NTP 334.057)

**Tesis** : "DISEÑO DE MORTERO EMPLEANDO CENIZAS DE CÁSCARAS DE ARROZ"  
**Tesista** : RAMOS FERNÁNDEZ, Christian Silvestre  
**Ubicación** : PIMENTEL - CHICLAYO - LAMBAYEQUE  
**Fecha** : 4/30/2018

DOSIFICACIÓN P2 MORTERO CON ADICIÓN DE 15 % DE CEMENTO POR CCA

ENSAYO N° 21                    1            :            5

MORTERO  MATERIALES (gr.)	DOSIFICACIÓN				DIÁMETRO MESA DE FLUIDEZ (cm.)	DIÁMETRO DE FLUIDEZ (cm.)				
	CEMENTO 1	ARENA 5	CCA 0.15	A/C 1.05	DB	D1	D2	D3	D4	DP
CEMENTO		425.00			10.00	14.40	14.70	15.00	14.80	14.73
ARENA		2196.00								
CCA		63.75								
AGUA (ml)		446.25								
<b>FLUIDEZ =</b>						<b>47.25 %</b>				

Anexo 9.1.4. Dosificación 1:6



FACULTAD DE INGENIERÍA, ARQUITECTURA Y URBANISMO  
 ESCUELA PROFESIONAL INGENIERIA CIVIL  
 LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

ENSAYO: FLUIDEZ Y TRABAJABILIDAD DE MORTEROS ( NTP 334.057)

**Tesis** : "DISEÑO DE MORTERO EMPLEANDO CENIZAS DE CÁSCARAS DE ARROZ"  
**Tesista** : RAMOS FERNÁNDEZ, Christian Silvestre  
**Ubicación** : PIMENTEL - CHICLAYO - LAMBAYEQUE  
**Fecha** : 4/23/2018

DOSIFICACIÓN NP MORTERO PATRÓN

ENSAYO N° 22

MORTERO  MATERIALES (gr.)	DOSIFICACIÓN			DIÁMETRO MESA DE FLUIDEZ (cm.)  DB	DIÁMETRO DE FLUIDEZ (cm.)				
	CEMENTO <b>1</b>	ARENA <b>6</b>	A/C <b>1.25</b>		D1	D2	D3	D4	DP
CEMENTO		425.00		10.00	21.00	20.00	20.90	22.00	<b>20.98</b>
ARENA		2635.20							
AGUA (ml)		531.25							
					<b>FLUIDEZ = 109.75 %</b>				

**ENSAYO: FLUIDEZ Y TRABAJABILIDAD DE MORTEROS (NTP 334.057)**

**Tesis** : "DISEÑO DE MORTERO EMPLEANDO CENIZAS DE CÁSCARAS DE ARROZ"  
**Tesista** : RAMOS FERNÁNDEZ, Christian Silvestre  
**Ubicación** : PIMENTEL - CHICLAYO - LAMBAYEQUE  
**Fecha** : 4/30/2018

**DOSIFICACIÓN NP MORTERO CON SUSTITUCIÓN DE 5 % DE CEMENTO POR CCA**

ENSAYO Nº 23                    1            :            6

MORTERO MATERIALES (gr.)	DOSIFICACIÓN				DIÁMETRO MESA DE FLUIDEZ (cm.) DB	DIÁMETRO DE FLUIDEZ (cm.)				
	CEMENTO 0.95	ARENA 6	CCA 0.05	A/C 1.25		D1	D2	D3	D4	DP
CEMENTO		403.75			10.00	17.90	18.40	20.10	19.70	<b>19.03</b>
ARENA		2635.20								
CCA		21.25								
AGUA (ml)		531.25								
<b>FLUIDEZ =</b>						90.25 %				

**ENSAYO: FLUIDEZ Y TRABAJABILIDAD DE MORTEROS (NTP 334.057)**

**Tesis** : "DISEÑO DE MORTERO EMPLEANDO CENIZAS DE CÁSCARAS DE ARROZ"  
**Tesista** : RAMOS FERNÁNDEZ, Christian Silvestre  
**Ubicación** : PIMENTEL - CHICLAYO - LAMBAYEQUE  
**Fecha** : 4/30/2018

**DOSIFICACIÓN NP MORTERO CON SUSTITUCIÓN DE 10 % DE CEMENTO POR CCA**

**ENSAYO Nº 24**                    **1**            **:**            **6**

MORTERO MATERIALES (gr.)	DOSIFICACIÓN				DIÁMETRO MESA DE FLUIDEZ (cm.)	DIÁMETRO DE FLUIDEZ (cm.)				
	CEMENTO	ARENA	CCA	A/C	DB	D1	D2	D3	D4	DP
	<b>0.90</b>	<b>6</b>	<b>0.10</b>	<b>1.25</b>						
CEMENTO		382.50			10.00	18.10	16.30	17.70	18.05	17.54
ARENA		2635.20								
CCA		42.50								
AGUA (ml)		531.25								
					<b>FLUIDEZ = 75.38 %</b>					

ENSAYO: FLUIDEZ Y TRABAJABILIDAD DE MORTEROS (NTP 334.057)

**Tesis** : "DISEÑO DE MORTERO EMPLEANDO CENIZAS DE CÁSCARAS DE ARROZ"  
**Tesista** : RAMOS FERNÁNDEZ, Christian Silvestre  
**Ubicación** : PIMENTEL - CHICLAYO - LAMBAYEQUE  
**Fecha** : 4/30/2018

DOSIFICACIÓN NP MORTERO CON SUSTITUCIÓN DE 15 % DE CEMENTO POR CCA

ENSAYO Nº 25                      1            :            6

MORTERO  MATERIALES (gr.)	DOSIFICACIÓN				DIÁMETRO MESA DE FLUIDEZ (cm.)  DB	DIÁMETRO DE FLUIDEZ (cm.)				
	CEMENTO 0.85	ARENA 6	CCA 0.15	A/C 1.25		D1	D2	D3	D4	DP
CEMENTO		361.25			10.00	16.10	15.80	15.30	16.15	15.84
ARENA		2635.20								
CCA		63.75								
AGUA (ml)		531.25								
<b>FLUIDEZ =</b>						<b>58.38 %</b>				



**ENSAYO: FLUIDEZ Y TRABAJABILIDAD DE MORTEROS (NTP 334.057)**

**Tesis** : "DISEÑO DE MORTERO EMPLEANDO CENIZAS DE CÁSCARAS DE ARROZ"  
**Tesista** : RAMOS FERNÁNDEZ, Christian Silvestre  
**Ubicación** : PIMENTEL - CHICLAYO - LAMBAYEQUE  
**Fecha** : 4/30/2018

**DOSIFICACIÓN NP MORTERO CON ADICIÓN DE 5 % DE CEMENTO POR CCA**

**ENSAYO N° 26**                      **1**                      **:**                      **6**

MORTERO  MATERIALES (gr.)	DOSIFICACIÓN				DIÁMETRO MESA DE FLUIDEZ (cm.)	DIÁMETRO DE FLUIDEZ (cm.)				
	CEMENTO 1	ARENA 6	CCA 0.05	A/C 1.25	DB	D1	D2	D3	D4	DP
CEMENTO		425.00			10.00	18.00	17.40	17.80	17.90	17.78
ARENA		2635.20								
CCA		21.25								
AGUA (ml)		531.25								
<b>FLUIDEZ =</b>						<b>77.75 %</b>				

**ENSAYO: FLUIDEZ Y TRABAJABILIDAD DE MORTEROS (NTP 334.057)**

**Tesis** : "DISEÑO DE MORTERO EMPLEANDO CENIZAS DE CÁSCARAS DE ARROZ"  
**Tesista** : RAMOS FERNÁNDEZ, Christian Silvestre  
**Ubicación** : PIMENTEL - CHICLAYO - LAMBAYEQUE  
**Fecha** : 4/30/2018

**DOSIFICACIÓN NP MORTERO CON ADICIÓN DE 10 % DE CEMENTO POR CCA**

**ENSAYO Nº 27**                      **1**                      **:**                      **6**

MORTERO  MATERIALES (gr.)	DOSIFICACIÓN				DIÁMETRO MESA DE FLUIDEZ (cm.)  DB	DIÁMETRO DE FLUIDEZ (cm.)				
	CEMENTO 1	ARENA 6	CCA 0.10	A/C 1.25		D1	D2	D3	D4	DP
CEMENTO		425.00			10.00	16.00	16.90	16.30	15.30	16.13
ARENA		2635.20								
CCA		42.50								
AGUA (ml)		531.25								
<b>FLUIDEZ =</b>						<b>61.25 %</b>				



**ENSAYO: FLUIDEZ Y TRABAJABILIDAD DE MORTEROS (NTP 334.057)**

**Tesis** : "DISEÑO DE MORTERO EMPLEANDO CENIZAS DE CÁSCARAS DE ARROZ"  
**Tesista** : RAMOS FERNÁNDEZ, Christian Silvestre  
**Ubicación** : PIMENTEL - CHICLAYO - LAMBAYEQUE  
**Fecha** : 4/30/2018

**DOSIFICACIÓN NP MORTERO CON ADICIÓN DE 15 % DE CEMENTO POR CCA**

**ENSAYO N° 28**                    **1**            **:**            **6**

MORTERO  MATERIALES (gr.)	DOSIFICACIÓN				DIÁMETRO MESA DE FLUIDEZ (cm.)  DB	DIÁMETRO DE FLUIDEZ (cm.)				
	CEMENTO <b>1</b>	ARENA <b>6</b>	CCA <b>0.15</b>	A/C <b>1.25</b>		D1	D2	D3	D4	DP
CEMENTO		425.00			10.00	15.65	14.80	14.55	15.60	<b>15.15</b>
ARENA		2635.20								
CCA		63.75								
AGUA (ml)		531.25								
<b>FLUIDEZ =</b>						<b>51.50 %</b>				

Anexo 9.2. Contenido de aire

Anexo 9.2.1. Dosificación 1:3.5



FACULTAD DE INGENIERÍA, ARQUITECTURA Y URBANISMO  
 ESCUELA PROFESIONAL INGENIERÍA CIVIL  
 LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

**ENSAYO: CONTENIDO DE AIRE ATRAPADO EN EL MORTERO (NTP 334.048)**

**Tesis** : "DISEÑO DE MORTERO EMPLEANDO CENIZAS DE CÁSCARAS DE ARROZ"  
**Tesista** : RAMOS FERNÁNDEZ, Christian Silvestre  
**Ubicación** : PIMENTEL - CHICLAYO - LAMBAYEQUE  
**Fecha** : 6/13/2018

**DOSIFICACIÓN P1 MORTERO PATRÓN**

**ENSAYO Nº 01**

**P1 = 1 : 3.5**  
**Cemento Arena**

DESCRIPCIÓN	RESULTADO	UNID
Peso Recipiente Metálico	488	gr
Peso Recipiente + Peso Muestra	1339	gr
Peso Muestra	851	gr
Relacion agua/cemento	77	%
<b>CONTENIDO DE AIRE ATRAPADO</b>	<b>4.24</b>	<b>%</b>

**DOSIFICACIÓN P1 MORTERO CON SUSTITUCIÓN DEL 5 % DE CEMENTO POR CCA**

**ENSAYO Nº 02**

**P1 = 0.95 : 3.5 : 0.05**  
**Cemento Arena CCA**

DESCRIPCIÓN	RESULTADO	UNID
Peso Recipiente Metálico	488	gr
Peso Recipiente + Peso Muestra	1336	gr
Peso Muestra	848	gr
Relacion agua/cemento	77	%
<b>CONTENIDO DE AIRE ATRAPADO</b>	<b>4.58</b>	<b>%</b>

**ENSAYO: CONTENIDO DE AIRE ATRAPADO EN EL MORTERO (NTP 334.048)**

**Tesis** : "DISEÑO DE MORTERO EMPLEANDO CENIZAS DE CÁSCARAS DE ARROZ"  
**Tesista** : RAMOS FERNÁNDEZ, Christian Silvestre  
**Ubicación** : PIMENTEL - CHICLAYO - LAMBAYEQUE  
**Fecha** : 6/13/2018

**DOSIFICACIÓN P1 MORTERO CON SUSTITUCIÓN DEL 10 % DE CEMENTO POR CCA**

**ENSAYO N° 03**

P1 =           0.90           :   3.5           :   0.10  
          Cemento            Arena            CCA

DESCRIPCIÓN	RESULTADO	UNID
Peso Recipiente Metálico	488	gr
Peso Recipiente + Peso Muestra	1329	gr
Peso Muestra	841	gr
Relacion agua/cemento	77	%
<b>CONTENIDO DE AIRE ATRAPADO</b>	<b>5.37</b>	<b>%</b>

**DOSIFICACIÓN P1 MORTERO CON SUSTITUCIÓN DEL 15 % DE CEMENTO POR CCA**

**ENSAYO N° 04**

P1 =           0.85           :   3.5           :   0.15  
          Cemento            Arena            CCA

DESCRIPCIÓN	RESULTADO	UNID
Peso Recipiente Metálico	488	gr
Peso Recipiente + Peso Muestra	1328	gr
Peso Muestra	840	gr
Relacion agua/cemento	77	%
<b>CONTENIDO DE AIRE ATRAPADO</b>	<b>5.48</b>	<b>%</b>

**ENSAYO: CONTENIDO DE AIRE ATRAPADO EN EL MORTERO (NTP 334.048)**

**Tesis** : "DISEÑO DE MORTERO EMPLEANDO CENIZAS DE CÁSCARAS DE ARROZ"  
**Tesista** : RAMOS FERNÁNDEZ, Christian Silvestre  
**Ubicación** : PIMENTEL - CHICLAYO - LAMBAYEQUE  
**Fecha** : 6/13/2018

**DOSIFICACIÓN P1 MORTERO CON ADICIÓN DEL 5 % DE CEMENTO POR CCA**

**ENSAYO N° 05**

P1 =            1            :   3.5            :   0.05  
                   Cemento            Arena            CCA

DESCRIPCIÓN	RESULTADO	UNID
Peso Recipiente Metálico	488	gr
Peso Recipiente + Peso Muestra	1332	gr
Peso Muestra	844	gr
Relacion agua/cemento	77	%
<b>CONTENIDO DE AIRE ATRAPADO</b>	<b>5.03</b>	<b>%</b>

**DOSIFICACIÓN P1 MORTERO CON ADICIÓN DEL 10 % DE CEMENTO POR CCA**

**ENSAYO N° 06**

P1 =            1            :   3.5            :   0.10  
                   Cemento            Arena            CCA

DESCRIPCIÓN	RESULTADO	UNID
Peso Recipiente Metálico	488	gr
Peso Recipiente + Peso Muestra	1327	gr
Peso Muestra	839	gr
Relacion agua/cemento	77	%
<b>CONTENIDO DE AIRE ATRAPADO</b>	<b>5.59</b>	<b>%</b>

**DOSIFICACIÓN P1 MORTERO CON ADICIÓN DEL 15 % DE CEMENTO POR CCA**

**ENSAYO N° 07**

P1 =            1            :   3.5            :   0.15  
                   Cemento            Arena            CCA

DESCRIPCIÓN	RESULTADO	UNID
Peso Recipiente Metálico	488	gr
Peso Recipiente + Peso Muestra	1324	gr
Peso Muestra	836	gr
Relacion agua/cemento	77	%
<b>CONTENIDO DE AIRE ATRAPADO</b>	<b>5.93</b>	<b>%</b>

Anexo 9.2.2. Dosificación 1:4



FACULTAD DE INGENIERÍA, ARQUITECTURA Y URBANISMO  
 ESCUELA PROFESIONAL INGENIERÍA CIVIL  
 LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

**ENSAYO: CONTENIDO DE AIRE ATRAPADO EN EL MORTERO ( NTP 334.048)**

**Tesis** : "DISEÑO DE MORTERO EMPLEANDO CENIZAS DE CÁSCARAS DE ARROZ"  
**Tesista** : RAMOS FERNÁNDEZ, Christian Silvestre  
**Ubicación** : PIMENTEL - CHICLAYO - LAMBAYEQUE  
**Fecha** : 6/13/2018

**DOSIFICACIÓN P2 MORTERO PATRÓN**

**ENSAYO Nº 08**

P2 =            1                    :    4  
                   Cemento                Arena

DESCRIPCIÓN	RESULTADO	UNID
Peso Recipiente Metálico	488	gr
Peso Recipiente + Peso Muestra	1321	gr
Peso Muestra	833	gr
Relacion agua/cemento	83	%
<b>CONTENIDO DE AIRE ATRAPADO</b>	<b>5.09</b>	<b>%</b>

**DOSIFICACIÓN P2 MORTERO CON SUSTITUCIÓN DEL 5 % DE CEMENTO POR CCA**

**ENSAYO Nº 09**

P2 =            0.95                    :    4                    :    0.05  
                   Cemento                Arena                    CCA

DESCRIPCIÓN	RESULTADO	UNID
Peso Recipiente Metálico	488	gr
Peso Recipiente + Peso Muestra	1320	gr
Peso Muestra	832	gr
Relacion agua/cemento	83	%
<b>CONTENIDO DE AIRE ATRAPADO</b>	<b>5.20</b>	<b>%</b>



**ENSAYO: CONTENIDO DE AIRE ATRAPADO EN EL MORTERO (NTP 334.048)**

**Tesis** : "DISEÑO DE MORTERO EMPLEANDO CENIZAS DE CÁSCARAS DE ARROZ"  
**Tesista** : RAMOS FERNÁNDEZ, Christian Silvestre  
**Ubicación** : PIMENTEL - CHICLAYO - LAMBAYEQUE  
**Fecha** : 6/13/2018

**DOSIFICACIÓN P2 MORTERO CON SUSTITUCIÓN DEL 10 % DE CEMENTO POR CCA**

**ENSAYO N° 10**

**P2 =**            **0.90**            **:** **4**            **:** **0.10**  
                     **Cemento**            **Arena**            **CCA**

DESCRIPCIÓN	RESULTADO	UNID
Peso Recipiente Metálico	488	gr
Peso Recipiente + Peso Muestra	1314	gr
Peso Muestra	826	gr
Relacion agua/cemento	83	%
<b>CONTENIDO DE AIRE ATRAPADO</b>	<b>5.89</b>	<b>%</b>

**DOSIFICACIÓN P2 MORTERO CON SUSTITUCIÓN DEL 15 % DE CEMENTO POR CCA**

**ENSAYO N° 11**

**P2 =**            **0.85**            **:** **4**            **:** **0.15**  
                     **Cemento**            **Arena**            **CCA**

DESCRIPCIÓN	RESULTADO	UNID
Peso Recipiente Metálico	488	gr
Peso Recipiente + Peso Muestra	1310	gr
Peso Muestra	822	gr
Relacion agua/cemento	83	%
<b>CONTENIDO DE AIRE ATRAPADO</b>	<b>6.34</b>	<b>%</b>

# USS | UNIVERSIDAD SEÑOR DE SIPÁN

FACULTAD DE INGENIERÍA, ARQUITECTURA Y URBANISMO  
ESCUELA PROFESIONAL INGENIERÍA CIVIL  
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

## ENSAYO: CONTENIDO DE AIRE ATRAPADO EN EL MORTERO (NTP 334.048)

**Tesis** : "DISEÑO DE MORTERO EMPLEANDO CENIZAS DE CÁSCARAS DE ARROZ"  
**Tesista** : RAMOS FERNÁNDEZ, Christian Silvestre  
**Ubicación** : PIMENTEL - CHICLAYO - LAMBAYEQUE  
**Fecha** : 6/13/2018

### DOSIFICACIÓN P2 MORTERO CON ADICIÓN DEL 5 % DE CEMENTO POR CCA

#### ENSAYO N° 12

P2 =           1                   : 4                   : 0.05  
                  Cemento                Arena                CCA

DESCRIPCIÓN	RESULTADO	UNID
Peso Recipiente Metálico	488	gr
Peso Recipiente + Peso Muestra	1313	gr
Peso Muestra	825	gr
Relacion agua/cemento	83	%
<b>CONTENIDO DE AIRE ATRAPADO</b>	<b>6.00</b>	<b>%</b>

### DOSIFICACIÓN P2 MORTERO CON ADICIÓN DEL 10 % DE CEMENTO POR CCA

#### ENSAYO N° 13

P2 =           1                   : 4                   : 0.10  
                  Cemento                Arena                CCA

DESCRIPCIÓN	RESULTADO	UNID
Peso Recipiente Metálico	488	gr
Peso Recipiente + Peso Muestra	1311	gr
Peso Muestra	823	gr
Relacion agua/cemento	83	%
<b>CONTENIDO DE AIRE ATRAPADO</b>	<b>6.23</b>	<b>%</b>

### DOSIFICACIÓN P2 MORTERO CON ADICIÓN DEL 15 % DE CEMENTO POR CCA

#### ENSAYO N° 14

P2 =           1                   : 4                   : 0.15  
                  Cemento                Arena                CCA

DESCRIPCIÓN	RESULTADO	UNID
Peso Recipiente Metálico	488	gr
Peso Recipiente + Peso Muestra	1306	gr
Peso Muestra	818	gr
Relacion agua/cemento	83	%
<b>CONTENIDO DE AIRE ATRAPADO</b>	<b>6.80</b>	<b>%</b>



Anexo 9.2.3. Dosificación 1:5



FACULTAD DE INGENIERÍA, ARQUITECTURA Y URBANISMO  
 ESCUELA PROFESIONAL INGENIERÍA CIVIL  
 LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

**ENSAYO: CONTENIDO DE AIRE ATRAPADO EN EL MORTERO (NTP 334.048)**

**Tesis** : "DISEÑO DE MORTERO EMPLEANDO CENIZAS DE CÁSCARAS DE ARROZ"  
**Tesista** : RAMOS FERNÁNDEZ, Christian Silvestre  
**Ubicación** : PIMENTEL - CHICLAYO - LAMBAYEQUE  
**Fecha** : 6/13/2018

**DOSIFICACIÓN P2 MORTERO PATRÓN**

**ENSAYO N° 15**

**P2 =**            **1**            **:**    **5**  
                   **Cemento**            **Arena**

DESCRIPCIÓN	RESULTADO	UNID
Peso Recipiente Metálico	488	gr
Peso Recipiente + Peso Muestra	1278	gr
Peso Muestra	790	gr
Relacion agua/cemento	105	%
<b>CONTENIDO DE AIRE ATRAPADO</b>	<b>6.08</b>	<b>%</b>

**DOSIFICACIÓN P2 MORTERO CON SUSTITUCIÓN DEL 5 % DE CEMENTO POR CCA**

**ENSAYO N° 16**

**P2 =**            **0.95**            **:**    **5**            **:**    **0.05**  
                   **Cemento**            **Arena**            **CCA**

DESCRIPCIÓN	RESULTADO	UNID
Peso Recipiente Metálico	488	gr
Peso Recipiente + Peso Muestra	1273	gr
Peso Muestra	785	gr
Relacion agua/cemento	105	%
<b>CONTENIDO DE AIRE ATRAPADO</b>	<b>6.68</b>	<b>%</b>

**ENSAYO: CONTENIDO DE AIRE ATRAPADO EN EL MORTERO (NTP 334.048)**

**Tesis** : "DISEÑO DE MORTERO EMPLEANDO CENIZAS DE CÁSCARAS DE ARROZ"  
**Tesista** : RAMOS FERNÁNDEZ, Christian Silvestre  
**Ubicación** : PIMENTEL - CHICLAYO - LAMBAYEQUE  
**Fecha** : 6/13/2018

**DOSIFICACIÓN P2 MORTERO CON SUSTITUCIÓN DEL 10 % DE CEMENTO POR CCA**

**ENSAYO N° 17**

P2 =           0.90           : 5           : 0.10  
          Cemento        Arena           CCA

DESCRIPCIÓN	RESULTADO	UNID
Peso Recipiente Metálico	488	gr
Peso Recipiente + Peso Muestra	1266	gr
Peso Muestra	778	gr
Relacion agua/cemento	105	%
<b>CONTENIDO DE AIRE ATRAPADO</b>	<b>7.51</b>	<b>%</b>

**DOSIFICACIÓN P2 MORTERO CON SUSTITUCIÓN DEL 15 % DE CEMENTO POR CCA**

**ENSAYO N° 18**

P2 =           0.85           : 5           : 0.15  
          Cemento        Arena           CCA

DESCRIPCIÓN	RESULTADO	UNID
Peso Recipiente Metálico	488	gr
Peso Recipiente + Peso Muestra	1261	gr
Peso Muestra	773	gr
Relacion agua/cemento	105	%
<b>CONTENIDO DE AIRE ATRAPADO</b>	<b>8.10</b>	<b>%</b>

**ENSAYO: CONTENIDO DE AIRE ATRAPADO EN EL MORTERO ( NTP 334.048)**

**Tesis** : "DISEÑO DE MORTERO EMPLEANDO CENIZAS DE CÁSCARAS DE ARROZ"  
**Tesista** : RAMOS FERNÁNDEZ, Christian Silvestre  
**Ubicación** : PIMENTEL - CHICLAYO - LAMBAYEQUE  
**Fecha** : 6/13/2018

**DOSIFICACIÓN P2 MORTERO CON ADICIÓN DEL 5 % DE CEMENTO POR CCA**

**ENSAYO N° 19**

P2 =           **1**                           : **5**                           : **0.05**  
                   **Cemento**                   **Arena**                   **CCA**

DESCRIPCIÓN	RESULTADO	UNID
Peso Recipiente Metálico	488	gr
Peso Recipiente + Peso Muestra	1270	gr
Peso Muestra	783	gr
Relacion agua/cemento	105	%
<b>CONTENIDO DE AIRE ATRAPADO</b>	<b>6.91</b>	<b>%</b>

**DOSIFICACIÓN P2 MORTERO CON ADICIÓN DEL 10 % DE CEMENTO POR CCA**

**ENSAYO N° 20**

P2 =           **1**                           : **5**                           : **0.10**  
                   **Cemento**                   **Arena**                   **CCA**

DESCRIPCIÓN	RESULTADO	UNID
Peso Recipiente Metálico	488	gr
Peso Recipiente + Peso Muestra	1263	gr
Peso Muestra	775	gr
Relacion agua/cemento	105	%
<b>CONTENIDO DE AIRE ATRAPADO</b>	<b>7.86</b>	<b>%</b>

**DOSIFICACIÓN P2 MORTERO CON ADICIÓN DEL 15 % DE CEMENTO POR CCA**

**ENSAYO N° 21**

P2 =           **1**                           : **5**                           : **0.15**  
                   **Cemento**                   **Arena**                   **CCA**

DESCRIPCIÓN	RESULTADO	UNID
Peso Recipiente Metálico	488	gr
Peso Recipiente + Peso Muestra	1259	gr
Peso Muestra	771	gr
Relacion agua/cemento	105	%
<b>CONTENIDO DE AIRE ATRAPADO</b>	<b>8.34</b>	<b>%</b>

Anexo 9.2.4. Dosificación 1:6



FACULTAD DE INGENIERÍA, ARQUITECTURA Y URBANISMO  
 ESCUELA PROFESIONAL INGENIERÍA CIVIL  
 LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

**ENSAYO: CONTENIDO DE AIRE ATRAPADO EN EL MORTERO (NTP 334.048)**

**Tesis** : "DISEÑO DE MORTERO EMPLEANDO CENIZAS DE CÁSCARAS DE ARROZ"  
**Tesista** : RAMOS FERNÁNDEZ, Christian Silvestre  
**Ubicación** : PIMENTEL - CHICLAYO - LAMBAYEQUE  
**Fecha** : 6/13/2018

**DOSIFICACIÓN "NP" MORTERO PATRÓN**

**ENSAYO N° 22**

NP = **1** : **6**  
 Cemento Arena

DESCRIPCIÓN	RESULTADO	UNID
Peso Recipiente Metálico	488	gr
Peso Recipiente + Peso Muestra	1248	gr
Peso Muestra	760	gr
Relacion agua/cemento	125	%
<b>CONTENIDO DE AIRE ATRAPADO</b>	<b>6.46</b>	<b>%</b>

**DOSIFICACIÓN "NP" MORTERO CON SUSTITUCIÓN DEL 5 % DE CEMENTO POR CCA**

**ENSAYO N° 23**

NP = **0.95** : **6** : **0.05**  
 Cemento Arena CCA

DESCRIPCIÓN	RESULTADO	UNID
Peso Recipiente Metálico	488	gr
Peso Recipiente + Peso Muestra	1243	gr
Peso Muestra	755	gr
Relacion agua/cemento	125	%
<b>CONTENIDO DE AIRE ATRAPADO</b>	<b>7.07</b>	<b>%</b>

# USS | UNIVERSIDAD SEÑOR DE SIPÁN

FACULTAD DE INGENIERÍA, ARQUITECTURA Y URBANISMO  
ESCUELA PROFESIONAL INGENIERÍA CIVIL  
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

**ENSAYO: CONTENIDO DE AIRE ATRAPADO EN EL MORTERO (NTP 334.048)**

**Tesis** : "DISEÑO DE MORTERO EMPLEANDO CENIZAS DE CÁSCARAS DE ARROZ"  
**Tesista** : RAMOS FERNÁNDEZ, Christian Silvestre  
**Ubicación** : PIMENTEL - CHICLAYO - LAMBAYEQUE  
**Fecha** : 6/13/2018

**DOSIFICACIÓN "NP" MORTERO CON SUSTITUCIÓN DEL 10 % DE CEMENTO POR CCA**

**ENSAYO N° 24**

NP =        **0.90**                :   **6**                :   **0.10**  
                 **Cemento**                **Arena**                **CCA**

DESCRIPCIÓN	RESULTADO	UNID
Peso Recipiente Metálico	488	gr
Peso Recipiente + Peso Muestra	1236	gr
Peso Muestra	748	gr
Relacion agua/cemento	125	%
<b>CONTENIDO DE AIRE ATRAPADO</b>	<b>7.94</b>	<b>%</b>

**DOSIFICACIÓN "NP" MORTERO CON SUSTITUCIÓN DEL 15% DE CEMENTO POR CCA**

**ENSAYO N° 25**

NP =        **0.85**                :   **6**                :   **0.15**  
                 **Cemento**                **Arena**                **CCA**

DESCRIPCIÓN	RESULTADO	UNID
Peso Recipiente Metálico	488	gr
Peso Recipiente + Peso Muestra	1231	gr
Peso Muestra	743	gr
Relacion agua/cemento	125	%
<b>CONTENIDO DE AIRE ATRAPADO</b>	<b>8.55</b>	<b>%</b>



**ENSAYO: CONTENIDO DE AIRE ATRAPADO EN EL MORTERO (NTP 334.048)**

**Tesis** : "DISEÑO DE MORTERO EMPLEANDO CENIZAS DE CÁSCARAS DE ARROZ"  
**Tesista** : RAMOS FERNÁNDEZ, Christian Silvestre  
**Ubicación** : PIMENTEL - CHICLAYO - LAMBAYEQUE  
**Fecha** : 6/13/2018

**DOSIFICACIÓN "NP" MORTERO CON ADICIÓN DEL 5 % DE CEMENTO POR CCA**

**ENSAYO N° 26**

NP =           **1**                   : **6**                   : **0.05**  
                  **Cemento**               **Arena**               **CCA**

DESCRIPCIÓN	RESULTADO	UNID
Peso Recipiente Metálico	488	gr
Peso Recipiente + Peso Muestra	1241	gr
Peso Muestra	753	gr
Relacion agua/cemento	125	%
<b>CONTENIDO DE AIRE ATRAPADO</b>	<b>7.32</b>	<b>%</b>

**DOSIFICACIÓN "NP" MORTERO CON ADICIÓN DEL 10 % DE CEMENTO POR CCA**

**ENSAYO N° 27**

NP =           **1**                   : **6**                   : **0.10**  
                  **Cemento**               **Arena**               **CCA**

