

# **UNIVERSIDAD SAN PEDRO**

**FACULTAD DE INGENIERIA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL**



**Resistencia a la compresión y conductividad térmica en mortero con sustitución del agregado fino en 15% y 25% por corcho reciclado.**

**Tesis para obtener el título profesional de ingeniero civil**

**Autor:**

Zavaleta Silva, Marlon Andrés

**Asesor:**

Salazar Sánchez, Dante Orlando

**Chimbote – Perú**

**2019**

**PALABRAS CLAVE:**

TEMA: RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN, CONDUCTIVIDAD  
TÉRMICA DE MORTERO.

ESPECIALIDAD: TECNOLOGÍA DEL CONCRETO.

**KEYWORDS:**

THEME: RESISTANCE TO COMPRESSION, THERMAL CONDUCTIVITY  
OF MORTAR.

SPECIALTY: CONCRETE TECHNOLOGY.

**LINEAS DE INVESTIGACIÓN**

**PROGRAMA**

INGENIERIA CIVIL

**OCDE**

**LINEA DE INVESTIGACIÓN**

CONSTRUCCIÓN Y GESTIÓN DE LA CONSTRUCCIÓN

**ÁREA**

Ingeniería y tecnología.

**SUB AREA**

Ingeniería Civil

**DISCIPLINA**

Ingeniería civil.

Ingeniería de la construcción.

**Sub – Líneas o Campos de Investigación**

Materiales de la construcción.

Tecnología de la construcción y Procesos constructivos.

**TÍTULO:**

Resistencia A La Compresión Y Conductividad Térmica En Mortero Con Sustitución Del Agregado Fino En 15% Y 25% Por Corcho Reciclado.

**TITLE:**

Resistance To Compression And Thermal Conductivity In Mortar With Substitution Of Fine Aggregate In 15% And 25% By Recycled Cork.

## RESUMEN

En la presente investigación se determinó y comparó la resistencia a la compresión y la conductividad térmica de un mortero patrón, con otros donde se sustituyó el agregado fino por corcho reciclado en porcentajes de 15% y 25%, con la finalidad de lograr que se alcance una resistencia a la compresión y una conductividad térmica óptima.

El corcho reciclado fue previamente tamizado, utilizando el retenido de la malla #30 siendo esta el promedio de los tamices utilizados en la gradación del agregado fino el cual fue sustituido en proporción volumen por el corcho tamizado.

Se diseñó los morteros patrón y experimentales sustituyendo el agregado fino en un porcentaje del 15% y 25% por corcho reciclado y se comparó la resistencia a la compresión a los 3, 7 y 28 días de curado, también se comparó el ensayo de la conductividad térmica a los 28 días.

Para tal objetivo se realizó una serie de ensayos, como ensayo de peso unitario suelto y compactado, ensayos de fluidez, contenido de humedad, absorción, granulometría; cuyos resultados procesados, analizados e interpretados con la metodología estadística. Los resultados del ensayo a compresión de 3, 7 y 28 días respectivamente fueron los siguientes: 286.02 kg/cm<sup>2</sup>, 369.49 kg/cm<sup>2</sup> y 478.40 kg/cm<sup>2</sup> (mortero patrón), 203.00 kg/cm<sup>2</sup>, 297.16 kg/cm<sup>2</sup> y 353.27 kg/cm<sup>2</sup> (mortero experimental 15%) y 175.01 kg/cm<sup>2</sup>, 215.18 kg/cm<sup>2</sup> y 257.4 kg/cm<sup>2</sup> (mortero experimental 25%).

Los resultados del ensayo de conductividad térmica a 28 días fueron los siguientes: 1.22 W/mK (mortero patrón), 0.79 W/mK (mortero experimental 15%) y 0.67 W/mK (mortero experimental 25%).

## ABSTRACT

In the present investigation, the compressive strength and thermal conductivity of a standard mortar was determined and compared with another where the fine aggregate will be replaced by recycled cork in percentages of 15% and 25%, in order to achieve a Compression resistance and optimal thermal conductivity.

The recycled cork was previously sieved, using the retained mesh # 30 being this the average of the sieves used in the gradation of the fine aggregate which was replaced in volume proportion by the sifted cork.

The standard and experimental mortars were designed replacing the fine aggregate in a percentage of 15% and 25% by recycled cork and the compressive strength was compared at 3, 7 and 28 days of curing, also comparing the thermal conductivity test to the 28 days

For this purpose, a series of tests were carried out, such as loose and compacted unitary weight test, fluidity tests, moisture content, absorption, granulometry; whose results processed, analyzed and interpreted with the statistical methodology.

The results of the tests of compression of 3, 7 and 28 days respectively were the following: 286.02kg / cm<sup>2</sup>, 369.49 kg / cm<sup>2</sup> and 478.40 kg / cm<sup>2</sup> (standard mortar), 203.00 kg / cm<sup>2</sup>, 297.16 kg / cm<sup>2</sup> and 353.27 kg / cm<sup>2</sup> (15% experimental mortar) and 175.01 kg / cm<sup>2</sup>, 215.18 kg / cm<sup>2</sup> and 257.4 kg / cm<sup>2</sup> (25% experimental mortar).

The results of the thermal conductivity test at 28 days were as follows: 1.22 k (W / mK) (standard mortar), 0.79 W / mK (experimental mortar 15%) and 0.67 W / mK (experimental mortar 25%).

## ÍNDICE

<b>TEMA:</b>	<b>Página N°</b>
<b>Palabras clave: en español e inglés – Línea de investigación.....</b>	<b>i</b>
<b>Título de la investigación.....</b>	<b>ii</b>
<b>Resumen.....</b>	<b>iii</b>
<b>Abstract.....</b>	<b>iv</b>
<b>Índice.....</b>	<b>v</b>
<b>Introducción .....</b>	<b>1</b>
<b>Metodología .....</b>	<b>34</b>
<b>Resultados.....</b>	<b>42</b>
<b>Análisis y discusión .....</b>	<b>73</b>
<b>Conclusiones .....</b>	<b>76</b>
<b>Recomendaciones .....</b>	<b>78</b>
<b>Referencias bibliográficas .....</b>	<b>80</b>
<b>Agradecimientos.....</b>	<b>84</b>
<b>Anexos y apéndice.....</b>	<b>86</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>TABLA 1.</b> Granulometría de Arena .....	8
<b>TABLA 2.</b> Tipos de cemento hidráulico .....	9
<b>TABLA 3.</b> Composición química del cemento TIPO I.....	12
<b>TABLA 4.</b> Porcentajes Típicos De Intervención De Los Óxidos En El Cemento.....	12
<b>TABLA 5.</b> Los Parámetros De Óxido Contenidos En Los Elementos .....	13
<b>TABLA 6.</b> Los porcentajes que pasan en la gradación de la arena.....	14
<b>TABLA 7.</b> Requisitos Para Agua De Mezcla.....	17
<b>TABLA 8.</b> Clasificación de la Conductividad Térmica de los materiales .....	28
<b>TABLA 9.</b> Conductividad Térmica de algunos materiales .....	29
<b>TABLA 10.</b> Resistencia a la Compresión .....	31
<b>TABLA 11.</b> Variable Dependiente - Conductividad térmica.....	32
<b>TABLA 12.</b> Variable Independiente .....	33
<b>TABLA 13.</b> Ensayo De Resistencia A La Compresión .....	39
<b>TABLA 14.</b> Ensayo De Conductividad Térmica .....	40
<b>TABLA 15.</b> Técnica e instrumento .....	41
<b>TABLA 16.</b> Granulometría Del Agregado Fino .....	43
<b>TABLA 17.</b> Peso Unitario Suelto.....	44
<b>TABLA 18.</b> Peso Unitario Compactado.....	44
<b>TABLA 19.</b> Gravedad Específica Y Absorción Del Agregado Fino .....	45
<b>TABLA 20.</b> Contenido De Humedad Del Agregado Fino .....	45
<b>TABLA 21.</b> Gravedad Específica Y Absorción Del Corcho Reciclado .....	46
<b>TABLA 22.</b> Ensayo Para La Determinación De Fluidéz De Las Pastas De mortero- Patrón A/C (0.485) (NTP 334.126) .....	47
<b>TABLA 23.</b> Ensayo Para La Determinación De Fluidéz De Las Pastas De Mortero Experimental 15% A/C (0.494) (NTP334.126) .....	47

<b>TABLA 24.</b> Ensayo Para La Determinación De Fluidez De Las Pastas De Mortero-Experimental 25% A/C (0.502) (NTP 334.126) .....	48
<b>TABLA 25.</b> Comparación De La Fluidez Del Mortero Patrón Y Experimental .....	48
<b>TABLA 26:</b> Composición Del Mortero Patrón Y Experimental .....	49
<b>TABLA 27:</b> Proporciones De Material Requerido Para Morteros.....	49
<b>TABLA 28.</b> Resultados Del Ensayo De Compresión Del Mortero Patrón (A/ C) (0.485) A 3 Días.....	50
<b>TABLA 29.</b> Resultados Del Ensayo De Compresión Del Mortero Patrón (A/ C) (0.485) A 7 Días.....	51
<b>TABLA 30.</b> Resultados Del Ensayo De Compresión Del Mortero Patrón (A/ C) (0.485) 28 Días .....	52
<b>TABLA 31.</b> Resultados Del Ensayo De Compresión Del Mortero Con Sustitución Del 15% a 3 Días De Curado (A/C) (0.494).....	54
<b>TABLA 32.</b> Resultados Del Ensayo De Compresión Del Mortero Con Sustitución Del 15% a 7 Días De Curado (A/C) (0.494).....	55
<b>TABLA 33.</b> Resultados Del Ensayo De Compresión Del Mortero Con Sustitución Del 15% a 28 Días De Curado (A/C) (0.494).....	56
<b>TABLA 34.</b> Resultados Del Ensayo De Compresión Del Mortero Con Sustitución Del 25% a 3 Días De Curado (A/ C) (0.502).....	58
<b>TABLA 35.</b> Resultados Del Ensayo De Compresión Del Mortero Con Sustitución Del 25% a 7 Días De Curado (A/ C) (0.502).....	59
<b>TABLA 36.</b> Resultados Del Ensayo De Compresión Del Mortero Con Sustitución Del 25% a 28 Días De Curado (A/ C) (0.502).....	60
<b>TABLA N° 37.</b> Cuadro Comparativo de Resistencia a la Compresión Patrón y Experimentales 15% y 25% a 3,7 y 28 días de curado .....	61
<b>TABLA 38.</b> Resultados Del Ensayo De Conductividad Térmica (W/mk) Del Mortero Patrón Ensayados A 28 Días De Curado .....	64
<b>TABLA 39.</b> Resultados Del Ensayo De Conductividad Térmica (W/mk) Del Mortero Con Sustitución Del 15% Ensayados A 28 Días De Curado .....	64

<b>TABLA 40.</b> Resultados Del Ensayo De Conductividad Térmica (W/mk) Del Mortero Con Sustitución Del 25% Ensayados A 28 Días De Curado .....	65
<b>TABLA 41.</b> Pesos de Mortero Patrón .....	66
<b>TABLA 42.</b> Pesos de Mortero Experimental 15% .....	66
<b>TABLA 43.</b> Pesos de Mortero Experimental 25% .....	67
<b>TABLA 44.</b> Resistencia a la Compresión de los Morteros Patrón y Experimentales al 15% y 25% .....	68
<b>TABLA 45.</b> Resumen de Estadísticos Descriptivos del Mortero Patrón .....	68
<b>TABLA 46.</b> Resumen de Estadísticos Descriptivos del Mortero Experimental 15%.. .....	69
<b>TABLA 47.</b> Resumen de Estadísticos Descriptivos del Mortero Experimental 25%.. .....	69
<b>TABLA 48.</b> Anova del Mortero Patrón.....	70
<b>TABLA 49.</b> Anova del Mortero Experimental 15% .....	70
<b>TABLA 50.</b> Anova del Mortero Experimental 25% .....	70
<b>TABLA 51.</b> Prueba de Homogeneidad de Varianzas de Mortero Patrón .....	71
<b>TABLA 52.</b> Prueba de Homogeneidad de Varianzas de Mortero Experimental 15%.. .....	71
<b>TABLA 53.</b> Prueba de Homogeneidad de Varianzas de Mortero Experimental 25%.. .....	71
<b>TABLA 54.</b> Pruebas de Normalidad de Mortero Patrón y Experimental 15% .....	72
<b>TABLA 55.</b> Pruebas de Normalidad de Mortero Patrón y Experimental 25% .....	72

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>FIGURA 1.</b> Corcho .....	18
<b>FIGURA 2.</b> Extracción de la Corteza de Corcho .....	19
<b>FIGURA 3.</b> Corcho estructura celular .....	20
<b>FIGURA 4.</b> Micrografía SEM de corcho que muestra la Estructura de las células del corcho.....	22
<b>FIGURA 5.</b> Esquema Representativo del flujo de calor a través de una superficie. Se ha añadido ecuación que modela esta situación .....	30

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

<b>GRÁFICA 1.</b> Curva del Ensayo de Granulometría .....	43
<b>GRAFICA 2.</b> Resistencia a la Compresión Patrón 3 Días – Elaboración Propia.....	50
<b>GRAFICA 3.</b> Resistencia a la Compresión Patrón 7 Días – Elaboración Propia.....	51
<b>GRAFICA 4.</b> Resistencia a la Compresión Patrón 28 Días – Elaboración Propia....	52
<b>GRAFICA 5.</b> Resistencia Promedio Patrón 3,7 y 28 Días – Elaboración Propia .....	53
<b>GRAFICA 6.</b> Resistencia a la Compresión Experimental 15% 3 Días – Elaboración Propia.....	54
<b>GRAFICA 7.</b> Resistencia a la Compresión Experimental 15% 7 Días – Elaboración Propia.....	55
<b>GRAFICA 8.</b> Resistencia a la Compresión Experimental 15% 28 Días – Elaboración Propia.....	56
<b>GRAFICA 9.</b> Resistencia Promedio Experimental 15% – Elaboración Propia .....	57
<b>GRAFICA 10.</b> Resistencia a la Compresión Experimental 25% 3 Días – Elaboración Propia.....	58
<b>GRAFICA 11.</b> Resistencia a la Compresión Experimental 25% 7 Días – Elaboración Propia.....	59
<b>GRAFICA 12.</b> Resistencia a la Compresión Experimental 25% 28 Días – Elaboración Propia.....	60
<b>GRAFICA 13.</b> Resistencia Promedio Experimental 25% – Elaboración Propia .....	61
<b>GRAFICA 14.</b> Curva de Resistencia a la Compresión – Elaboración Propia .....	62
<b>GRAFICA 15.</b> Gráfico Comparativo General de Resistencia a la Compresión – Elaboración Propia.....	63
<b>GRAFICA 16.</b> Cuadro Comparativo de Resistencia a la Compresión y Conductividad Térmica – Elaboración Propia .....	65

## ÍNDICE DE FOTOS

<b>FOTO 1.</b> Cantera Vesique.....	87
<b>FOTO 2.</b> Recolección del Agregado Fino .....	87
<b>FOTO 3.</b> Gradación en el Laboratorio de Mecánica de Suelos y Geotecnia - USP ..	88
<b>FOTO 4.</b> Verificación del Ensayo de Gradación – Asesor Ing. Dante Salazar. ....	88
<b>FOTO 5.</b> Corcho Reciclado Triturado .....	89
<b>FOTO 6.</b> Verificación de la Gradación del Corcho – Técnico de Laboratorio de Suelos .....	90
<b>FOTO 7.</b> Corcho Gradado – Retenido de la Malla N°30 y pasante de la Malla N° 16 .....	91
<b>FOTO 8.</b> Calculando el Volumen de Corcho a Sustituir .....	91
<b>FOTO 9.</b> Sustitución del Agregado Fino .....	92
<b>FOTO 10.</b> Agregado Fino Sustituido en Proporción Volumen .....	92
<b>FOTO 11.</b> Ensayo de Fluidez – Laboratorio de Mecánica de Suelos y Geotecnia - USP .....	93
<b>FOTO 12.</b> Preparación de la Mezcla de Mortero.....	94
<b>FOTO 13.</b> Verificación del Llenado del Molde – Asesor Ing. Dante Salazar .....	95
<b>FOTO 14.</b> Enrasado de los Moldes .....	96
<b>FOTO 15.</b> Verificación del Desencofrado del Molde – Asesor Ing. Dante Salazar ..	97
<b>FOTO 16.</b> Desencofrado de los Morteros Patrón y Experimental.....	98
<b>FOTO 17.</b> Morteros Listos para el Curado .....	98
<b>FOTO 18.</b> Ensayo de Rotura de Mortero Verificado por el Ing. Rigoberto Cerna Chávez y el Jefe de Laboratorio de Mecánica de Suelos y Geotecnia Ing. Montañez. ....	99
<b>FOTO 19.</b> Rotura de Morteros Patrón .....	100
<b>FOTO 20.</b> Rotura de los Mortero Experimentales.....	100
<b>FOTO 21.</b> Ensayo de Conductividad Térmica realizado en la Universidad Nacional Ingeniería .....	101

<b>FOTO 22.</b> Verificando las lecturas de Conductividad Térmica .....	101
<b>FOTO 23.</b> Laboratorio de Investigación y Ciencias –Dr. José Carlos Díaz Rosado Jefe de Laboratorio -UNI .....	102

# **INTRODUCCIÓN**

## I.-INTRODUCCIÓN

Los antecedentes referidos al estudio de esta investigación estuvieron orientados a determinar a aquellas Instituciones o Investigadores que han efectuado estudios relacionados con las propiedades del corcho relacionado a la sustitución parcial del agregado, como el de **Panesar, D. & Shindman, B. (2012)**. Esta investigación examinó el impacto de corcho utilizado como reemplazo o sustitución de arena o piedra, la cual se llegó a las siguientes conclusiones: los tamaños más finos de corcho eran más beneficioso para lograr óptimas propiedades mecánicas, los compuestos de hormigón de corcho considerados en este estudio pueden ser vulnerable a los malos resultados durabilidad. los bloques que contienen corcho reducen la conductividad térmica en un 45% y además reduce las emisiones de CO<sub>2</sub> asociadas al muro de bloques, múltiples tamaños de corcho para lograr una mayor distribución del tamaño de los gránulos de corcho utilizados como arena o piedra de reemplazo no dio resultados beneficiosos notables. Las variables de diseño de mezcla de mortero examinados incluyeron los porcentajes de corcho como el reemplazo de arena (0%, 10% y 20%). Toda mezcla de mortero se preparó de 1: 2, con una relación a/c de 0,40. la fuerza del cubo de la mezcla de control (0%) de corcho aumenta de 54,3 MPa ,59.0 MPa ,67,5 MPa de 7, 14 y 28 días respectivamente. La fuerza del cubo de la mezcla (10%)-(0,5-1) de corcho aumenta de 19.7 MPa ,22.3 MPa ,24.3 MPa de 7, 14 y 28 días respectivamente. La fuerza del cubo de la mezcla (20%)-(0,5-1) de corcho aumenta de 7.7 MPa ,9.3 MPa ,10.7 MPa de 7, 14 y 28 días respectivamente.

Así mismo se revisó la investigación de **Karade, S., Irle, M., Maher, K., y Caldeira, F. (2002)**. Esta investigación analizó el comportamiento de los gránulos de corcho como agregado liviano ya que el corcho es un material ligero, resistente al agua, celular disponible como residuo en gran cantidad. Los resultados preliminares indican una buena compatibilidad entre el corcho y el cemento. Como se esperaba, corcho reduce las propiedades de resistencia del producto de hormigón. Sin embargo, el hormigón puede alcanzar la reducción de la densidad y la mejora de las propiedades funcionales tales como la conductividad térmica y absorción acústica. Una amplia gama de gránulos de corcho disponibles significa que las mezclas adecuadas pueden ser de

diseñado para una serie de aplicaciones específicas. Sin embargo, antes de que el corcho puede ser plenamente explotado en la práctica, existe la necesidad de realizar más investigaciones con el fin de obtener una visión más amplia del comportamiento de estos nuevos materiales compuestos.

Por ultimo en la investigación de **Branco, F., Tadeu, A., y Reis, M. (2008)**. Señala en su investigación los efectos de los elementos de hormigón utilizados en el exterior de los edificios son sometidos a ciclos de la humedad y la sequedad con el cambio de estaciones y diferentes condiciones climáticas, ésta acción cíclica en el concreto puede tener una influencia considerable en su durabilidad debido al fenómeno de congelación-descongelación agresivo. La cual se llegó a las siguientes conclusiones: Los resultados muestran que la introducción de los granulados de corcho para reemplazar arena de río en el aditivo para el hormigón no mejoró significativamente el rendimiento de hormigón en condiciones de congelación-descongelación (28 ciclos). El hormigón de corcho se obtuvo mediante la sustitución de un porcentaje de arena con un volumen equivalente de granulados de corcho con una distribución similar de tamaño de partícula. Se añadió una cantidad suficiente de corcho para que el hormigón contenga un volumen de corcho de 4%. Este trabajo lleva a la conclusión de que la adición de un volumen de 4% de granulado de corcho al hormigón no es una alternativa válida en comparación a la adición de aire mediante productos químicos al buscar mejorar la durabilidad del hormigón cuando se somete a ciclos de congelación y descongelación.

De acuerdo a lo revisado en los antecedentes se justifica la presente investigación. En la presente investigación se busca mejorar la resistencia a la compresión y una baja conductividad térmica del mortero mediante la sustitución del agregado fino por corcho reciclado en relación volumen el cual posee propiedades aislante térmicas ante elevadas temperaturas en las viviendas andinas del Perú y a la vez son alternativas de sustitución económicamente viable y no contaminantes en su proceso de producción. Con este proyecto se pretende lograr nuevas tecnologías del mortero, posteriormente con los resultados positivos que se obtengan aplicarlo en las paredes de las viviendas

andinas los cuales serán térmicamente aislantes sin afectar su resistencia mecánica ya que no requiere grandes gastos de energía, no causa desechos ni contaminación, es climáticamente aceptable, segura frente a inclemencias de tiempo y peligros naturales, usa materiales renovables, disponibles, de poco peso, fácil manipulación, durables y de calidad, evita herramientas o equipos de alto costo, requiere baja especialización y tiene escasa incidencia sobre el medio ambiente.