DESCRIPCIÓN	RESULTADO	UNID
Peso Recipiente Metálico	488	gr
Peso Recipiente + Peso Muestra	1234	gr
Peso Muestra	746	gr
Relacion agua/cemento	125	%
<b>CONTENIDO DE AIRE ATRAPADO</b>	<b>8.18</b>	<b>%</b>

**DOSIFICACIÓN "NP" MORTERO CON ADICIÓN DEL 15% DE CEMENTO POR CCA**

**ENSAYO N° 28**

NP =           **1**                   : **6**                   : **0.15**  
                  **Cemento**               **Arena**               **CCA**

DESCRIPCIÓN	RESULTADO	UNID
Peso Recipiente Metálico	488	gr
Peso Recipiente + Peso Muestra	1229	gr
Peso Muestra	741	gr
Relacion agua/cemento	125	%
<b>CONTENIDO DE AIRE ATRAPADO</b>	<b>8.80</b>	<b>%</b>

Anexo 9.3. Peso unitario compactado

Anexo 9.3.1. Dosificación 1:3.5



FACULTAD DE INGENIERÍA, ARQUITECTURA Y URBANISMO  
 ESCUELA PROFESIONAL INGENIERÍA CIVIL  
 LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

**ENSAYO: PESO UNITARIO COMPACTADO DEL MORTERO ( NTP 339.046)**

**Tesis** : "DISEÑO DE MORTERO EMPLEANDO CENIZAS DE CÁSCARAS DE ARROZ"  
**Tesista** : RAMOS FERNÁNDEZ, Christian Silvestre  
**Ubicación** : PIMENTEL - CHICLAYO - LAMBAYEQUE  
**Fecha** : 4/30/2018

**DOSIFICACIÓN P1 MORTERO PATRÓN**

**ENSAYO N° 01**

**P1 = 1 : 3.5**  
**Cemento Arena**

DESCRIPCIÓN	RESULTADO	UNID
Peso Recipiente Metálico	4230	gr
Peso Recipiente + Peso Muestra	6306	gr
Peso de la Muestra Compactada	2076	gr
Volumen del Recipiente	933.6238	cm <sup>3</sup>
<b>PESO UNITARIO COMPACTADO</b>	<b>2223.59</b>	<b>Kg/m<sup>3</sup></b>

**DOSIFICACIÓN P1 MORTERO CON SUSTITUCIÓN DEL 5 % DE CEMENTO POR CCA**

**ENSAYO N° 02**

**P1 = 0.95 : 3.5 : 0.05**  
**Cemento Arena CCA**

DESCRIPCIÓN	RESULTADO	UNID
Peso Recipiente Metálico	4230	gr
Peso Recipiente + Peso Muestra	6289	gr
Peso de la Muestra Compactada	2059	gr
Volumen del Recipiente	933.6238	cm <sup>3</sup>
<b>PESO UNITARIO COMPACTADO</b>	<b>2205.12</b>	<b>Kg/m<sup>3</sup></b>



**ENSAYO: PESO UNITARIO COMPACTADO DEL MORTERO ( NTP 339.046)**

**Tesis** : "DISEÑO DE MORTERO EMPLEANDO CENIZAS DE CÁSCARAS DE ARROZ"  
**Tesista** : RAMOS FERNÁNDEZ, Christian Silvestre  
**Ubicación** : PIMENTEL - CHICLAYO - LAMBAYEQUE  
**Fecha** : 4/30/2018

**DOSIFICACIÓN P1 MORTERO CON SUSTITUCIÓN DEL 10 % DE CEMENTO POR CCA**

**ENSAYO Nº 03**

P1 =           0.90           :   3.5           :   0.10  
          Cemento            Arena            CCA

DESCRIPCIÓN	RESULTADO	UNID
Peso Recipiente Metálico	4230	gr
Peso Recipiente + Peso Muestra	6274	gr
Peso de la Muestra Compactada	2044	gr
Volumen del Recipiente	933.6238	cm <sup>3</sup>
<b>PESO UNITARIO COMPACTADO</b>	<b>2189.32</b>	<b>Kg/m<sup>3</sup></b>

**DOSIFICACIÓN P1 MORTERO CON SUSTITUCIÓN DEL 15 % DE CEMENTO POR CCA**

**ENSAYO Nº 04**

P1 =           0.85           :   3.5           :   0.15  
          Cemento            Arena            CCA

DESCRIPCIÓN	RESULTADO	UNID
Peso Recipiente Metálico	4230	gr
Peso Recipiente + Peso Muestra	6255	gr
Peso de la Muestra Compactada	2025	gr
Volumen del Recipiente	933.6238	cm <sup>3</sup>
<b>PESO UNITARIO COMPACTADO</b>	<b>2168.97</b>	<b>Kg/m<sup>3</sup></b>

**ENSAYO: PESO UNITARIO COMPACTADO DEL MORTERO (NTP 339.046)**

**Tesis** : "DISEÑO DE MORTERO EMPLEANDO CENIZAS DE CÁSCARAS DE ARROZ"  
**Tesista** : RAMOS FERNÁNDEZ, Christian Silvestre  
**Ubicación** : PIMENTEL - CHICLAYO - LAMBAYEQUE  
**Fecha** : 4/30/2018

**DOSIFICACIÓN P1 MORTERO CON ADICIÓN DEL 5 % DE CEMENTO POR CCA**

**ENSAYO N° 05**

**P1 =**            **1**            :   **3.5**            :   **0.05**  
                          **Cemento**            **Arena**            **CCA**

DESCRIPCIÓN	RESULTADO	UNID
Peso Recipiente Metálico	4230	gr
Peso Recipiente + Peso Muestra	6279	gr
Peso de la Muestra Compactada	2049	gr
Volumen del Recipiente	933.6238	cm3
<b>PESO UNITARIO COMPACTADO</b>	<b>2194.95</b>	<b>Kg/m3</b>

**DOSIFICACIÓN P1 MORTERO CON ADICIÓN DEL 10 % DE CEMENTO POR CCA**

**ENSAYO N° 06**

**P1 =**            **1**            :   **3.5**            :   **0.10**  
                          **Cemento**            **Arena**            **CCA**

DESCRIPCIÓN	RESULTADO	UNID
Peso Recipiente Metálico	4230	gr
Peso Recipiente + Peso Muestra	6262	gr
Peso de la Muestra Compactada	2032	gr
Volumen del Recipiente	933.6238	cm3
<b>PESO UNITARIO COMPACTADO</b>	<b>2176.47</b>	<b>Kg/m3</b>

**DOSIFICACIÓN P1 MORTERO CON ADICIÓN DEL 15 % DE CEMENTO POR CCA**

**ENSAYO N° 07**

**P1 =**            **1**            :   **3.5**            :   **0.15**  
                          **Cemento**            **Arena**            **CCA**

DESCRIPCIÓN	RESULTADO	UNID
Peso Recipiente Metálico	4230	gr
Peso Recipiente + Peso Muestra	6242	gr
Peso de la Muestra Compactada	2012	gr
Volumen del Recipiente	933.6238	cm3
<b>PESO UNITARIO COMPACTADO</b>	<b>2154.68</b>	<b>Kg/m3</b>



FACULTAD DE INGENIERÍA, ARQUITECTURA Y URBANISMO  
 ESCUELA PROFESIONAL INGENIERÍA CIVIL  
 LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

**ENSAYO: PESO UNITARIO COMPACTADO DEL MORTERO (NTP 339.046)**

**Tesis** : "DISEÑO DE MORTERO EMPLEANDO CENIZAS DE CÁSCARAS DE ARROZ"  
**Tesista** : RAMOS FERNÁNDEZ, Christian Silvestre  
**Ubicación** : PIMENTEL - CHICLAYO - LAMBAYEQUE  
**Fecha** : 4/30/2018

**DOSIFICACIÓN P2 MORTERO PATRON**

**ENSAYO N° 08**

P2 =            1                    :    4  
                   Cemento                Arena

DESCRIPCIÓN	RESULTADO	UNID
Peso Recipiente Metálico	4230	gr
Peso Recipiente + Peso Muestra	6286	gr
Peso de la Muestra Compactada	2056	gr
Volumen del Recipiente	933.6238	cm3
<b>PESO UNTARIO COMPACTADO</b>	<b>2202.17</b>	<b>Kg/m3</b>

**DOSIFICACIÓN P2 MORTERO CON SUSTITUCIÓN DEL 5 % DE CEMENTO POR CCA**

**ENSAYO N° 09**

P2 =            0.95                    :    4                    :    0.05  
                   Cemento                Arena                    CCA

DESCRIPCIÓN	RESULTADO	UNID
Peso Recipiente Metálico	4230	gr
Peso Recipiente + Peso Muestra	6277	gr
Peso de la Muestra Compactada	2047	gr
Volumen del Recipiente	933.6238	cm3
<b>PESO UNTARIO COMPACTADO</b>	<b>2192.53</b>	<b>Kg/m3</b>

**ENSAYO: PESO UNITARIO COMPACTADO DEL MORTERO (NTP 339.046)**

**Tesis** : "DISEÑO DE MORTERO EMPLEANDO CENIZAS DE CÁSCARAS DE ARROZ"  
**Tesista** : RAMOS FERNÁNDEZ, Christian Silvestre  
**Ubicación** : PIMENTEL - CHICLAYO - LAMBAYEQUE  
**Fecha** : 4/30/2018

**DOSIFICACIÓN P2 MORTERO CON SUSTITUCIÓN DEL 10 % DE CEMENTO POR CCA**

**ENSAYO N° 10**

P2 =            0.90            : 4            : 0.10  
                   Cemento            Arena            CCA

DESCRIPCIÓN	RESULTADO	UNID
Peso Recipiente Metálico	4230	gr
Peso Recipiente + Peso Muestra	6267	gr
Peso de la Muestra Compactada	2037	gr
Volumen del Recipiente	933.6238	cm <sup>3</sup>
<b>PESO UNTARIO COMPACTADO</b>	<b>2181.82</b>	<b>Kg/m<sup>3</sup></b>

**DOSIFICACIÓN P2 MORTERO CON SUSTITUCIÓN DEL 15 % DE CEMENTO POR CCA**

**ENSAYO N° 11**

P2 =            0.85            : 4            : 0.15  
                   Cemento            Arena            CCA

DESCRIPCIÓN	RESULTADO	UNID
Peso Recipiente Metálico	4230	gr
Peso Recipiente + Peso Muestra	6253	gr
Peso de la Muestra Compactada	2023	gr
Volumen del Recipiente	933.6238	cm <sup>3</sup>
<b>PESO UNTARIO COMPACTADO</b>	<b>2166.83</b>	<b>Kg/m<sup>3</sup></b>

# USS | UNIVERSIDAD SEÑOR DE SIPÁN

FACULTAD DE INGENIERÍA, ARQUITECTURA Y URBANISMO  
ESCUELA PROFESIONAL INGENIERÍA CIVIL  
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

ENSAYO: PESO UNITARIO COMPACTADO DEL MORTERO (NTP 339.046)

**Tesis** : "DISEÑO DE MORTERO EMPLEANDO CENIZAS DE CÁSCARAS DE ARROZ"  
**Tesista** : RAMOS FERNÁNDEZ, Christian Silvestre  
**Ubicación** : PIMENTEL - CHICLAYO - LAMBAYEQUE  
**Fecha** : 4/30/2018

DOSIFICACIÓN P2 MORTERO CON ADICIÓN DEL 5 % DE CEMENTO POR CCA

ENSAYO N° 12

P2 =            1                    : 4                    : 0.05  
                  Cemento            Arena                    CCA

DESCRIPCIÓN	RESULTADO	UNID
Peso Recipiente Metálico	4230	gr
Peso Recipiente + Peso Muestra	6271	gr
Peso de la Muestra Compactada	2041	gr
Volumen del Recipiente	933.6238	cm3
<b>PESO UNTARIO COMPACTADO</b>	<b>2186.58</b>	<b>Kg/m3</b>

DOSIFICACIÓN P2 MORTERO CON ADICIÓN DEL 10 % DE CEMENTO POR CCA

ENSAYO N° 13

P2 =            1                    : 4                    : 0.10  
                  Cemento            Arena                    CCA

DESCRIPCIÓN	RESULTADO	UNID
Peso Recipiente Metálico	4230	gr
Peso Recipiente + Peso Muestra	6259	gr
Peso de la Muestra Compactada	2029	gr
Volumen del Recipiente	933.6238	cm3
<b>PESO UNTARIO COMPACTADO</b>	<b>2173.11</b>	<b>Kg/m3</b>

DOSIFICACIÓN P2 MORTERO CON ADICIÓN DEL 15 % DE CEMENTO POR CCA

ENSAYO N° 14

P2 =            1                    : 4                    : 0.15  
                  Cemento            Arena                    CCA

DESCRIPCIÓN	RESULTADO	UNID
Peso Recipiente Metálico	4230	gr
Peso Recipiente + Peso Muestra	6247	gr
Peso de la Muestra Compactada	2017	gr
Volumen del Recipiente	933.6238	cm3
<b>PESO UNTARIO COMPACTADO</b>	<b>2160.53</b>	<b>Kg/m3</b>



Anexo 9.3.3. Dosificación 1:5



FACULTAD DE INGENIERÍA, ARQUITECTURA Y URBANISMO  
 ESCUELA PROFESIONAL INGENIERÍA CIVIL  
 LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

**ENSAYO: PESO UNITARIO COMPACTADO DEL MORTERO (NTP 339.046)**

**Tesis** : "DISEÑO DE MORTERO EMPLEANDO CENIZAS DE CÁSCARAS DE ARROZ"  
**Tesista** : RAMOS FERNÁNDEZ, Christian Silvestre  
**Ubicación** : PIMENTEL - CHICLAYO - LAMBAYEQUE  
**Fecha** : 4/30/2018

**DOSIFICACIÓN P2 MORTERO PATRÓN**

**ENSAYO N° 15**

**P2 = 1 : 5**  
**Cemento Arena**

DESCRIPCIÓN	RESULTADO	UNID
Peso Recipiente Metálico	4230	gr
Peso Recipiente + Peso Muestra	6260	gr
Peso de la Muestra Compactada	2030	gr
Volumen del Recipiente	933.6238	cm <sup>3</sup>
<b>PESO UNTARIO COMPACTADO</b>	<b>2174.32</b>	<b>Kg/m<sup>3</sup></b>

**DOSIFICACIÓN P2 MORTERO CON SUSTITUCIÓN DEL 5 % DE CEMENTO POR CCA**

**ENSAYO N° 16**

**P2 = 0.95 : 5 : 0.05**  
**Cemento Arena CCA**

DESCRIPCIÓN	RESULTADO	UNID
Peso Recipiente Metálico	4230	gr
Peso Recipiente + Peso Muestra	6247	gr
Peso de la Muestra Compactada	2017	gr
Volumen del Recipiente	933.6238	cm <sup>3</sup>
<b>PESO UNTARIO COMPACTADO</b>	<b>2159.88</b>	<b>Kg/m<sup>3</sup></b>

**ENSAYO: PESO UNITARIO COMPACTADO DEL MORTERO ( NTP 339.046)**

**Tesis** : "DISEÑO DE MORTERO EMPLEANDO CENIZAS DE CÁSCARAS DE ARROZ"  
**Tesista** : RAMOS FERNÁNDEZ, Christian Silvestre  
**Ubicación** : PIMENTEL - CHICLAYO - LAMBAYEQUE  
**Fecha** : 4/30/2018

**DOSIFICACIÓN P2 MORTERO CON SUSTITUCIÓN DEL 10 % DE CEMENTO POR CCA**

**ENSAYO N° 17**

**P2 =**            **0.90**            **:**    **5**            **:**    **0.10**  
                     **Cemento**            **Arena**            **CCA**

DESCRIPCIÓN	RESULTADO	UNID
Peso Recipiente Metálico	4230	gr
Peso Recipiente + Peso Muestra	6235	gr
Peso de la Muestra Compactada	2005	gr
Volumen del Recipiente	933.6238	cm <sup>3</sup>
<b>PESO UNTARIO COMPACTADO</b>	<b>2147.37</b>	<b>Kg/m<sup>3</sup></b>

**DOSIFICACIÓN P2 MORTERO CON SUSTITUCIÓN DEL 15 % DE CEMENTO POR CCA**

**ENSAYO N° 18**

**P2 =**            **0.85**            **:**    **5**            **:**    **0.15**  
                     **Cemento**            **Arena**            **CCA**

DESCRIPCIÓN	RESULTADO	UNID
Peso Recipiente Metálico	4230	gr
Peso Recipiente + Peso Muestra	6220	gr
Peso de la Muestra Compactada	1990	gr
Volumen del Recipiente	933.6238	cm <sup>3</sup>
<b>PESO UNTARIO COMPACTADO</b>	<b>2131.89</b>	<b>Kg/m<sup>3</sup></b>

**ENSAYO: PESO UNITARIO COMPACTADO DEL MORTERO (NTP 339.046)**

**Tesis** : "DISEÑO DE MORTERO EMPLEANDO CENIZAS DE CÁSCARAS DE ARROZ"  
**Tesista** : RAMOS FERNÁNDEZ, Christian Silvestre  
**Ubicación** : PIMENTEL - CHICLAYO - LAMBAYEQUE  
**Fecha** : 4/30/2018

**DOSIFICACIÓN P2 MORTERO CON ADICIÓN DEL 5 % DE CEMENTO POR CCA**

**ENSAYO N° 19**

P2 =           **1**                   : **5**                   : **0.05**  
                   **Cemento**            **Arena**                **CCA**

DESCRIPCIÓN	RESULTADO	UNID
Peso Recipiente Metálico	4230	gr
Peso Recipiente + Peso Muestra	6237	gr
Peso de la Muestra Compactada	2007	gr
Volumen del Recipiente	933.6238	cm3
<b>PESO UNTARIO COMPACTADO</b>	<b>2150.21</b>	<b>Kg/m3</b>

**DOSIFICACIÓN P2 MORTERO CON ADICIÓN DEL 10 % DE CEMENTO POR CCA**

**ENSAYO N° 20**

P2 =           **1**                   : **5**                   : **0.10**  
                   **Cemento**            **Arena**                **CCA**

DESCRIPCIÓN	RESULTADO	UNID
Peso Recipiente Metálico	4230	gr
Peso Recipiente + Peso Muestra	6225	gr
Peso de la Muestra Compactada	1995	gr
Volumen del Recipiente	933.6238	cm3
<b>PESO UNTARIO COMPACTADO</b>	<b>2136.46</b>	<b>Kg/m3</b>

**DOSIFICACIÓN P2 MORTERO CON ADICIÓN DEL 15 % DE CEMENTO POR CCA**

**ENSAYO N° 21**

P2 =           **1**                   : **5**                   : **0.15**  
                   **Cemento**            **Arena**                **CCA**

DESCRIPCIÓN	RESULTADO	UNID
Peso Recipiente Metálico	4230	gr
Peso Recipiente + Peso Muestra	6212	gr
Peso de la Muestra Compactada	1982	gr
Volumen del Recipiente	933.6238	cm3
<b>PESO UNTARIO COMPACTADO</b>	<b>2122.91</b>	<b>Kg/m3</b>



Anexo 9.3.4. Dosificación 1:6



FACULTAD DE INGENIERÍA, ARQUITECTURA Y URBANISMO  
 ESCUELA PROFESIONAL INGENIERÍA CIVIL  
 LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

**ENSAYO: PESO UNITARIO COMPACTADO DEL MORTERO (NTP 339.046)**

**Tesis** : "DISEÑO DE MORTERO EMPLEANDO CENIZAS DE CÁSCARAS DE ARROZ"  
**Tesista** : RAMOS FERNÁNDEZ, Christian Silvestre  
**Ubicación** : PIMENTEL - CHICLAYO - LAMBAYEQUE  
**Fecha** : 4/30/2018

**DOSIFICACIÓN "NP" MORTERO PATRÓN**

**ENSAYO N° 22**

NP = **1** : **6**  
**Cemento** **Arena**

DESCRIPCIÓN	RESULTADO	UNID
Peso Recipiente Metálico	4230	gr
Peso Recipiente + Peso Muestra	6252	gr
Peso de la Muestra Compactada	2022	gr
Volumen del Recipiente	933.6238	cm <sup>3</sup>
<b>PESO UNITARIO COMPACTADO</b>	<b>2165.75</b>	<b>Kg/m<sup>3</sup></b>

**DOSIFICACIÓN "NP" MORTERO CON SUSTITUCIÓN DEL 5 % DE CEMENTO POR CCA**

**ENSAYO N° 23**

NP = **0.95** : **6** : **0.05**  
**Cemento** **Arena** **CCA**

DESCRIPCIÓN	RESULTADO	UNID
Peso Recipiente Metálico	4230	gr
Peso Recipiente + Peso Muestra	6236	gr
Peso de la Muestra Compactada	2006	gr
Volumen del Recipiente	933.6238	cm <sup>3</sup>
<b>PESO UNITARIO COMPACTADO</b>	<b>2148.62</b>	<b>Kg/m<sup>3</sup></b>

# **UNIVERSIDAD SEÑOR DE SIPÁN**

FACULTAD DE INGENIERÍA, ARQUITECTURA Y URBANISMO  
 ESCUELA PROFESIONAL INGENIERÍA CIVIL  
 LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

**ENSAYO: PESO UNITARIO COMPACTADO DEL MORTERO (NTP 339.046)**

**Tesis** : "DISEÑO DE MORTERO EMPLEANDO CENIZAS DE CÁSCARAS DE ARROZ"  
**Tesista** : RAMOS FERNÁNDEZ, Christian Silvestre  
**Ubicación** : PIMENTEL - CHICLAYO - LAMBAYEQUE  
**Fecha** : 4/30/2018

**DOSIFICACIÓN "NP" MORTERO CON SUSTITUCIÓN DEL 10 % DE CEMENTO POR CCA**

**ENSAYO N° 24**

NP =        **0.90**                :   **6**                :   **0.10**  
                  **Cemento**                **Arena**                **CCA**

DESCRIPCIÓN	RESULTADO	UNID
Peso Recipiente Metálico	4230	gr
Peso Recipiente + Peso Muestra	6227	gr
Peso de la Muestra Compactada	1997	gr
Volumen del Recipiente	933.6238	cm <sup>3</sup>
<b>PESO UNTARIO COMPACTADO</b>	<b>2139.35</b>	<b>Kg/m<sup>3</sup></b>

**DOSIFICACIÓN "NP" MORTERO CON SUSTITUCIÓN DEL 15% DE CEMENTO POR CCA**

**ENSAYO N° 25**

NP =        **0.85**                :   **6**                :   **0.15**  
                  **Cemento**                **Arena**                **CCA**

DESCRIPCIÓN	RESULTADO	UNID
Peso Recipiente Metálico	4230	gr
Peso Recipiente + Peso Muestra	6214	gr
Peso de la Muestra Compactada	1984	gr
Volumen del Recipiente	933.6238	cm <sup>3</sup>
<b>PESO UNTARIO COMPACTADO</b>	<b>2124.96</b>	<b>Kg/m<sup>3</sup></b>

**ENSAYO: PESO UNITARIO COMPACTADO DEL MORTERO (NTP 339.046)**

**Tesis** : "DISEÑO DE MORTERO EMPLEANDO CENIZAS DE CÁSCARAS DE ARROZ"  
**Tesista** : RAMOS FERNÁNDEZ, Christian Silvestre  
**Ubicación** : PIMENTEL - CHICLAYO - LAMBAYEQUE  
**Fecha** : 4/30/2018

**DOSIFICACIÓN "NP" MORTERO CON ADICIÓN DEL 5 % DE CEMENTO POR CCA**

**ENSAYO N° 26**

NP =            **1**                    :   **6**                    :   **0.05**  
                                  **Cemento**                    **Arena**                    **CCA**

DESCRIPCIÓN	RESULTADO	UNID
Peso Recipiente Metálico	4230	gr
Peso Recipiente + Peso Muestra	6229	gr
Peso de la Muestra Compactada	1999	gr
Volumen del Recipiente	933.6238	cm <sup>3</sup>
<b>PESO UNITARIO COMPACTADO</b>	<b>2141.41</b>	<b>Kg/m<sup>3</sup></b>

**DOSIFICACIÓN "NP" MORTERO CON ADICIÓN DEL 10 % DE CEMENTO POR CCA**

**ENSAYO N° 27**

NP =            **1**                    :   **6**                    :   **0.10**  
                                  **Cemento**                    **Arena**                    **CCA**

DESCRIPCIÓN	RESULTADO	UNID
Peso Recipiente Metálico	4230	gr
Peso Recipiente + Peso Muestra	6218	gr
Peso de la Muestra Compactada	1988	gr
Volumen del Recipiente	933.6238	cm <sup>3</sup>
<b>PESO UNITARIO COMPACTADO</b>	<b>2128.92</b>	<b>Kg/m<sup>3</sup></b>

**DOSIFICACIÓN "NP" MORTERO CON ADICIÓN DEL 15% DE CEMENTO POR CCA**

**ENSAYO N° 28**

NP =            **1**                    :   **6**                    :   **0.15**  
                                  **Cemento**                    **Arena**                    **CCA**

DESCRIPCIÓN	RESULTADO	UNID
Peso Recipiente Metálico	4230	gr
Peso Recipiente + Peso Muestra	6207	gr
Peso de la Muestra Compactada	1977	gr
Volumen del Recipiente	933.6238	cm <sup>3</sup>
<b>PESO UNITARIO COMPACTADO</b>	<b>2117.62</b>	<b>Kg/m<sup>3</sup></b>

Anexo 10. Resultados de los ensayos del mortero en estado endurecido

## Anexo 10.1. Resistencia a la compresión de mortero

Anexo 10.1.1. Dosificación 1:3.5



FACULTAD DE INGENIERÍA, ARQUITECTURA Y URBANISMO  
 ESCUELA PROFESIONAL INGENIERÍA CIVIL  
 LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

**ENSAYO: RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE MORTERO (NTP 334.051)**

Tesis : "DISEÑO DE MORTERO EMPLEANDO CENIZAS DE CÁSCARAS DE ARROZ"  
 Tesista : RAMOS FERNÁNDEZ, Christian Silvestre  
 Ubicación : PIMENTEL - CHICLAYO - LAMBAYEQUE  
 Fecha : 4/27/2018

**DOSIFICACIÓN P1 MORTERO PATRON**

P1 = 1 : 3.5  
 Proporción = Cemento Arena

Edad de Muestreo : 7 DÍAS  
 Fecha de Obtención : 4/28/2018  
 Fecha de Ensayo : 5/5/2018

ESPECIMEN	LARGO cm	ANCHO cm	ÁREA cm <sup>2</sup>	Pu		σu (kg/cm <sup>2</sup> )
				KN	Kg	
M1	5.07	5.10	25.86	51.78	5278	204.12
M2	5.10	5.13	26.16	44.19	4505	172.19
M3	5.08	5.11	25.96	47.68	4860	187.22
<b>TOTAL PROM.</b>						<b>187.84</b>

Edad de Muestreo : 14 DÍAS  
 Fecha de Obtención : 4/28/2018  
 Fecha de Ensayo : 5/12/2018

ESPECIMEN	LARGO cm	ANCHO cm	ÁREA cm <sup>2</sup>	Pu		σu (kg/cm <sup>2</sup> )
				KN	Kg	
M1	5.11	5.08	25.96	56.25	5734	220.89
M2	5.10	5.10	26.01	56.01	5709	219.49
M3	5.10	5.10	26.01	55.62	5670	217.99
<b>TOTAL PROM.</b>						<b>219.46</b>

Edad de Muestreo : 28 DÍAS  
 Fecha de Obtención : 4/28/2018  
 Fecha de Ensayo : 5/26/2018

ESPECIMEN	LARGO cm	ANCHO cm	ÁREA cm <sup>2</sup>	Pu		σu (kg/cm <sup>2</sup> )
				KN	Kg	
M1	5.06	5.08	25.70	74.15	7559	294.07
M2	5.09	5.14	26.16	69.54	7089	270.96
M3	5.09	5.12	26.06	67.07	6837	262.35
<b>TOTAL PROM.</b>						<b>275.79</b>

**ENSAYO: RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE MORTERO (NTP 334.051)**

Tesis : "DISEÑO DE MORTERO EMPLEANDO CENIZAS DE CÁSCARAS DE ARROZ"  
 Tesista : RAMOS FERNÁNDEZ, Christian Silvestre  
 Ubicación : PIMENTEL - CHICLAYO - LAMBAYEQUE  
 Fecha : 4/30/2018

**DOSIFICACIÓN P1 MORTERO CON SUSTITUCIÓN DE 5 % DE CEMENTO POR CCA**

P1 = 0.95 : 3.5 : 0.05  
 Proporción = Cemento Arena CCA

Edad de Muestreo : 7 DÍAS  
 Fecha de Obtención : 5/1/2018  
 Fecha de Ensayo : 5/8/2018

ESPECIMEN	LARGO cm	ANCHO cm	ÁREA cm <sup>2</sup>	Pu		σ <sub>u</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )
				KN	Kg	
M1	5.11	5.10	26.06	58.27	5940	227.93
M2	5.06	5.06	25.60	49.16	5011	195.71
M3	5.08	5.09	25.86	54.54	5560	215.03
<b>TOTAL PROM.</b>						<b>212.89</b>

Edad de Muestreo : 14 DÍAS  
 Fecha de Obtención : 5/1/2018  
 Fecha de Ensayo : 5/15/2018

ESPECIMEN	LARGO cm	ANCHO cm	ÁREA cm <sup>2</sup>	Pu		σ <sub>u</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )
				KN	Kg	
M1	5.17	5.09	26.32	65.50	6677	253.73
M2	5.04	5.13	25.86	56.86	5796	224.17
M3	5.08	5.10	25.91	61.33	6252	241.32
<b>TOTAL PROM.</b>						<b>239.74</b>

Edad de Muestreo : 28 DÍAS  
 Fecha de Obtención : 5/1/2018  
 Fecha de Ensayo : 5/29/2018

ESPECIMEN	LARGO cm	ANCHO cm	ÁREA cm <sup>2</sup>	Pu		σ <sub>u</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )
				KN	Kg	
M1	5.11	5.13	26.21	80.50	8206	313.04
M2	5.11	5.12	26.16	74.84	7629	291.59
M3	5.10	5.11	26.06	77.15	7864	301.75
<b>TOTAL PROM.</b>						<b>302.13</b>



**ENSAYO: RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE MORTERO (NTP 334.051)**

**Tesis :** "DISEÑO DE MORTERO EMPLEANDO CENIZAS DE CÁSCARAS DE ARROZ"  
**Tesista :** RAMOS FERNÁNDEZ, Christian Silvestre  
**Ubicación :** PIMENTEL - CHICLAYO - LAMBAYEQUE  
**Fecha :** 4/30/2018

**DOSIFICACIÓN P1 MORTERO CON SUSTITUCIÓN DE 10 % DE CEMENTO POR CCA**

**P1 = 0.90 : 3.5 : 0.10**  
**Proporción = Cemento Arena CCA**

**Edad de Muestreo :** 7 DÍAS **Fecha de Obtención :** 5/1/2018  
**Fecha de Ensayo :** 5/8/2018

ESPECIMEN	LARGO cm	ANCHO cm	ÁREA cm <sup>2</sup>	Pu		σ <sub>u</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )
				KN	Kg	
M1	5.07	5.07	25.70	54.13	5518	214.67
M2	5.10	5.10	26.01	61.71	6291	241.87
M3	5.09	5.08	25.86	56.36	5745	222.18
<b>TOTAL PROM.</b>						<b>226.24</b>

**Edad de Muestreo :** 14 DÍAS **Fecha de Obtención :** 5/1/2018  
**Fecha de Ensayo :** 5/15/2018

ESPECIMEN	LARGO cm	ANCHO cm	ÁREA cm <sup>2</sup>	Pu		σ <sub>u</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )
				KN	Kg	
M1	5.07	5.07	25.70	60.21	6138	238.79
M2	5.08	5.06	25.70	69.41	7075	275.24
M3	5.07	5.07	25.70	62.13	6333	246.37
<b>TOTAL PROM.</b>						<b>253.47</b>