Por lo expuesto al analizar la problemática que existe en nuestro departamento de Áncash con referencia al friaje y no realizarse investigaciones ni inversiones para controlar este fenómeno, llegamos a la conclusión en plantear el problema con lo que respecta en encontrar substitutos con baja conductividad térmica y optima resistencia mecánica al diseño convencional de mortero, motivo por el cual este proyecto de investigación va orientado a buscar mejorar la calidad de vida de la población, reduciendo así el costo en la ejecución de obras de construcción civil, beneficiando a las necesidades constructivas de edificaciones en zonas de friaje, de aquí partimos nuestro trabajo de investigación, buscamos innovar el concepto de construcción para las zonas más pobres y frías del Perú.

Por lo que se plantea el siguiente problema de manera interrogativa: ¿En qué medida la sustitución del 15% y 25% de agregado fino de un mortero por corcho reciclado permitiría obtener un material de baja conductividad térmica sin afectar su resistencia a la compresión en comparación a un mortero convencional?

Después de haber formulado nuestra problemática es necesario la conceptualización y operacionalización de las variables.

## **TECNOLOGIA DE MATERIALES**

La Tecnología de materiales es la disciplina técnica que trata sobre los procesos industriales que nos permiten obtener piezas útiles para conformar máquinas y dispositivos a partir de las materias primas específicas.

La Tecnología de materiales es el estudio y puesta en práctica de técnicas de análisis, estudios físicos y desarrollo de materiales.

## **PROPIEDAD DE LOS MATERIALES**

Estas propiedades se ponen de manifiesto ante estímulos como la electricidad, la luz, el calor o la aplicación de fuerzas a un material.

Describen características como elasticidad, conductividad eléctrica o térmica, magnetismo o comportamiento óptico, que por lo general no se alteran por otras fuerzas que actúan sobre el mismo.

### **Propiedades mecánicas**

Las propiedades mecánicas son aquellas propiedades de los sólidos que se manifiestan cuando aplicamos una fuerza.

Las propiedades mecánicas principales son: dureza, resistencia, elasticidad, plasticidad y resiliencia.

- **Plasticidad:** Capacidad de un material a deformarse ante la acción de una carga, permaneciendo la deformación al retirarse la misma. Es decir, es una deformación permanente e irreversible.
- **Dureza:** es la resistencia de un cuerpo a ser rayado por otro. Opuesta a duro es blando. El diamante es duro porque es difícil de rayar. Es la capacidad de oponer resistencia a la deformación superficial por uno más duro.
- **Resistencia:** se refiere a la propiedad que presentan los materiales para soportar las diversas fuerzas. Es la oposición al cambio de forma y a la separación, es decir a la destrucción por acción de fuerzas o cargas.
- **Ductilidad:** se refiere a la propiedad que presentan los materiales de deformarse sin romperse obteniendo hilos.
- **Maleabilidad:** se refiere a la propiedad que presentan los materiales de deformarse sin romperse obteniendo láminas.
- **Elasticidad:** se refiere a la propiedad que presentan los materiales de volver a su estado inicial cuando se aplica una fuerza sobre él. La deformación recibida ante

la acción de una fuerza o carga no es permanente, volviendo el material a su forma original al retirarse la carga.

- **Resiliencia:** es la capacidad de oponer resistencia a la destrucción por carga dinámica.

Los MATERIALES, son las materias primas transformadas mediante procesos físicos y/o químicos, que son utilizados para fabricar productos. Ej. Tableros de madera, placas de yeso, láminas de metal, el plástico, etc.

Los materiales de construcción tienen como característica común el ser duraderos. Dependiendo de su uso, además deberán satisfacer otros requisitos tales como la dureza, la resistencia mecánica, la resistencia al fuego, o la facilidad de limpieza.

Por norma general, ningún material de construcción cumple simultáneamente todas las necesidades requeridas: la disciplina de la construcción es la encargada de combinar los materiales para satisfacer adecuadamente dichas necesidades.

## **MORTERO**

El mortero estará constituido por una mezcla de aglomerantes y agregado fino a los cuales se añadirá la máxima cantidad de agua que proporcione una mezcla trabajable, adhesiva y sin segregación del agregado. Para la elaboración del mortero destinado a obras de albañilería, se tendrá en cuenta lo indicado en las normas NTP 399.607 y 399.610.

### **Características del mortero:**

**Morteros en estado fresco:** al adicionar agua al cemento, se origina una pasta de cemento, la cual pasa por una etapa inicial, en la que se desarrolla el proceso de hidratación del cemento, durante el cual presenta una consistencia plástica. Luego se inicia su endurecimiento, en el que adquiere progresivamente las características de sólido.

**Trabajabilidad:** esta característica se obtiene en el momento que el mortero se mantiene en estado plástico, puesto que condiciona sus características en dicha etapa, la que a su vez corresponde a la de su empleo en obra. Para que la mezcla pueda colocarse fácilmente en las formas y se obtenga un vaciado compacto y denso, es necesario que sea suficientemente plástico. Es una característica que contribuye a evitar la segregación y facilitar el manejo previo durante la colocación de la mezcla.

**Plasticidad:** es la propiedad que define la trabajabilidad del mortero. Depende de la consistencia de la granulometría de la arena y de la cantidad de finos que contenga la misma. Se puede mejorar con el uso de aditivos plastificantes.

**Retención de agua:** es la propiedad que tienen los morteros para mantener la trabajabilidad, evitando que pierda el agua de forma rápida, lo que además podría dar problemas en el fraguado del cemento.

**Segregación:** es la separación de los componentes del mortero. Se evita añadiendo agua en exceso y utilizando arenas con tamaños no muy grandes.

**Adherencia:** es la propiedad que mide la facilidad o resistencia que presenta el mortero al deslizamiento sobre la superficie del soporte en el que se aplica. Se mejora mediante un mayor incremento de cemento y cal y mediante el uso de finos arcillosos en la arena.

**Contenido de aire:** es siempre perjudicial y se encuentra como impureza gaseosa en cantidades dependientes principalmente del tamaño máximo de los agregados, y secundariamente de las características de este. Para fines de cálculo suele estimarse en un 3 % el volumen de aire naturalmente incorporado por los morteros.

**Exudación:** el proceso de exudación se produce porque los morteros están constituidos por materiales de distinto peso específico, razón por la cual los materiales más pesados tienden a decantar y los más livianos como el agua tienden a ascender.

**Fraguado:** se define como fraguado el cambio de estado físico que sufre una pasta desde una condición blanda hasta una condición de rigidez.

**Densidad:** la densidad del mortero se define como el peso por unidad de volumen. Esta depende del peso específico y de la proporción en que participan cada uno de los diferentes materiales constituyentes del mortero.

Los materiales aglomerantes del mortero pueden ser:

Cemento Portland o cemento adicionado normalizados.

El agregado fino será arena gruesa natural, libre de materia orgánica y sales, con las características indicadas en la tabla 1.

*Tabla 1. Granulometría de Arena*

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: NTP de Albañilería 399.607*

- No deberá quedar retenido más del 50% de arena entre dos mallas consecutivas.
- El módulo de fineza estará comprendido entre 1,6 y 2,5.
- El porcentaje máximo de partículas quebradizas será: 1% en peso.
- No deberá emplearse arena de mar.

El agua será potable y libre de sustancias deletéreas, ácidos, álcalis y materia orgánica.

## ESPECIFICACIONES:

- La resistencia de la compresión mínima es de 40kg/Cm<sup>2</sup>.
- La consistencia del mortero se ajustará tratando de que alcance la mínima fluidez compatible con una fácil colocación.
- El tiempo de mezclado, una vez que el agua se agrega, no debe ser menor que 3 min.

## CEMENTO

El cemento se obtiene de la pulverización del Clinker, el cual es producido por la calcinación hasta la fusión incipiente de materiales calcáreos y arcillosos.

### TIPOS DE CEMENTO

**Norma Técnica Peruana, (NTP). 334.009. Cementos portland. Requisitos.** Está definido que de acuerdo a la norma nacional NTP 334.009 y a la internacional ASTM C-150 los cementos están clasificados:

*Tabla 2. Tipos de cemento hidráulico*

<b>TIPO</b>	<b>DESCRIPCION</b>
<b>I</b>	Normal
<b>IA</b>	Normal con aire incluido
<b>II</b>	Moderada resistencia a los sulfatos
<b>IIA</b>	Moderada resistencia a los sulfatos con aire incluido
<b>III</b>	Alta resistencia inicial
<b>IIIA</b>	Alta resistencia inicial con aire incluido
<b>IV</b>	Bajo calor de hidratación
<b>V</b>	Resistencia a los sulfatos

*Fuente: ASTM C 150*

## CEMENTOS PÓRTLAND COMUNES

### **Norma Técnica Peruana, (NTP). 334.090. Cementos portland. Requisitos.**

Estipula que se clasifica al cemento Portland común en cinco tipos diferentes, de acuerdo a las proporciones relativas de los cuatro componentes mineralógicos principales y a las condiciones de uso, los cuales son:

La norma aplica a todos los cementos que se comercialicen en el país, bajo las siguientes normas de American Society for Testing and Materials (ASTM):

- ✓ ASTM C 91 Especificación Estándar para Cemento de Albañilería
- ✓ ASTM C 150 Especificación Estándar para Cemento Pórtland
- ✓ ASTM C 595 Especificación Estándar para Cementos Hidráulicos Adicionados
- ✓ ASTM C 1157 Especificación Estándar de Desempeño para Cemento Hidráulico

#### - **Cemento Portland Tipo I**

Para uso general, cuando propiedades especiales de cualquier otro tipo no son requeridas.

#### - **Cemento Portland Tipo IA.**

Cemento con aire incluido, similar al TIPO I, donde la condición de aire incluido es deseada.

#### - **Cemento Pórtland Tipo II.**

Para uso general cuando se requiere una moderada resistencia a los sulfatos y un moderado calor de hidratación.

#### - **Cemento Pórtland Tipo IIA.**

Cemento con aire incluido, similar al TIPO II, donde la condición de aire incluido es deseada.

#### - **Cemento Pórtland Tipo III.**

Utilizado cuando se requiere una alta resistencia inicial.

#### - **Cemento Pórtland Tipo IIIA.**

Cemento con aire incluido, similar al TIPO III, donde la condición de aire incluido es deseada.

- **Cemento Pórtland Tipo IV.**

Para uso cuando se requiere un bajo calor de hidratación.

- **Cemento Pórtland Tipo V.**

Utilizado cuando se requiere una alta resistencia a los sulfatos.

## **CEMENTOS PARA ALBAÑILERÍA**

Los Cementos para Albañilería de la Norma ASTM C 91 se clasifican de acuerdo a lo siguiente:

- **Tipo N:** Para uso en la preparación de morteros Tipo N de la Especificación ASTM C 270, sin mayor adición de cementos ó cal hidratada, y para uso en la preparación de morteros Tipo S ó M de la Especificación ASTM C 270 cuando el cemento es adicionado de acuerdo a los requerimientos de ASTM C 270.
- **Tipo S:** Para uso en la preparación de morteros Tipo S de la Especificación ASTM C 270, sin mayor adición de cementos ó cal hidratada.
- **Tipo M:** Para uso en la preparación de morteros Tipo M de la Especificación ASTM C 270, sin mayor adición de cementos ó cal hidratada.

## **COMPOSICIÓN QUÍMICA Y FÍSICA DE LOS CEMENTOS**

- Silicato tricálcico, el cual le confiere su resistencia inicial e influye directamente en el calor de hidratación.
- Silicato dicálcico, el cual define la resistencia a largo plazo y no tiene tanta incidencia en el calor de hidratación.
- Aluminato tricálcico, es un catalizador en la reacción de los silicatos y ocasiona un fraguado violento. Para retrasar este fenómeno, es preciso añadirle y eso durante la fabricación del cemento.
- Aluminio- ferrito tetracálcico, influye en la velocidad de hidratación y secundariamente en el calor de hidratación.

- Componentes menores: óxido de magnesio, potasio, sodio, manganeso y titanio. Cementos Pórtland Norma ASTM C 150. Deben cumplir con los requisitos especificados en la sección 6, Chemical Composition y la sección 7, Physical Properties ASTM C 150, según el Volumen 04 – 01 de la Sección 4 del Manual de Estándares de ASTM, en su revisión más reciente.

**Tabla 3. Composición química del cemento TIPO I**

COMPONENTES	CEMENTO TIPO I
Óxido de Sílice: SiO <sub>2</sub>	20.50%
Óxido de Hierro: Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	5.14%
Óxido de Aluminio: Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	4.07%
Óxido de Calcio: CaO	62.41%
Óxido de Magnesio: MgO	2.10%
Óxido de Azufre: SO <sub>3</sub>	1.83%
Pérdida por Calcinación: P.C	1.93%
Residuo Insoluble: R.I	0.68%
Cal Libre: Cao	1.10%
Álcalis: Na <sub>2</sub> O	0.22%

*Fuente: ASTM C 1157*

**Tabla 4. Porcentajes Típicos De Intervención De Los Óxidos En El Cemento.**

%	COMPONENTE QUIMICO	PROCEDENCIA USUAL
95%	Óxido de calcio (CaO)	Rocas Calizas
	Óxido de Sílice (SiO <sub>2</sub> )	Areniscas
	Óxido de Aluminio (Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	Arcillas
	Óxido de Fierro (Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	Arcillas, Mineral de Hierro, pirita
5%	Óxido de Magnesio, Sodio, potasio, titanio, azufre, fósforo Y magnesio	Minerales Varios

*Fuente: ASTM C 1157*

*Tabla 5. Los Parámetros De Óxido Contenidos En Los Cementos.*

<b>COMPONENTE</b>	<b>PORCENTAJE (%)</b>
CaO	61 - 67
SiO <sub>2</sub>	20 - 27
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	4 - 7
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.5 - 4
MgO	0.1 - 5
SO <sub>3</sub>	1 - 3
K <sub>2</sub> O y Na <sub>2</sub> O	0.25 - 1.5

*Fuente: ASTM C 1157*

## **AGREGADO FINO**

Norma Técnica Peruana, (NTP). 399.607, 2013. Unidades de albañilería. Especificación normalizada de agregados para mortero de albañilería. Establece que el agregado fino es el material proveniente de la desintegración natural o artificial de las rocas, que pasan el tamiz de N° 4 (4.75 µm) y es retenido en el tamiz N°200 (74 µm).

El agregado fino deberá ser arena gradada de sílice natural de granos redondeados y grada en conformidad con los requisitos de la NTP 400.012.

La arena gradada normalizada deberá ser manipulada de tal manera reventar la segregación en el vaciado de los sacos se deberá tener cuidado de prevenir formación de montículos de arena.

El agregado para utilización en morteros de albañilería deberá ser gradado dentro de los siguientes límites, dependiendo si está siendo utilizada arena natural o manufacturada.

*Tabla 6. Los porcentajes que pasan en la gradación de la arena.*

Tamaño de tamiz	Porcentaje que pasa	
	Arena natural	Arena manufacturada
Nº 4 (4,75 mm)	100	100
Nº 8 (2,36 mm)	95 a 100	95 a 100
Nº 16 (1,18 mm)	70 a 100	70 a 100
Nº 30 (600 µm)	40 a 75	40 a 75
Nº 50 (300 µm)	10 a 35	20 a 40
Nº 100 (150 µm)	2 a 15	10 a 25
Nº 200 (75 µm)	0 a 5	0 a 100

*Fuente: NTP de Albañilería 399.607*

### **PROPIEDADES FÍSICAS:**

El agregado fino a utilizarse en el mortero debe cumplir ciertos requisitos mínimos de calidad según las especificaciones técnicas de las normas peruanas.

#### **-Peso unitario:**

El peso unitario depende de ciertas condiciones intrínsecas de los agregados, tales como su forma, tamaño y granulometría, así como el contenido de humedad; también depende de factores externos como el grado de compactación impuesto, el tamaño máximo del agregado en relación con el volumen del recipiente, la forma de consolidación, etc.

#### **-Peso específico:**

El peso específico, es la relación entre el peso del material y su volumen, su diferencia con el peso unitario está en que este no toma en cuenta el volumen que ocupan los vacíos del material. Es necesario tener este valor para realizar la dosificación de la mezcla y también para verificar que el agregado corresponda al material de peso normal.

**-Contenido de humedad:**

Es la cantidad de agua que contiene el agregado fino. Esta propiedad es importante porque de acuerdo a su valor (en porcentaje), la cantidad de agua en el concreto varia.

**-Absorción:**

Es la capacidad del agregado fino de absorber el agua en contacto con él. Al igual que el contenido de humedad, esta propiedad influye en la cantidad de agua para la relación agua/cemento en el concreto.

**-Granulometría:**

El agregado no debe tener más del 50 % retenido entre dos tamices consecutivos cualesquiera de los listados en 4.1 ni más del 25 % entre los tamices 300  $\mu\text{m}$  (N° 50) y 150  $\mu\text{m}$  (N° 100). El análisis granulométrico divide la muestra en fracciones de elementos del mismo tamaño, según la abertura de los tamices utilizados

**-Módulo de finura:**

Es un índice aproximado y representa el tamaño promedio de las partículas de la muestra de arena, se usa para controlar la uniformidad de los agregados. La norma establece que la arena debe tener un módulo de finura no menos a 2.35 y hasta un máximo de 4.75 mm, ASTM C144. Si el módulo de finura varía en más de 0.20 a partir del valor supuesto en la selección de dosificación para compensar el cambio en la granulometría.

**-Superficie específica:**

Es la suma de las áreas superficiales de las partículas del agregado por unidad de peso, para su determinación se consideran dos hipótesis que son: que todas las partículas son esféricas y que el tamaño medio de las partículas que pasan por un tamiz y quedan retenidas en el otro es igual al promedio de las partículas.

## AGUA

El agua empleada en la mezcla debe ser limpia, libre de aceites, ácidos, álcalis, sales y materias orgánicas. Su función principal es hidratar el cemento, pero también se le usa para mejorar la trabajabilidad de la mezcla usándola como curado en obras de estructuras de concreto pasando los 28 días.

(Martínez, 2010). Sostiene que el agua impotable no debe utilizarse en el concreto a menos que se cumpla las siguientes condiciones.

La dosificación debe estar basada en mezclas de concreto que utilice agua de la misma fuente.

- El agua es un componente esencial en las mezclas de concreto y morteros, pues permite que el cemento desarrolle su capacidad ligante.
- Tanto el agua de mezclado como el agua de curado deben estar libres de contaminantes que puedan perjudicar el fraguado o que reaccionen negativamente, en estado fresco o en estado endurecido.
- Para cada cuantía de cemento existe una cantidad de agua del total de la agregada que se requiere para la hidratación del cemento; el resto del agua solo sirve para aumentar la fluidez de la pasta para que cumpla la función de lubricante de los agregados y se pueda obtener la manejabilidad adecuada de las mezclas frescas.
- El agua adicional es una masa que queda dentro de la mezcla y cuando se fragua el concreto va a crear porosidad, lo que reduce la resistencia, razón por la que cuando se requiera una mezcla bastante fluida no debe lograrse su fluidez con agua, sino agregando aditivos plastificantes.

- El agua utilizada en la elaboración del concreto y mortero debe ser apta para el consumo humano, libre de sustancias como aceites, ácidos, sustancias alcalinas y materias orgánicas.

**Curado:**

Constituye el suministro adicional de agua para hidratar eficientemente el cemento. Este suministro depende de la humedad del ambiente, ya que la evaporación del agua libre de la pasta ocurre con rapidez cuando la humedad relativa es menor. Por otra parte, el agua y el cemento al mezclarse ocupan un espacio inicial que permanece constante y que tiende a ser llenado gradualmente por los productos de hidratación (pasta).

*Tabla 7. Requisitos Para Agua De Mezcla*

DESCRIPCIÓN	LIMITE PERMISIBLE
Cloruros	300ppm.
Sulfatos	300ppm.
Sales de magnesio	150ppm.
Sales solubles totales	1500ppm.
pH	Mayor de 7
Sólidos en suspensión	1500 ppm.
Materia Orgánica	9 pm.

*Fuente: NTP 339.088*

## CORCHO

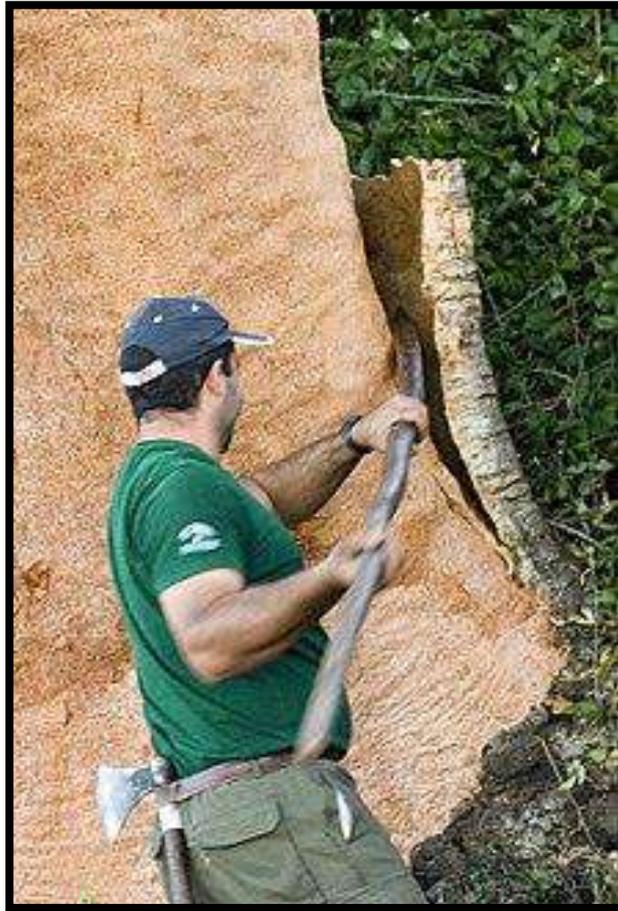
El corcho es un material que se ha utilizado para la humanidad en los últimos 5.000 años y es un material estratégico utilizado para múltiples aplicaciones, desde botellas de vino a la aeronáutica. Muchos de los materiales de corcho actuales son materiales compuestos, en particular materiales de corcho para piso y revestimientos de paredes y varias otras aplicaciones de construcción e industriales. Desarrollos recientes en la investigación de corcho han pasado de la relación clásica de corcho-vino de calidad y las cuestiones ambientales, la explotación de los residuos de la industria del corcho y materiales a base de corcho nuevos. En los últimos años se han desarrollado una serie de nuevos materiales compuestos a base de corcho. (Karade et al., 2002).