**Edad de Muestreo :** 28 DÍAS **Fecha de Obtención :** 5/1/2018  
**Fecha de Ensayo :** 5/29/2018

ESPECIMEN	LARGO cm	ANCHO cm	ÁREA cm <sup>2</sup>	Pu		σ <sub>u</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )
				KN	Kg	
M1	5.08	5.10	25.91	80.60	8216	317.12
M2	5.08	5.05	25.65	78.78	8031	313.05
M3	5.09	5.07	25.81	77.00	7849	304.15
<b>TOTAL PROM.</b>						<b>311.44</b>





**ENSAYO: RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE MORTERO (NTP 334.051)**

**Tesis :** "DISEÑO DE MORTERO EMPLEANDO CENIZAS DE CÁSCARAS DE ARROZ"  
**Tesista :** RAMOS FERNÁNDEZ, Christian Silvestre  
**Ubicación :** PIMENTEL - CHICLAYO - LAMBAYEQUE  
**Fecha :** 5/7/2018

**DOSIFICACIÓN P1 MORTERO CON ADICIÓN DE 5 % DE CEMENTO POR CCA**

**P1 = 1 : 3.5 : 0.05**  
**Proporción = Cemento Arena CCA**

**Edad de Muestreo :** 7 DÍAS **Fecha de Obtención :** 5/8/2018  
**Fecha de Ensayo :** 5/15/2018

ESPECIMEN	LARGO cm	ANCHO cm	ÁREA cm <sup>2</sup>	Pu		σ <sub>u</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )
				KN	Kg	
M1	5.09	5.12	26.06	61.58	6277	240.86
M2	5.10	5.03	25.65	51.82	5282	205.90
M3	5.08	5.07	25.76	55.10	5617	218.09
<b>TOTAL PROM.</b>						<b>221.62</b>

**Edad de Muestreo :** 14 DÍAS **Fecha de Obtención :** 5/8/2018  
**Fecha de Ensayo :** 5/22/2018

ESPECIMEN	LARGO cm	ANCHO cm	ÁREA cm <sup>2</sup>	Pu		σ <sub>u</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )
				KN	Kg	
M1	5.05	5.09	25.70	58.59	5972	232.33
M2	5.07	5.03	25.50	67.19	6849	268.57
M3	5.05	5.07	25.60	64.85	6611	258.21
<b>TOTAL PROM.</b>						<b>253.04</b>

**Edad de Muestreo :** 28 DÍAS **Fecha de Obtención :** 5/8/2018  
**Fecha de Ensayo :** 6/5/2018

ESPECIMEN	LARGO cm	ANCHO cm	ÁREA cm <sup>2</sup>	Pu		σ <sub>u</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )
				KN	Kg	
M1	5.06	5.08	25.70	74.46	7590	295.28
M2	5.08	5.07	25.76	78.67	8019	311.35
M3	5.09	5.07	25.81	80.65	8221	318.57
<b>TOTAL PROM.</b>						<b>308.40</b>



**ENSAYO: RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE MORTERO (NTP 334.051)**

Tesis : "DISEÑO DE MORTERO EMPLEANDO CENIZAS DE CÁSCARAS DE ARROZ"  
 Tesista : RAMOS FERNÁNDEZ, Christian Silvestre  
 Ubicación : PIMENTEL - CHICLAYO - LAMBAYEQUE  
 Fecha : 5/7/2018

**DOSIFICACIÓN P1 MORTERO CON ADICIÓN DE 15 % DE CEMENTO POR CCA**

P1 = 1 : 3.5 : 0.15  
 Proporción = Cemento Arena CCA

Edad de Muestreo : 7 DÍAS      Fecha de Obtención : 5/8/2018  
 Fecha de Ensayo : 5/15/2018

ESPECIMEN	LARGO cm	ANCHO cm	ÁREA cm <sup>2</sup>	Pu		σu (kg/cm <sup>2</sup> )
				KN	Kg	
M1	5.07	5.07	25.70	48.15	4908	190.94
M2	5.10	5.08	25.91	51.78	5278	203.72
M3	5.08	5.08	25.81	52.36	5337	206.81
<b>TOTAL PROM.</b>						<b>200.49</b>

Edad de Muestreo : 14 DÍAS      Fecha de Obtención : 5/8/2018  
 Fecha de Ensayo : 5/22/2018

ESPECIMEN	LARGO cm	ANCHO cm	ÁREA cm <sup>2</sup>	Pu		σu (kg/cm <sup>2</sup> )
				KN	Kg	
M1	5.07	5.07	25.70	61.53	6272	244.00
M2	5.08	5.08	25.81	55.87	5695	220.68
M3	5.07	5.06	25.65	58.79	5993	233.61
<b>TOTAL PROM.</b>						<b>232.76</b>

Edad de Muestreo : 28 DÍAS      Fecha de Obtención : 5/8/2018  
 Fecha de Ensayo : 6/5/2018

ESPECIMEN	LARGO cm	ANCHO cm	ÁREA cm <sup>2</sup>	Pu		σu (kg/cm <sup>2</sup> )
				KN	Kg	
M1	5.08	5.07	25.76	67.71	6902	267.98
M2	5.10	5.09	25.96	76.63	7811	300.90
M3	5.09	5.09	25.91	72.17	7357	283.97
<b>TOTAL PROM.</b>						<b>284.28</b>

Anexo 10.1.2. Dosificación 1:4



FACULTAD DE INGENIERÍA, ARQUITECTURA Y URBANISMO  
 ESCUELA PROFESIONAL INGENIERÍA CIVIL  
 LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

ENSAYO: RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE MORTERO (NTP 334.051).

Tesis : "DISEÑO DE MORTERO EMPLEANDO CENIZAS DE CÁSCARAS DE ARROZ"  
 Tesista : RAMOS FERNÁNDEZ, Christian Silvestre  
 Ubicación : PIMENTEL - CHICLAYO - LAMBAYEQUE  
 Fecha : 5/1/2018

DOSIFICACION P2 MORTEROS PATRÓN

P2 = 1 : 4  
 Proporción = Cemento Arena

Edad de Muestreo : 7 DÍAS  
 Fecha de Obtención : 5/2/2018  
 Fecha de Ensayo : 5/9/2018

ESPECIMEN	LARGO cm	ANCHO cm	ÁREA cm <sup>2</sup>	Pu		σ <sub>u</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )
				KN	Kg	
M1	5.11	5.07	25.91	48.33	4927	190.18
M2	5.08	5.06	25.70	43.73	4458	173.43
M3	5.09	5.07	25.81	46.81	4772	184.92
<b>TOTAL PROM.</b>						<b>182.84</b>

Edad de Muestreo : 14 DÍAS  
 Fecha de Obtención : 5/2/2018  
 Fecha de Ensayo : 5/16/2018

ESPECIMEN	LARGO cm	ANCHO cm	ÁREA cm <sup>2</sup>	Pu		σ <sub>u</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )
				KN	Kg	
M1	5.07	5.10	25.86	56.05	5714	220.98
M2	5.07	5.08	25.76	53.25	5428	210.75
M3	5.06	5.10	25.81	54.36	5541	214.72
<b>TOTAL PROM.</b>						<b>215.48</b>

Edad de Muestreo : 28 DÍAS  
 Fecha de Obtención : 5/2/2018  
 Fecha de Ensayo : 5/30/2018

ESPECIMEN	LARGO cm	ANCHO cm	ÁREA cm <sup>2</sup>	Pu		σ <sub>u</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )
				KN	Kg	
M1	5.06	5.09	25.76	58.79	5993	232.69
M2	5.07	5.11	25.91	66.82	6811	262.89
M3	5.07	5.09	25.81	64.81	6607	256.02
<b>TOTAL PROM.</b>						<b>250.54</b>





# UNIVERSIDAD SEÑOR DE SIPÁN

FACULTAD DE INGENIERÍA, ARQUITECTURA Y URBANISMO  
 ESCUELA PROFESIONAL INGENIERÍA CIVIL  
 LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

ENSAYO: RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE MORTERO (NTP 334.051).

Tesis : "DISEÑO DE MORTERO EMPLEANDO CENIZAS DE CÁSCARAS DE ARROZ"  
 Tesista : RAMOS FERNÁNDEZ, Christian Silvestre  
 Ubicación : PIMENTEL - CHICLAYO - LAMBAYEQUE  
 Fecha : 5/1/2018

DOSIFICACION P2 (1:4) MORTERO CON SUSTITUCIÓN DE 10 % DE CEMENTO POR CCA

P2 = 0.90 : 4 : 0.10  
 Proporción = Cemento Arena CCA

Edad de Muestreo : 7 DÍAS Fecha de Obtención : 5/2/2018  
 Fecha de Ensayo : 5/9/2018

ESPECIMEN	LARGO cm	ANCHO cm	ÁREA cm <sup>2</sup>	Pu		σ <sub>u</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )
				KN	Kg	
M1	5.09	5.12	26.06	57.67	5879	225.59
M2	5.09	5.09	25.91	51.82	5282	203.87
M3	5.08	5.10	25.91	53.78	5482	211.59
TOTAL PROM.						213.69

Edad de Muestreo : 14 DÍAS Fecha de Obtención : 5/2/2018  
 Fecha de Ensayo : 5/16/2018

ESPECIMEN	LARGO cm	ANCHO cm	ÁREA cm <sup>2</sup>	Pu		σ <sub>u</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )
				KN	Kg	
M1	5.11	5.07	25.91	65.45	6672	257.53
M2	5.07	5.09	25.81	59.54	6069	235.18
M3	5.08	5.11	25.96	58.03	5915	227.86
TOTAL PROM.						240.19

Edad de Muestreo : 28 DÍAS Fecha de Obtención : 5/2/2018  
 Fecha de Ensayo : 5/30/2018

ESPECIMEN	LARGO cm	ANCHO cm	ÁREA cm <sup>2</sup>	Pu		σ <sub>u</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )
				KN	Kg	
M1	5.10	5.07	25.86	68.54	6987	270.22
M2	5.10	5.03	25.653	72.26	7366	287.14
M3	5.08	5.06	25.70	73.59	7502	291.85
TOTAL PROM.						283.07

# USS | UNIVERSIDAD SEÑOR DE SIPÁN

FACULTAD DE INGENIERÍA, ARQUITECTURA Y URBANISMO  
 ESCUELA PROFESIONAL INGENIERÍA CIVIL  
 LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

ENSAYO: RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE MORTERO (NTP 334.051).

Tesis : "DISEÑO DE MORTERO EMPLEANDO CENIZAS DE CÁSCARAS DE ARROZ"  
 Tesista : RAMOS FERNÁNDEZ, Christian Silvestre  
 Ubicación : PIMENTEL - CHICLAYO - LAMBAYEQUE  
 Fecha : 5/2/2018

DOSIFICACION P2 (1:4) MORTERO CON SUSTITUCIÓN DE 15 % DE CEMENTO POR CCA

P2 = 0.85 : 4 : 0.15  
 Proporción = Cemento Arena CCA

Edad de Muestreo : 7 DÍAS      Fecha de Obtención : 5/3/2018  
 Fecha de Ensayo : 5/10/2018

ESPECIMEN	LARGO cm	ANCHO cm	ÁREA cm <sup>2</sup>	Pu		σ <sub>u</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )
				KN	Kg	
M1	5.06	5.05	25.55	51.62	5262	205.92
M2	5.10	5.07	25.86	45.65	4653	179.95
M3	5.07	5.08	25.76	48.90	4985	193.55
<b>TOTAL PROM.</b>						<b>193.14</b>

Edad de Muestreo : 14 DÍAS      Fecha de Obtención : 5/3/2018  
 Fecha de Ensayo : 5/17/2018

ESPECIMEN	LARGO cm	ANCHO cm	ÁREA cm <sup>2</sup>	Pu		σ <sub>u</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )
				KN	Kg	
M1	5.10	5.06	25.81	58.20	5933	229.91
M2	5.12	5.03	25.7536	54.31	5536	214.96
M3	5.10	5.05	25.76	55.67	5675	220.35
<b>TOTAL PROM.</b>						<b>221.74</b>

Edad de Muestreo : 28 DÍAS      Fecha de Obtención : 5/3/2018  
 Fecha de Ensayo : 5/31/2018

ESPECIMEN	LARGO cm	ANCHO cm	ÁREA cm <sup>2</sup>	Pu		σ <sub>u</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )
				KN	Kg	
M1	5.10	5.12	26.11	71.79	7318	280.25
M2	5.08	5.06	25.7048	62.46	6367	247.70
M3	5.07	5.10	25.86	67.54	6885	266.27
<b>TOTAL PROM.</b>						<b>264.74</b>



Tesis : "DISEÑO DE MORTERO EMPLEANDO CENIZAS DE CÁSCARAS DE ARROZ"  
 Tesista : RAMOS FERNÁNDEZ, Christian Silvestre  
 Ubicación : PIMENTEL - CHICLAYO - LAMBAYEQUE  
 Fecha : 5/8/2018

DOSIFICACION P2 (1:4) MORTERO CON ADICIÓN DE 5 % DE CEMENTO POR CCA

P2 = 1 : 4 : 0.05  
 Proporción = Cemento Arena CCA

Edad de Muestreo : 7 DÍAS Fecha de Obtención : 09/05/2014  
 Fecha de Ensayo : 16/05/2014

ESPECIMEN	LARGO cm	ANCHO cm	ÁREA cm <sup>2</sup>	Pu		σ <sub>u</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )
				KN	Kg	
M1	5.08	5.14	26.11	51.87	5287	202.48
M2	5.06	5.07	25.65	55.35	5642	219.93
M3	5.10	5.11	26.06	54.40	5545	212.77
TOTAL PROM.						211.73

Edad de Muestreo : 14 DÍAS Fecha de Obtención : 09/05/2014  
 Fecha de Ensayo : 23/05/2014

ESPECIMEN	LARGO cm	ANCHO cm	ÁREA cm <sup>2</sup>	Pu		σ <sub>u</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )
				KN	Kg	
M1	5.06	5.08	25.70	61.06	6224	242.13
M2	5.05	5.07	25.60	60.41	6158	240.51
M3	5.06	5.08	25.70	60.95	6213	241.71
TOTAL PROM.						241.45

Edad de Muestreo : 28 DÍAS Fecha de Obtención : 09/05/2014  
 Fecha de Ensayo : 06/06/2014

ESPECIMEN	LARGO cm	ANCHO cm	ÁREA cm <sup>2</sup>	Pu		σ <sub>u</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )
				KN	Kg	
M1	5.05	5.11	25.81	72.48	7388	286.30
M2	5.10	5.10	26.01	74.66	7611	292.62
M3	5.07	5.12	25.96	71.14	7252	279.37
TOTAL PROM.						286.09



# UNIVERSIDAD SEÑOR DE SIPÁN

FACULTAD DE INGENIERÍA, ARQUITECTURA Y URBANISMO  
 ESCUELA PROFESIONAL INGENIERÍA CIVIL  
 LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

ENSAYO: RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE MORTERO (NTP 334.051).

Tesis : "DISEÑO DE MORTERO EMPLEANDO CENIZAS DE CÁSCARAS DE ARROZ"  
 Tesista : RAMOS FERNÁNDEZ, Christian Silvestre  
 Ubicación : PIMENTEL - CHICLAYO - LAMBAYEQUE  
 Fecha : 5/8/2018

DOSIFICACION P2 (1:4) MORTERO CON ADICIÓN DE 15 % DE CEMENTO POR CCA

P2 = 1 : 4 : 0.15  
 Proporción = Cemento Arena CCA

Edad de Muestreo : 7 DÍAS  
 Fecha de Obtención : 09/05/2014  
 Fecha de Ensayo : 16/05/2014

ESPECIMEN	LARGO cm	ANCHO cm	ÁREA cm <sup>2</sup>	Pu		σ <sub>u</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )
				KN	Kg	
M1	5.11	5.09	26.01	48.74	4968	191.00
M2	5.10	5.10	26.01	49.96	5093	195.81
M3	5.07	5.11	25.91	48.89	4984	192.38
<b>TOTAL PROM.</b>						<b>193.06</b>

Edad de Muestreo : 14 DÍAS  
 Fecha de Obtención : 09/05/2014  
 Fecha de Ensayo : 23/05/2014

ESPECIMEN	LARGO cm	ANCHO cm	ÁREA cm <sup>2</sup>	Pu		σ <sub>u</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )
				KN	Kg	
M1	5.07	5.08	25.76	59.86	6102	236.92
M2	5.09	5.08	25.86	53.31	5434	210.15
M3	5.08	5.08	25.81	57.63	5875	227.66
<b>TOTAL PROM.</b>						<b>224.91</b>

Edad de Muestreo : 28 DÍAS  
 Fecha de Obtención : 09/05/2014  
 Fecha de Ensayo : 06/06/2014

ESPECIMEN	LARGO cm	ANCHO cm	ÁREA cm <sup>2</sup>	Pu		σ <sub>u</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )
				KN	Kg	
M1	5.09	5.06	25.76	69.21	7055	273.92
M2	5.10	5.07	25.857	66.84	6813	263.49
M3	5.07	5.09	25.81	61.29	6248	242.11
<b>TOTAL PROM.</b>						<b>259.84</b>

Anexo 10.1.3. Dosificación 1:5



FACULTAD DE INGENIERÍA, ARQUITECTURA Y URBANISMO  
 ESCUELA PROFESIONAL INGENIERÍA CIVIL  
 LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

ENSAYO: RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE MORTERO (NTP 334.051).

Tesis : "DISEÑO DE MORTERO EMPLEANDO CENIZAS DE CÁSCARAS DE ARROZ"  
 Tesista : RAMOS FERNÁNDEZ, Christian Silvestre  
 Ubicación : PIMENTEL - CHICLAYO - LAMBAYEQUE  
 Fecha : 5/2/2018

DOSIFICACION P2 MORTEROS PATRON

P2 = 1 : 5  
 Proporción = Cemento Arena

Edad de Muestreo : 7 DÍAS  
 Fecha de Obtención : 5/3/2018  
 Fecha de Ensayo : 5/10/2018

ESPECIMEN	LARGO cm	ANCHO cm	ÁREA cm <sup>2</sup>	Pu		σu (kg/cm <sup>2</sup> )
				KN	Kg	
M1	5.11	5.07	25.91	30.41	3100	119.66
M2	5.07	5.09	25.81	24.03	2450	94.94
M3	5.10	5.07	25.86	26.20	2671	103.30
<b>TOTAL PROM.</b>						<b>105.96</b>

Edad de Muestreo : 14 DÍAS  
 Fecha de Obtención : 5/3/2018  
 Fecha de Ensayo : 5/17/2018

ESPECIMEN	LARGO cm	ANCHO cm	ÁREA cm <sup>2</sup>	Pu		σu (kg/cm <sup>2</sup> )
				KN	Kg	
M1	5.07	5.05	25.60	35.01	3569	139.40
M2	5.09	5.10	25.959	31.05	3165	121.92
M3	5.08	5.08	25.81	33.08	3372	130.67
<b>TOTAL PROM.</b>						<b>130.66</b>

Edad de Muestreo : 28 DÍAS  
 Fecha de Obtención : 5/3/2018  
 Fecha de Ensayo : 5/31/2018

ESPECIMEN	LARGO cm	ANCHO cm	ÁREA cm <sup>2</sup>	Pu		σu (kg/cm <sup>2</sup> )
				KN	Kg	
M1	5.06	5.10	25.81	47.80	4873	188.83
M2	5.09	5.08	25.86	46.59	4749	183.66
M3	5.05	5.11	25.81	49.80	5076	196.70
<b>TOTAL PROM.</b>						<b>189.73</b>

# UNIVERSIDAD SEÑOR DE SIPÁN

FACULTAD DE INGENIERÍA, ARQUITECTURA Y URBANISMO  
 ESCUELA PROFESIONAL INGENIERÍA CIVIL  
 LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

ENSAYO: RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE MORTERO (NTP 334.051).

Tesis : "DISEÑO DE MORTERO EMPLEANDO CENIZAS DE CÁSCARAS DE ARROZ"  
 Tesista : RAMOS FERNÁNDEZ, Christian Silvestre  
 Ubicación : PIMENTEL - CHICLAYO - LAMBAYEQUE  
 Fecha : 5/2/2018

DOSIFICACION P2 (1:5) MORTERO CON SUSTITUCIÓN DE 5 % DE CEMENTO POR CCA

P2 = 0.95 : 5 : 0.05  
 Proporción = Cemento Arena CCA

Edad de Muestreo : 7 DÍAS Fecha de Obtención : 5/3/2018  
 Fecha de Ensayo : 5/10/2018

ESPECIMEN	LARGO cm	ANCHO cm	ÁREA cm <sup>2</sup>	Pu		σ <sub>u</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )
				KN	Kg	
M1	5.05	5.09	25.70	31.88	3250	126.44
M2	5.09	5.05	25.70	29.53	3010	117.10
M3	5.06	5.06	25.60	29.01	2957	115.49
TOTAL PROM.						119.68

Edad de Muestreo : 14 DÍAS Fecha de Obtención : 5/3/2018  
 Fecha de Ensayo : 5/17/2018

ESPECIMEN	LARGO cm	ANCHO cm	ÁREA cm <sup>2</sup>	Pu		σ <sub>u</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )
				KN	Kg	
M1	5.09	5.07	25.81	37.11	3783	146.59
M2	5.08	5.09	25.86	33.94	3460	133.81
M3	5.07	5.07	25.70	38.17	3891	151.37
TOTAL PROM.						143.93

Edad de Muestreo : 28 DÍAS Fecha de Obtención : 5/3/2018  
 Fecha de Ensayo : 5/31/2018

ESPECIMEN	LARGO cm	ANCHO cm	ÁREA cm <sup>2</sup>	Pu		σ <sub>u</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )
				KN	Kg	
M1	5.07	5.09	25.81	57.93	5905	228.82
M2	5.07	5.09	25.81	49.81	5077	196.73
M3	5.08	5.08	25.81	53.09	5412	209.72
TOTAL PROM.						211.76



# UNIVERSIDAD SEÑOR DE SIPÁN

FACULTAD DE INGENIERÍA, ARQUITECTURA Y URBANISMO  
 ESCUELA PROFESIONAL INGENIERÍA CIVIL  
 LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

ENSAYO: RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE MORTERO (NTP 334.051).

Tesis : "DISEÑO DE MORTERO EMPLEANDO CENIZAS DE CÁSCARAS DE ARROZ"  
 Tesista : RAMOS FERNÁNDEZ, Christian Silvestre  
 Ubicación : PIMENTEL - CHICLAYO - LAMBAYEQUE  
 Fecha : 5/3/2018

DOSIFICACION P2 (1:5) MORTERO CON SUSTITUCIÓN DE 10 % DE CEMENTO POR CCA

P2 = 0.90 : 5 : 0.10  
 Proporción = Cemento Arena CCA

Edad de Muestreo : 7 DÍAS  
 Fecha de Obtención : 5/4/2018  
 Fecha de Ensayo : 5/11/2018

ESPECIMEN	LARGO cm	ANCHO cm	ÁREA cm <sup>2</sup>	Pu		σu (kg/cm <sup>2</sup> )
				KN	Kg	
M1	5.06	5.10	25.81	31.54	3215	124.58
M2	5.07	5.08	25.76	34.77	3544	137.60
M3	5.08	5.08	25.81	30.22	3081	119.39
TOTAL PROM.						127.19

Edad de Muestreo : 14 DÍAS  
 Fecha de Obtención : 5/4/2018  
 Fecha de Ensayo : 5/18/2018

ESPECIMEN	LARGO cm	ANCHO cm	ÁREA cm <sup>2</sup>	Pu		σu (kg/cm <sup>2</sup> )
				KN	Kg	
M1	5.06	5.06	25.60	42.63	4346	169.74
M2	5.06	5.07	25.65	38.84	3959	154.32
M3	5.09	5.07	25.81	34.25	3491	135.28
TOTAL PROM.						153.11

Edad de Muestreo : 28 DÍAS  
 Fecha de Obtención : 5/4/2018  
 Fecha de Ensayo : 6/1/2018

ESPECIMEN	LARGO cm	ANCHO cm	ÁREA cm <sup>2</sup>	Pu		σu (kg/cm <sup>2</sup> )
				KN	Kg	
M1	5.06	5.07	25.65	56.18	5727	223.24
M2	5.07	5.06	25.65	60.64	6181	240.94
M3	5.05	5.09	25.70	52.27	5328	207.28
TOTAL PROM.						223.82

# UNIVERSIDAD SEÑOR DE SIPÁN

FACULTAD DE INGENIERÍA, ARQUITECTURA Y URBANISMO  
 ESCUELA PROFESIONAL INGENIERÍA CIVIL  
 LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

ENSAYO: RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE MORTERO (NTP 334.051).

Tesis : "DISEÑO DE MORTERO EMPLEANDO CENIZAS DE CÁSCARAS DE ARROZ"  
 Tesista : RAMOS FERNÁNDEZ, Christian Silvestre  
 Ubicación : PIMENTEL - CHICLAYO - LAMBAYEQUE  
 Fecha : 5/3/2018

DOSIFICACION P2 (1:5) MORTERO CON SUSTITUCIÓN DE 15 % DE CEMENTO POR CCA

P2 = 0.85 : 5 : 0.15  
 Proporción = Cemento Arena CCA

Edad de Muestreo : 7 DÍAS  
 Fecha de Obtención : 5/4/2018  
 Fecha de Ensayo : 5/11/2018

ESPECIMEN	LARGO cm	ANCHO cm	ÁREA cm <sup>2</sup>	Pu		σ <sub>u</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )
				KN	Kg	
M1	5.09	5.10	25.96	24.15	2462	94.84
M2	5.10	5.07	25.86	28.89	2945	113.90
M3	5.09	5.09	25.91	32.45	3308	127.68
<b>TOTAL PROM.</b>						<b>112.14</b>

Edad de Muestreo : 14 DÍAS  
 Fecha de Obtención : 5/4/2018  
 Fecha de Ensayo : 5/18/2018

ESPECIMEN	LARGO cm	ANCHO cm	ÁREA cm <sup>2</sup>	Pu		σ <sub>u</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )
				KN	Kg	
M1	5.09	5.07	25.81	33.48	3413	132.25
M2	5.07	5.10	25.86	37.78	3851	148.93
M3	5.08	5.08	25.81	32.27	3289	127.45
<b>TOTAL PROM.</b>						<b>136.21</b>

Edad de Muestreo : 28 DÍAS  
 Fecha de Obtención : 5/4/2018  
 Fecha de Ensayo : 6/1/2018

ESPECIMEN	LARGO cm	ANCHO cm	ÁREA cm <sup>2</sup>	Pu		σ <sub>u</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )
				KN	Kg	
M1	5.09	5.11	26.01	55.55	5663	217.72
M2	5.09	5.07	25.81	47.88	4881	189.14
M3	5.08	5.09	25.86	52.47	5349	206.87
<b>TOTAL PROM.</b>						<b>204.58</b>

# USS | UNIVERSIDAD SEÑOR DE SIPÁN

FACULTAD DE INGENIERÍA, ARQUITECTURA Y URBANISMO  
 ESCUELA PROFESIONAL INGENIERÍA CIVIL  
 LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

ENSAYO: RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE MORTERO (NTP 334.051).

Tesis : "DISEÑO DE MORTERO EMPLEANDO CENIZAS DE CÁSCARAS DE ARROZ"  
 Tesista : RAMOS FERNÁNDEZ, Christian Silvestre  
 Ubicación : PIMENTEL - CHICLAYO - LAMBAYEQUE  
 Fecha : 5/9/2018

DOSIFICACION P2 (1:5) MORTERO CON ADICIÓN DE 5 % DE CEMENTO POR CCA

P2 = 1 : 5 : 0.05  
 Proporción = Cemento Arena CCA

Edad de Muestreo : 7 DÍAS Fecha de Obtención : 5/10/2018  
 Fecha de Ensayo : 5/17/2018

ESPECIMEN	LARGO cm	ANCHO cm	ÁREA cm <sup>2</sup>	Pu		σ <sub>u</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )
				KN	Kg	
M1	5.06	5.10	25.81	30.97	3157	122.34
M2	5.08	5.10	25.91	36.92	3764	145.28
M3	5.07	5.07	25.70	32.47	3310	128.77
TOTAL PROM.						132.13

Edad de Muestreo : 14 DÍAS Fecha de Obtención : 5/10/2018  
 Fecha de Ensayo : 5/24/2018

ESPECIMEN	LARGO cm	ANCHO cm	ÁREA cm <sup>2</sup>	Pu		σ <sub>u</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )
				KN	Kg	
M1	5.09	5.09	25.91	42.34	4316	166.59
M2	5.09	5.11	26.01	38.77	3952	151.94
M3	5.08	5.10	25.91	40.45	4123	159.14
TOTAL PROM.						159.22

Edad de Muestreo : 28 DÍAS Fecha de Obtención : 5/10/2018  
 Fecha de Ensayo : 6/7/2018

ESPECIMEN	LARGO cm	ANCHO cm	ÁREA cm <sup>2</sup>	Pu		σ <sub>u</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )
				KN	Kg	
M1	5.09	5.09	25.91	60.01	6117	236.10
M2	5.09	5.12	26.06	55.46	5653	216.92
M3	5.07	5.10	25.86	53.17	5420	209.61
TOTAL PROM.						220.88



# UNIVERSIDAD SEÑOR DE SIPÁN

FACULTAD DE INGENIERÍA, ARQUITECTURA Y URBANISMO  
 ESCUELA PROFESIONAL INGENIERÍA CIVIL  
 LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

ENSAYO: RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE MORTERO (NTP 334.051).

Tesis : "DISEÑO DE MORTERO EMPLEANDO CENIZAS DE CÁSCARAS DE ARROZ"  
 Tesista : RAMOS FERNÁNDEZ, Christian Silvestre  
 Ubicación : PIMENTEL - CHICLAYO - LAMBAYEQUE  
 Fecha : 5/9/2018

DOSIFICACION P2 (1:5) MORTERO CON ADICIÓN DE 10 % DE CEMENTO POR CCA

P2 = 1 : 5 : 0.10  
 Proporción = Cemento Arena CCA

Edad de Muestreo : 7 DÍAS Fecha de Obtención : 5/10/2018  
 Fecha de Ensayo : 5/17/2018

ESPECIMEN	LARGO cm	ANCHO cm	ÁREA cm <sup>2</sup>	Pu		σ <sub>u</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )
				KN	Kg	
M1	5.06	5.10	25.81	27.91	2845	110.25
M2	5.08	5.11	25.96	34.82	3549	136.72
M3	5.07	5.07	25.70	32.34	3297	128.26
TOTAL PROM.						125.08

Edad de Muestreo : 14 DÍAS Fecha de Obtención : 5/10/2018  
 Fecha de Ensayo : 5/24/2018

ESPECIMEN	LARGO cm	ANCHO cm	ÁREA cm <sup>2</sup>	Pu		σ <sub>u</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )
				KN	Kg	
M1	5.04	5.11	25.75	34.45	3512	136.37
M2	5.02	5.10	25.60	42.09	4291	167.60
M3	5.05	5.12	25.86	38.72	3947	152.65
TOTAL PROM.						152.21

Edad de Muestreo : 28 DÍAS Fecha de Obtención : 5/10/2018  
 Fecha de Ensayo : 6/7/2018

ESPECIMEN	LARGO cm	ANCHO cm	ÁREA cm <sup>2</sup>	Pu		σ <sub>u</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )
				KN	Kg	
M1	5.02	5.11	25.65	52.15	5316	207.23
M2	5.10	5.10	26.01	50.36	5134	197.39
M3	5.06	5.08	25.70	56.40	5749	223.65
TOTAL PROM.						209.42



## Anexo 10.2. Resistencia a la flexión de mortero

Anexo 10.2.1. Dosificación 1:3.5



FACULTAD DE INGENIERÍA, ARQUITECTURA Y URBANISMO  
 ESCUELA PROFESIONAL INGENIERÍA CIVIL  
 LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

ENSAYO: RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DE MORTERO (NTP 334.120).