*Figura 1. Corcho*

*Fuente:* [//www.researchgate.net/publication/26635525\\_Cork\\_Composites\\_A\\_Review](http://www.researchgate.net/publication/26635525_Cork_Composites_A_Review)

El corcho se obtiene de la corteza de los árboles de alcornoques (*Quercus suber*), que se cultivan principalmente en Portugal, España y Argelia. Otra planta que produce corcho, es *Quercus occidentales*, ambas especies se diferencian por igual sólo en su follaje y en la época de maduración de su fruta. La mitad de la corteza de estos árboles se retira cuidadosamente cada 9 -12 años.



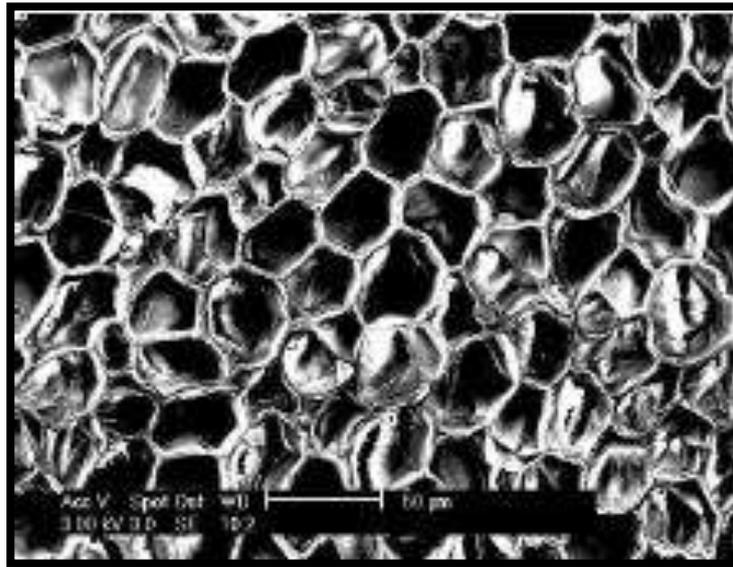
*Figura 2. Extracción de la Corteza de Corcho.*

*Fuente:* [//www.researchgate.net/publication/26635525\\_Cork\\_Composites\\_A\\_Review](http://www.researchgate.net/publication/26635525_Cork_Composites_A_Review)

La corteza es después se somete a varios procesos como: la limpieza, la ebullición, el secado y eliminación de material de la superficie exterior. Tapones de botellas se perforan de la corteza procesada, que deja orificios en las tiras. Este material residual se estima en más de 75% del corcho cosechado, y se muele en pequeños gránulos. El material más ligero se aglomera y se utiliza para hacer panel de productos similares. Sin embargo, una gran cantidad (20 a 40% en peso) del material con mayor densidad sigue siendo no utilizado. Algunos de estos residuos son quemados para calor de proceso, mientras que los residuos de corcho restante se utilizan para el relleno de tierra. La densidad de residuos es menor que la de la mayor parte de los agregados de peso ligero (aproximadamente 300 kg / m<sup>3</sup>) usado para hormigón. Por lo tanto, esta propiedad del corcho podría ser explotado para hacer cemento liviano. Además de la menor densidad hay muchas otras ventajas asociadas con el corcho atribuido a su

estructura celular y la composición química. Algunas de estas ventajas son baja conductividad térmica, buena absorción acústica y resistencia al agua.

El corcho es un material muy ligero, elástico y flexible e impermeable a gases o líquidos, imperecedero y buen aislante eléctrico, así como térmica, el sonido y la vibración aislante. Como material celular sus propiedades únicas surgen de su estructura de célula cerrada.



**Figura 3.** Corcho estructura celular

**Fuente:** <http://www.researchgate.net/profile/Sukhdeo/Karade>

La Unión Europea (en particular los países del sur del Mediterráneo), es el mayor productor mundial de corcho. Portugal, que posee alrededor del 60% de la superficie total del árbol de corcho proporciona alrededor del 80% del corcho producido en el mundo. Bosques de corcho están muy bien adaptadas a Europa de las sur regiones semiáridas, la prevención de la desertificación y de ser el hábitat ideal para muchos animales y especies de plantas.

En Portugal el rendimiento promedio por año se estima que es de 170 mil toneladas por año. Actualmente la tasa de producción mundial de corcho es de 340 mil toneladas por año. Por lo tanto, se espera que alrededor de 68 a 85 mil toneladas de residuos de corcho es que anualmente se generan a partir de las industrias de corcho. (Gil, 2009).

## PROPIEDADES DEL CORCHO

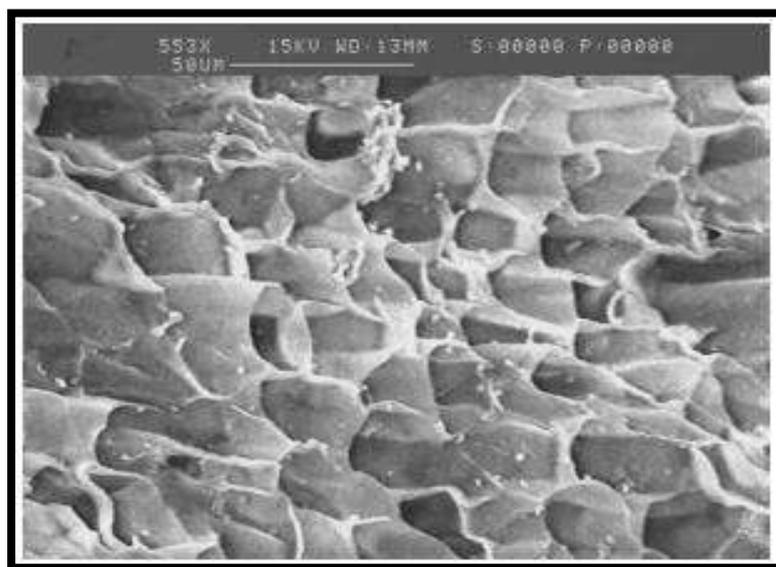
El corcho posee cualidades únicas e inigualables que ningún ingenio humano ha logrado imitar o mejorar (Pereira, 1988):

- ✓ **Elasticidad:** la elasticidad es la capacidad de recuperar el volumen inicial tras sufrir una deformación que justifica, entre otras, su utilización como en tapamiento. El corcho puede comprimirse hasta casi la mitad de su longitud sin perder ninguna flexibilidad, y recupera su forma y volumen en cuanto deja de presionarse.
- ✓ **Coefficiente de rozamiento elevado:** la superficie del corcho queda tapizada por microventosas que le permiten una gran adherencia y dificultan su deslizamiento.
- ✓ **Impermeabilidad:** la difusión de líquidos y gases a través del corcho es muy dificultosa, gracias a la suberina y a los ceroides presentes en las paredes de sus células, el corcho es prácticamente impermeable a líquidos y gases. Su resistencia a la humedad le permite envejecer sin deteriorarse, de ahí que varias ánforas de vino halladas dentro del mar conservasen su cierre de corcho en perfectas condiciones.
- ✓ **Gran poder calorífico:** la capacidad del corcho para generar calor es equivalente a la del carbón vegetal, alrededor de 7.000 Kcal/kg.
- ✓ **Ligereza:** El 85% de su volumen es aire, lo que se traduce en una densidad baja.
- ✓ **Fácilmente manejable:** modificando artificialmente el contenido en agua del corcho, mediante hervido, por ejemplo, se facilitan los procesos industriales, principalmente los de corte, al volverse más blando y elástico.
- ✓ **Bajo contenido en agua:** la humedad de equilibrio del corcho con el ambiente, una vez eliminada la raspa, no supera el 9% de su peso, siendo normalmente del 6%. Esta baja humedad hace imposible la proliferación de microorganismos.

- ✓ **Aislante térmico:** la función natural del corcho es proteger las partes vivas del árbol que lo genera. Su estructura alveolar (impidiendo circular el aire), el bajo contenido en agua y la falta de conductividad de sus compuestos le permite cumplir su función de aislante de forma efectiva. Presenta una resistencia al paso del calor treinta veces superior a la del hormigón. (Pereira,1988).

## ESTRUCTURA DEL CORCHO

El corcho es un material celular. Las células de corcho son aproximadamente hexagonales en la cara tangencial y rectangular en la radial y caras axiales. Las microceldas de corcho se hacen generalmente de Poliedros 14 caras, ranurado en una contra la otra y llenas de gases. los gases no se han analizado, pero es probable que ser similar a la de aire. Con el fin de confirmar la forma celular en las muestras de corcho, un microscopio electrónico de barrido (SEM) se utilizó. Una micrografía SEM de corcho se muestra en la Figura 1. Mientras observa la sección perpendicular a la dirección radial, se confirmó que estas células se ven más o menos como prismas hexagonales cerrados.



**Figura 4.** Micrografía SEM de corcho que muestra la Estructura de las células del corcho.

**Fuente:** <http://www.researchgate.net/profile/Sukhdeo/Karade>

El Corcho contiene alrededor de 85% de huecos en células cerradas. Las células de corcho son muy pequeñas, según la información hay alrededor de 30 a 42 millones de células en un centímetro cúbico de corcho. Son mucho más pequeños que los de los plásticos espumados normales y comparables con los de espumas micro porosas. (Karade et al., 2002).

## **COMPOSICIÓN QUÍMICA DE CORCHO**

La composición química del corcho varía ligeramente en función de los resultados de diferentes grupos de investigación, que puede ser debido a las diferentes fuentes del corcho. La principal característica de la química composición de corcho es la presencia de 'suberina' como el componente principal de la pared celular. suberina es un ácido graso insaturado y en el corcho su cantidad varía entre 35 a 41%. también contiene una alta cantidad de extractivos. Las ceras se asocian con suberina y la cantidad de aproximadamente 5%; taninos y otras sustancias fenólicas corresponden a aproximadamente el 7% del material de corcho. Las paredes de las células de corcho están cubiertas con capas de suberina y ceras que los hacen impermeables al aire y al agua y resistente al ataque por muchos ácidos. En un estudio reciente verificó que la suberina es responsable de la impermeabilidad al agua de corcho. (Karade et al., 2002).

## **COMPARACIÓN DE MADERA Y CORCHO**

Diferencias considerables se han encontrado entre el corcho y madera. Por otra parte, gránulos de corcho pueden ser considerados como un agregado de peso ligero en lugar de fibras de refuerzo. La característica que diferencia la composición química entre el corcho y la madera es la presencia de suberina en el corcho. Suberina es un polímero, formado por alcoholes alifáticos de cadena larga y monómeros de ácido. Es hidrofóbica y cuando se combina con ceras, que contribuye significativamente a la impermeabilidad del corcho. La otra diferencia principal es la celulosa inferior del corcho y contenido de hemicelulosa. Estos compuestos se componen principalmente

de azúcar, que retarda hidratación del cemento. Por lo tanto, las cantidades reducidas de celulosa y la hemicelulosa son beneficiosa desde el punto de vista de compatibilidad de corcho-cemento.

La madera es un material celulósico que contiene fibra, mientras que el corcho es un material granular y contiene sólo 9% de celulosa en comparación con la madera, que contiene 40 a 50% de celulosa. (Pereira,1988)

### **CORCHO COMO AGREGADO**

Con el fin de comprender las interacciones de corcho y de cemento y el efecto de diversos parámetros tales como tamaño de partícula, densidad, y la cantidad de corcho en la matriz de cemento en el físico-mecánica propiedades del hormigón, cinco grados diferentes de gránulos de corcho se obtuvieron de un corcho la industria en Portugal. El tamaño medio de partícula de estos gránulos varía entre 0,1 a 2,5 mm. La densidad aparente es de entre 126 a la 370 g / cm<sup>3</sup> y la densidad de las partículas 233-583 g / cm<sup>3</sup>.

La ventaja de utilizar gránulos de corcho es que contienen varias células abiertas en sus superficies. Esto facilita una buena unión con la pasta de cemento. Puesto que el corcho contiene aproximadamente 85% en volumen de aire huecos, su adición a la matriz de cemento reduce la densidad del hormigón. El resultado sería reducido conductividad térmica y propiedades de absorción de sonido mejor de lo concreto.

Gránulos de corcho pueden ser ventajosas debido a sus relaciones de Poisson insignificantes en la tangencial y axial con respecto a la dirección radial. Cuando se aplica la carga en el corcho células, el gas dentro de las células se comprimen y por lo tanto no la expansión lateral se lleva a cabo. Esto implica que cuando se carga el compuesto de los gránulos de corcho ejercen muy poco lateral presión, lo que reducirá la separación lateral de compuesto.

El problema con el uso del corcho es que tiene muy poca resistencia. Sin embargo, la menor resistencia a alta deformación del hormigón resultante puede ser explotado para

obtener ventajas en su uso como concreto deformable en las barreras de parada para los vehículos en movimiento o como "trampas de bala". De tales aplicaciones el material debe absorber grandes cantidades de energía de los objetos en movimiento. Eso no implica que el hormigón de cemento de corcho no se puede utilizar para fines estructurales. Puede ser utilizada como hormigón de peso ligero y si se requiere su fuerza se podría mejorar mediante la Ademas de fibras sintéticas.

El corcho es un material duradero. Su vida útil es de más de 170 años. Desde el punto de ecológica, también el uso de corcho es beneficioso porque corcho se regenera a partir de árboles y no hay necesidad para cortar ningún árbol. (Karade et al., 2002).

Baja conductividad térmica de corcho combinado con una resistencia a la compresión razonable hace que sea unos excelentes materiales a efectos de aislamiento térmico y compresión cuando las cargas están presentes. su fricción (anti-deslizante) propiedades hacen que también sea bueno para revestimientos para el suelo o en las manijas. Hoy en día los productos de corcho son utilizados para el aislamiento térmico en los refrigeradores y cohetes, aislamiento acústico en los submarinos y estudios de grabación, sellos y juntas en los instrumentos de viento y motores de combustión, y como energía que absorbe en el suelo, los zapatos y el envasado medio, y por supuesto como tapones.

Los compuestos de corcho son parte de los derivados de corcho actuales y son una de los campos más prometedores de la evolución de la tecnología de corcho. (Karade et al., 2002).

## RESISTENCIA TÉRMICA

La resistencia térmica de un material representa su capacidad de oponerse al flujo del calor. Para la definición constructiva de cada tipo de cerramiento se precisarán los datos siguientes: conductividad térmica, densidad, calor específico y factor de resistencia a la difusión del vapor de agua. (Rafino, 2018).

En el caso de materiales homogéneos es la razón entre el espesor y la conductividad térmica del material.

En materiales no homogéneos la resistencia es el inverso de la conductividad térmica.

### Resistencia Térmica Total

La resistencia térmica total  $R_t$  de un componente constituido por capas térmicamente homogéneas debe calcularse mediante la expresión:

$$R_t = R_{s_i} + R_1 + R_2 + \dots R_n + R_{s_e}$$

Siendo:

- $R_1, R_2 \dots R_n$  las resistencias térmicas de cada capa [ $m^2 K/W$ ];
- $R_{s_i}$  y  $R_{s_e}$  las resistencias térmicas superficiales correspondientes al aire interior y exterior respectivamente, de acuerdo a la posición del cerramiento, dirección del flujo de calor y su situación en el edificio [ $m^2 K/W$ ].

La resistencia térmica total  $R_t$  es la inversa del coeficiente de transmisión de calor de un elemento, que es la suma de las resistencias térmicas superficiales y la resistencia térmica del elemento constructivo. Se verifica que:

$$R_t = \frac{1}{K} = R_{s_e} + R_{s_i} + R$$

## Capas Homogéneas

La resistencia térmica  $R$  de una capa homogénea de material sólido, en metro cuadrado por kelvin y por vatio, viene dada por:

$$R = \frac{e}{\lambda}$$

Dónde: “e” Es el espesor de la capa (m) y ( $\lambda$ ) la conductividad térmica del material, W/(K·m)

## CONDUCTIVIDAD TÉRMICA

Es la propiedad física de cualquier material que mide la capacidad de conducción del calor a través del mismo, la magnitud inversa de la conductividad térmica es la resistencia térmica (capacidad de los materiales para oponerse al paso del calor).

La conductividad térmica es una capacidad elevada en los metales y en general en cuerpos continuos, y es más baja en los gases, siendo muy baja en algunos materiales especiales tales como la fibra de vidrio, denominados por ello, aislantes térmicos.

Para generar la conducción térmica se necesita una sustancia, por tal razón, es nula en el vacío.

Este es un mecanismo molecular de transferencia de calor que se genera por la excitación de las moléculas, se presenta en todos los estados de la materia con predominancia en los sólidos, en mayor o menor medida, todos los materiales oponen resistencia al paso del calor a través de ellos, los metales son los que tienen menor resistencia, por ello se dice que tienen buena conductividad térmica.

Cuanto mayor es la conductividad térmica, el material será mejor conductor del calor, cuanto menor sea, el material será más aislante. Por ejemplo, el cobre tiene una conductividad de 380 vatios por kelvin y metro, y es más de 10 000 veces mejor conductor del calor que el poliuretano (0,035 vatios por kelvin y metro).

Los materiales de construcción (yesos, ladrillos, morteros) tienen una resistencia media, los materiales que ofrecen una alta resistencia térmica se llaman aislantes térmicos específicos o sencillamente, aislantes térmicos de tal modo que el comportamiento de los cerramientos y en general de los componentes de la construcción, tienen un papel doble desde el punto de vista térmico; por un lado, uno puramente de resistencia y otro, al que se le da mucha menor importancia, que es el capacitivo o inercial, el resistivo depende directamente del espesor e inversamente del coeficiente de conductividad térmica, y el capacitivo es directamente proporcional al calor específico, al espesor y a la densidad. (Denner y Blumm, 2018)

Por lo tanto, los muros de gran espesor, construidos antiguamente, consiguen resistencias y capacidades elevadas.

La Conductividad Térmica es, por consiguiente, una propiedad específica de cada material usada para caracterizar el transporte de calor en ritmo estacionario. Se puede calcular usando la siguiente ecuación:

$$\lambda(T) = \rho(T) \cdot c_p(T) \cdot a(T)$$

Dónde:  $a$ : Difusividad térmica  
 $c_p$ : Capacidad Calorífica Específica  
 $\rho$ : Densidad

**Tabla 8.** Clasificación de la Conductividad Térmica de los materiales

VALOR $\lambda$ (W / m.K)	CLASIFICACIÓN
$0.024 \leq \lambda \leq 0.038$	Muy buenos Aislantes
$0.038 < \lambda \leq 0.12$	Buenos Aislantes
$0.12 < \lambda \leq 0.46$	Medianos Aislantes
$0.46 < \lambda \leq 1.62$	Malos Aislantes
$\lambda > 1.62$	Conductores

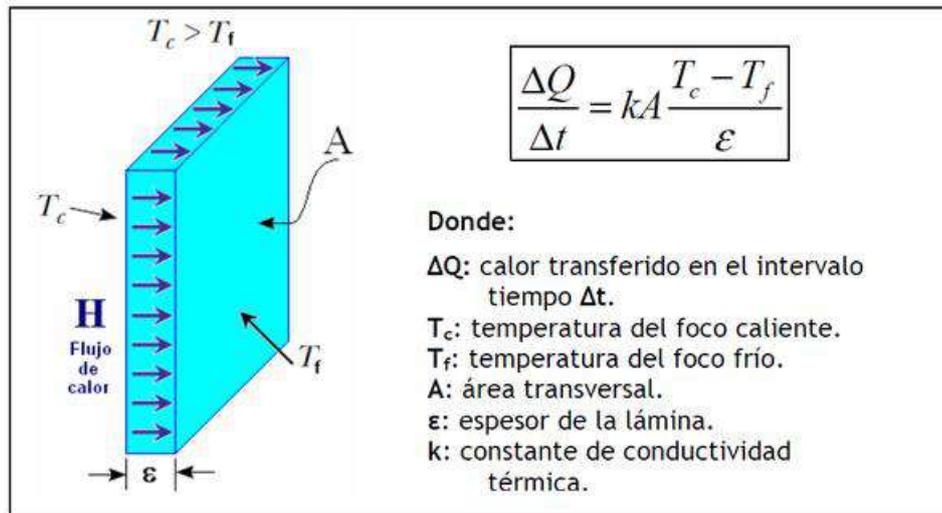
FUENTE: (Torres, C. 2004)

**Tabla 9. Conductividad Térmica de algunos materiales**

<b>MATERIAL</b>	<b>DENSIDAD(kg/m<sup>3</sup>)</b>	<b>CONDUCTIVIDAD(<math>\lambda</math>)</b>
Lana Mineral / Vidrio Suelta	80/140	<b>0.035</b>
	150/200	<b>0.040</b>
Lana Mineral /Vidrio Planchas semirrígidas/rígidas	45/80	<b>0.040</b>
	80/200	<b>0.045</b>
Poli estireno Expandido	15/20	<b>0.03</b>
Mortero de Perlita	400	<b>0.080</b>
	600	<b>0.120</b>
Paneles de Corcho Comprimido	500	<b>0.085</b>
	100/150	<b>0.037</b>
Paneles de Corcho expandido/aglomerado	150/200	<b>0.041</b>
Mortero de Cal y Cemento	1900	<b>0.6</b>
Mortero de Cemento	2100	<b>1,200</b>
Mortero de Yeso	1000	<b>0,650</b>
Mortero para Revoques	1800/2000	<b>1,000</b>
	300	<b>0,120</b>
Mortero de Vermiculita	450	<b>0160</b>
	650	<b>0,220</b>
	1600	<b>0.700</b>
Mampostería Ladrillos Comunes/macizos	1800	<b>0.780</b>
	2000	<b>0.900</b>
Mampostería Ladrillos Sillico Calcáreos	1800	<b>0.850</b>
	1000	<b>0.400</b>
Mampostería Ladrillos Huecos	1200	<b>0.450</b>
	1400	<b>0.520</b>
Hormigón	2200	<b>1.200</b>
	600	<b>0.250</b>
	700	<b>0.280</b>
Placas de Yeso	900	<b>0.350</b>
	1000	<b>0.400</b>
	1200	<b>0.500</b>
	350/450	<b>0.100</b>
Madera	450/600	<b>0.130</b>
	600/750	<b>0.200</b>
Tejas Cerámicas	1650	<b>0.650</b>
Vidrio	2700	<b>0.700</b>
Hierro	7870	<b>62</b>
Acero	7780	<b>45</b>
Aluminio	2700	<b>200</b>
Aire	3	<b>0.022</b>
Agua	1000	<b>0.500</b>

**Fuente: IRAM. (2002).**

El coeficiente de conductividad térmica ( $\lambda$ ) caracteriza la cantidad de calor necesario por m<sup>2</sup>, para que, atravesando durante la unidad de tiempo, 1 m de material homogéneo obtenga una diferencia de 1 °C de temperatura entre las dos caras. El Sistema Internacional de Unidades la conductividad térmica se mide en W/ (m.K) (equivalente a J/(m·s·K))



**Figura 5.** Esquema Representativo del flujo de calor a través de una superficie. Se ha añadido ecuación que modela esta situación

**Fuente:** [www.netzsch-thermal-analysis.com/es/landing-pages/definicion-de-conductividad-térmica/](http://www.netzsch-thermal-analysis.com/es/landing-pages/definicion-de-conductividad-térmica/)

## AISLAMIENTO TÉRMICO

Tiene como objetivo el dificultar las transmisiones de calor del interior al exterior y viceversa para evitar las pérdidas de calor en períodos fríos y la ganancia del mismo en épocas cálidas, el aislamiento es fundamental tanto en los muros como en los huecos acristalados que también deben ser aislados como, por ejemplo, un doble acristalamiento.