Tesis : "DISEÑO DE MORTERO EMPLEANDO CENIZAS DE CÁSCARAS DE ARROZ"  
 Testista : RAMOS FERNÁNDEZ, Christian Silvestre  
 Ubicación : PIMENTEL - CHICLAYO - LAMBAYEQUE  
 Fecha : 5/9/2018

DOSIFICACIÓN P1 MORTERO PATRÓN

P1 = 1 : 3.5  
 Proporción = Cemento Arena

Edad de Muestreo : 7 DÍAS

Fecha de Obtención : 5/10/2018

Fecha de Ensayo : 5/17/2018

VIGAS	LONGITUD ENTRE APOYOS (cm)	LADOS DEL CUBO			Pu (Kgf)	R (kg/cm <sup>2</sup> )
		b (cm)	b (cm)	b (cm)		
M1	17.50	2.49	2.51	2.50	26.22	44.05
M2	17.50	2.53	2.55	2.53	24.54	39.47
M3	17.50	2.57	2.60	2.54	26.77	41.40
PROMEDIO =						41.64
σ =						2.30
PROMEDIO - σ =						39.34

Edad de Muestreo : 14 DÍAS

Fecha de Obtención : 5/10/2018

Fecha de Ensayo : 5/24/2018

VIGAS	LONGITUD ENTRE APOYOS (cm)	LADOS DEL CUBO			Pu (Kgf)	R (kg/cm <sup>2</sup> )
		b (cm)	b (cm)	b (cm)		
M1	17.50	2.55	2.56	2.51	28.16	45.11
M2	17.50	2.54	2.57	2.50	28.90	46.49
M3	17.50	2.60	2.55	2.61	29.19	44.28
PROMEDIO =						45.29
σ =						1.11
PROMEDIO - σ =						44.18

Edad de Muestreo : 28 DÍAS

Fecha de Obtención : 5/10/2018

Fecha de Ensayo : 6/7/2018

VIGAS	LONGITUD ENTRE APOYOS (cm)	LADOS DEL CUBO			Pu (Kgf)	R (kg/cm <sup>2</sup> )
		b (cm)	b (cm)	b (cm)		
M1	17.50	2.54	2.55	2.57	33.97	53.57
M2	17.50	2.65	2.61	2.58	33.73	49.62
M3	17.50	2.70	2.68	2.71	35.41	47.40
PROMEDIO =						50.20
σ =						3.12
PROMEDIO - σ =						47.07

**ENSAYO: RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DE MORTERO (NTP 334.120).**

Tesis : "DISEÑO DE MORTERO EMPLEANDO CENIZAS DE CÁSCARAS DE ARROZ"  
 Tesista : RAMOS FERNÁNDEZ, Christian Silvestre  
 Ubicación : PIMENTEL - CHICLAYO - LAMBAYEQUE  
 Fecha : 5/9/2018

**DOSIFICACIÓN P1 MORTERO CON SUSTITUCIÓN DE 5 % DE CEMENTO POR CCA**

P1 = 0.95 : 3.5 : 0.05  
 Proporción = Cemento Arena CCA

Edad de Muestreo : 7 DÍAS  
 Fecha de Obtención : 5/10/2018  
 Fecha de Ensayo : 5/17/2018

VIGAS	LONGITUD ENTRE APOYOS (cm)	LADOS DEL CUBO			Pu (Kgf)	R (kg/cm <sup>2</sup> )
		b (cm)	b (cm)	b (cm)		
M1	17.50	2.72	2.70	2.71	31.71	41.82
M2	17.50	2.66	2.61	2.65	31.07	44.33
M3	17.50	2.56	2.59	2.55	32.04	49.74
<b>PROMEDIO =</b>						<b>45.30</b>
<b>σ =</b>						<b>4.05</b>
<b>PROMEDIO - σ =</b>						<b>41.25</b>

Edad de Muestreo : 14 DÍAS  
 Fecha de Obtención : 5/10/2018  
 Fecha de Ensayo : 5/24/2018

VIGAS	LONGITUD ENTRE APOYOS (cm)	LADOS DEL CUBO			Pu (Kgf)	R (kg/cm <sup>2</sup> )
		b (cm)	b (cm)	b (cm)		
M1	17.50	2.74	2.73	2.68	35.27	46.18
M2	17.50	2.63	2.63	2.65	33.33	47.73
M3	17.50	2.56	2.58	2.54	30.42	47.60
<b>PROMEDIO =</b>						<b>47.17</b>
<b>σ =</b>						<b>0.86</b>
<b>PROMEDIO - σ =</b>						<b>46.31</b>

Edad de Muestreo : 28 DÍAS  
 Fecha de Obtención : 5/10/2018  
 Fecha de Ensayo : 6/7/2018

VIGAS	LONGITUD ENTRE APOYOS (cm)	LADOS DEL CUBO			Pu (Kgf)	R (kg/cm <sup>2</sup> )
		b (cm)	b (cm)	b (cm)		
M1	17.50	2.60	2.61	2.61	33.65	49.87
M2	17.50	2.55	2.55	2.55	32.04	50.72
M3	17.50	2.51	2.53	2.54	31.55	51.35
<b>PROMEDIO =</b>						<b>50.65</b>
<b>σ =</b>						<b>0.74</b>
<b>PROMEDIO - σ =</b>						<b>49.91</b>

ENSAYO: RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DE MORTERO (NTP 334.120).

Tesis : "DISEÑO DE MORTERO EMPLEANDO CENIZAS DE CÁSCARAS DE ARROZ"  
 Tesista : RAMOS FERNÁNDEZ, Christian Silvestre  
 Ubicación : PIMENTEL - CHICLAYO - LAMBAYEQUE  
 Fecha : 5/9/2018

DOSIFICACIÓN P1 MORTERO CON SUSTITUCIÓN DE 10 % DE CEMENTO POR CCA

P1 = 0.90 : 3.5 : 0.10  
 Proporción = Cemento Arena CCA

Edad de Muestreo : 7 DÍAS  
 Fecha de Obtención : 5/10/2018  
 Fecha de Ensayo : 5/17/2018

VIGAS	LONGITUD ENTRE APOYOS (cm)	LADOS DEL CUBO			Pu (Kgf)	R (kg/cm <sup>2</sup> )
		b (cm)	b (cm)	b (cm)		
M1	17.50	2.53	2.53	2.49	29.45	48.50
M2	17.50	2.56	2.51	2.53	28.16	45.47
M3	17.50	2.57	2.55	2.52	27.51	43.73
PROMEDIO =						45.90
$\sigma$ =						2.42
PROMEDIO - $\sigma$ =						43.48

Edad de Muestreo : 14 DÍAS  
 Fecha de Obtención : 5/10/2018  
 Fecha de Ensayo : 5/24/2018

VIGAS	LONGITUD ENTRE APOYOS (cm)	LADOS DEL CUBO			Pu (Kgf)	R (kg/cm <sup>2</sup> )
		b (cm)	b (cm)	b (cm)		
M1	17.50	2.70	2.51	2.58	32.36	48.58
M2	17.50	2.61	2.58	2.55	33.33	50.95
M3	17.50	2.57	2.63	2.60	33.97	50.74
PROMEDIO =						50.09
$\sigma$ =						1.31
PROMEDIO - $\sigma$ =						48.78

Edad de Muestreo : 28 DÍAS  
 Fecha de Obtención : 5/10/2018  
 Fecha de Ensayo : 6/7/2018

VIGAS	LONGITUD ENTRE APOYOS (cm)	LADOS DEL CUBO			Pu (Kgf)	R (kg/cm <sup>2</sup> )
		b (cm)	b (cm)	b (cm)		
M1	17.50	2.53	2.57	2.53	34.30	54.73
M2	17.50	2.54	2.52	2.50	35.27	57.86
M3	17.50	2.60	2.58	2.61	35.91	53.84
PROMEDIO =						55.48
$\sigma$ =						2.11
PROMEDIO - $\sigma$ =						53.37

# UNIVERSIDAD SEÑOR DE SIPÁN

FACULTAD DE INGENIERÍA, ARQUITECTURA Y URBANISMO  
 ESCUELA PROFESIONAL INGENIERÍA CIVIL  
 LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

ENSAYO: RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DE MORTERO (NTP 334.120).

Tesis : "DISEÑO DE MORTERO EMPLEANDO CENIZAS DE CÁSCARAS DE ARROZ"  
 Tesista : RAMOS FERNÁNDEZ, Christian Silvestre  
 Ubicación : PIMENTEL - CHICLAYO - LAMBAYEQUE  
 Fecha : 5/9/2018

DOSIFICACIÓN P1 MORTERO CON SUSTITUCIÓN DE 15 % DE CEMENTO POR CCA

P1 = 0.85 : 3.5 : 0.15  
 Proporción = Cemento Arena CCA

Edad de Muestreo : 7 DÍAS  
 Fecha de Obtención : 5/10/2018  
 Fecha de Ensayo : 5/17/2018

VIGAS	LONGITUD ENTRE APOYOS (cm)	LADOS DEL CUBO			Pu (Kgf)	R (kg/cm <sup>2</sup> )
		b (cm)	b (cm)	b (cm)		
M1	17.50	2.75	2.70	2.74	26.22	33.83
M2	17.50	2.60	2.65	2.58	28.00	41.35
M3	17.50	2.63	2.57	2.59	26.45	39.66
PROMEDIO =						38.28
$\sigma$ =						3.94
PROMEDIO - $\sigma$ =						34.34

Edad de Muestreo : 14 DÍAS  
 Fecha de Obtención : 5/10/2018  
 Fecha de Ensayo : 5/24/2018

VIGAS	LONGITUD ENTRE APOYOS (cm)	LADOS DEL CUBO			Pu (Kgf)	R (kg/cm <sup>2</sup> )
		b (cm)	b (cm)	b (cm)		
M1	17.50	2.61	2.63	2.61	29.24	42.84
M2	17.50	2.54	2.56	2.55	26.37	41.75
M3	17.50	2.70	2.73	2.69	30.57	40.47
PROMEDIO =						41.69
$\sigma$ =						1.19
PROMEDIO - $\sigma$ =						40.50

Edad de Muestreo : 28 DÍAS  
 Fecha de Obtención : 5/10/2018  
 Fecha de Ensayo : 6/7/2018

VIGAS	LONGITUD ENTRE APOYOS (cm)	LADOS DEL CUBO			Pu (Kgf)	R (kg/cm <sup>2</sup> )
		b (cm)	b (cm)	b (cm)		
M1	17.50	2.60	2.58	2.53	31.42	48.60
M2	17.50	2.53	2.57	2.55	29.18	46.20
M3	17.50	2.59	2.61	2.59	29.54	44.29
PROMEDIO =						46.36
$\sigma$ =						2.16
PROMEDIO - $\sigma$ =						44.20

ENSAYO: RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DE MORTERO (NTP 334.120).

Tesis : "DISEÑO DE MORTERO EMPLEANDO CENZAS DE CÁSCARAS DE ARROZ"  
 Tesista : RAMOS FERNÁNDEZ, Christian Silvestre  
 Ubicación : PIMENTEL - CHICLAYO - LAMBAYEQUE  
 Fecha : 5/14/2018

DOSIFICACIÓN P1 MORTERO CON ADICIÓN DE 5% DE CEMENTO POR CCA.

P1 = 1 : 3.5 : 0.05  
 Proporción = Cemento Arena CCA

Edad de Muestreo : 7 DÍAS  
 Fecha de Obtención : 5/15/2018  
 Fecha de Ensayo : 5/22/2018

VIGAS	LONGITUD ENTRE APOYOS (cm)	LADOS DEL CUBO			Pu (Kgf)	R (kg/cm <sup>2</sup> )
		b (cm)	b (cm)	b (cm)		
M1	17.50	2.50	2.53	2.53	27.22	44.65
M2	17.50	2.57	2.55	2.55	27.61	43.37
M3	17.50	2.52	2.54	2.51	28.78	47.02
PROMEDIO =						45.01
$\sigma$ =						1.85
PROMEDIO - $\sigma$ =						43.16

Edad de Muestreo : 14 DÍAS  
 Fecha de Obtención : 5/15/2018  
 Fecha de Ensayo : 5/29/2018

VIGAS	LONGITUD ENTRE APOYOS (cm)	LADOS DEL CUBO			Pu (Kgf)	R (kg/cm <sup>2</sup> )
		b (cm)	b (cm)	b (cm)		
M1	17.50	2.52	2.53	2.52	36.24	59.21
M2	17.50	2.65	2.61	2.59	35.88	52.58
M3	17.50	2.57	2.53	2.56	33.78	53.27
PROMEDIO =						55.02
$\sigma$ =						3.65
PROMEDIO - $\sigma$ =						51.37

Edad de Muestreo : 28 DÍAS  
 Fecha de Obtención : 5/15/2018  
 Fecha de Ensayo : 6/12/2018

VIGAS	LONGITUD ENTRE APOYOS (cm)	LADOS DEL CUBO			Pu (Kgf)	R (kg/cm <sup>2</sup> )
		b (cm)	b (cm)	b (cm)		
M1	17.50	2.52	2.52	2.55	41.08	66.59
M2	17.50	2.55	2.56	2.54	39.51	62.55
M3	17.50	2.59	2.61	2.57	38.20	57.72
PROMEDIO =						62.29
$\sigma$ =						4.44
PROMEDIO - $\sigma$ =						57.84



# UNIVERSIDAD SEÑOR DE SIPÁN

FACULTAD DE INGENIERÍA, ARQUITECTURA Y URBANISMO  
 ESCUELA PROFESIONAL INGENIERÍA CIVIL  
 LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

ENSAYO: RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DE MORTERO (NTP 334.120).

Tesis : "DISEÑO DE MORTERO EMPLEANDO CENIZAS DE CÁSCARAS DE ARROZ"  
 Tesista : RAMOS FERNÁNDEZ, Christian Silvestre  
 Ubicación : PIMENTEL - CHICLAYO - LAMBAYEQUE  
 Fecha : 5/14/2018

DOSIFICACIÓN P1 MORTERO CON ADICIÓN DE 10 % DE CEMENTO POR CCA

P1 = 1 : 3.5 : 0.10  
 Proporción = Cemento Arena CCA

Edad de Muestreo : 7 DÍAS  
 Fecha de Obtención : 5/15/2018  
 Fecha de Ensayo : 5/22/2018

VIGAS	LONGITUD ENTRE APOYOS (cm)	LADOS DEL CUBO			Pu (Kgf)	R (kg/cm <sup>2</sup> )
		b (cm)	b (cm)	b (cm)		
M1	17.50	2.56	2.58	2.57	30.59	47.31
M2	17.50	2.49	2.53	2.51	26.72	44.36
M3	17.50	2.58	2.62	2.59	28.12	42.16
PROMEDIO =						44.61
$\sigma$ =						2.58
PROMEDIO - $\sigma$ =						42.03

Edad de Muestreo : 14 DÍAS  
 Fecha de Obtención : 5/15/2018  
 Fecha de Ensayo : 5/29/2018

VIGAS	LONGITUD ENTRE APOYOS (cm)	LADOS DEL CUBO			Pu (Kgf)	R (kg/cm <sup>2</sup> )
		b (cm)	b (cm)	b (cm)		
M1	17.50	2.54	2.58	2.53	30.78	48.73
M2	17.50	2.53	2.51	2.55	29.29	47.48
M3	17.50	2.54	2.57	2.55	29.57	46.63
PROMEDIO =						47.61
$\sigma$ =						1.06
PROMEDIO - $\sigma$ =						46.56

Edad de Muestreo : 28 DÍAS  
 Fecha de Obtención : 5/15/2018  
 Fecha de Ensayo : 6/12/2018

VIGAS	LONGITUD ENTRE APOYOS (cm)	LADOS DEL CUBO			Pu (Kgf)	R (kg/cm <sup>2</sup> )
		b (cm)	b (cm)	b (cm)		
M1	17.50	2.56	2.57	2.56	34.02	53.02
M2	17.50	2.51	2.53	2.53	30.45	49.75
M3	17.50	2.61	2.59	2.60	38.05	56.83
PROMEDIO =						53.20
$\sigma$ =						3.54
PROMEDIO - $\sigma$ =						49.66

# UNIVERSIDAD SEÑOR DE SIPÁN

FACULTAD DE INGENIERÍA, ARQUITECTURA Y URBANISMO  
 ESCUELA PROFESIONAL INGENIERÍA CIVIL  
 LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

ENSAYO: RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DE MORTERO (NTP 334.120).

Tesis : "DISEÑO DE MORTERO EMPLEANDO CENIZAS DE CÁSCARAS DE ARROZ"  
 Tesista : RAMOS FERNÁNDEZ, Christian Silvestre  
 Ubicación : PIMENTEL - CHICLAYO - LAMBAYEQUE  
 Fecha : 5/14/2018

DOSIFICACIÓN P1 MORTERO CON ADICIÓN DE 15 % DE CEMENTO POR CCA

P1 = 1 : 3.5 : 0.15  
 Proporción = Cemento Arena CCA

Edad de Muestreo : 7 DÍAS

Fecha de Obtención : 5/15/2018

Fecha de Ensayo : 5/22/2018

VIGAS	LONGITUD ENTRE APOYOS (cm)	LADOS DEL CUBO			Pu (Kgf)	R (kg/cm <sup>2</sup> )
		b (cm)	b (cm)	b (cm)		
M1	17.50	2.56	2.59	2.59	24.74	37.82
M2	17.50	2.71	2.68	2.69	28.11	37.77
M3	17.50	2.66	2.66	2.65	25.45	35.63
<b>PROMEDIO =</b>						<b>37.07</b>
<b>σ =</b>						<b>1.25</b>
<b>PROMEDIO - σ =</b>						<b>35.82</b>

Edad de Muestreo : 14 DÍAS

Fecha de Obtención : 5/15/2018

Fecha de Ensayo : 5/29/2018

VIGAS	LONGITUD ENTRE APOYOS (cm)	LADOS DEL CUBO			Pu (Kgf)	R (kg/cm <sup>2</sup> )
		b (cm)	b (cm)	b (cm)		
M1	17.50	2.56	2.58	2.56	28.73	44.60
M2	17.50	2.67	2.64	2.61	28.14	40.15
M3	17.50	2.53	2.55	2.55	24.89	39.71
<b>PROMEDIO =</b>						<b>41.49</b>
<b>σ =</b>						<b>2.71</b>
<b>PROMEDIO - σ =</b>						<b>38.78</b>

Edad de Muestreo : 28 DÍAS

Fecha de Obtención : 5/15/2018

Fecha de Ensayo : 6/12/2018

VIGAS	LONGITUD ENTRE APOYOS (cm)	LADOS DEL CUBO			Pu (Kgf)	R (kg/cm <sup>2</sup> )
		b (cm)	b (cm)	b (cm)		
M1	17.50	2.57	2.60	2.61	28.81	43.36
M2	17.50	2.63	2.61	2.62	30.62	44.69
M3	17.50	2.55	2.58	2.56	31.69	49.39
<b>PROMEDIO =</b>						<b>45.82</b>
<b>σ =</b>						<b>3.17</b>
<b>PROMEDIO - σ =</b>						<b>42.65</b>

Anexo 10.2.2. Dosificación 1:4



FACULTAD DE INGENIERÍA, ARQUITECTURA Y URBANISMO  
 ESCUELA PROFESIONAL INGENIERÍA CIVIL  
**LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES**

**ENSAYO: RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DE MORTERO (NTP 334.120).**

**Tesis** : "DISEÑO DE MORTERO EMPLEANDO CENZAS DE CÁSCARAS DE ARROZ"  
**Tesista** : RAMOS FERNÁNDEZ, Christian Silvestre  
**Ubicación** : PIMENTEL - CHICLAYO - LAMBAYEQUE  
**Fecha** : 5/10/2018

**DOSIFICACIÓN P2 MORTERO PATRÓN**

**P2<sup>o</sup>**    **1**    :    **4**  
**Proporción =**    **Cemento**    **Arena**

**Edad de Muestreo** :    **7 DÍAS**

**Fecha de Obtención** :    5/11/2018

**Fecha de Ensayo** :    5/18/2018

VIGAS	LONGITUD ENTRE APOYOS (cm)	LADOS DEL CUBO			Pu (Kgf)	R (kg/cm <sup>2</sup> )
		b (cm)	b (cm)	b (cm)		
M1	17.50	2.72	2.72	2.75	27.59	<b>35.60</b>
M2	17.50	2.51	2.56	2.54	24.37	<b>39.20</b>
M3	17.50	2.57	2.57	2.57	23.83	<b>36.85</b>
<b>PROMEDIO</b> =						<b>37.21</b>
<b>σ</b> =						<b>1.83</b>
<b>PROMEDIO - σ</b> =						<b>35.39</b>

**Edad de Muestreo** :    **14 DÍAS**

**Fecha de Obtención** :    5/11/2018

**Fecha de Ensayo** :    5/25/2018

VIGAS	LONGITUD ENTRE APOYOS (cm)	LADOS DEL CUBO			Pu (Kgf)	R (kg/cm <sup>2</sup> )
		b (cm)	b (cm)	b (cm)		
M1	17.50	2.76	2.71	2.74	31.47	<b>40.31</b>
M2	17.50	2.53	2.53	2.52	26.34	<b>42.87</b>
M3	17.50	2.54	2.54	2.54	25.62	<b>41.04</b>
<b>PROMEDIO</b> =						<b>41.40</b>
<b>σ</b> =						<b>1.32</b>
<b>PROMEDIO - σ</b> =						<b>40.09</b>

**Edad de Muestreo** :    **28 DÍAS**

**Fecha de Obtención** :    5/11/2018

**Fecha de Ensayo** :    6/8/2018

VIGAS	LONGITUD ENTRE APOYOS (cm)	LADOS DEL CUBO			Pu (Kgf)	R (kg/cm <sup>2</sup> )
		b (cm)	b (cm)	b (cm)		
M1	17.50	2.63	2.58	2.60	31.61	<b>47.03</b>
M2	17.50	2.54	2.51	2.50	26.90	<b>44.30</b>
M3	17.50	2.58	2.58	2.56	29.94	<b>46.12</b>
<b>PROMEDIO</b> =						<b>45.82</b>
<b>σ</b> =						<b>1.39</b>
<b>PROMEDIO - σ</b> =						<b>44.43</b>

# USS | UNIVERSIDAD SEÑOR DE SIPÁN

FACULTAD DE INGENIERÍA, ARQUITECTURA Y URBANISMO  
 ESCUELA PROFESIONAL INGENIERÍA CIVIL  
 LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

ENSAYO: RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DE MORTERO (NTP 334.120).

Tesis : "DISEÑO DE MORTERO EMPLEANDO CENIZAS DE CÁSCARAS DE ARROZ"  
 Tesista : RAMOS FERNÁNDEZ, Christian Silvestre  
 Ubicación : PIMENTEL - CHICLAYO - LAMBAYEQUE  
 Fecha : 5/10/2018

DOSIFICACIÓN P2 (1:4) MORTERO CON SUSTITUCIÓN DE 5 % DE CEMENTO POR CCA

P2 = 0.95 : 4 : 0.05  
 Proporción = Cemento Arena CCA

Edad de Muestreo : 7 DÍAS  
 Fecha de Obtención : 5/11/2018  
 Fecha de Ensayo : 5/18/2018

VIGAS	LONGITUD ENTRE APOYOS (cm)	LADOS DEL CUBO			Pu (Kgf)	R (kg/cm <sup>2</sup> )
		b (cm)	b (cm)	b (cm)		
M1	17.50	2.51	2.52	2.50	23.71	39.36
M2	17.50	2.61	2.57	2.56	27.12	41.46
M3	17.50	2.55	2.55	2.55	24.63	38.99
PROMEDIO =						39.94
$\sigma$ =						1.33
PROMEDIO - $\sigma$ =						38.61

Edad de Muestreo : 14 DÍAS  
 Fecha de Obtención : 5/11/2018  
 Fecha de Ensayo : 5/25/2018

VIGAS	LONGITUD ENTRE APOYOS (cm)	LADOS DEL CUBO			Pu (Kgf)	R (kg/cm <sup>2</sup> )
		b (cm)	b (cm)	b (cm)		
M1	17.50	2.50	2.50	2.51	28.49	47.67
M2	17.50	2.54	2.61	2.58	30.16	46.29
M3	17.50	2.71	2.68	2.68	33.17	44.73
PROMEDIO =						46.23
$\sigma$ =						1.47
PROMEDIO - $\sigma$ =						44.76

Edad de Muestreo : 28 DÍAS  
 Fecha de Obtención : 5/11/2018  
 Fecha de Ensayo : 6/8/2018

VIGAS	LONGITUD ENTRE APOYOS (cm)	LADOS DEL CUBO			Pu (Kgf)	R (kg/cm <sup>2</sup> )
		b (cm)	b (cm)	b (cm)		
M1	17.50	2.63	2.60	2.60	33.17	48.97
M2	17.50	2.50	2.51	2.51	30.72	51.20
M3	17.50	2.56	2.56	2.54	31.40	49.52
PROMEDIO =						49.90
$\sigma$ =						1.16
PROMEDIO - $\sigma$ =						48.74

**ENSAYO: RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DE MORTERO (NTP 334.120).**

**Tesis** : "DISEÑO DE MORTERO EMPLEANDO CENIZAS DE CÁSCARAS DE ARROZ"  
**Tesista** : RAMOS FERNÁNDEZ, Christian Silvestre  
**Ubicación** : PIMENTEL - CHICLAYO - LAMBAYEQUE  
**Fecha** : 5/10/2018

**DOSIFICACIÓN P2 (1:4) MORTERO CON SUSTITUCIÓN DE 10 % DE CEMENTO POR CCA**

**P2 = 0.90 : 4 : 0.10**  
**Proporción = Cemento Arena CCA**

**Edad de Muestreo** : 7 DÍAS **Fecha de Obtención** : 5/11/2018  
**Fecha de Ensayo** : 5/18/2018

VIGAS	LONGITUD ENTRE APOYOS (cm)	LADOS DEL CUBO			Pu (Kgf)	R (kg/cm <sup>2</sup> )
		b (cm)	b (cm)	b (cm)		
M1	17.50	2.50	2.52	2.53	28.18	<b>46.41</b>
M2	17.50	2.65	2.61	2.64	29.57	<b>42.51</b>
M3	17.50	2.50	2.50	2.49	25.58	<b>43.15</b>
<b>PROMEDIO =</b>						<b>44.02</b>
<b>σ =</b>						<b>2.09</b>
<b>PROMEDIO - σ =</b>						<b>41.93</b>

**Edad de Muestreo** : 14 DÍAS **Fecha de Obtención** : 5/11/2018  
**Fecha de Ensayo** : 5/25/2018

VIGAS	LONGITUD ENTRE APOYOS (cm)	LADOS DEL CUBO			Pu (Kgf)	R (kg/cm <sup>2</sup> )
		b (cm)	b (cm)	b (cm)		
M1	17.50	2.50	2.52	2.51	28.46	<b>47.24</b>
M2	17.50	2.53	2.51	2.50	29.63	<b>48.99</b>
M3	17.50	2.57	2.54	2.55	31.23	<b>49.25</b>
<b>PROMEDIO =</b>						<b>48.50</b>
<b>σ =</b>						<b>1.09</b>
<b>PROMEDIO - σ =</b>						<b>47.40</b>

**Edad de Muestreo** : 28 DÍAS **Fecha de Obtención** : 5/11/2018  
**Fecha de Ensayo** : 6/8/2018

VIGAS	LONGITUD ENTRE APOYOS (cm)	LADOS DEL CUBO			Pu (Kgf)	R (kg/cm <sup>2</sup> )
		b (cm)	b (cm)	b (cm)		
M1	17.50	2.54	2.58	2.61	33.65	<b>51.64</b>
M2	17.50	2.50	2.51	2.51	32.13	<b>53.55</b>
M3	17.50	2.61	2.56	2.57	34.15	<b>52.20</b>
<b>PROMEDIO =</b>						<b>52.47</b>
<b>σ =</b>						<b>0.98</b>
<b>PROMEDIO - σ =</b>						<b>51.49</b>

**ENSAYO: RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DE MORTERO (NTP 334.120).**

Tesis : "DISEÑO DE MORTERO EMPLEANDO CENIZAS DE CÁSCARAS DE ARROZ"  
 Tesista : RAMOS FERNÁNDEZ, Christian Silvestre  
 Ubicación : PIMENTEL - CHICLAYO - LAMBAYEQUE  
 Fecha : 5/10/2018

**DOSIFICACIÓN P2 (1:4) MORTERO CON SUSTITUCIÓN DE 15 % DE CEMENTO POR CCA.**

P2 = 0.85 : 4 : 0.15  
 Proporción = Cemento Arena CCA

Edad de Muestreo : 7 DÍAS

Fecha de Obtención : 5/11/2018  
 Fecha de Ensayo : 5/18/2018

VIGAS	LONGITUD ENTRE APOYOS (cm)	LADOS DEL CUBO			Pu (Kgf)	R (kg/cm <sup>2</sup> )
		b (cm)	b (cm)	b (cm)		
M1	17.50	2.57	2.54	2.51	19.76	31.66
M2	17.50	2.54	2.56	2.59	21.24	33.11
M3	17.50	2.71	2.73	2.69	26.15	34.49
PROMEDIO =						33.09
$\sigma$ =						1.42
PROMEDIO - $\sigma$ =						31.67

Edad de Muestreo : 14 DÍAS

Fecha de Obtención : 5/11/2018  
 Fecha de Ensayo : 5/25/2018

VIGAS	LONGITUD ENTRE APOYOS (cm)	LADOS DEL CUBO			Pu (Kgf)	R (kg/cm <sup>2</sup> )
		b (cm)	b (cm)	b (cm)		
M1	17.50	2.77	2.77	2.76	29.45	36.50
M2	17.50	2.54	2.57	2.60	25.07	38.77
M3	17.50	2.49	2.50	2.50	21.67	36.55
PROMEDIO =						37.28
$\sigma$ =						1.30
PROMEDIO - $\sigma$ =						35.98

Edad de Muestreo : 28 DÍAS

Fecha de Obtención : 5/11/2018  
 Fecha de Ensayo : 6/8/2018

VIGAS	LONGITUD ENTRE APOYOS (cm)	LADOS DEL CUBO			Pu (Kgf)	R (kg/cm <sup>2</sup> )
		b (cm)	b (cm)	b (cm)		
M1	17.50	2.52	2.50	2.49	24.83	41.55
M2	17.50	2.59	2.57	2.58	27.82	42.52
M3	17.50	2.66	2.65	2.69	31.49	43.59
PROMEDIO =						42.56
$\sigma$ =						1.02
PROMEDIO - $\sigma$ =						41.53



**ENSAYO: RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DE MORTERO (NTP 334.120).**

**Tesis** : "DISEÑO DE MORTERO EMPLEANDO CENZAS DE CÁSCARAS DE ARROZ"  
**Testista** : RAMOS FERNÁNDEZ, Christian Silvestre  
**Ubicación** : PIMENTEL - CHICLAYO - LAMBAYEQUE  
**Fecha** : 5/14/2018

**DOSIFICACIÓN P2 (1:4) MORTERO CON ADICIÓN DE 5 % DE CEMENTO POR CCA**

**P2 = 1 : 4 : 0.05**

**Proporción = Cemento Arena CCA**

**Edad de Muestreo : 7 DÍAS**

**Fecha de Obtención : 5/15/2018**

**Fecha de Ensayo : 5/22/2018**

VIGAS	LONGITUD ENTRE APOYOS (cm)	LADOS DEL CUBO			Pu (Kgf)	R (kg/cm <sup>2</sup> )
		b (cm)	b (cm)	b (cm)		
M1	17.50	2.51	2.46	2.44	23.15	40.33
M2	17.50	2.50	2.49	2.51	25.43	42.72
M3	17.50	2.63	2.67	2.62	29.64	42.29
<b>PROMEDIO =</b>						<b>41.78</b>
<b>σ =</b>						<b>1.27</b>
<b>PROMEDIO - σ =</b>						<b>40.51</b>

**Edad de Muestreo : 14 DÍAS**

**Fecha de Obtención : 5/15/2018**

**Fecha de Ensayo : 5/29/2018**

VIGAS	LONGITUD ENTRE APOYOS (cm)	LADOS DEL CUBO			Pu (Kgf)	R (kg/cm <sup>2</sup> )
		b (cm)	b (cm)	b (cm)		
M1	17.50	2.55	2.54	2.51	30.62	49.44
M2	17.50	2.61	2.61	2.61	32.41	47.85
M3	17.50	2.54	2.59	2.57	29.83	46.31
<b>PROMEDIO =</b>						<b>47.87</b>
<b>σ =</b>						<b>1.56</b>
<b>PROMEDIO - σ =</b>						<b>46.31</b>

**Edad de Muestreo : 28 DÍAS**

**Fecha de Obtención : 5/15/2018**

**Fecha de Ensayo : 6/12/2018**

VIGAS	LONGITUD ENTRE APOYOS (cm)	LADOS DEL CUBO			Pu (Kgf)	R (kg/cm <sup>2</sup> )
		b (cm)	b (cm)	b (cm)		
M1	17.50	2.51	2.55	2.54	34.66	55.96
M2	17.50	2.67	2.71	2.73	40.75	54.15
M3	17.50	2.48	2.51	2.50	29.79	50.25
<b>PROMEDIO =</b>						<b>53.46</b>
<b>σ =</b>						<b>2.92</b>
<b>PROMEDIO - σ =</b>						<b>50.54</b>

**ENSAYO: RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DE MORTERO (NTP 334.120).**

Tesis : "DISEÑO DE MORTERO EMPLEANDO CENIZAS DE CÁSCARAS DE ARROZ"  
 Tesista : RAMOS FERNÁNDEZ, Christian Silvestre  
 Ubicación : PIMENTEL - CHICLAYO - LAMBAYEQUE  
 Fecha : 5/15/2018

**DOSIFICACIÓN P2 (1:4) MORTERO CON ADICIÓN DE 10 % DE CEMENTO POR CCA**

P2 = 1 : 4 : 0.10

Proporción = Cemento Arena CCA

Edad de Muestreo : 7 DÍAS

Fecha de Obtención : 5/16/2018

Fecha de Ensayo : 5/23/2018

VIGAS	LONGITUD ENTRE APOYOS (cm)	LADOS DEL CUBO			Pu (Kgf)	R (kg/cm <sup>2</sup> )
		b (cm)	b (cm)	b (cm)		
M1	17.50	2.56	2.61	2.57	22.54	34.46
M2	17.50	2.47	2.51	2.50	19.58	33.16
M3	17.50	2.54	2.54	2.54	23.15	37.08
<b>PROMEDIO =</b>						<b>34.90</b>
<b>σ =</b>						<b>2.00</b>
<b>PROMEDIO - σ =</b>						<b>32.90</b>

Edad de Muestreo : 14 DÍAS

Fecha de Obtención : 5/16/2018

Fecha de Ensayo : 5/30/2018

VIGAS	LONGITUD ENTRE APOYOS (cm)	LADOS DEL CUBO			Pu (Kgf)	R (kg/cm <sup>2</sup> )
		b (cm)	b (cm)	b (cm)		
M1	17.50	2.54	2.57	2.55	26.88	42.39
M2	17.50	2.50	2.48	2.52	23.19	38.96
M3	17.50	2.59	2.61	2.57	25.06	37.86
<b>PROMEDIO =</b>						<b>39.74</b>
<b>σ =</b>						<b>2.36</b>
<b>PROMEDIO - σ =</b>						<b>37.38</b>

Edad de Muestreo : 28 DÍAS

Fecha de Obtención : 5/16/2018

Fecha de Ensayo : 6/13/2018

VIGAS	LONGITUD ENTRE APOYOS (cm)	LADOS DEL CUBO			Pu (Kgf)	R (kg/cm <sup>2</sup> )
		b (cm)	b (cm)	b (cm)		
M1	17.50	2.57	2.68	2.61	30.67	44.79
M2	17.50	2.70	2.73	2.68	35.27	46.87
M3	17.50	2.54	2.62	2.57	27.33	41.95
<b>PROMEDIO =</b>						<b>44.53</b>
<b>σ =</b>						<b>2.47</b>
<b>PROMEDIO - σ =</b>						<b>42.06</b>



# USS | UNIVERSIDAD SEÑOR DE SIPÁN

FACULTAD DE INGENIERÍA, ARQUITECTURA Y URBANISMO  
 ESCUELA PROFESIONAL INGENIERÍA CIVIL  
 LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

ENSAYO: RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DE MORTERO (NTP 334.120).