En el caso de los muros se localiza normalmente en su hoja exterior para mantener la inercia térmica del interior y hay que hacer especial hincapié en la reducción de los puentes térmicos que suelen tener menor resistencia térmica. (Rafino, 2018).

## OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES

### Variable Dependiente:

#### Resistencia A La Compresión.

Es el esfuerzo máximo que puede soportar un material bajo una carga de aplastamiento. (NTP 334.051). Se registra la carga total máxima indicada por la máquina de ensayo, y se calcule la resistencia a la compresión como sigue:

$$f_m = P/A$$

Donde:

$f_m$  = Resistencia a la compresión en MPa, Kg/cm<sup>2</sup> o lb/pulg<sup>2</sup>

P = Carga total máxima en N, (lb), Kg

A = Área de la superficie cargada mm<sup>2</sup> (pulg<sup>2</sup>), cm<sup>2</sup>

*Tabla 10. Resistencia a la Compresión*

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	INDICADOR
Resistencia A la Compresión del mortero	Es el esfuerzo máximo que puede soportar un material bajo una carga de aplastamiento. (NTP 334.051)	Es el esfuerzo máximo que puede soportar un dado de mortero bajo una carga admisible.	Kg/cm <sup>2</sup> .

*Fuente: Elaboración Propia*

### **Variable Dependiente:**

#### **Conductividad Térmica.**

La conductividad térmica (k) es una propiedad de los materiales que, excepto en el caso de los gases a bajas temperaturas, no es posible predecir analíticamente; la información disponible está basada en medidas experimentales. En general, la conductividad térmica de un material varía con la temperatura, pero en muchas situaciones prácticas se puede considerar con un valor medio constante, si el sistema tiene una temperatura media, lo que proporciona resultados bastante satisfactorios.

*Tabla 11. Variable Dependiente - Conductividad térmica*

<b>VARIABLE</b>	<b>DEFINICIÓN CONCEPTUAL</b>	<b>DEFINICIÓN OPERACIONAL</b>	<b>INDICADOR</b>
Conductividad Térmica del mortero	Mide la capacidad de conducción del calor a través del mismo.	Es la conductividad térmica flujo de calor a través de la muestra.	W/m K

*Fuente: Elaboración Propia*

### **Variable Independiente:**

#### **Diseño De Mortero.**

Según NTP 334.051:

Composición del mortero: las proporciones en peso de los materiales para formar un mortero normalizado, deberán ser de 1 parte de cemento seco por 2,75 partes de arena gradada seca.

La relación agua / cemento para todos los cementos portland debe ser de 0,485 y para los cementos portland con contenido de aire debe ser 0.460.

*Tabla 12. Variable Independiente*

<b>VARIABLE</b>	<b>DEFINICIÓN</b>	<b>INDICADORES</b>
15% y 25% de Corcho Reciclado	Es el porcentaje de corcho en proporción volumen que se remplazara al diseño de mortero	Mortero con 15% de corcho Mortero con 25% de corcho

*Fuente: Elaboración Propia*

Se plantea la siguiente hipótesis: La sustitución del agregado fino en un 15 % y 25% por corcho reciclado mejoraría la resistencia a la compresión y disminuirá la conductividad térmica en comparación de un mortero convencional.

El objetivo general de esta investigación es: Determinar la resistencia a la compresión y conductividad térmica en mortero con sustitución del agregado fino en 15% y 25% por corcho reciclado. Como objetivos específicos:

- Determinar la gradación del agregado fino y del Corcho.
- Determinar las proporciones de mezclas y la fluidez del mortero patrón y experimental con agregado fino sustituido al 15% y 25% por corcho reciclado.
- Determinar la resistencia a la compresión de los morteros patrón y experimental a las edades de 3, 7 y 28 días de curado y comparar los resultados.
- Determinar la conductividad térmica de los morteros patrón y experimental a la edad 28 días de curado y comparar los resultados.

# **METODOLOGÍA**

## II.-METODOLOGÍA

El tipo de investigación correspondiente es de tipo **Aplicada y Explicativa**, precedentemente los resultados de los mismos serán utilizados para la solución de problemas de tecnología de los materiales, explicando cómo se comporta a la resistencia a la compresión y la conductividad térmica, cuando se sustituye en un 15% y 25% de Agregado Fino por Corcho Reciclado.

La presente investigación tiene un enfoque cuantitativo, se estudia las variables y sus indicadores objetivamente midiendo y registrando sus valores respuesta en los instrumentos de recolección de datos (guías de observación). La hipótesis planteada se comprobó por medios matemáticos y estadísticos y constituye la base alrededor de la cual se diseña todo el experimento.

### **Procedimiento:**

- El corcho se recolectó de los recicladores de Nvo. Chimbote A.H. Villa María, provincia de Santa y departamento de Ancash.
- El material se obtuvo de las boyas desgastadas o en desuso, por lo que se procedió a limpiarlas, triturarlas y a tamizarlas utilizando solo el retenido de la malla # 30 y pasante de la malla # 16 para obtener una muestra uniforme.
- El agregado fino se adquirió el agregado de la cantera Vesique.
- Luego se realizaron los ensayos de las características de los agregados como: gradación, peso específico suelto, peso específico compactado, absorción, contenido de humedad.
- luego se procedió a reemplazar los porcentajes de 15% y 25% en proporción volumen por el agregado fino.
- Se Calculó el diseño de la relación agua/cemento, con el fin de elaborar los especímenes de morteros patrón y experimental 15% y 25%.
- Luego de elaborar los especímenes procedió a colocarlos en agua para el respectivo curado de los morteros.

- se realizaron los ensayos de resistencia a la compresión de mortero patrón y experimental.
- se realizaron los ensayos de conductividad térmica de mortero patrón y experimental.
- Se aplicó un registro de apuntes, mediante fotografía y fichas de registro para ver el desarrollo de los especímenes en sus diferentes días de análisis.
- Los datos fueron procesados en el programa Excel (tablas, gráficos, porcentajes).

### **DISEÑO DE UNA MEZCLA DE MORTERO, USANDO LOS PROCEDIMIENTOS DE LA NTP 334.051**

Se procede a la selección de las cantidades de los materiales usados para la mezcla de mortero, se calculan las cantidades de cada componente que conforman la mezcla de mortero teniendo en cuenta la relación arena/ cemento de 2.75 como indica la NTP; así como la relación agua/cemento de 0.485 según la norma NTP.

### **PROCEDIMIENTO PARA LA MEZCLA DE MORTEROS - ASTM C 305**

Se coloca la paleta mezcladora y el recipiente de mezclado secos en su posición de trabajo en la mezcladora. Luego se introduce los materiales para una amasada en el recipiente y se mezcla en la siguiente forma:

- Se vierte toda el agua de mezclado en el recipiente.
- Se agrega el cemento al agua y se mezcla durante 30s a la velocidad lenta ( $140 \pm 5$  r/min)
- Se agrega lentamente la totalidad de la arena en un periodo de 30s, mientras se mezcla a velocidad lenta.
- Se detiene la mezcladora, se cambia a velocidad media ( $285 \pm 10$  r/min) y se mezcla durante 30s.

- Se detiene la mezcladora y se deja reposar el mortero durante 90s. Durante los primeros 15s de este intervalo, se arrastra hacia el fondo con el raspador, el mortero adherido a la pared del recipiente. Durante el resto del intervalo, se tapa el recipiente.
- Se mezcla durante 60s a velocidad media ( $285 \pm 10$  r/min).

### **PROCEDIMIENTO PARA LA FLUIDEZ DE MORTEROS DE CEMENTO HIDRAULICO - ASTM C 230**

- **Llenado del Molde:** Se limpia y se seca la plataforma de la mesa de flujo, se coloca el molde en el centro totalmente nivelado, se vierte en el molde una capa del mortero que se requiriere ensayar, de unos 25 mm (1") de espesor, y se apisona con 20 golpes del compactador, uniformemente distribuidos. Con una segunda capa de mortero, se llena totalmente el molde y se apisona como la primera capa. Se retira el exceso de mortero de la capa superior y se alisa la superficie por medio de un palustre.
- **Ensayo:** Una vez el molde se encontré lleno, se limpia y se seca la plataforma de la mesa. Después de un (1) minuto de terminada la operación de mezclado, se retira el molde, levantándolo e inmediatamente se deja caer la mesa de flujo 25 veces en 15 segundos. Luego se mide el diámetro de la base de la muestra, por lo menos en cuatro puntos equidistantes y se calcula el diámetro promedio.
- **Resultados:** La fluidez es el aumento del diámetro de la muestra, expresado como un porcentaje del diámetro de la base mayor del molde, determinado según la siguiente fórmula:

$$\% \text{ FLUIDEZ} = ((\text{diámetro promedio}(cm) - 10.16cm) / 10.16 cm) * 100$$

## **PROCEDIMIENTO PARA LA REALIZACIÓN DE LOS ESPECÍMENES DE ENSAYO - NTP 334.051**

- Se completa la consolidación del mortero en los moldes por un apisonado manual.
- Apisonado Manual - Se Comienza a moldear los especímenes dentro de un tiempo total no mayor de 2 min y 30 s después de completar la mezcla inicial de la amasada del mortero.
- Se coloca una capa de mortero de alrededor de 25 mm (1pulg) (aproximadamente la mitad de la profundidad del molde) en todos los compartimientos del cubo. Se apisono el mortero en cada compartimiento cúbico 32 veces en aproximadamente 10 s en 4 rondas, cada ronda en ángulos rectos respecto a las otras y consistió en ocho golpes adjuntos sobre la superficie del espécimen, siendo justo la suficiente para asegurar el llenado uniforme de los moldes.
- Las 4 rondas de apisonado (32 golpes) del mortero fueron completadas en un cubo antes de seguir con el próximo. Cuando el apisonado de la primera capa en todos los compartimientos cúbicos se ha completo, se llenaron los compartimientos con el mortero restante y luego se apisono como se especificó para la primera capa.
- Durante el apisonado de la segunda capa, se introdujo al molde, el mortero forzado hacia fuera sobre la parte superior de los moldes después de cada ronda de apisonado con los dedos usando el apisonador hasta completar cada ronda y antes de comenzar la siguiente ronda de apisonamiento.
- Al completar el apisonado, la parte superior de todos los cubos se extiende levemente por encima de las partes superiores de los moldes.
- Se introdujo el mortero que haya sido forzado hacia fuera por sobre las partes superiores de los moldes.
- El mortero que haya sido hacia fuera por sobre las partes superiores de los moldes con una llana con hoja de acero y se suavizó los cubos pasando el lado plano de la llana con hoja de acero (con el borde levemente levantado) una vez,

a través de la parte superior de cada cubo en ángulos rectos a la longitud del molde.