Tesis : "DISEÑO DE MORTERO EMPLEANDO CENIZAS DE CÁSCARAS DE ARROZ"  
 Tesista : RAMOS FERNÁNDEZ, Christian Silvestre  
 Ubicación : PIMENTEL - CHICLAYO - LAMBAYEQUE  
 Fecha : 5/15/2018

DOSIFICACIÓN P2 (1:4) MORTERO CON ADICIÓN DE 15 % DE CEMENTO POR CCA

P2 = 1 : 4 : 0.15

Proporción = Cemento Arena CCA

Edad de Muestreo : 7 DÍAS

Fecha de Obtención : 5/16/2018

Fecha de Ensayo : 5/23/2018

VIGAS	LONGITUD ENTRE APOYOS (cm)	LADOS DEL CUBO			Pu (Kgf)	R (kg/cm <sup>2</sup> )
		b (cm)	b (cm)	b (cm)		
M1	17.50	2.58	2.58	2.60	26.44	<b>40.10</b>
M2	17.50	2.53	2.53	2.56	20.55	<b>32.92</b>
M3	17.50	2.47	2.49	2.50	18.67	<b>31.87</b>
<b>PROMEDIO =</b>						<b>34.97</b>
<b>σ =</b>						<b>4.48</b>
<b>PROMEDIO - σ =</b>						<b>30.49</b>

Edad de Muestreo : 14 DÍAS

Fecha de Obtención : 5/16/2018

Fecha de Ensayo : 5/30/2018

VIGAS	LONGITUD ENTRE APOYOS (cm)	LADOS DEL CUBO			Pu (Kgf)	R (kg/cm <sup>2</sup> )
		b (cm)	b (cm)	b (cm)		
M1	17.50	2.58	2.67	2.57	24.57	<b>36.43</b>
M2	17.50	2.51	2.51	2.51	20.14	<b>33.43</b>
M3	17.50	2.59	2.64	2.55	24.72	<b>37.22</b>
<b>PROMEDIO =</b>						<b>35.69</b>
<b>σ =</b>						<b>2.00</b>
<b>PROMEDIO - σ =</b>						<b>33.70</b>

Edad de Muestreo : 28 DÍAS

Fecha de Obtención : 5/16/2018

Fecha de Ensayo : 6/13/2018

VIGAS	LONGITUD ENTRE APOYOS (cm)	LADOS DEL CUBO			Pu (Kgf)	R (kg/cm <sup>2</sup> )
		b (cm)	b (cm)	b (cm)		
M1	17.50	2.59	2.58	2.54	26.70	<b>41.29</b>
M2	17.50	2.54	2.54	2.54	24.19	<b>38.75</b>
M3	17.50	2.73	2.69	2.70	32.75	<b>43.36</b>
<b>PROMEDIO =</b>						<b>41.13</b>
<b>σ =</b>						<b>2.31</b>
<b>PROMEDIO - σ =</b>						<b>38.83</b>

Anexo 10.2.3. Dosificación 1:5



FACULTAD DE INGENIERÍA, ARQUITECTURA Y URBANISMO  
 ESCUELA PROFESIONAL INGENIERÍA CIVIL  
 LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

ENSAYO: RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DE MORTERO (NTP 334.120).

Tesis : "DISEÑO DE MORTERO EMPLEANDO CENIZAS DE CÁSCARAS DE ARROZ"  
 Tesista : RAMOS FERNÁNDEZ, Christian Silvestre  
 Ubicación : PIMENTEL - CHICLAYO - LAMBAYEQUE  
 Fecha : 5/11/2018

DOSIFICACIÓN P2 MORTERO PATRÓN

P2 = 1 : 5

Proporción = Cemento Arena

Edad de Muestreo : 7 DÍAS

Fecha de Obtención : 5/12/2018

Fecha de Ensayo : 5/19/2018

VIGAS	LONGITUD ENTRE APOYOS (cm)	LADOS DEL CUBO			Pu (Kgf)	R (kg/cm <sup>2</sup> )
		b (cm)	b (cm)	b (cm)		
M1	17.50	2.52	2.53	2.53	18.96	30.86
M2	17.50	2.78	2.73	2.77	25.18	31.44
M3	17.50	2.66	2.66	2.66	23.29	32.48
PROMEDIO =						31.59
σ =						0.82
PROMEDIO - σ =						30.77

Edad de Muestreo : 14 DÍAS

Fecha de Obtención : 5/12/2018

Fecha de Ensayo : 5/26/2018

VIGAS	LONGITUD ENTRE APOYOS (cm)	LADOS DEL CUBO			Pu (Kgf)	R (kg/cm <sup>2</sup> )
		b (cm)	b (cm)	b (cm)		
M1	17.50	2.52	2.56	2.55	22.27	35.54
M2	17.50	2.44	2.47	2.47	20.44	36.04
M3	17.50	2.60	2.61	2.65	25.78	37.63
PROMEDIO =						36.40
σ =						1.09
PROMEDIO - σ =						35.31

Edad de Muestreo : 28 DÍAS

Fecha de Obtención : 5/12/2018

Fecha de Ensayo : 6/9/2018

VIGAS	LONGITUD ENTRE APOYOS (cm)	LADOS DEL CUBO			Pu (Kgf)	R (kg/cm <sup>2</sup> )
		b (cm)	b (cm)	b (cm)		
M1	17.50	2.80	2.76	2.69	32.71	41.30
M2	17.50	2.61	2.55	2.58	29.83	45.60
M3	17.50	2.48	2.52	2.56	28.55	46.84
PROMEDIO =						44.58
σ =						2.91
PROMEDIO - σ =						41.68

# USS | UNIVERSIDAD SEÑOR DE SIPÁN

FACULTAD DE INGENIERÍA, ARQUITECTURA Y URBANISMO  
 ESCUELA PROFESIONAL INGENIERÍA CIVIL  
 LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

ENSAYO: RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DE MORTERO (NTP 334.120).

Tesis : "DISEÑO DE MORTERO EMPLEANDO CENIZAS DE CÁSCARAS DE ARROZ"  
 Tesista : RAMOS FERNÁNDEZ, Christian Silvestre  
 Ubicación : PIMENTEL - CHICLAYO - LAMBAYEQUE  
 Fecha : 5/11/2018

DOSIFICACIÓN P2 (1:5) MORTERO CON SUSTITUCIÓN DE 5 % DE CEMENTO POR CCA

P2 = 0.95 : 5 : 0.05  
 Proporción = Cemento Arena CCA

Edad de Muestreo : 7 DÍAS

Fecha de Obtención : 5/12/2018

Fecha de Ensayo : 5/19/2018

VIGAS	LONGITUD ENTRE APOYOS (cm)	LADOS DEL CUBO			Pu (Kgf)	R (kg/cm <sup>2</sup> )
		b (cm)	b (cm)	b (cm)		
M1	17.50	2.51	2.55	2.55	20.33	32.70
M2	17.50	2.70	2.68	2.65	24.57	33.63
M3	17.50	2.44	2.47	2.49	19.17	33.53
PROMEDIO =						33.29
$\sigma$ =						0.51
PROMEDIO - $\sigma$ =						32.77

Edad de Muestreo : 14 DÍAS

Fecha de Obtención : 5/12/2018

Fecha de Ensayo : 5/26/2018

VIGAS	LONGITUD ENTRE APOYOS (cm)	LADOS DEL CUBO			Pu (Kgf)	R (kg/cm <sup>2</sup> )
		b (cm)	b (cm)	b (cm)		
M1	17.50	2.54	2.55	2.51	26.76	43.21
M2	17.50	2.70	2.74	2.71	30.41	39.82
M3	17.50	2.52	2.57	2.54	24.70	39.41
PROMEDIO =						40.81
$\sigma$ =						2.08
PROMEDIO - $\sigma$ =						38.73

Edad de Muestreo : 28 DÍAS

Fecha de Obtención : 5/12/2018

Fecha de Ensayo : 6/9/2018

VIGAS	LONGITUD ENTRE APOYOS (cm)	LADOS DEL CUBO			Pu (Kgf)	R (kg/cm <sup>2</sup> )
		b (cm)	b (cm)	b (cm)		
M1	17.50	2.49	2.55	2.53	28.03	45.80
M2	17.50	2.53	2.53	2.55	29.14	46.86
M3	17.50	2.52	2.57	2.55	30.20	48.00
PROMEDIO =						46.89
$\sigma$ =						1.10
PROMEDIO - $\sigma$ =						45.79

# USS | UNIVERSIDAD SEÑOR DE SIPÁN

FACULTAD DE INGENIERÍA, ARQUITECTURA Y URBANISMO  
 ESCUELA PROFESIONAL INGENIERÍA CIVIL  
 LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

ENSAYO: RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DE MORTERO (NTP 334.120).

Tesis : "DISEÑO DE MORTERO EMPLEANDO CENIZAS DE CÁSCARAS DE ARROZ"  
 Tesista : RAMOS FERNÁNDEZ, Christian Silvestre  
 Ubicación : PIMENTEL - CHICLAYO - LAMBAYEQUE  
 Fecha : 5/11/2018

DOSIFICACIÓN P2 (1:5) MORTERO CON SUSTITUCIÓN DE 10 % DE CEMENTO POR CCA

P2 = 0.90 : 5 : 0.10  
 Proporción = Cemento Arena CCA

Edad de Muestreo : 7 DÍAS  
 Fecha de Obtención : 5/12/2018  
 Fecha de Ensayo : 5/19/2018

VIGAS	LONGITUD ENTRE APOYOS (cm)	LADOS DEL CUBO			Pu (Kgf)	R (kg/cm <sup>2</sup> )
		b (cm)	b (cm)	b (cm)		
M1	17.50	2.45	2.51	2.54	21.82	36.67
M2	17.50	2.55	2.55	2.55	23.15	36.65
M3	17.50	2.53	2.49	2.51	22.69	37.67
PROMEDIO =						37.00
$\sigma$ =						0.58
PROMEDIO - $\sigma$ =						36.41

Edad de Muestreo : 14 DÍAS  
 Fecha de Obtención : 5/12/2018  
 Fecha de Ensayo : 5/26/2018

VIGAS	LONGITUD ENTRE APOYOS (cm)	LADOS DEL CUBO			Pu (Kgf)	R (kg/cm <sup>2</sup> )
		b (cm)	b (cm)	b (cm)		
M1	17.50	2.55	2.60	2.52	29.38	46.16
M2	17.50	2.71	2.66	2.70	31.24	42.13
M3	17.50	2.61	2.60	2.61	29.12	43.16
PROMEDIO =						43.82
$\sigma$ =						2.09
PROMEDIO - $\sigma$ =						41.72

Edad de Muestreo : 28 DÍAS  
 Fecha de Obtención : 5/12/2018  
 Fecha de Ensayo : 6/9/2018

VIGAS	LONGITUD ENTRE APOYOS (cm)	LADOS DEL CUBO			Pu (Kgf)	R (kg/cm <sup>2</sup> )
		b (cm)	b (cm)	b (cm)		
M1	17.50	2.59	2.60	2.60	31.66	47.47
M2	17.50	2.51	2.55	2.52	30.13	49.04
M3	17.50	2.57	2.57	2.54	32.21	50.40
PROMEDIO =						48.97
$\sigma$ =						1.47
PROMEDIO - $\sigma$ =						47.50

**ENSAYO: RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DE MORTERO (NTP 334.120).**

**Tesis** : "DISEÑO DE MORTERO EMPLEANDO CENIZAS DE CÁSCARAS DE ARROZ"  
**Tesista** : RAMOS FERNÁNDEZ, Christian Silvestre  
**Ubicación** : PIMENTEL - CHICLAYO - LAMBAYEQUE  
**Fecha** : 5/11/2018

**DOSIFICACIÓN P2 (1:5) MORTERO CON SUSTITUCIÓN DE 15 % DE CEMENTO POR CCA**

**P2** = 0.85 : 5 : 0.15  
**Proporción** = Cemento Arena CCA

**Edad de Muestreo** : 7 DÍAS **Fecha de Obtención** : 5/12/2018  
**Fecha de Ensayo** : 5/19/2018

VIGAS	LONGITUD ENTRE APOYOS (cm)	LADOS DEL CUBO			Pu (Kgf)	R (kg/cm <sup>2</sup> )
		b (cm)	b (cm)	b (cm)		
M1	17.50	2.50	2.48	2.44	16.60	<b>28.80</b>
M2	17.50	2.64	2.64	2.64	19.21	<b>27.41</b>
M3	17.50	2.71	2.68	2.68	21.69	<b>29.25</b>
<b>PROMEDIO</b> =						<b>28.49</b>
<b>σ</b> =						<b>0.96</b>
<b>PROMEDIO - σ</b> =						<b>27.52</b>

**Edad de Muestreo** : 14 DÍAS **Fecha de Obtención** : 5/12/2018  
**Fecha de Ensayo** : 5/26/2018

VIGAS	LONGITUD ENTRE APOYOS (cm)	LADOS DEL CUBO			Pu (Kgf)	R (kg/cm <sup>2</sup> )
		b (cm)	b (cm)	b (cm)		
M1	17.50	2.55	2.57	2.56	21.73	<b>34.00</b>
M2	17.50	2.51	2.53	2.49	18.94	<b>31.44</b>
M3	17.50	2.60	2.60	2.60	23.12	<b>34.53</b>
<b>PROMEDIO</b> =						<b>33.32</b>
<b>σ</b> =						<b>1.65</b>
<b>PROMEDIO - σ</b> =						<b>31.67</b>

**Edad de Muestreo** : 28 DÍAS **Fecha de Obtención** : 5/12/2018  
**Fecha de Ensayo** : 6/9/2018

VIGAS	LONGITUD ENTRE APOYOS (cm)	LADOS DEL CUBO			Pu (Kgf)	R (kg/cm <sup>2</sup> )
		b (cm)	b (cm)	b (cm)		
M1	17.50	2.60	2.60	2.58	25.86	<b>38.92</b>
M2	17.50	2.44	2.50	2.46	22.55	<b>39.45</b>
M3	17.50	2.52	2.52	2.52	23.04	<b>37.79</b>
<b>PROMEDIO</b> =						<b>38.72</b>
<b>σ</b> =						<b>0.85</b>
<b>PROMEDIO - σ</b> =						<b>37.88</b>

# UNIVERSIDAD SEÑOR DE SIPÁN

FACULTAD DE INGENIERÍA, ARQUITECTURA Y URBANISMO  
 ESCUELA PROFESIONAL INGENIERÍA CIVIL  
 LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

ENSAYO: RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DE MORTERO (NTP 354.120).

Tesis : "DISEÑO DE MORTERO EMPLEANDO CENIZAS DE CÁSCARAS DE ARROZ"  
 Tesista : RAMOS FERNÁNDEZ, Christian Silvestre  
 Ubicación : PIMENTEL - CHICLAYO - LAMBAYEQUE  
 Fecha : 5/15/2018

DOSIFICACIÓN P2 (1:5) MORTERO CON ADICIÓN DE 5 % DE CEMENTO POR CCA

P2 = 1 : 5 : 0.05

Proporción = Cemento Arena CCA

Edad de Muestreo : 7 DÍAS

Fecha de Obtención : 5/16/2018

Fecha de Ensayo : 5/23/2018

VIGAS	LONGITUD ENTRE APOYOS (cm)	LADOS DEL CUBO			Pu (Kgf)	R (kg/cm <sup>2</sup> )
		b (cm)	b (cm)	b (cm)		
M1	17.50	2.52	2.59	2.60	25.15	38.90
M2	17.50	2.54	2.54	2.54	26.21	41.99
M3	17.50	2.61	2.66	2.65	27.24	38.87
PROMEDIO =						39.92
$\sigma$ =						1.79
PROMEDIO - $\sigma$ =						38.13

Edad de Muestreo : 14 DÍAS

Fecha de Obtención : 5/16/2018

Fecha de Ensayo : 5/30/2018

VIGAS	LONGITUD ENTRE APOYOS (cm)	LADOS DEL CUBO			Pu (Kgf)	R (kg/cm <sup>2</sup> )
		b (cm)	b (cm)	b (cm)		
M1	17.50	2.54	2.53	2.53	26.93	43.48
M2	17.50	2.68	2.68	2.64	30.41	42.10
M3	17.50	2.44	2.45	2.44	23.18	41.72
PROMEDIO =						42.43
$\sigma$ =						0.93
PROMEDIO - $\sigma$ =						41.50

Edad de Muestreo : 28 DÍAS

Fecha de Obtención : 5/16/2018

Fecha de Ensayo : 6/13/2018

VIGAS	LONGITUD ENTRE APOYOS (cm)	LADOS DEL CUBO			Pu (Kgf)	R (kg/cm <sup>2</sup> )
		b (cm)	b (cm)	b (cm)		
M1	17.50	2.56	2.60	2.54	31.33	48.65
M2	17.50	2.67	2.71	2.64	33.71	46.32
M3	17.50	2.52	2.56	2.55	32.12	51.25
PROMEDIO =						48.74
$\sigma$ =						2.47
PROMEDIO - $\sigma$ =						46.27

**ENSAYO: RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DE MORTERO (NTP 334.120).**

Tesis : "DISEÑO DE MORTERO EMPLEANDO CENIZAS DE CÁSCARAS DE ARROZ"  
 Tesista : RAMOS FERNÁNDEZ, Christian Silvestre  
 Ubicación : PIMENTEL - CHICLAYO - LAMBAYEQUE  
 Fecha : 5/15/2018

**DOSIFICACIÓN P2 (1:5) MORTERO CON ADICIÓN DE 10 % DE CEMENTO POR CCA**

P2 = 1 : 5 : 0.10

Proporción = Cemento Arena CCA

Edad de Muestreo : 7 DÍAS

Fecha de Obtención : 5/16/2018

Fecha de Ensayo : 5/23/2018

VIGAS	LONGITUD ENTRE APOYOS (cm)	LADOS DEL CUBO			Pu (Kgf)	R (kg/cm <sup>2</sup> )
		b (cm)	b (cm)	b (cm)		
M1	17.50	2.53	2.48	2.45	16.21	27.68
M2	17.50	2.52	2.57	2.54	19.45	31.04
M3	17.50	2.58	2.65	2.60	22.47	33.18
<b>PROMEDIO</b>					=	<b>30.63</b>
<b>σ</b>					=	<b>2.77</b>
<b>PROMEDIO - σ</b>					=	<b>27.86</b>

Edad de Muestreo : 14 DÍAS

Fecha de Obtención : 5/16/2018

Fecha de Ensayo : 5/30/2018

VIGAS	LONGITUD ENTRE APOYOS (cm)	LADOS DEL CUBO			Pu (Kgf)	R (kg/cm <sup>2</sup> )
		b (cm)	b (cm)	b (cm)		
M1	17.50	2.53	2.55	2.56	23.67	37.62
M2	17.50	2.48	2.53	2.51	20.96	34.94
M3	17.50	2.66	2.66	2.66	24.88	34.70
<b>PROMEDIO</b>					=	<b>35.75</b>
<b>σ</b>					=	<b>1.62</b>
<b>PROMEDIO - σ</b>					=	<b>34.13</b>

Edad de Muestreo : 28 DÍAS

Fecha de Obtención : 5/16/2018

Fecha de Ensayo : 6/13/2018

VIGAS	LONGITUD ENTRE APOYOS (cm)	LADOS DEL CUBO			Pu (Kgf)	R (kg/cm <sup>2</sup> )
		b (cm)	b (cm)	b (cm)		
M1	17.50	2.60	2.61	2.55	30.20	45.81
M2	17.50	2.61	2.57	2.54	26.62	41.01
M3	17.50	2.74	2.68	2.70	29.87	39.55
<b>PROMEDIO</b>					=	<b>42.12</b>
<b>σ</b>					=	<b>3.28</b>
<b>PROMEDIO - σ</b>					=	<b>38.85</b>



# USS | UNIVERSIDAD SEÑOR DE SIPÁN

FACULTAD DE INGENIERÍA, ARQUITECTURA Y URBANISMO  
 ESCUELA PROFESIONAL INGENIERÍA CIVIL  
 LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

ENSAYO: RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DE MORTERO (NTP 334.120).

Tesis : "DISEÑO DE MORTERO EMPLEANDO CENZAS DE CÁSCARAS DE ARROZ"  
 Tesista : RAMOS FERNÁNDEZ, Christian Silvestre  
 Ubicación : PIMENTEL - CHICLAYO - LAMBAYEQUE  
 Fecha : 5/16/2018

DOSIFICACIÓN P2 (1:5) MORTERO CON ADICIÓN DE 15% DE CEMENTO POR CCA

P2 = 1 : 5 : 0.15

Proporción = Cemento Arena CCA

Edad de Muestreo : 7 DÍAS

Fecha de Obtención : 5/17/2018

Fecha de Ensayo : 5/24/2018

VIGAS	LONGITUD ENTRE APOYOS (cm)	LADOS DEL CUBO			Pu (Kgf)	R (kg/cm <sup>2</sup> )
		b (cm)	b (cm)	b (cm)		
M1	17.50	2.56	2.58	2.60	17.99	27.50
M2	17.50	2.69	2.67	2.67	19.14	26.20
M3	17.50	2.54	2.52	2.53	15.66	25.38
PROMEDIO =						26.36
$\sigma$ =						1.07
PROMEDIO - $\sigma$ =						25.29

Edad de Muestreo : 14 DÍAS

Fecha de Obtención : 5/17/2018

Fecha de Ensayo : 5/31/2018

VIGAS	LONGITUD ENTRE APOYOS (cm)	LADOS DEL CUBO			Pu (Kgf)	R (kg/cm <sup>2</sup> )
		b (cm)	b (cm)	b (cm)		
M1	17.50	2.55	2.59	2.53	21.54	33.84
M2	17.50	2.48	2.44	2.51	18.59	32.13
M3	17.50	2.59	2.61	2.60	24.61	36.76
PROMEDIO =						34.24
$\sigma$ =						2.34
PROMEDIO - $\sigma$ =						31.90

Edad de Muestreo : 28 DÍAS

Fecha de Obtención : 5/17/2018

Fecha de Ensayo : 6/14/2018

VIGAS	LONGITUD ENTRE APOYOS (cm)	LADOS DEL CUBO			Pu (Kgf)	R (kg/cm <sup>2</sup> )
		b (cm)	b (cm)	b (cm)		
M1	17.50	2.61	2.65	2.62	25.74	37.29
M2	17.50	2.55	2.57	2.58	24.11	37.43
M3	17.50	2.54	2.54	2.54	27.82	44.56
PROMEDIO =						39.76
$\sigma$ =						4.16
PROMEDIO - $\sigma$ =						35.60



Anexo 11. Resultados de los ensayos de albañilería simple

## Anexo 11.1. Adherencia del mortero – ladrillo arcilla

Anexo 11.1.1. Dosificación 1:4



FACULTAD DE INGENIERÍA, ARQUITECTURA Y URBANISMO  
 ESCUELA PROFESIONAL INGENIERÍA CIVIL  
 LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

ENSAYO: ADHERENCIA MORTERO - UNIDAD DE ALBAÑILERIA (NTP 334.129).

Tesis : "DISEÑO DE MORTERO EMPLEANDO CENIZAS DE CÁSCARAS DE ARROZ"  
 Tesista : RAMOS FERNÁNDEZ, Christian Silvestre  
 Ubicación : PIMENTEL - CHICLAYO - LAMBAYEQUE  
 Fecha : 8/3/2018

- Dosificación P2 Mortero Patrón.

P2 = 1 : 4  
 Proporción = Cemento Arena

Edad de Muestreo : 28 DÍAS      Fecha de Obtención : 8/4/2018  
 Fecha de Ensayo : 9/1/2018

DEMOMINACIÓN	CARGA	LUZ LIBRE	LONG.	ALTURA	MODULO DE ROTURA
	(Kg) P	(cm.) L	(cm.) B	(cm.) H	(Kg/cm <sup>2</sup> )
L. Lark 18H (1)	3821.00	17.50	22.70	12.60	27.83
L. Lark 18H (2)	2442.00	17.50	22.70	12.45	18.22
L. Lark 18H (3)	3015.00	17.50	22.55	12.55	22.28
PROMEDIO =	3092.67	17.50	22.65	12.53	22.82

DOSIFICACIÓN P2 (1:4) MORTERO CON SUSTITUCIÓN DE 5 % DE CEMENTO POR CCA

P2 = 0.95 : 4 : 0.05  
 Proporción = Cemento Arena CCA

Edad de Muestreo : 28 DÍAS      Fecha de Obtención : 8/4/2018  
 Fecha de Ensayo : 9/1/2018

DEMOMINACIÓN	CARGA	LUZ LIBRE	LONG.	ALTURA	MODULO DE ROTURA
	(Kg) P	(cm.) L	(cm.) B	(cm.) H	(Kg/cm <sup>2</sup> )
L. Lark 18H (1)	2780.00	17.50	22.80	12.50	20.48
L. Lark 18H (2)	4012.00	17.50	22.75	12.45	29.87
L. Lark 18H (3)	3329.00	17.50	22.70	12.45	24.84
PROMEDIO =	3373.67	17.50	22.75	12.47	25.05

**ENSAYO: ADHERENCIA MORTERO - UNIDAD DE ALBAÑILERIA (NTP 334.129).**

**Tesis :** "DISEÑO DE MORTERO EMPLEANDO CENIZAS DE CÁSCARAS DE ARROZ"  
**Tesista :** RAMOS FERNÁNDEZ, Christian Silvestre  
**Ubicación :** PIMENTEL - CHICLAYO - LAMBAYEQUE  
**Fecha :** 8/3/2018

**DOSIFICACIÓN P2 (1:4) MORTERO CON SUSTITUCIÓN DE 10 % DE CEMENTO POR CCA**

P2 = 0.90 : 4 : 0.10  
 Proporción = Cemento Arena CCA

**Edad de Muestreo :** 28 DÍAS **Fecha de Obtención :** 8/4/2018  
**Fecha de Ensayo :** 9/1/2018

DEMOMINACIÓN	CARGA	LUZ LIBRE	LONG.	ALTURA	MODULO DE ROTURA
	(Kg) P	(cm.) L	(cm.) B	(cm.) H	(Kg/cm <sup>2</sup> )
L. Lark 18H (1)	3532.00	17.50	22.90	12.30	26.76
L. Lark 18H (2)	2918.00	17.50	22.60	12.60	21.35
L. Lark 18H (3)	3045.00	17.50	22.85	12.55	22.21
<b>PROMEDIO =</b>	<b>3165.00</b>	<b>17.50</b>	<b>22.78</b>	<b>12.48</b>	<b>23.40</b>

**DOSIFICACIÓN P2 (1:4) MORTERO CON SUSTITUCIÓN DE 15 % DE CEMENTO POR CCA**

P2 = 0.85 : 4 : 0.15  
 Proporción = Cemento Arena CCA

**Edad de Muestreo :** 28 DÍAS **Fecha de Obtención :** 8/4/2018  
**Fecha de Ensayo :** 9/1/2018

DEMOMINACIÓN	CARGA	LUZ LIBRE	LONG.	ALTURA	MODULO DE ROTURA
	(Kg) P	(cm.) L	(cm.) B	(cm.) H	(Kg/cm <sup>2</sup> )
L. Lark 18H (1)	2654.00	17.50	22.70	12.50	19.64
L. Lark 18H (2)	3063.00	17.50	23.00	12.35	22.92
L. Lark 18H (3)	2565.00	17.50	22.85	12.42	19.10
<b>PROMEDIO =</b>	<b>2760.67</b>	<b>17.50</b>	<b>22.85</b>	<b>12.42</b>	<b>20.55</b>

**ENSAYO: ADHERENCIA MORTERO - UNIDAD DE ALBAÑILERIA (NTP 334.129).**

**Tesis :** "DISEÑO DE MORTERO EMPLEANDO CENIZAS DE CÁSCARAS DE ARROZ"  
**Tesista :** RAMOS FERNÁNDEZ, Christian Silvestre  
**Ubicación :** PIMENTEL - CHICLAYO - LAMBAYEQUE  
**Fecha :** 8/3/2018

**DOSIFICACIÓN P2 (1:4) MORTERO CON ADICIÓN DE 5 % DE CEMENTO POR CCA**

P2 = 1 : 4 : 0.05  
Proporción = Cemento Arena CCA

**Edad de Muestreo :** 28 DÍAS **Fecha de Obtención :** 8/4/2018  
**Fecha de Ensayo :** 9/1/2018

DEMOMINACIÓN	CARGA	LUZ LIBRE	LONG.	ALTURA	MODULO DE ROTURA
	(Kg) P	(cm.) L	(cm.) B	(cm.) H	(Kg/cm <sup>2</sup> )
L. Lark 18H (1)	1955.00	17.50	22.70	12.65	14.13
L. Lark 18H (2)	2680.00	17.50	22.80	12.60	19.44
L. Lark 18H (3)	2347.00	17.50	22.65	12.45	17.55
<b>PROMEDIO =</b>	<b>2327.33</b>	<b>17.50</b>	<b>22.72</b>	<b>12.57</b>	<b>17.03</b>

**DOSIFICACIÓN P2 (1:4) MORTERO CON ADICIÓN DE 10 % DE CEMENTO POR CCA**

P2 = 1 : 4 : 0.10  
Proporción = Cemento Arena CCA

**Edad de Muestreo :** 28 DÍAS **Fecha de Obtención :** 8/4/2018  
**Fecha de Ensayo :** 9/1/2018

DEMOMINACIÓN	CARGA	LUZ LIBRE	LONG.	ALTURA	MODULO DE ROTURA
	(Kg) P	(cm.) L	(cm.) B	(cm.) H	(Kg/cm <sup>2</sup> )
L. Lark 18H (1)	2084.00	17.50	22.90	12.45	15.41
L. Lark 18H (2)	1703.00	17.50	23.00	12.40	12.64
L. Lark 18H (3)	1954.00	17.50	22.75	12.45	14.55
<b>PROMEDIO =</b>	<b>1913.67</b>	<b>17.50</b>	<b>22.88</b>	<b>12.43</b>	<b>14.20</b>

**ENSAYO: ADHERENCIA MORTERO - UNIDAD DE ALBAÑILERIA (NTP 334.129).**

**Tesis :** "DISEÑO DE MORTERO EMPLEANDO CENIZAS DE CÁSCARAS DE ARROZ"  
**Tesista :** RAMOS FERNÁNDEZ, Christian Silvestre  
**Ubicación :** PIMENTEL - CHICLAYO - LAMBAYEQUE  
**Fecha :** 8/3/2018

**DOSIFICACIÓN P2 (1:4) MORTERO CON ADICIÓN DE 15 % DE CEMENTO POR CCA**

**P2 = 1 : 4 : 0.15**  
**Proporción = Cemento Arena CCA**

**Edad de Muestreo :** 28 DÍAS      **Fecha de Obtención :** 8/4/2018  
**Fecha de Ensayo :** 9/1/2018

DEMOMINACIÓN	CARGA (Kg) P	LUZ LIBRE (cm.) L	LONG. (cm.) B	ALTURA (cm.) H	MODULO DE ROTURA
					(Kg/cm <sup>2</sup> )
L. Lark 18H (1)	1194.00	17.50	22.80	12.40	8.94
L. Lark 18H (2)	1405.00	17.50	22.70	12.60	10.23
L. Lark 18H (3)	1447.00	17.50	22.70	12.55	10.62
<b>PROMEDIO =</b>	<b>1348.67</b>	<b>17.50</b>	<b>22.73</b>	<b>12.52</b>	<b>9.94</b>

Anexo 11.2. Resistencia a la compresión axial en pilas de albañilería

Anexo 11.2.1. Dosificación 1:4



FACULTAD DE INGENIERÍA, ARQUITECTURA Y URBANISMO  
 ESCUELA PROFESIONAL INGENIERÍA CIVIL  
 LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

ENSAYO: RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PILAS DE LADRILLOS DE ARCILLA (NTP 399.605).

Tesis : "DISEÑO DE MORTERO EMPLEANDO CENIZAS DE CÁSCARAS DE ARROZ"  
 Tesista : RAMOS FERNÁNDEZ, Christian Silvestre  
 Ubicación : PIMENTEL - CHICLAYO - LAMBAYEQUE  
 Fecha : 8/3/2018

DOSIFICACIÓN P2 MORTERO PATRÓN

P2 = 1 : 4  
 Cemento Arena

EDAD DE LAS PILAS = 28 DÍAS

Fecha de Obtención : 8/4/2018

Fecha de Ensayo : 9/1/2018

DIMENSIONES DE LAS PILAS.

PILA	L1 (m)	L2 (m)	L3 (m)	L4 (m)	E1 (cm)	E2 (cm)	E3 (cm)	E4 (cm)	H1 (cm)	H2 (cm)	H3 (cm)	H4 (cm)
M1	22.70	22.80	22.50	22.70	12.00	12.00	12.20	12.10	30.00	30.20	30.40	30.30
M2	22.60	22.80	22.60	22.65	12.10	11.90	12.15	12.20	30.20	30.00	30.00	30.30
M3	22.75	22.80	22.50	22.55	12.00	12.05	12.05	12.05	30.30	30.10	30.25	30.30

RESULTADO DE LAS PILAS.

PILA	PROM. (L)	PROM. (E)	PROM. (H)	ÁREA cm <sup>2</sup>	Pu		F'm (kg/cm <sup>2</sup> )	ESBELTEZ h/e	COEF. CORREC.	F'm Corregido (kg/cm <sup>2</sup> )
					KN	Kg				
M1	22.68	12.08	30.23	273.80	252.21	25709.00	93.90	2.50	0.800	75.12
M2	22.66	12.09	30.13	273.93	240.61	24527.00	89.54	2.49	0.799	71.50
M3	22.65	12.04	30.24	272.65	261.12	26618.00	97.63	2.51	0.802	78.30
PROMEDIO =										74.97
σ =										3.40
PROMEDIO - s =										71.57



# UNIVERSIDAD SEÑOR DE SIPÁN

FACULTAD DE INGENIERÍA, ARQUITECTURA Y URBANISMO  
 ESCUELA PROFESIONAL INGENIERÍA CIVIL  
 LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

ENSAYO: RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PILAS DE LADRILLOS DE ARCILLA (NTP 399.605).

Tesis : "DISEÑO DE MORTERO EMPLEANDO CENIZAS DE CÁSCARAS DE ARROZ"  
 Tesista : RAMOS FERNÁNDEZ, Christian Silvestre  
 Ubicación : PIMENTEL - CHICLAYO - LAMBAYEQUE  
 Fecha : 8/3/2018

DOSIFICACIÓN P2 (1:4) MORTERO CON SUSTITUCIÓN DE 5 % DE CEMENTO POR CCA

P2 = 0.95 : 4 : 0.05  
 Cemento : Arena : CCA

EDAD DE LAS PILAS = 28 DÍAS

Fecha de Obtención : 8/4/2018

Fecha de Ensayo : 9/1/2018

DIMENSIONES DE LAS PILAS.

PILA	L1 (m)	L2 (m)	L3 (m)	L4 (m)	E1 (cm)	E2 (cm)	E3 (cm)	E4 (cm)	H1 (cm)	H2 (cm)	H3 (cm)	H4 (cm)
M1	22.60	22.50	22.60	22.80	12.00	12.30	12.20	12.00	31.40	31.80	32.00	31.30
M2	22.80	22.45	22.50	22.70	11.90	12.20	12.30	12.20	30.30	30.70	31.00	30.10
M3	22.55	22.50	22.65	22.70	11.85	12.45	12.15	12.05	30.95	31.05	31.70	30.55

RESULTADO DE LAS PILAS.

PILA	PROM. (L)	PROM. (E)	PROM. (H)	ÁREA cm <sup>2</sup>	Pu		F'm (kg/cm <sup>2</sup> )	ESBELTEZ h/e	COEF. CORREC.	F'm Corregido (kg/cm <sup>2</sup> )
					KN	Kg				
M1	22.63	12.13	31.63	274.33	261.06	26612.00	97.01	2.61	0.824	79.93
M2	22.61	12.15	30.53	274.74	309.21	31520.00	114.73	2.51	0.802	92.01
M3	22.60	12.13	31.06	274.03	285.63	29116.00	106.25	2.56	0.813	86.38
<b>PROMEDIO =</b>										<b>86.11</b>
<b>σ =</b>										<b>6.04</b>
<b>PROMEDIO - s =</b>										<b>80.07</b>

**ENSAYO: RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PILAS DE LADRILLOS DE ARCILLA (NTP 399.605).**

**Tests** : "DISEÑO DE MORTERO EMPLEANDO CENIZAS DE CÁSCARAS DE ARROZ"  
**Tesista** : RAMOS FERNÁNDEZ, Christian Silvestre  
**Ubicación** : PIMENTEL - CHICLAYO - LAMBAYEQUE  
**Fecha** : 8/3/2018

**DOSIFICACIÓN P2 (1:4) MORTERO CON SUSTITUCIÓN DE 10 % DE CEMENTO POR CCA**

P2 = **0.90** : **4** : **0.10**  
**Cemento** : **Arena** : **CCA**

**EDAD DE LAS PILAS** = **28 DÍAS**

**Fecha de Obtención** : 8/4/2018

**Fecha de Ensayo** : 9/1/2018

**DIMENSIONES DE LAS PILAS.**

PILA	L1 (m)	L2 (m)	L3 (m)	L4 (m)	E1 (cm)	E2 (cm)	E3 (cm)	E4 (cm)	H1 (cm)	H2 (cm)	H3 (cm)	H4 (cm)
M1	22.80	22.70	22.50	22.80	12.00	12.20	12.20	12.00	30.00	30.10	30.00	30.00
M2	22.60	22.60	22.70	22.70	12.15	12.40	12.30	11.90	30.50	30.40	30.10	30.05
M3	22.85	22.55	22.60	22.50	12.05	12.35	12.15	11.95	30.20	30.45	29.95	30.10

**RESULTADO DE LAS PILAS.**

PILA	PROM. (L)	PROM. (E)	PROM. (H)	ÁREA cm <sup>2</sup>	Pu		F'm (kg/cm <sup>2</sup> )	ESBELTEZ h/e	COEF. CORREC.	F'm Corregido (kg/cm <sup>2</sup> )
					KN	Kg				
M1	22.70	12.10	30.03	274.67	329.43	33581.00	122.26	2.48	0.797	97.44
M2	22.65	12.19	30.26	276.05	300.02	30583.00	110.79	2.48	0.797	88.30
M3	22.63	12.13	30.18	274.33	321.10	32732.00	119.32	2.49	0.799	95.33
<b>PROMEDIO =</b>										<b>93.69</b>
<b>σ =</b>										<b>4.79</b>
<b>PROMEDIO - s =</b>										<b>88.90</b>

# USS | UNIVERSIDAD SEÑOR DE SIPÁN

FACULTAD DE INGENIERÍA, ARQUITECTURA Y URBANISMO  
ESCUELA PROFESIONAL INGENIERÍA CIVIL  
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

ENSAYO: RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PILAS DE LADRILLOS DE ARCILLA (NTP 399.605).

Tesis : "DISEÑO DE MORTERO EMPLEANDO CENIZAS DE CÁSCARAS DE ARROZ"  
Tesisista : RAMOS FERNÁNDEZ, Christian Silvestre  
Ubicación : PIMENTEL - CHICLAYO - LAMBAYEQUE  
Fecha : 8/3/2018

DOSIFICACIÓN P2 (1:4) MORTERO CON SUSTITUCIÓN DE 15 % DE CEMENTO POR CCA

P2 = 0.85 : 4 : 0.15  
Cemento : Arena : CCA

EDAD DE LAS PILAS = 28 DÍAS

Fecha de Obtención : 8/4/2018

Fecha de Ensayo : 9/1/2018

DIMENSIONES DE LAS PILAS.

PILA	L1 (m)	L2 (m)	L3 (m)	L4 (m)	E1 (cm)	E2 (cm)	E3 (cm)	E4 (cm)	H1 (cm)	H2 (cm)	H3 (cm)	H4 (cm)
M1	22.60	22.50	22.80	22.80	12.10	12.20	12.00	12.40	30.10	30.70	30.20	30.20
M2	22.80	22.60	22.70	22.70	11.90	12.00	12.20	12.00	30.60	30.20	30.00	30.30
M3	22.45	22.65	22.70	22.65	12.05	12.15	12.00	12.25	30.45	30.25	29.95	30.10

RESULTADO DE LAS PILAS.

PILA	PROM. (L)	PROM. (E)	PROM. (H)	ÁREA cm <sup>2</sup>	Pu		F'm (kg/cm <sup>2</sup> )	ESBELTEZ h/e	COEF. CORREC.	F'm Corregido (kg/cm <sup>2</sup> )
					KN	Kg				
M1	22.68	12.18	30.30	276.07	276.50	28186.00	102.10	2.49	0.799	81.58
M2	22.70	12.03	30.28	272.97	259.86	26489.00	97.04	2.52	0.804	78.02
M3	22.61	12.11	30.19	273.89	287.80	29337.00	107.11	2.49	0.799	85.58
<b>PROMEDIO =</b>										<b>81.73</b>
<b>σ =</b>										<b>3.78</b>
<b>PROMEDIO - N =</b>										<b>77.94</b>

**ENSAYO: RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PILAS DE LADRILLOS DE ARCILLA (NTP 399.605).**

**Tesis :** "DISEÑO DE MORTERO EMPLEANDO CENIZAS DE CÁSCARAS DE ARROZ"  
**Testista :** RAMOS FERNÁNDEZ, Christian Silvestre  
**Ubicación :** PIMENTEL - CHICLAYO - LAMBAYEQUE  
**Fecha :** 8/3/2018

**DOSIFICACIÓN P2 (1:4) MORTERO CON ADICIÓN DE 5 % DE CEMENTO POR CCA**

**P2 = 1 : 4 : 0.05**  
**Cemento : Arena : CCA**

**EDAD DE LAS PILAS = 28 DÍAS**

**Fecha de Obtención :** 8/4/2018

**Fecha de Ensayo :** 9/1/2018

**DIMENSIONES DE LAS PILAS.**

PILA	L1 (m)	L2 (m)	L3 (m)	L4 (m)	E1 (cm)	E2 (cm)	E3 (cm)	E4 (cm)	H1 (cm)	H2 (cm)	H3 (cm)	H4 (cm)
M1	22.90	22.80	22.50	23.00	12.00	12.10	12.10	12.00	31.20	31.00	31.00	30.90
M2	22.70	22.50	22.80	22.80	12.10	12.20	12.20	11.90	30.60	30.70	30.80	30.50
M3	22.65	22.55	22.45	23.00	12.00	12.05	12.25	12.05	30.85	30.55	30.65	30.75

**RESULTADO DE LAS PILAS.**

PILA	PROM. (L)	PROM. (E)	PROM. (H)	ÁREA cm <sup>2</sup>	Pu		F'm (kg/cm <sup>2</sup> )	ESBELTEZ h/e	COEF. CORREC.	F'm Corregido (kg/cm <sup>2</sup> )
					KN	Kg				
M1	22.80	12.05	31.03	274.74	290.30	29592.00	107.71	2.57	0.815	87.78
M2	22.70	12.10	30.65	274.67	314.51	32060.00	116.72	2.53	0.807	94.19
M3	22.66	12.09	30.70	273.93	296.52	30226.00	110.34	2.54	0.809	89.27
<b>PROMEDIO =</b>										<b>90.41</b>
<b>σ =</b>										<b>3.36</b>
<b>PROMEDIO - s =</b>										<b>87.06</b>

**ENSAYO: RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PILAS DE LADRILLOS DE ARCILLA (NTP 399.605).**

**Tests** : "DISEÑO DE MORTERO EMPLEANDO CENIZAS DE CÁSCARAS DE ARROZ"  
**Tesista** : RAMOS FERNÁNDEZ, Christian Silvestre  
**Ubicación** : PIMENTEL - CHICLAYO - LAMBAYEQUE  
**Fecha** : 8/3/2018

**DOSIFICACIÓN P2 (1:4) MORTERO CON ADICIÓN DE 10 % DE CEMENTO POR CCA**

P2 = **1** : **4** : **0.10**  
**Cemento** : **Arena** : **CCA**

**EDAD DE LAS PILAS** = **28 DÍAS**

**Fecha de Obtención** : 8/4/2018

**Fecha de Ensayo** : 9/1/2018

**DIMENSIONES DE LAS PILAS.**

PILA	L1 (m)	L2 (m)	L3 (m)	L4 (m)	E1 (cm)	E2 (cm)	E3 (cm)	E4 (cm)	H1 (cm)	H2 (cm)	H3 (cm)	H4 (cm)
M1	22.80	22.70	22.50	22.60	11.80	12.20	12.30	12.10	30.70	30.60	31.00	30.70
M2	22.80	22.40	22.60	22.80	12.40	12.20	12.30	12.20	30.40	30.50	30.70	30.80
M3	22.65	22.55	22.60	22.65	12.00	12.00	12.25	12.00	30.55	30.40	30.95	30.65

**RESULTADO DE LAS PILAS.**

PILA	PROM. (L)	PROM. (E)	PROM. (H)	ÁREA cm <sup>2</sup>	Pu		F'm (kg/cm <sup>2</sup> )	ESBELTEZ h/e	COEF. CORREC.	F'm Corregido (kg/cm <sup>2</sup> )
					KN	Kg				
M1	22.65	12.10	30.75	274.07	268.95	27416.00	100.03	2.54	0.809	80.93
M2	22.65	12.28	30.60	278.03	286.30	29184.00	104.97	2.49	0.799	83.83
M3	22.61	12.06	30.64	272.76	268.35	27355.00	100.29	2.54	0.809	81.13
<b>PROMEDIO =</b>										<b>81.96</b>
<b>σ =</b>										<b>1.62</b>
<b>PROMEDIO - s =</b>										<b>80.35</b>





FACULTAD DE INGENIERÍA, ARQUITECTURA Y URBANISMO  
 ESCUELA PROFESIONAL INGENIERÍA CIVIL  
 LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

ENSAYO: RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PILAS DE LADRILLOS DE ARCILLA (NTP 399.605).

**Tesis** : "DISEÑO DE MORTERO EMPLEANDO CENIZAS DE CÁSCARAS DE ARROZ"  
**Tesista** : RAMOS FERNÁNDEZ, Christian Silvestre  
**Ubicación** : PIMENTEL - CHICLAYO - LAMBAYEQUE  
**Fecha** : 8/3/2018

DOSIFICACIÓN P2 (1:4) MORTERO CON ADICIÓN DE 15 % DE CEMENTO POR CCA

P2 = 1 : 4 : 0.15  
 Cemento : Arena : CCA

EDAD DE LAS PILAS = 28 DÍAS

Fecha de Obtención : 8/4/2018

Fecha de Ensayo : 9/1/2018

DIMENSIONES DE LAS PILAS.

PILA	L1 (m)	L2 (m)	L3 (m)	L4 (m)	E1 (cm)	E2 (cm)	E3 (cm)	E4 (cm)	H1 (cm)	H2 (cm)	H3 (cm)	H4 (cm)
M1	22.90	22.70	22.70	22.60	11.90	12.00	12.00	12.10	31.00	31.40	31.30	31.20
M2	22.70	22.40	22.40	22.60	11.90	12.10	12.20	12.00	31.20	31.00	31.00	30.90
M3	23.00	22.50	22.40	22.55	12.00	12.05	12.25	11.95	31.00	31.30	31.05	31.00

RESULTADO DE LAS PILAS.

PILA	PROM. (L)	PROM. (E)	PROM. (H)	ÁREA cm <sup>2</sup>	Pu		F'm (kg/cm <sup>2</sup> )	ESBELTEZ h/e	COEF. CORREC.	F'm Corregido (kg/cm <sup>2</sup> )
					KN	Kg				
M1	22.73	12.00	31.23	272.70	238.88	24351.00	89.30	2.60	0.822	73.40
M2	22.53	12.05	31.03	271.43	259.95	26498.00	97.63	2.57	0.815	79.56
M3	22.61	12.06	31.09	272.76	288.65	29424.50	107.88	2.58	0.818	88.24
PROMEDIO =										80.40
σ =										7.46
PROMEDIO - s =										72.95

### Anexo 11.3. Resistencia a la compresión diagonal en muretes de albañilería

Anexo 11.3.1. Dosificación 1:4



FACULTAD DE INGENIERÍA, ARQUITECTURA Y URBANISMO  
 ESCUELA PROFESIONAL INGENIERÍA CIVIL  
 LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

ENSAYO: RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DIAGONAL DE MURETES DE LADRILLO DE ARCILLA (NTP 399.621).

Tesis : "DISEÑO DE MORTERO EMPLEANDO CENIZAS DE CÁSCARAS DE ARROZ"  
 Tesista : RAMOS FERNÁNDEZ, Christian Silvestre  
 Ubicación : PIMENTEL - CHICLAYO - LAMBAYEQUE  
 Fecha : 8/6/2018

DOSIFICACIÓN P2 MORTERO PATRÓN

P2 = 1 : 4  
 Cemento Arena

EDAD DE LOS MURETES = 28 DÍAS

Fecha de Obtención : 8/6/2018

Fecha de Ensayo : 9/3/2018

- DIMENSIONES DE LOS MURETES.

MURETES	L1 (cm)	L2 (cm)	H1 (cm)	H2 (cm)	E1 (cm)	E2 (cm)
M1	60.90	61.10	60.00	60.10	12.50	12.35
M2	61.25	61.00	60.15	60.50	12.30	12.00
M3	61.25	60.60	60.20	60.25	12.00	12.25

- RESULTADO DE LOS MURETES.

MURETES	PROM. (L)	PROM. (H)	PROM. (t) = E	Ad (cm <sup>2</sup> )	Pu		V'm (kg/cm <sup>2</sup> )
					KN	Kg	
M1	61.00	60.05	12.43	1063.55	126.06	12850.00	8.54
M2	61.13	60.33	12.15	1043.44	240.35	13150.00	8.91
M3	60.93	60.23	12.13	1038.72	271.64	13400.00	9.12
PROMEDIO =							8.86
σ =							0.29
PROMEDIO - S =							8.56



ENSAYO: RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DIAGONAL DE MURETES DE LADRILLO DE ARCILLA (NTP 399.621).

Tesis : "DISEÑO DE MORTERO EMPLEANDO CENIZAS DE CÁSCARAS DE ARROZ"  
 Tesista : RAMOS FERNÁNDEZ, Christian Silvestre  
 Ubicación : PIMENTEL - CHICLAYO - LAMBAYEQUE  
 Fecha : 8/6/2018

DOSIFICACIÓN P2 (1:4) MORTERO CON SUSTITUCIÓN DE 5 % DE CEMENTO POR CCA

P2 = 0.95 : 4 : 0.05  
 Cemento Arena CCA

EDAD DE LOS MURETES = 28 DÍAS

Fecha de Obtención : 8/6/2018  
 Fecha de Ensayo : 9/3/2018

- DIMENSIONES DE LOS MURETES.

MURETES	L1 (cm)	L2 (cm)	H1 (cm)	H2 (cm)	E1 (cm)	E2 (cm)
M1	61.00	60.85	61.25	61.00	12.35	12.50
M2	60.80	61.00	60.40	60.60	12.10	12.30
M3	61.15	60.95	60.85	61.00	12.00	12.15

- RESULTADO DE LOS MURETES.

MURETES	PROM. (L)	PROM. (H)	PROM. (t) = E	Ad (cm <sup>2</sup> )	Pu		V'm (kg/cm <sup>2</sup> )
					KN	Kg	
M1	60.93	61.13	12.43	1072.31	142.25	14500.00	9.56
M2	60.90	60.50	12.20	1047.29	240.35	13850.00	9.35
M3	61.05	60.93	12.08	1041.46	271.64	14250.00	9.67
<b>PROMEDIO =</b>							<b>9.53</b>
<b>σ =</b>							<b>0.16</b>
<b>PROMEDIO - s =</b>							<b>9.36</b>

**ENSAYO: RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DIAGONAL DE MURETES DE LADRILLO DE ARCILLA (NTP 399.621).**

**Tesis** : "DISEÑO DE MORTERO EMPLEANDO CENIZAS DE CÁSCARAS DE ARROZ"  
**Tesista** : RAMOS FERNÁNDEZ, Christian Silvestre  
**Ubicación** : PIMENTEL - CHICLAYO - LAMBAYEQUE  
**Fecha** : 8/6/2018

**DOSIFICACIÓN P2 (1:4) MORTERO CON SUSTITUCIÓN DE 10 % DE CEMENTO POR CCA**

**P2 = 0.90 : 4 : 0.10**  
**Cemento Arena CCA**

**EDAD DE LOS MURETES = 28 DÍAS**

**Fecha de Obtención** : 8/6/2018  
**Fecha de Ensayo** : 9/3/2018

**- DIMENSIONES DE LOS MURETES.**

MURETES	L1 (cm)	L2 (cm)	H1 (cm)	H2 (cm)	E1 (cm)	E2 (cm)
M1	60.70	60.85	60.70	60.55	12.35	12.40
M2	60.60	61.00	61.00	61.05	12.00	12.10
M3	60.85	61.25	60.75	60.75	12.10	12.30

**- RESULTADO DE LOS MURETES.**

MURETES	PROM. (L)	PROM. (H)	PROM. (t) = E	Ad (cm <sup>2</sup> )	Pu		V'm (kg/cm <sup>2</sup> )
					KN	Kg	
M1	60.78	60.63	12.38	1062.31	152.55	15550.00	10.35
M2	60.80	61.03	12.05	1038.03	240.35	16100.00	10.97
M3	61.05	60.75	12.20	1050.74	271.64	15750.00	10.60
<b>PROMEDIO =</b>							<b>10.64</b>
<b>σ =</b>							<b>0.31</b>
<b>PROMEDIO - s =</b>							<b>10.33</b>

**ENSAYO: RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DIAGONAL DE MURETES DE LADRILLO DE ARCILLA (NTP 399.621).**

**Tesis** : "DISEÑO DE MORTERO EMPLEANDO CENIZAS DE CÁSCARAS DE ARROZ"  
**Tesista** : RAMOS FERNÁNDEZ, Christian Silvestre  
**Ubicación** : PIMENTEL - CHICLAYO - LAMBAYEQUE  
**Fecha** : 8/6/2018

**DOSIFICACIÓN P2 (1:4) MORTERO CON SUSTITUCIÓN DE 15 % DE CEMENTO POR CCA**

P2 =     **0.85**         :         **4**         :         **0.15**  
                   **Cemento**                 **Arena**                 **CCA**

**EDAD DE LOS MURETES = 28 DÍAS**

**Fecha de Obtención** : 8/6/2018

**Fecha de Ensayo** : 9/3/2018

**- DIMENSIONES DE LOS MURETES.**

MURTE	L1 (cm)	L2 (cm)	H1 (cm)	H2 (cm)	E1 (cm)	E2 (cm)
M1	60.90	61.00	60.50	60.75	12.10	12.05
M2	61.25	61.50	61.15	61.00	12.05	12.05
M3	60.75	61.00	60.85	61.00	12.00	12.10

**- RESULTADO DE LOS MURETES.**

MURETE	PROM. (L)	PROM. (H)	PROM. (t) = E	Ad (cm <sup>2</sup> )	Pu		V'm (kg/cm <sup>2</sup> )
					KN	Kg	
M1	60.95	60.63	12.08	1038.05	130.47	13300.00	9.06
M2	61.38	61.08	12.05	1043.36	240.35	13750.00	9.32
M3	60.88	60.93	12.05	1037.81	271.64	14150.00	9.64
<b>PROMEDIO =</b>							<b>9.34</b>
<b>σ =</b>							<b>0.29</b>
<b>PROMEDIO - s =</b>							<b>9.05</b>

ENSAYO: RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DIAGONAL DE MURETES DE LADRILLO DE ARCILLA (NTP 399.621).

Tesis : "DISEÑO DE MORTERO EMPLEANDO CENZAS DE CÁSCARAS DE ARROZ"  
 Tesista : RAMOS FERNÁNDEZ, Christian Silvestre  
 Ubicación : PIMENTEL - CHICLAYO - LAMBAYEQUE  
 Fecha : 8/6/2018

DOSIFICACIÓN P2 (1:4) MORTERO CON ADICIÓN DE 5 % DE CEMENTO POR CCA

P2 = 1 : 4 : 0.05  
 Cemento Arena CCA

EDAD DE LOS MURETES = 28 DÍAS

Fecha de Obtención : 8/6/2018  
 Fecha de Ensayo : 9/3/2018

- DIMENSIONES DE LOS MURETES.

MURETES	L1 (cm)	L2 (cm)	H1 (cm)	H2 (cm)	E1 (cm)	E2 (cm)
M1	61.00	61.30	60.90	61.50	12.00	12.05
M2	60.95	61.15	61.00	60.70	12.10	12.25
M3	61.05	60.85	61.00	60.95	12.00	12.00

- RESULTADO DE LOS MURETES.

MURETES	PROM. (L)	PROM. (H)	PROM. (t) = E	Ad (cm <sup>2</sup> )	Pu		V'm (kg/cm <sup>2</sup> )
					KN	Kg	
M1	61.15	61.20	12.03	1040.34	155.00	15800.00	10.74
M2	61.05	60.85	12.18	1049.44	240.35	15150.00	10.21
M3	60.95	60.98	12.00	1034.57	271.64	15650.00	10.69
<b>PROMEDIO =</b>							<b>10.55</b>
<b>σ =</b>							<b>0.30</b>
<b>PROMEDIO - s =</b>							<b>10.25</b>

ENSAYO: RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DIAGONAL DE MURETES DE LADRILLO DE ARCILLA (NTP 399.621).

Tests : "DISEÑO DE MORTERO EMPLEANDO CENIZAS DE CÁSCARAS DE ARROZ"  
 Tesista : RAMOS FERNÁNDEZ, Christian Silvestre  
 Ubicación : PIMENTEL - CHICLAYO - LAMBAYEQUE  
 Fecha : 8/6/2018

DOSIFICACIÓN P2 (1:4) MORTERO CON ADICIÓN DE 10 % DE CEMENTO POR CCA

P2 = 1 : 4 : 0.10  
 Cemento Arena CCA

EDAD DE LOS MURETES = 28 DÍAS

Fecha de Obtención : 8/6/2018

Fecha de Ensayo : 9/3/2018

- DIMENSIONES DE LOS MURETES.

MURETES	L1 (cm)	L2 (cm)	H1 (cm)	H2 (cm)	E1 (cm)	E2 (cm)
M1	60.25	60.00	61.00	61.15	12.15	12.05
M2	60.75	60.50	61.50	61.35	12.00	11.95
M3	61.00	61.05	61.05	60.95	12.10	12.10

- RESULTADO DE LOS MURETES.

MURETES	PROM. (L)	PROM. (H)	PROM. (t) = E	Ad (cm <sup>2</sup> )	Pu		V'm (kg/cm <sup>2</sup> )
					KN	Kg	
M1	60.13	61.08	12.10	1037.02	136.36	13900.00	9.48
M2	60.63	61.43	11.98	1033.49	240.35	13550.00	9.27
M3	61.03	61.00	12.10	1044.04	271.64	14250.00	9.65
PROMEDIO =							9.47
σ =							0.19
PROMEDIO - s =							9.27

**ENSAYO: RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DIAGONAL DE MURETES DE LADRILLO DE ARCILLA (NTP 399.621).**

**Tesis** : "DISEÑO DE MORTERO EMPLEANDO CENIZAS DE CÁSCARAS DE ARROZ"  
**Tesista** : RAMOS FERNÁNDEZ, Christian Silvestre  
**Ubicación** : PIMENTEL - CHICLAYO - LAMBAYEQUE  
**Fecha** : 8/6/2018

**DOSIFICACIÓN P2 (1:4) MORTERO CON ADICIÓN DE 15 % DE CEMENTO POR CCA**

**P2 = 1 : 4 : 0.10**  
**Cemento Arena CCA**

**EDAD DE LOS MURETES = 28 DÍAS**

**Fecha de Obtención** : 8/6/2018  
**Fecha de Ensayo** : 9/3/2018

**- DIMENSIONES DE LOS MURETES.**

MURTE	L1 (cm)	L2 (cm)	H1 (cm)	H2 (cm)	E1 (cm)	E2 (cm)
M1	60.45	60.60	61.50	61.45	12.30	12.15
M2	60.00	60.25	61.35	61.35	12.55	12.30
M3	61.00	61.70	61.40	61.20	12.00	12.00

**- RESULTADO DE LOS MURETES.**

MURETE	PROM. (L)	PROM. (H)	PROM. (t) = E	Ad (cm <sup>2</sup> )	Pu		V'm (kg/cm <sup>2</sup> )
					KN	Kg	
M1	60.53	61.48	12.23	1054.65	127.53	13000.00	8.71
M2	60.13	61.35	12.43	1067.31	240.35	13750.00	9.11
M3	61.35	61.30	12.00	1040.72	271.64	13450.00	9.14
<b>PROMEDIO =</b>							<b>8.99</b>
<b>σ =</b>							<b>0.24</b>
<b>PROMEDIO - s =</b>							<b>8.75</b>

Anexo 12. Análisis de costos

## Anexo 12.1. Volumen de mortero para 1m<sup>2</sup> de muro de soga

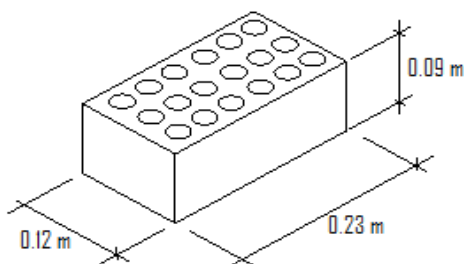
### VOLUMEN MORTERO PARA 1M<sup>2</sup> DE MURO

Para encontrar el volumen de mortero en 1m<sup>2</sup> de muro de soga se sigue los siguientes pasos:

**PASO N° 01: Se halla el volumen del ladrillo (m<sup>3</sup>).**

Para este análisis utilizamos el Ladrillo King Kong 18 Huecos - Estandar se tiene, J = 1.5cm.

Dimensiones del ladrillo:



LARGO	=	0.23	m
ANCHO	=	0.12	m
ALTURA	=	0.09	m
JUNTA	=	0.015	m

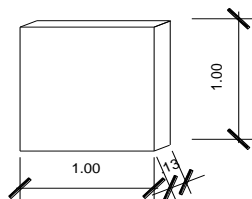
**VOLUMEN LADRILLO** =

**PASO N° 02: Se halla la cantidad de ladrillo para 1m<sup>2</sup> de muro, con la siguiente fórmula:**

C. Ladrillo =	10000
	(L+J) * (H+J)

**CANTIDAD LADRILLO SOGA** =

**PASO N° 03: Se halla el volumen de un muro para 1m<sup>2</sup>:**



LARGO	=	1.00	m
ANCHO	=	1.00	m
ALTURA	=	0.12	m

**VOLUMEN MURO 1m<sup>2</sup>** =

**PASO N° 04: Se halla el volumen ocupado del muro en 1m<sup>2</sup>:**

**VOLUMEN OCUPADO LADRILLO** = Volumen Muro - Cantidad Lad. Soga

**VOLUMEN OCUPADO LADRILLO** =

**PASO N° 05: Se halla el volumen de mortero en 1m<sup>2</sup>:**

**VOLUMEN MORTERO**= Volumen Muro - Volumen Ocupado Ladrillo

**VOLUMEN MORTERO EN 1 M<sup>2</sup>** =



Anexo 12.2. Análisis del precio unitario del Kg. de cenizas de cáscaras de arroz

<b>PARTIDA:</b>		<b>CENIZA DE CASCARA DE ARROZ (CCA)</b>				
<b>UNIDAD</b>	<b>Kg</b>		<b>N°Horas</b>		<b>8</b>	
<b>RENDIMIENTO</b>	<b>350</b>	<b>kg/día</b>	<b>costo unitario total</b>		<b>S/. 0.42</b>	
<b>DESCRIPCION DE INSUMO</b>	<b>unidad</b>	<b>cuadrilla</b>	<b>cantidad</b>	<b>precio unitario</b>	<b>parcial</b>	<b>total</b>
<b>MANO DE OBRA</b>						
operador para tamizar cca	h-h	1.00	0.0229	S/. 11.31	S/. 0.26	
<b>MATERIALES</b>						
ceniza de cascara de arroz	kg		1.00	S/. 0.15	S/. 0.15	S/. 0.15
<b>EQUIPOS Y HERRAMIENTAS</b>						
herramientas manuales	%Mo		3%	S/. 0.26	S/. 0.01	S/. 0.01
<b>ESTUDIO DE MERCADO DE LA CENIZA DE CASCARA DE ARROZ</b>						
<b>MATERIAL</b>	<b>UNIDAD</b>		<b>CANTIDAD</b>	<b>PRECIO</b>	<b>PRECIO</b>	
ceniza de cascara de arroz	Tn		1	S/. 150.00	S/. 150.00	
	Kg		1	S/. 0.15	S/. 0.15	

Anexo 12.3. Análisis de costos unitarios para un mortero patrón de 1:3.5, adicionado y sustituido con CCA.

**ANALISIS DE COSTOS UNITARIOS**

Se emplearon los siguientes materiales:

Material	Unidad	Precio S/.
Cemento	Bls	S/. 23.31
CCA	Kg	S/. 0.42
Arena	M <sup>3</sup>	S/. 41.31
Agua	M <sup>3</sup>	S/. 8.60

Se empleo la siguiente Mano de Obra:

Mano de Obra	Unidad	Precio
Operario	hh	S/. 15.59
Peón	hh	S/. 11.31

**MUESTRA Nº 01**

**(SIN CCA)**

1 : 3.5 (cemento : arena)

RENDIMIENTO

12 M<sup>2</sup>/DIA

NUMERO LADRILLO x M<sup>2</sup>

38.8727 UND

Para 1 m<sup>2</sup> de muro se necesita

0.02344

m<sup>3</sup> de Mezcla

Nº Horas

8

MURO DE LADRILLO KING KONG 18 HUECOS ASENTADO TIPO SOGA CON MORTERO PATRÓN 1 : 3.5						
MATERIAL	UNIDAD		CANTIDAD	PRECIO S/.	PARCIAL S/.	TOTAL
CEMENTO	BLS		0.2277	S/. 23.31	S/. 5.31	
ARENA	M <sup>3</sup>		0.0226	S/. 41.31	S/. 0.93	
AGUA	M <sup>3</sup>		0.0075	S/. 8.60	S/. 0.06	
LADRILLO LARK KK 18 HUE.	UND		38.8727	S/. 0.80	S/. 31.10	S/. 37.40
MANO DE OBRA	UNIDAD	CUADRILLA	CANTIDAD	PRECIO	SUBTOTAL	TOTAL
OPERARIO	HH	1	0.667	S/. 15.59	S/. 10.39	
PEON	HH	0.5	0.333	S/. 11.31	S/. 3.77	S/. 14.16
EQUIPOS	UNIDAD		CANTIDAD	PRECIO	SUBTOTAL	TOTAL
HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.000	S/. 14.16	S/. 0.42	S/. 0.42
<b>COSTO UNITARIO</b>						<b>S/. 51.99</b>

**MUESTRA Nº 02**

0.95 : 3.5 : 0.05 (cemento : arena : CCA)

RENDIMIENTO

12 M<sup>2</sup>/DIA

NUMERO LADRILLO x M<sup>2</sup>

38.8727 UND

Para 1 m<sup>2</sup> de muro se necesita

0.02344

m<sup>3</sup> de Mezcla

Nº Horas

8

MURO DE LADRILLO KING KONG 18 HUECOS ASENTADO TIPO SOGA CON LA PROPORCIÓN 0.95 : 3.5 : 0.05 CON CENIZAS DE CÁSCARAS DE ARROZ						
MATERIAL	UNIDAD		CANTIDAD	PRECIO S/.	PARCIAL S/.	TOTAL
CEMENTO	BLS		0.214	S/. 23.31	S/. 5.00	
CCA	KG		0.480	S/. 0.42	S/. 0.20	
ARENA	M <sup>3</sup>		0.022	S/. 41.31	S/. 0.92	
AGUA	M <sup>3</sup>		0.007	S/. 8.60	S/. 0.06	
LADRILLO KK 18 HUE.	UND		38.873	S/. 0.80	S/. 31.10	S/. 37.29
MANO DE OBRA	UNIDAD	CUADRILLA	CANTIDAD	PRECIO	SUBTOTAL	TOTAL
OPERARIO	HH	1	0.667	S/. 15.59	S/. 10.39	
PEON	HH	0.5	0.333	S/. 11.31	S/. 3.77	S/. 14.16
EQUIPOS	UNIDAD		CANTIDAD	PRECIO	SUBTOTAL	TOTAL
HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.000	S/. 14.16	S/. 0.42	S/. 0.42
<b>COSTO UNITARIO</b>						<b>S/. 51.87</b>

**MUESTRA Nº 03**

**0.90 : 3.5 : 0.10 (cemento : arena : CCA) RENDIMIENTO 12 M<sup>2</sup>/DIA NUMERO LADRILLO x M<sup>2</sup> 38.8727 UND**  
 Para 1 m2 de muro se necesita **0.02344** m<sup>3</sup> de Mezcla N° Horas 8

<b>MURO DE LADRILLO KING KONG 18 HUECOS ASENTADO TIPO SOGA CON LA PROPORCIÓN 0.90 : 3.5 : 0.10 CON CENIZAS DE CÁSCARAS DE ARROZ</b>						
MATERIAL	UNIDAD		CANTIDAD	PRECIO S/.	PARCIAL S/.	TOTAL
CEMENTO	BLS		0.202	S/. 23.31	S/. 4.70	<b>S/. 37.18</b>
CCA	KG		0.953	S/. 0.42	S/. 0.40	
ARENA	M <sup>3</sup>		0.022	S/. 41.31	S/. 0.92	
AGUA	M <sup>3</sup>		0.007	S/. 8.60	S/. 0.06	
LADRILLO KK 18 HUE.	UND		38.873	S/. 0.80	S/. 31.10	
MANO DE OBRA	UNIDAD	CUADRILLA	CANTIDAD	PRECIO	SUBTOTAL	TOTAL
OPERARIO	HH	1	0.667	S/. 15.59	S/. 10.39	<b>S/. 14.16</b>
PEON	HH	0.5	0.333	S/. 11.31	S/. 3.77	
EQUIPOS	UNIDAD		CANTIDAD	PRECIO	SUBTOTAL	TOTAL
HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.000	S/. 14.16	S/. 0.42	<b>S/. 0.42</b>
<b>COSTO UNITARIO</b>						<b>S/. 51.77</b>

**MUESTRA Nº 04**

**0.85 : 3.5 : 0.15 (cemento : arena : CCA) RENDIMIENTO 12 M<sup>2</sup>/DIA NUMERO LADRILLO x M<sup>2</sup> 38.8727 UND**  
 Para 1 m2 de muro se necesita **0.02344** m<sup>3</sup> de Mezcla N° Horas 8

<b>MURO DE LADRILLO KING KONG 18 HUECOS ASENTADO TIPO SOGA CON LA PROPORCIÓN 0.85 : 3.5 : 0.15 CON CENIZAS DE CÁSCARAS DE ARROZ</b>						
MATERIAL	UNIDAD		CANTIDAD	PRECIO S/.	PARCIAL S/.	TOTAL
CEMENTO	BLS		0.189	S/. 23.31	S/. 4.40	<b>S/. 37.06</b>
CCA	KG		1.416	S/. 0.42	S/. 0.59	
ARENA	M <sup>3</sup>		0.022	S/. 41.31	S/. 0.91	
AGUA	M <sup>3</sup>		0.007	S/. 8.60	S/. 0.06	
LADRILLO KK 18 HUE.	UND		38.873	S/. 0.80	S/. 31.10	
MANO DE OBRA	UNIDAD	CUADRILLA	CANTIDAD	PRECIO	SUBTOTAL	TOTAL
OPERARIO	HH	1	0.667	S/. 15.59	S/. 10.39	<b>S/. 14.16</b>
PEON	HH	0.5	0.333	S/. 11.31	S/. 3.77	
EQUIPOS	UNIDAD		CANTIDAD	PRECIO	SUBTOTAL	TOTAL
HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.000	S/. 14.16	S/. 0.42	<b>S/. 0.42</b>
<b>COSTO UNITARIO</b>						<b>S/. 51.65</b>

**MUESTRA Nº 05**

**1 : 3.5 : 0.05 (cemento : arena : CCA)** RENDIMIENTO 12 M<sup>2</sup>/DIA NUMERO LADRILLO x M<sup>2</sup> 38.8727 UND  
 Para 1 m2 de muro se necesita **0.02344** m<sup>3</sup> de Mezcla N° Horas 8

MURO DE LADRILLO KING KONG 18 HUECOS ASENTADO TIPO SOGA CON LA PROPORCIÓN 1 : 3.5 : 0.05 CON CENIZAS DE CÁSCARAS DE ARROZ						
MATERIAL	UNIDAD		CANTIDAD	PRECIO S/.	PARCIAL S/.	TOTAL
CEMENTO	BLS		0.223	S/. 23.31	S/. 5.19	
CCA	KG		0.473	S/. 0.42	S/. 0.20	
ARENA	M <sup>3</sup>		0.022	S/. 41.31	S/. 0.91	
AGUA	M <sup>3</sup>		0.007	S/. 8.60	S/. 0.06	
LADRILLO KK 18 HUE.	UND		38.873	S/. 0.80	S/. 31.10	
						<b>S/. 37.46</b>
MANO DE OBRA	UNIDAD	CUADRILLA	CANTIDAD	PRECIO	SUBTOTAL	TOTAL
OPERARIO	HH	1	0.667	S/. 15.59	S/. 10.39	
PEON	HH	0.5	0.333	S/. 11.31	S/. 3.77	
						<b>S/. 14.16</b>
EQUIPOS	UNIDAD		CANTIDAD	PRECIO	SUBTOTAL	TOTAL
HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.000	S/. 14.16	S/. 0.42	
						<b>S/. 0.42</b>
<b>COSTO UNITARIO</b>						<b>S/. 52.05</b>

**MUESTRA Nº 06**

**1 : 3.5 : 0.10 (cemento : arena : CCA)** RENDIMIENTO 12 M<sup>2</sup>/DIA NUMERO LADRILLO x M<sup>2</sup> 38.8727 UND  
 Para 1 m2 de muro se necesita **0.02344** m<sup>3</sup> de Mezcla N° Horas 8

MURO DE LADRILLO KING KONG 18 HUECOS ASENTADO TIPO SOGA CON LA PROPORCIÓN 1 : 3.5 : 0.10 CON CENIZAS DE CÁSCARAS DE ARROZ						
MATERIAL	UNIDAD		CANTIDAD	PRECIO S/.	PARCIAL S/.	TOTAL
CEMENTO	BLS		0.219	S/. 23.31	S/. 5.10	
CCA	KG		0.930	S/. 0.42	S/. 0.39	
ARENA	M <sup>3</sup>		0.022	S/. 41.31	S/. 0.90	
AGUA	M <sup>3</sup>		0.007	S/. 8.60	S/. 0.06	
LADRILLO KK 18 HUE.	UND		38.873	S/. 0.80	S/. 31.10	
						<b>S/. 37.54</b>
MANO DE OBRA	UNIDAD	CUADRILLA	CANTIDAD	PRECIO	SUBTOTAL	TOTAL
OPERARIO	HH	1	0.667	S/. 15.59	S/. 10.39	
PEON	HH	0.5	0.333	S/. 11.31	S/. 3.77	
						<b>S/. 14.16</b>
EQUIPOS	UNIDAD		CANTIDAD	PRECIO	SUBTOTAL	TOTAL
HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.000	S/. 14.16	S/. 0.42	
						<b>S/. 0.42</b>
<b>COSTO UNITARIO</b>						<b>S/. 52.13</b>

**MUESTRA Nº 07**

**1 : 3.5 : 0.15 (cemento : arena : CCA)** RENDIMIENTO 12 M<sup>2</sup>/DIA NUMERO LADRILLO x M<sup>2</sup> 38.8727 UND  
 Para 1 m2 de muro se necesita **0.02344** m<sup>3</sup> de Mezcla N° Horas 8

MURO DE LADRILLO KING KONG 18 HUECOS ASENTADO TIPO SOGA CON LA PROPORCIÓN 1 : 3.5 : 0.15 CON CENIZAS DE CÁSCARAS DE ARROZ						
MATERIAL	UNIDAD		CANTIDAD	PRECIO S/.	PARCIAL S/.	TOTAL
CEMENTO	BLS		0.215	S/. 23.31	S/. 5.00	
CCA	KG		1.368	S/. 0.42	S/. 0.57	
ARENA	M <sup>3</sup>		0.021	S/. 41.31	S/. 0.88	
AGUA	M <sup>3</sup>		0.007	S/. 8.60	S/. 0.06	
LADRILLO KK 18 HUE.	UND		38.873	S/. 0.80	S/. 31.10	
						<b>S/. 37.61</b>
MANO DE OBRA	UNIDAD	CUADRILLA	CANTIDAD	PRECIO	SUBTOTAL	TOTAL
OPERARIO	HH	1	0.667	S/. 15.59	S/. 10.39	
PEON	HH	0.5	0.333	S/. 11.31	S/. 3.77	
						<b>S/. 14.16</b>
EQUIPOS	UNIDAD		CANTIDAD	PRECIO	SUBTOTAL	TOTAL
HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.000	S/. 14.16	S/. 0.42	
						<b>S/. 0.42</b>
<b>COSTO UNITARIO</b>						<b>S/. 52.20</b>

Anexo 12.4. Análisis de costos unitarios para un mortero patrón de 1:4, adicionado y sustituido con CCA.

**ANALISIS DE COSTOS UNITARIOS**

Se emplearon los siguientes materiales:

Material	Unidad	Precio S/.
Cemento	Bls	S/. 23.31
CCA	Kg	S/. 0.42
Arena	M <sup>3</sup>	S/. 41.31
Agua	M <sup>3</sup>	S/. 8.60

Se emplea la siguiente Mano de Obra:

Mano de Obra	Unidad	Precio
Operario	hh	S/. 15.59
Peón	hh	S/. 11.31

**MUESTRA N° 01**

**(SIN CCA)**

**1 : 4 (cemento : arena)**

RENDIMIENTO 12 M<sup>2</sup>/DIA

NUMERO LADRILLO x M<sup>2</sup>

38.8727 UND

Para 1 m<sup>2</sup> de muro se necesita

**0.02344** m<sup>3</sup> de Mezcla

N° Horas

8

MURO DE LADRILLO KING KONG 18 HUECOS ASENTADO TIPO SOGA CON MORTERO PATRÓN 1 : 4						
MATERIAL	UNIDAD		CANTIDAD	PRECIO S/.	PARCIAL S/.	TOTAL
CEMENTO	BLS		0.2037	S/. 23.31	S/. 4.75	
ARENA	M <sup>3</sup>		0.0231	S/. 41.31	S/. 0.95	
AGUA	M <sup>3</sup>		0.0072	S/. 8.60	S/. 0.06	
LADRILLO LARK KK 18 HUE.	UND		38.8727	S/. 0.80	S/. 31.10	<b>S/. 36.86</b>
MANO DE OBRA	UNIDAD	CUADRILLA	CANTIDAD	PRECIO	SUBTOTAL	TOTAL
OPERARIO	HH	1	0.667	S/. 15.59	S/. 10.39	
PEON	HH	0.5	0.333	S/. 11.31	S/. 3.77	<b>S/. 14.16</b>
EQUIPOS	UNIDAD		CANTIDAD	PRECIO	SUBTOTAL	TOTAL
HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.000	S/. 14.16	S/. 0.42	<b>S/. 0.42</b>
<b>COSTO UNITARIO</b>						<b>S/. 51.45</b>

**MUESTRA N° 02**

**0.95 : 4 : 0.05 (cemento : arena : CCA)**

RENDIMIENTO 12 M<sup>2</sup>/DIA

NUMERO LADRILLO x M<sup>2</sup>

38.8727 UND

Para 1 m<sup>2</sup> de muro se necesita

**0.02344** m<sup>3</sup> de Mezcla

N° Horas

8

MURO DE LADRILLO KING KONG 18 HUECOS ASENTADO TIPO SOGA CON LA PROPORCIÓN 0.95 : 4 : 0.05 CON CENIZAS DE CÁSCARAS DE ARROZ						
MATERIAL	UNIDAD		CANTIDAD	PRECIO S/.	PARCIAL S/.	TOTAL
CEMENTO	BLS		0.193	S/. 23.31	S/. 4.49	
CCA	KG		0.431	S/. 0.42	S/. 0.18	
ARENA	M <sup>3</sup>		0.023	S/. 41.31	S/. 0.95	
AGUA	M <sup>3</sup>		0.007	S/. 8.60	S/. 0.06	
LADRILLO KK 18 HUE.	UND		38.873	S/. 0.80	S/. 31.10	<b>S/. 36.78</b>
MANO DE OBRA	UNIDAD	CUADRILLA	CANTIDAD	PRECIO	SUBTOTAL	TOTAL
OPERARIO	HH	1	0.667	S/. 15.59	S/. 10.39	
PEON	HH	0.5	0.333	S/. 11.31	S/. 3.77	<b>S/. 14.16</b>
EQUIPOS	UNIDAD		CANTIDAD	PRECIO	SUBTOTAL	TOTAL
HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.000	S/. 14.16	S/. 0.42	<b>S/. 0.42</b>
<b>COSTO UNITARIO</b>						<b>S/. 51.37</b>

**MUESTRA N° 03**

**0.90 : 4 : 0.10 (cemento : arena : CCA)** RENDIMIENTO 12 M<sup>2</sup>/DIA NUMERO LADRILLO x M<sup>2</sup> 38.8727 UND  
 Para 1 m2 de muro se necesita **0.02344** m<sup>3</sup> de Mezcla N° Horas 8

<b>MURO DE LADRILLO KING KONG 18 HUECOS ASENTADO TIPO SOGA CON LA PROPORCIÓN 0.90 : 4 : 0.10 CON CENIZAS DE CÁSCARAS DE ARROZ</b>						
MATERIAL	UNIDAD		CANTIDAD	PRECIO S/.	PARCIAL S/.	TOTAL
CEMENTO	BLS		0.182	S/. 23.31	S/. 4.23	
CCA	KG		0.858	S/. 0.42	S/. 0.36	
ARENA	M <sup>3</sup>		0.023	S/. 41.31	S/. 0.94	
AGUA	M <sup>3</sup>		0.007	S/. 8.60	S/. 0.06	
LADRILLO KK 18 HUE.	UND		38.873	S/. 0.80	S/. 31.10	
						<b>S/. 36.69</b>
MANO DE OBRA	UNIDAD	CUADRILLA	CANTIDAD	PRECIO	SUBTOTAL	TOTAL
OPERARIO	HH	1	0.667	S/. 15.59	S/. 10.39	
PEON	HH	0.5	0.333	S/. 11.31	S/. 3.77	
						<b>S/. 14.16</b>
EQUIPOS	UNIDAD		CANTIDAD	PRECIO	SUBTOTAL	TOTAL
HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.000	S/. 14.16	S/. 0.42	
						<b>S/. 0.42</b>
<b>COSTO UNITARIO</b>						<b>S/. 51.28</b>

**MUESTRA N° 04**

**0.85 : 4 : 0.15 (cemento : arena : CCA)** RENDIMIENTO 12 M<sup>2</sup>/DIA NUMERO LADRILLO x M<sup>2</sup> 38.8727 UND  
 Para 1 m2 de muro se necesita **0.02344** m<sup>3</sup> de Mezcla N° Horas 8

<b>MURO DE LADRILLO KING KONG 18 HUECOS ASENTADO TIPO SOGA CON LA PROPORCIÓN 0.85 : 4 : 0.15 CON CENIZAS DE CÁSCARAS DE ARROZ</b>						
MATERIAL	UNIDAD		CANTIDAD	PRECIO S/.	PARCIAL S/.	TOTAL
CEMENTO	BLS		0.170	S/. 23.31	S/. 3.97	
CCA	KG		1.278	S/. 0.42	S/. 0.53	
ARENA	M <sup>3</sup>		0.023	S/. 41.31	S/. 0.94	
AGUA	M <sup>3</sup>		0.007	S/. 8.60	S/. 0.06	
LADRILLO KK 18 HUE.	UND		38.873	S/. 0.80	S/. 31.10	
						<b>S/. 36.60</b>
MANO DE OBRA	UNIDAD	CUADRILLA	CANTIDAD	PRECIO	SUBTOTAL	TOTAL
OPERARIO	HH	1	0.667	S/. 15.59	S/. 10.39	
PEON	HH	0.5	0.333	S/. 11.31	S/. 3.77	
						<b>S/. 14.16</b>
EQUIPOS	UNIDAD		CANTIDAD	PRECIO	SUBTOTAL	TOTAL
HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.000	S/. 14.16	S/. 0.42	
						<b>S/. 0.42</b>
<b>COSTO UNITARIO</b>						<b>S/. 51.19</b>

**MUESTRA Nº 05**

**1 : 4 : 0.05 (cemento : arena : CCA)** RENDIMIENTO 12 M<sup>2</sup>/DIA NUMERO LADRILLO x M<sup>2</sup> 38.8727 UND  
 Para 1 m2 de muro se necesita **0.02344** m<sup>3</sup> de Mezcla N° Horas 8

MURO DE LADRILLO KING KONG 18 HUECOS ASENTADO TIPO SOGA CON LA PROPORCIÓN 1 : 4 : 0.05 CON CENIZAS DE CÁSCARAS DE ARROZ						
MATERIAL	UNIDAD		CANTIDAD	PRECIO S/.	PARCIAL S/.	TOTAL
CEMENTO	BLS		0.201	S/. 23.31	S/. 4.67	
CCA	KG		0.426	S/. 0.42	S/. 0.18	
ARENA	M <sup>3</sup>		0.023	S/. 41.31	S/. 0.94	
AGUA	M <sup>3</sup>		0.007	S/. 8.60	S/. 0.06	
LADRILLO KK 18 HUE.	UND		38.873	S/. 0.80	S/. 31.10	
						<b>S/. 36.95</b>
MANO DE OBRA	UNIDAD	CUADRILLA	CANTIDAD	PRECIO	SUBTOTAL	TOTAL
OPERARIO	HH	1	0.667	S/. 15.59	S/. 10.39	
PEON	HH	0.5	0.333	S/. 11.31	S/. 3.77	
						<b>S/. 14.16</b>
EQUIPOS	UNIDAD		CANTIDAD	PRECIO	SUBTOTAL	TOTAL
HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.000	S/. 14.16	S/. 0.42	
						<b>S/. 0.42</b>
<b>COSTO UNITARIO</b>						<b>S/. 51.54</b>

**MUESTRA Nº 06**

**1 : 4 : 0.10 (cemento : arena : CCA)** RENDIMIENTO 12 M<sup>2</sup>/DIA NUMERO LADRILLO x M<sup>2</sup> 38.8727 UND  
 Para 1 m2 de muro se necesita **0.02344** m<sup>3</sup> de Mezcla N° Horas 8

MURO DE LADRILLO KING KONG 18 HUECOS ASENTADO TIPO SOGA CON LA PROPORCIÓN 1 : 4 : 0.10 CON CENIZAS DE CÁSCARAS DE ARROZ						
MATERIAL	UNIDAD		CANTIDAD	PRECIO S/.	PARCIAL S/.	TOTAL
CEMENTO	BLS		0.198	S/. 23.31	S/. 4.61	
CCA	KG		0.840	S/. 0.42	S/. 0.35	
ARENA	M <sup>3</sup>		0.022	S/. 41.31	S/. 0.92	
AGUA	M <sup>3</sup>		0.007	S/. 8.60	S/. 0.06	
LADRILLO KK 18 HUE.	UND		38.873	S/. 0.80	S/. 31.10	
						<b>S/. 37.04</b>
MANO DE OBRA	UNIDAD	CUADRILLA	CANTIDAD	PRECIO	SUBTOTAL	TOTAL
OPERARIO	HH	1	0.667	S/. 15.59	S/. 10.39	
PEON	HH	0.5	0.333	S/. 11.31	S/. 3.77	
						<b>S/. 14.16</b>
EQUIPOS	UNIDAD		CANTIDAD	PRECIO	SUBTOTAL	TOTAL
HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.000	S/. 14.16	S/. 0.42	
						<b>S/. 0.42</b>
<b>COSTO UNITARIO</b>						<b>S/. 51.63</b>

**MUESTRA Nº 07**

**1 : 4 : 0.15 (cemento : arena : CCA)** RENDIMIENTO 12 M<sup>2</sup>/DIA NUMERO LADRILLO x M<sup>2</sup> 38.8727 UND  
 Para 1 m2 de muro se necesita **0.02344** m<sup>3</sup> de Mezcla N° Horas 8

MURO DE LADRILLO KING KONG 18 HUECOS ASENTADO TIPO SOGA CON LA PROPORCIÓN 1 : 4 : 0.15 CON CENIZAS DE CÁSCARAS DE ARROZ						
MATERIAL	UNIDAD		CANTIDAD	PRECIO S/.	PARCIAL S/.	TOTAL
CEMENTO	BLS		0.195	S/. 23.31	S/. 4.54	
CCA	KG		1.243	S/. 0.42	S/. 0.52	
ARENA	M <sup>3</sup>		0.022	S/. 41.31	S/. 0.91	
AGUA	M <sup>3</sup>		0.007	S/. 8.60	S/. 0.06	
LADRILLO KK 18 HUE.	UND		38.873	S/. 0.80	S/. 31.10	
						<b>S/. 37.13</b>
MANO DE OBRA	UNIDAD	CUADRILLA	CANTIDAD	PRECIO	SUBTOTAL	TOTAL
OPERARIO	HH	1	0.667	S/. 15.59	S/. 10.39	
PEON	HH	0.5	0.333	S/. 11.31	S/. 3.77	
						<b>S/. 14.16</b>
EQUIPOS	UNIDAD		CANTIDAD	PRECIO	SUBTOTAL	TOTAL
HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.000	S/. 14.16	S/. 0.42	
						<b>S/. 0.42</b>
<b>COSTO UNITARIO</b>						<b>S/. 51.72</b>

Anexo 12.5. Análisis de costos unitarios para un mortero patrón de 1:5, adicionado y sustituido con CCA.



### ANALISIS DE COSTOS UNITARIOS

Se emplearon los siguientes materiales:

Material	Unidad	Precio S/.
Cemento	Bls	S/. 23.31
CCA	Kg	S/. 0.42
Arena	M <sup>3</sup>	S/. 41.31
Agua	M <sup>3</sup>	S/. 8.60

Se empleo la siguiente Mano de Obra:

Mano de Obra	Unidad	Precio
Operario	hh	S/. 15.59
Peón	hh	S/. 11.31

#### MUESTRA N° 01

(SIN CCA)

1 : 5 (cemento : arena)

RENDIMIENTO 12 M<sup>2</sup>/DIA

NUMERO LADRILLO x M<sup>2</sup> 38.8727 UND

Para 1 m<sup>2</sup> de muro se necesita

0.02344 m<sup>3</sup> de Mezcla

N° Horas 8

MURO DE LADRILLO KING KONG 18 HUECOS ASENTADO TIPO SOGA CON MORTERO PATRÓN 1 : 5						
MATERIAL	UNIDAD		CANTIDAD	PRECIO S/.	PARCIAL S/.	TOTAL
CEMENTO	BLS		0.1662	S/. 23.31	S/. 3.87	
ARENA	M <sup>3</sup>		0.0235	S/. 41.31	S/. 0.97	
AGUA	M <sup>3</sup>		0.0074	S/. 8.60	S/. 0.06	
LADRILLO LARK KK 18 HUE.	UND		38.8727	S/. 0.80	S/. 31.10	S/. 36.01
MANO DE OBRA	UNIDAD	CUADRILLA	CANTIDAD	PRECIO	SUBTOTAL	TOTAL
OPERARIO	HH	1	0.667	S/. 15.59	S/. 10.39	
PEON	HH	0.5	0.333	S/. 11.31	S/. 3.77	S/. 14.16
EQUIPOS	UNIDAD		CANTIDAD	PRECIO	SUBTOTAL	TOTAL
HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.000	S/. 14.16	S/. 0.42	S/. 0.42
<b>COSTO UNITARIO</b>						<b>S/. 50.60</b>

#### MUESTRA N° 02

0.95 : 5 : 0.05 (cemento : arena : CCA)

RENDIMIENTO 12 M<sup>2</sup>/DIA

NUMERO LADRILLO x M<sup>2</sup> 38.8727 UND

Para 1 m<sup>2</sup> de muro se necesita

0.02344 m<sup>3</sup> de Mezcla

N° Horas 8

MURO DE LADRILLO KING KONG 18 HUECOS ASENTADO TIPO SOGA CON LA PROPORCIÓN 0.95 : 5 : 0.05 CON CENIZAS DE CÁSCARAS DE ARROZ						
MATERIAL	UNIDAD		CANTIDAD	PRECIO S/.	PARCIAL S/.	TOTAL
CEMENTO	BLS		0.157	S/. 23.31	S/. 3.66	
CCA	KG		0.351	S/. 0.42	S/. 0.15	
ARENA	M <sup>3</sup>		0.023	S/. 41.31	S/. 0.97	
AGUA	M <sup>3</sup>		0.007	S/. 8.60	S/. 0.06	
LADRILLO KK 18 HUE.	UND		38.873	S/. 0.80	S/. 31.10	S/. 35.93
MANO DE OBRA	UNIDAD	CUADRILLA	CANTIDAD	PRECIO	SUBTOTAL	TOTAL
OPERARIO	HH	1	0.667	S/. 15.59	S/. 10.39	
PEON	HH	0.5	0.333	S/. 11.31	S/. 3.77	S/. 14.16
EQUIPOS	UNIDAD		CANTIDAD	PRECIO	SUBTOTAL	TOTAL
HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.000	S/. 14.16	S/. 0.42	S/. 0.42
<b>COSTO UNITARIO</b>						<b>S/. 50.52</b>

g

**MUESTRA Nº 03**

**0.90 : 5 : 0.10 (cemento : arena : CCA)** RENDIMIENTO 12 M<sup>2</sup>/DIA NUMERO LADRILLO x M<sup>2</sup> 38.8727 UND  
 Para 1 m2 de muro se necesita **0.02344** m<sup>3</sup> de Mezcla N° Horas 8

<b>MURO DE LADRILLO KING KONG 18 HUECOS ASENTADO TIPO SOGA CON LA PROPORCIÓN 0.90 : 5 : 0.10 CON CENIZAS DE CÁSCARAS DE ARROZ</b>						
MATERIAL	UNIDAD		CANTIDAD	PRECIO S/.	PARCIAL S/.	TOTAL
CEMENTO	BLS		0.148	S/. 23.31	S/. 3.44	
CCA	KG		0.697	S/. 0.42	S/. 0.29	
ARENA	M <sup>3</sup>		0.023	S/. 41.31	S/. 0.96	
AGUA	M <sup>3</sup>		0.007	S/. 8.60	S/. 0.06	
LADRILLO KK 18 HUE.	UND		38.873	S/. 0.80	S/. 31.10	<b>S/. 35.85</b>
MANO DE OBRA	UNIDAD	CUADRILLA	CANTIDAD	PRECIO	SUBTOTAL	TOTAL
OPERARIO	HH	1	0.667	S/. 15.59	S/. 10.39	
PEON	HH	0.5	0.333	S/. 11.31	S/. 3.77	<b>S/. 14.16</b>
EQUIPOS	UNIDAD		CANTIDAD	PRECIO	SUBTOTAL	TOTAL
HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.000	S/. 14.16	S/. 0.42	<b>S/. 0.42</b>
<b>COSTO UNITARIO</b>						<b>S/. 50.44</b>

**MUESTRA Nº 04**

**0.85 : 5 : 0.15 (cemento : arena : CCA)** RENDIMIENTO 12 M<sup>2</sup>/DIA NUMERO LADRILLO x M<sup>2</sup> 38.8727 UND  
 Para 1 m2 de muro se necesita **0.02344** m<sup>3</sup> de Mezcla N° Horas 8

<b>MURO DE LADRILLO KING KONG 18 HUECOS ASENTADO TIPO SOGA CON LA PROPORCIÓN 0.85 : 5 : 0.15 CON CENIZAS DE CÁSCARAS DE ARROZ</b>						
MATERIAL	UNIDAD		CANTIDAD	PRECIO S/.	PARCIAL S/.	TOTAL
CEMENTO	BLS		0.138	S/. 23.31	S/. 3.23	
CCA	KG		1.039	S/. 0.42	S/. 0.43	
ARENA	M <sup>3</sup>		0.023	S/. 41.31	S/. 0.95	
AGUA	M <sup>3</sup>		0.007	S/. 8.60	S/. 0.06	
LADRILLO KK 18 HUE.	UND		38.873	S/. 0.80	S/. 31.10	<b>S/. 35.77</b>
MANO DE OBRA	UNIDAD	CUADRILLA	CANTIDAD	PRECIO	SUBTOTAL	TOTAL
OPERARIO	HH	1	0.667	S/. 15.59	S/. 10.39	
PEON	HH	0.5	0.333	S/. 11.31	S/. 3.77	<b>S/. 14.16</b>
EQUIPOS	UNIDAD		CANTIDAD	PRECIO	SUBTOTAL	TOTAL
HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.000	S/. 14.16	S/. 0.42	<b>S/. 0.42</b>
<b>COSTO UNITARIO</b>						<b>S/. 50.36</b>

**MUESTRA Nº 05**

1 : 5 : 0.05 (cemento : arena : CCA) RENDIMIENTO 12 M<sup>2</sup>/DIA NUMERO LADRILLO x M<sup>2</sup> 38.8727 UND  
 Para 1 m2 de muro se necesita 0.02344 m<sup>3</sup> de Mezcla N° Horas 8

MURO DE LADRILLO KING KONG 18 HUECOS ASENTADO TIPO SOGA CON LA PROPORCIÓN 1 : 5 : 0.05 CON CENIZAS DE CÁSCARAS DE ARROZ						
MATERIAL	UNIDAD		CANTIDAD	PRECIO S/.	PARCIAL S/.	TOTAL
CEMENTO	BLS		0.163	S/. 23.31	S/. 3.80	
CCA	KG		0.347	S/. 0.42	S/. 0.14	
ARENA	M <sup>3</sup>		0.023	S/. 41.31	S/. 0.95	
AGUA	M <sup>3</sup>		0.007	S/. 8.60	S/. 0.06	
LADRILLO KK 18 HUE.	UND		38.873	S/. 0.80	S/. 31.10	S/. 36.06
MANO DE OBRA	UNIDAD	CUADRILLA	CANTIDAD	PRECIO	SUBTOTAL	TOTAL
OPERARIO	HH	1	0.667	S/. 15.59	S/. 10.39	
PEON	HH	0.5	0.333	S/. 11.31	S/. 3.77	S/. 14.16
EQUIPOS	UNIDAD		CANTIDAD	PRECIO	SUBTOTAL	TOTAL
HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.000	S/. 14.16	S/. 0.42	S/. 0.42
<b>COSTO UNITARIO</b>						<b>S/. 50.65</b>

**MUESTRA Nº 06**

1 : 5 : 0.10 (cemento : arena : CCA) RENDIMIENTO 12 M<sup>2</sup>/DIA NUMERO LADRILLO x M<sup>2</sup> 38.8727 UND  
 Para 1 m2 de muro se necesita 0.02344 m<sup>3</sup> de Mezcla N° Horas 8

MURO DE LADRILLO KING KONG 18 HUECOS ASENTADO TIPO SOGA CON LA PROPORCIÓN 1 : 5 : 0.10 CON CENIZAS DE CÁSCARAS DE ARROZ						
MATERIAL	UNIDAD		CANTIDAD	PRECIO S/.	PARCIAL S/.	TOTAL
CEMENTO	BLS		0.161	S/. 23.31	S/. 3.75	
CCA	KG		0.684	S/. 0.42	S/. 0.28	
ARENA	M <sup>3</sup>		0.023	S/. 41.31	S/. 0.94	
AGUA	M <sup>3</sup>		0.007	S/. 8.60	S/. 0.06	
LADRILLO KK 18 HUE.	UND		38.873	S/. 0.80	S/. 31.10	S/. 36.14
MANO DE OBRA	UNIDAD	CUADRILLA	CANTIDAD	PRECIO	SUBTOTAL	TOTAL
OPERARIO	HH	1	0.667	S/. 15.59	S/. 10.39	
PEON	HH	0.5	0.333	S/. 11.31	S/. 3.77	S/. 14.16
EQUIPOS	UNIDAD		CANTIDAD	PRECIO	SUBTOTAL	TOTAL
HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.000	S/. 14.16	S/. 0.42	S/. 0.42
<b>COSTO UNITARIO</b>						<b>S/. 50.73</b>

**MUESTRA Nº 07**

1 : 5 : 0.15 (cemento : arena : CCA) RENDIMIENTO 12 M<sup>2</sup>/DIA NUMERO LADRILLO x M<sup>2</sup> 38.8727 UND  
 Para 1 m2 de muro se necesita 0.02344 m<sup>3</sup> de Mezcla N° Horas 8

MURO DE LADRILLO KING KONG 18 HUECOS ASENTADO TIPO SOGA CON LA PROPORCIÓN 1 : 5 : 0.15 CON CENIZAS DE CÁSCARAS DE ARROZ						
MATERIAL	UNIDAD		CANTIDAD	PRECIO S/.	PARCIAL S/.	TOTAL
CEMENTO	BLS		0.159	S/. 23.31	S/. 3.70	
CCA	KG		1.013	S/. 0.42	S/. 0.42	
ARENA	M <sup>3</sup>		0.023	S/. 41.31	S/. 0.93	
AGUA	M <sup>3</sup>		0.007	S/. 8.60	S/. 0.06	
LADRILLO KK 18 HUE.	UND		38.873	S/. 0.80	S/. 31.10	S/. 36.22
MANO DE OBRA	UNIDAD	CUADRILLA	CANTIDAD	PRECIO	SUBTOTAL	TOTAL
OPERARIO	HH	1	0.667	S/. 15.59	S/. 10.39	
PEON	HH	0.5	0.333	S/. 11.31	S/. 3.77	S/. 14.16
EQUIPOS	UNIDAD		CANTIDAD	PRECIO	SUBTOTAL	TOTAL
HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.000	S/. 14.16	S/. 0.42	S/. 0.42
<b>COSTO UNITARIO</b>						<b>S/. 50.80</b>

Anexo 12.6. Análisis de costos unitarios para un mortero patrón de 1:6, adicionado y sustituido con CCA.

## ANALISIS DE COSTOS UNITARIOS

Se emplearon los siguientes materiales:

Material	Unidad	Precio S/.
Cemento	Bls	S/. 23.31
CCA	Kg	S/. 0.42
Arena	M <sup>3</sup>	S/. 41.31
Agua	M <sup>3</sup>	S/. 8.60

Se empleo la siguiente Mano de Obra:

Mano de Obra	Unidad	Precio
Operario	hh	S/. 15.59
Peón	hh	S/. 11.31

### MUESTRA N° 01

(SIN CCA)

1 : 6 (cemento : arena)

RENDIMIENTO 12 M<sup>2</sup>/DIA

NUMERO LADRILLO x M<sup>2</sup> 38.8727 UND

Para 1 m<sup>2</sup> de muro se necesita

0.02344 m<sup>3</sup> de Mezcla

N° Horas 8

MURO DE LADRILLO KING KONG 18 HUECOS ASENTADO TIPO SOGA CON MORTERO PATRÓN 1 : 6						
MATERIAL	UNIDAD		CANTIDAD	PRECIO S/.	PARCIAL S/.	TOTAL
CEMENTO	BLS		0.1414	S/. 23.31	S/. 3.29	
ARENA	M <sup>3</sup>		0.0240	S/. 41.31	S/. 0.99	
AGUA	M <sup>3</sup>		0.0075	S/. 8.60	S/. 0.06	
LADRILLO LARK KK 18 HUE.	UND		38.8727	S/. 0.80	S/. 31.10	S/. 35.45
MANO DE OBRA	UNIDAD	CUADRILLA	CANTIDAD	PRECIO	SUBTOTAL	TOTAL
OPERARIO	HH	1	0.667	S/. 15.59	S/. 10.39	
PEON	HH	0.5	0.333	S/. 11.31	S/. 3.77	S/. 14.16
EQUIPOS	UNIDAD		CANTIDAD	PRECIO	SUBTOTAL	TOTAL
HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.000	S/. 14.16	S/. 0.42	S/. 0.42
<b>COSTO UNITARIO</b>						<b>S/. 50.04</b>

### MUESTRA N° 02

0.95 : 6 : 0.05 (cemento : arena : CCA)

RENDIMIENTO 12 M<sup>2</sup>/DIA

NUMERO LADRILLO x M<sup>2</sup> 38.8727 UND

Para 1 m<sup>2</sup> de muro se necesita

0.02344 m<sup>3</sup> de Mezcla

N° Horas 8

MURO DE LADRILLO KING KONG 18 HUECOS ASENTADO TIPO SOGA CON LA PROPORCIÓN 0.95 : 6 : 0.05 CON CENIZAS DE CÁSCARAS DE ARROZ						
MATERIAL	UNIDAD		CANTIDAD	PRECIO S/.	PARCIAL S/.	TOTAL
CEMENTO	BLS		0.133	S/. 23.31	S/. 3.11	
CCA	KG		0.298	S/. 0.42	S/. 0.12	
ARENA	M <sup>3</sup>		0.024	S/. 41.31	S/. 0.98	
AGUA	M <sup>3</sup>		0.007	S/. 8.60	S/. 0.06	
LADRILLO KK 18 HUE.	UND		38.873	S/. 0.80	S/. 31.10	S/. 35.38
MANO DE OBRA	UNIDAD	CUADRILLA	CANTIDAD	PRECIO	SUBTOTAL	TOTAL
OPERARIO	HH	1	0.667	S/. 15.59	S/. 10.39	
PEON	HH	0.5	0.333	S/. 11.31	S/. 3.77	S/. 14.16
EQUIPOS	UNIDAD		CANTIDAD	PRECIO	SUBTOTAL	TOTAL
HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.000	S/. 14.16	S/. 0.42	S/. 0.42
<b>COSTO UNITARIO</b>						<b>S/. 49.96</b>

**MUESTRA N° 03**

**0.90 : 6 : 0.10 (cemento : arena : CCA)** RENDIMIENTO 12 M<sup>2</sup>/DIA NUMERO LADRILLO x M<sup>2</sup> 38.8727 UND  
 Para 1 m2 de muro se necesita **0.02344** m<sup>3</sup> de Mezcla N° Horas 8

<b>MURO DE LADRILLO KING KONG 18 HUECOS ASENTADO TIPO SOGA CON LA PROPORCIÓN 0.90 : 6 : 0.10 CON CENIZAS DE CÁSCARAS DE ARROZ</b>						
MATERIAL	UNIDAD		CANTIDAD	PRECIO S/.	PARCIAL S/.	TOTAL
CEMENTO	BLS		0.126	S/. 23.31	S/. 2.93	
CCA	KG		0.593	S/. 0.42	S/. 0.25	
ARENA	M <sup>3</sup>		0.024	S/. 41.31	S/. 0.98	
AGUA	M <sup>3</sup>		0.007	S/. 8.60	S/. 0.06	
LADRILLO KK 18 HUE.	UND		38.873	S/. 0.80	S/. 31.10	
						<b>S/. 35.32</b>
MANO DE OBRA	UNIDAD	CUADRILLA	CANTIDAD	PRECIO	SUBTOTAL	TOTAL
OPERARIO	HH	1	0.667	S/. 15.59	S/. 10.39	
PEON	HH	0.5	0.333	S/. 11.31	S/. 3.77	
						<b>S/. 14.16</b>
EQUIPOS	UNIDAD		CANTIDAD	PRECIO	SUBTOTAL	TOTAL
HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.000	S/. 14.16	S/. 0.42	
						<b>S/. 0.42</b>
<b>COSTO UNITARIO</b>						<b>S/. 49.91</b>

**MUESTRA N° 04**

**0.85 : 6 : 0.15 (cemento : arena : CCA)** RENDIMIENTO 12 M<sup>2</sup>/DIA NUMERO LADRILLO x M<sup>2</sup> 38.8727 UND  
 Para 1 m2 de muro se necesita **0.02344** m<sup>3</sup> de Mezcla N° Horas 8

<b>MURO DE LADRILLO KING KONG 18 HUECOS ASENTADO TIPO SOGA CON LA PROPORCIÓN 0.85 : 6 : 0.15 CON CENIZAS DE CÁSCARAS DE ARROZ</b>						
MATERIAL	UNIDAD		CANTIDAD	PRECIO S/.	PARCIAL S/.	TOTAL
CEMENTO	BLS		0.118	S/. 23.31	S/. 2.75	
CCA	KG		0.884	S/. 0.42	S/. 0.37	
ARENA	M <sup>3</sup>		0.024	S/. 41.31	S/. 0.97	
AGUA	M <sup>3</sup>		0.007	S/. 8.60	S/. 0.06	
LADRILLO KK 18 HUE.	UND		38.873	S/. 0.80	S/. 31.10	
						<b>S/. 35.25</b>
MANO DE OBRA	UNIDAD	CUADRILLA	CANTIDAD	PRECIO	SUBTOTAL	TOTAL
OPERARIO	HH	1	0.667	S/. 15.59	S/. 10.39	
PEON	HH	0.5	0.333	S/. 11.31	S/. 3.77	
						<b>S/. 14.16</b>
EQUIPOS	UNIDAD		CANTIDAD	PRECIO	SUBTOTAL	TOTAL
HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.000	S/. 14.16	S/. 0.42	
						<b>S/. 0.42</b>
<b>COSTO UNITARIO</b>						<b>S/. 49.84</b>

**MUESTRA Nº 05**

1 : 6 : 0.05 (cemento : arena : CCA) RENDIMIENTO 12 M<sup>2</sup>/DIA NUMERO LADRILLO x M<sup>2</sup> 38.8727 UND  
 Para 1 m2 de muro se necesita 0.02344 m<sup>3</sup> de Mezcla N° Horas 8

MURO DE LADRILLO KING KONG 18 HUECOS ASENTADO TIPO SOGA CON LA PROPORCIÓN 1 : 6 : 0.05 CON CENIZAS DE CÁSCARAS DE ARROZ						
MATERIAL	UNIDAD		CANTIDAD	PRECIO S/.	PARCIAL S/.	TOTAL
CEMENTO	BLS		0.139	S/. 23.31	S/. 3.24	
CCA	KG		0.295	S/. 0.42	S/. 0.12	
ARENA	M <sup>3</sup>		0.024	S/. 41.31	S/. 0.98	
AGUA	M <sup>3</sup>		0.007	S/. 8.60	S/. 0.06	
LADRILLO KK 18 HUE.	UND		38.873	S/. 0.80	S/. 31.10	
						S/. 35.50
MANO DE OBRA	UNIDAD	CUADRILLA	CANTIDAD	PRECIO	SUBTOTAL	TOTAL
OPERARIO	HH	1	0.667	S/. 15.59	S/. 10.39	
PEON	HH	0.5	0.333	S/. 11.31	S/. 3.77	
						S/. 14.16
EQUIPOS	UNIDAD		CANTIDAD	PRECIO	SUBTOTAL	TOTAL
HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.000	S/. 14.16	S/. 0.42	
						S/. 0.42
<b>COSTO UNITARIO</b>						<b>S/. 50.09</b>

**MUESTRA Nº 06**

1 : 6 : 0.10 (cemento : arena : CCA) RENDIMIENTO 12 M<sup>2</sup>/DIA NUMERO LADRILLO x M<sup>2</sup> 38.8727 UND  
 Para 1 m2 de muro se necesita 0.02344 m<sup>3</sup> de Mezcla N° Horas 8

MURO DE LADRILLO KING KONG 18 HUECOS ASENTADO TIPO SOGA CON LA PROPORCIÓN 1 : 6 : 0.10 CON CENIZAS DE CÁSCARAS DE ARROZ						
MATERIAL	UNIDAD		CANTIDAD	PRECIO S/.	PARCIAL S/.	TOTAL
CEMENTO	BLS		0.137	S/. 23.31	S/. 3.20	
CCA	KG		0.584	S/. 0.42	S/. 0.24	
ARENA	M <sup>3</sup>		0.023	S/. 41.31	S/. 0.96	
AGUA	M <sup>3</sup>		0.007	S/. 8.60	S/. 0.06	
LADRILLO KK 18 HUE.	UND		38.873	S/. 0.80	S/. 31.10	
						S/. 35.57
MANO DE OBRA	UNIDAD	CUADRILLA	CANTIDAD	PRECIO	SUBTOTAL	TOTAL
OPERARIO	HH	1	0.667	S/. 15.59	S/. 10.39	
PEON	HH	0.5	0.333	S/. 11.31	S/. 3.77	
						S/. 14.16
EQUIPOS	UNIDAD		CANTIDAD	PRECIO	SUBTOTAL	TOTAL
HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.000	S/. 14.16	S/. 0.42	
						S/. 0.42
<b>COSTO UNITARIO</b>						<b>S/. 50.16</b>

**MUESTRA Nº 07**

1 : 6 : 0.15 (cemento : arena : CCA) RENDIMIENTO 12 M<sup>2</sup>/DIA NUMERO LADRILLO x M<sup>2</sup> 38.8727 UND  
 Para 1 m2 de muro se necesita 0.02344 m<sup>3</sup> de Mezcla N° Horas 8

MURO DE LADRILLO KING KONG 18 HUECOS ASENTADO TIPO SOGA CON LA PROPORCIÓN 1 : 6 : 0.15 CON CENIZAS DE CÁSCARAS DE ARROZ						
MATERIAL	UNIDAD		CANTIDAD	PRECIO S/.	PARCIAL S/.	TOTAL
CEMENTO	BLS		0.136	S/. 23.31	S/. 3.17	
CCA	KG		0.866	S/. 0.42	S/. 0.36	
ARENA	M <sup>3</sup>		0.023	S/. 41.31	S/. 0.95	
AGUA	M <sup>3</sup>		0.007	S/. 8.60	S/. 0.06	
LADRILLO KK 18 HUE.	UND		38.873	S/. 0.80	S/. 31.10	
						S/. 35.64
MANO DE OBRA	UNIDAD	CUADRILLA	CANTIDAD	PRECIO	SUBTOTAL	TOTAL
OPERARIO	HH	1	0.667	S/. 15.59	S/. 10.39	
PEON	HH	0.5	0.333	S/. 11.31	S/. 3.77	
						S/. 14.16
EQUIPOS	UNIDAD		CANTIDAD	PRECIO	SUBTOTAL	TOTAL
HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.000	S/. 14.16	S/. 0.42	
						S/. 0.42
<b>COSTO UNITARIO</b>						<b>S/. 50.23</b>

Anexo 13. Panel fotográfico



Anexo 13.1. Elaboración de las pilas y muretes de albañilería en el Laboratorio de Ensayo de Materiales de la Universidad Señor de Sipán



Anexo 13.2. Ensayo de adherencia del mortero – ladrillo arcilla





Anexo 13.3. Ensayo de compresión axial en pilas de albañilería y sus tipos de fallas



Muestras para ser ensayadas a compresión, se colocó a cada una en sus dos superficies exteriores una capa de mezcla (cemento – yeso).



Ensayo a compresión de la muestra patrón 1:4, presenta una falla frágil con trituración de las unidades inferiores.





Ensayo a compresión de la muestra con sustitución 5% de CCA,  
presenta falla por grieta vertical.



Ensayo a compresión de la muestra con sustitución 10% de CCA,  
presenta falla por grieta vertical.



Ensayo a compresión de la muestra con sustitución 15% de CCA,  
presenta dos tipos de fallas, frágil con trituración de las unidades  
inferiores y por grieta vertical



Ensayo a compresión de la muestra con adición 5% de CCA,  
presenta falla por grieta vertical.



Ensayo a compresión de la muestra con adición 10% de CCA, presenta dos tipos de fallas, frágil con trituración de las unidades inferiores y por grieta vertical



Ensayo a compresión de la muestra con adición 15% de CCA, presenta una falla de trituración en toda su estructura.

Anexo 13.4. Compresión diagonal en muretes de albañilería realizado en Laboratorio de Ensayo de Materiales de la Universidad Nacional Pedro Ruíz Gallo



Ensayo de compresión diagonal en muretes de albañilería, utilizando la máquina hidráulica Rusa.



El tipo de falla obtenido en todas las muestras fue de grieta diagonal.



## Anexo 14. Presupuesto

### COSTO DE LA ELABORACIÓN DEL INFORME DE INVESTIGACIÓN

Presupuesto	Und.	Cantidad	P.U.	Parcial	Total
<b>I. PLANEAMIENTO</b>					<b>S/ 422.00</b>
<b>01 Recursos humanos</b>				<b>S/ -</b>	
01.01 Autor del Proyecto de investigación		1		S/ -	
01.02 Asesor especialista y metodológico		2		S/ -	
01.03 Técnico de laboratorio		1		S/ -	
<b>02 Materiales</b>					<b>S/ 43.00</b>
02.01 Papel Bond	millar	2	20	S/ 40.00	
02.02 Cd	und	2	1.50	S/ 3.00	
<b>03 Servicios</b>					<b>S/ 379.00</b>
03.01 Internet	mes	4	60	S/ 240.00	
03.02 Movilidad	días	50	2.40	S/ 120.00	
03.03 Impresiones	und	50	0.20	S/ 10.00	
03.04 Amillados	und	2	2.00	S/ 4.00	
03.05 Rotulados	und	1	5.00	S/ 5.00	
<b>II. EJECUCIÓN</b>					<b>S/ 23,545.00</b>
<b>01 Materiales y alquiler de equipos</b>					<b>S/ 1,830.00</b>
<b>01.01 Materiales</b>					<b>S/ 720.00</b>
01.01.01 Cemento Portland Pacasmayo Tipo I	bolsas	5	27.50	S/ 137.50	
01.01.02 Arena	m <sup>3</sup>	1	47.50	S/ 47.50	
01.01.03 Agua	lt	35	8	S/ 280.00	
01.01.04 Cenizas de cáscaras de arroz	kg	50	0.30	S/ 15.00	
01.01.05 Ladrillos	und	300	0.80	S/ 240.00	
<b>01.02 Alquiler de Equipos</b>					<b>S/ 1,110.00</b>
01.02.01 Mezcladora de mortero	und	1	750	S/ 750.00	
01.02.02 Moldes metálicos	und	2	150	S/ 300.00	
01.02.03 Cilindros metálicos	und	6	10	S/ 60.00	
<b>02 Ensayos de los materiales</b>					<b>S/ 2,390.00</b>
<b>02.01 Agregado fino</b>					<b>S/ 205.00</b>
02.01.01 Análisis Granulométrico	Glb	1	25.00	S/ 25.00	
02.01.02 Peso Unitario Suelto y Compactado				S/ 140.00	
02.01.02.01 Suelto	Glb	2	30.00	S/ 60.00	
02.01.02.02 Varillado	Glb	2	40.00	S/ 80.00	
02.01.03 Peso Especifico y Absorción	Glb	1	30.00	S/ 30.00	
02.01.04 Contenido de Humedad	Glb	2	5.00	S/ 10.00	
<b>02.02 Cenizas de cáscaras de arroz</b>					<b>S/ 760.00</b>
02.02.01 Análisis químico	Glb	1	550.00	S/ 550.00	
02.02.02 Peso Unitario Suelto y Compactado				S/ 140.00	
02.02.02.01 Suelto	Glb	2	30.00	S/ 60.00	
02.02.02.02 Varillado	Glb	2	40.00	S/ 80.00	
02.02.03 Peso específico	Glb	1	60.00	S/ 60.00	
02.02.04 Contenido de Humedad	Glb	2	5.00	S/ 10.00	
<b>02.03 Unidades de albanilería</b>					<b>S/ 1,425.00</b>
02.03.01 Variación dimensional	Glb	30	15.00	S/ 450.00	
02.03.02 Porcentaje de vacíos	Glb	15	10.00	S/ 150.00	
02.03.03 Succión	Glb	15	20.00	S/ 300.00	
02.03.04 Absorción	Glb	15	20.00	S/ 300.00	
02.03.05 Resistencia a la compresión F' b	Glb	15	15.00	S/ 225.00	
<b>03 Diseño de mezclas</b>					<b>S/ 2,800.00</b>
03.01 Dosificación 1:3:5	Glb	7	100.00	S/ 700.00	
03.02 Dosificación 1:4	Glb	7	100.00	S/ 700.00	
03.03 Dosificación 1:5	Glb	7	100.00	S/ 700.00	
03.04 Dosificación 1:6	Glb	7	100.00	S/ 700.00	
<b>04 Ensayos de mortero</b>					<b>S/ 11,270.00</b>
<b>04.01 Mortero en estado fresco</b>					<b>S/ 5,600.00</b>
04.01.01 Fluides	Glb	28	50.00	S/ 1,400.00	
04.01.02 Contenido de aire	Glb	28	50.00	S/ 1,400.00	
04.01.03 Peso unitario	Glb	28	50.00	S/ 1,400.00	
04.01.04 Tiempo de fraguado	Glb	28	50.00	S/ 1,400.00	
<b>04.02 Mortero en estado endurecido</b>					<b>S/ 5,670.00</b>
04.02.01 Resistencia a la compresión probetas cúbicas	Glb	189	15.00	S/ 2,835.00	
04.02.02 Resistencia a la flexión	Glb	189	15.00	S/ 2,835.00	
<b>05 Ensayos de albanilería simple</b>					<b>S/ 2,940.00</b>
05.01 Adherencia del mortero - ladrillo arcilla	Glb	21	40.00	S/ 840.00	
05.02 Resistencia a la compresión axial	Glb	21	40.00	S/ 840.00	
05.03 Resistencia a la compresión diagonal	Glb	21	60.00	S/ 1,260.00	
<b>06 Servicios</b>					<b>S/ 2,315.00</b>
06.01 Internet	mes	3	60.00	S/ 180.00	
06.02 Papel bond	millar	4	20.00	S/ 80.00	
06.03 Movilidad	días	350	3.00	S/ 1,050.00	
06.04 Impresiones	unid	1000	0.10	S/ 100.00	
06.05 Almuerzos	días	150	6.00	S/ 900.00	
06.08 CD	und	1	5	S/ 5.00	
<b>Total General</b>					<b>S/ 23,967.00</b>

La Universidad Señor de Sipán apporto con un 73.39% y el autor con un 26.61% para la elaboración de la presente investigación.