- Luego para nivelar el mortero y hacer el mortero que sobresale por encima de la parte superior del molde de un espesor más uniforme, se pasó el lado plano de la paleta con hoja de acero (con el borde levemente levantado) una vez a lo largo de la longitud del molde.
- Se cortó el mortero a una superficie plana a nivel con la parte superior del molde, pasando el canto recto de la espátula (sostenida casi perpendicular al molde) con un movimiento de aserrado sobre la longitud del molde.

### Diseño de Investigación

El diseño que le corresponde a esta investigación es de nivel **Experimental**. El estudio en su mayor parte se concentró en las pruebas realizadas en el Laboratorio de Suelos, donde el investigador estuvo en contacto con los ensayos a realizar obteniendo resultados de acuerdo a lo planeado en sus objetivos. Siendo su diseño de investigación el siguiente:

**TABLA 13.** *Ensayo De Resistencia A La Compresión*

Resistencia A La Compresión Y Conductividad Térmica En Mortero Con Sustitución Del Agregado Fino En 15% Y 25% Por Corcho Reciclado.”			
Edad de ensayo	0%	(15% por corcho)	(25% por corcho)
3d			
7d			
28d			

*Fuente: Elaboración Propia*

**TABLA 14.** *Ensayo De Conductividad Térmica*

Edad de ensayo	Resistencia A La Compresión Y Conductividad Térmica En Mortero Con Sustitución Del Agregado Fino En 15% Y 25% Por Corcho Reciclado.”								
	0%			(15% por Corcho)			(25% por Corcho)		
28d									

**FUENTE:** Elaboración Propia

### **Población y Muestra**

Para esta investigación se tiene como población de estudio al conjunto de cubos o dados de mortero con un diseño según el estándar de construcción establecido por las normas técnicas.

La muestra está constituida por 36 cubos o dados de mortero de concreto: 9 cubos para 0% de corcho, 9 cubos para 15% de corcho, 9 cubos para 25% de corcho y 9(3 cubos 0% de corcho, 3 cubos 15% de corcho y 3 cubos 25% de corcho) para el ensayo de Conductividad Térmica

Para la elaboración de las unidades de estudio (cubos o dados) se utilizaron las siguientes referencias:

El corcho se recolecto de la recicladora en Nvo. Chimbote A.H. Villa María, provincia de Santa y departamento de Ancash. La arena para el diseño de los cubos se recolecto en la cantera Vesique del distrito de Samanco. El cemento será del tipo I.

## Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos

Para la recolección de datos utilizamos como instrumento la guía de observación resumen que están estructuradas y que recoge información para ser tratada estadísticamente, desde una perspectiva cuantitativa.

*Tabla 15. Técnica e instrumento*

<b>TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN</b>	<b>INSTRUMENTO</b>
La Observación Científica	<ul style="list-style-type: none"><li>• Guía De Observación Resumen</li><li>• Fichas Técnicas De Laboratorio</li></ul>

*Fuente: Elaboración Propia*

## Proceso y Análisis de los Datos

Para el presente proyecto de investigación el procesamiento de datos fue posterior a los ensayos respectivos apoyados en una hoja de cálculo Excel y SPSS.

Para el análisis se elaboraron: tablas, gráficos, medias, varianzas y prueba de hipótesis ANOVA.

# **RESULTADOS**

### III.-RESULTADOS

ENSAYOS DEL AGREGADO:

CANTERA: VESIQUE

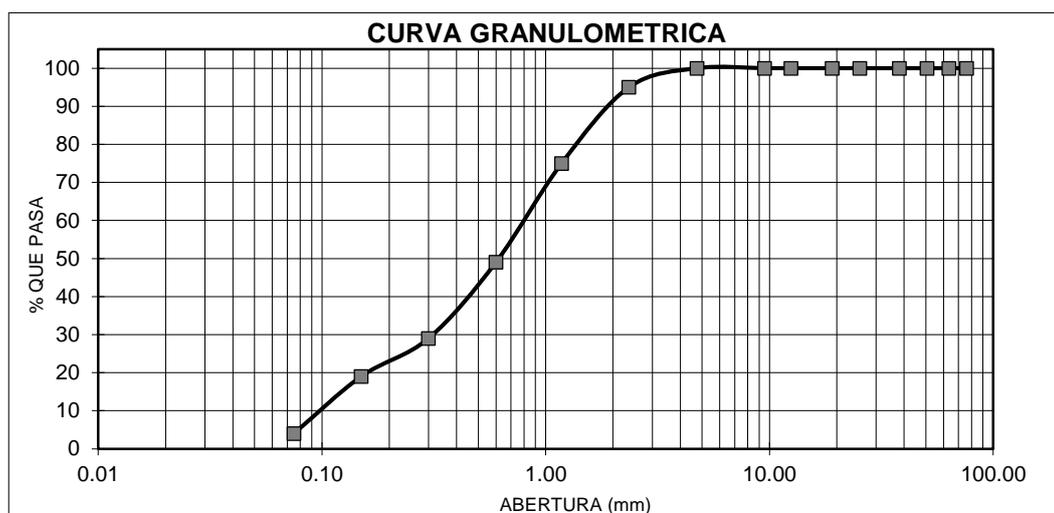
(total 500 gr)

*Tabla 16. Granulometría Del Agregado Fino*

TAMIZ	Peso Retenido	% ret. Parcial	% Ret. Acumu.	% Que pasa	NTP 399.607	
N°	Abert.(mm)	(gr.)	(%)	(%)	(gr.)	Arena Manufacturada
N° 4	4.76	0.0	0.0	0.0	100.0	100
N°8	2.36	25.50	5.1	5.1	94.9	95 A 100
N° 16	1.18	101.6	20.5	25.6	74.4	70 A 100
N° 30	0.60	127.9	25.7	51.3	48.7	40 A 75
N°50	0.30	98.2	19.8	71.1	28.9	20 A 40
N° 100	0.15	48.2	9.7	80.8	19.2	10 A 25
N° 200	0.08	75.00	15.1	95.9	4.1	0 A 10
PLATO	ASTM C-117-04	20.42	4.1	100.0	0.0	
Total		496.8	100			Módulo de fineza : 2.34

*Fuente: Laboratorio de Mecánica de Suelos y Geotecnia USP.*

El ensayo de gradación se realizó en el laboratorio de suelos cumpliendo la NTP 399.607 y se obtuvo un modulo de fineza de 2.34 , se encuentra en el rango (2.3 – 3.1).



*Gráfica 1. Curva del Ensayo de Granulometría.*

## PESO UNITARIO DEL AGREGADO FINO

*Tabla 17. Peso Unitario Suelto*

Ensayo N°	0 1	0 2	0 3
<b>Peso de molde + muestra</b>	7810	7740	7740
<b>Peso de molde</b>	3326	3326	3326
<b>Peso de muestra</b>	4484	4414	4414
<b>Volumen de molde</b>	2780	2780	2780
<b>Peso unitario ( Kg/m3 )</b>	1613	1588	1588
Peso unitario prom. ( Kg/m3 )		1596	
<b>CORREGIDO POR HUMEDAD</b>		<b>1593 Kg/m3</b>	

*Fuente: Laboratorio de Mecánica de Suelos y Geotecnia USP.*

Peso Unitario Suelto es el peso del volumen del material (agregado) sin compactar expresado en Kg/m3. Se obtuvo 1593 Kg/m3 y se realizó siguiendo la NTP 399.067.

*Tabla 18. Peso Unitario Compactado*

Ensayo N°	0 1	0 2	0 3
<b>Peso de molde + muestra</b>	8220	8200	8200
<b>Peso de molde</b>	3326	3326	3326
<b>Peso de muestra</b>	4894	4874	4874
<b>Volumen de molde</b>	2780	2780	2780
<b>Peso unitario ( Kg/m3 )</b>	1760	1753	1753
Peso unitario prom. ( Kg/m3 )		1756	
<b>CORREGIDO POR HUMEDAD</b>		<b>1752 Kg/m3</b>	

*Fuente: Laboratorio de Mecánica de Suelos y Geotecnia USP.*

Peso unitario Compactado es el peso del volumen del material (agregado) compactado, se obtuvo 1752 Kg/m3 y se realizó siguiendo la NTP 399.607.

**Tabla 19. Gravedad Específica Y Absorción Del Agregado Fino**

<b>A</b>	<b>Peso de material saturado superficialmente seco(aire) gr.</b>		<b>300.00</b>	<b>300.00</b>
<b>B</b>	Peso de picnómetro + agua	gr.	667.70	667.70
<b>C</b>	Volumen de masa + volumen de vacíos (A+B)	cm <sup>3</sup>	967.70	967.70
<b>D</b>	Peso de picnómetro + agua + material	gr.	858.70	858.70
<b>E</b>	Volumen de masa + volumen de vacíos (C-D)	cm <sup>3</sup>	109.00	109.00
<b>F</b>	Peso de material seco en estufa	gr.	297.20	297.20
<b>G</b>	Volumen de masa (E-(A-F))		106.20	106.20
<b>H</b>	P.e. Bulk (Base Seca) F/E		2.727	2.727
<b>I</b>	P.e. Bulk (Base Saturada) A/E		2.752	2.752
<b>J</b>	P.e. Aparente (Base Seca) F/E		2.798	2.801
<b>K</b>	Absorción (%) ((D-A/A)x100)		0.94	0.94
	<b>P.e. Bulk (Base Seca) : 2.727 gr/cm<sup>3</sup></b>			
	<b>P.e. Bulk (Base Saturada) : 2.752 gr/cm<sup>3</sup></b>			
	<b>P.e. Aparente (Base Seca) : 2.798 gr/cm<sup>3</sup></b>			
	<b>Absorción (%) : 0.94 %</b>			

*Fuente: Laboratorio de Mecánica de Suelos y Geotecnia USP.*

La gravedad específica es la comparación de la densidad de una sustancia (Agregado) con la densidad del agua a la misma temperatura.

La absorción del agregado fino es el incremento de la masa del agregado debido al agua en los poros del material, en este caso nos da 0.94% según norma ASTM C-27.

**Tabla 20. Contenido De Humedad Del Agregado Fino**

<b>PRUEBA N°</b>	<b>01</b>	<b>02</b>
<b>TARA N°</b>	201.6	168.1
<b>TARA + SUELO HUMEDO (gr)</b>	714.2	707.9
<b>TARA + SUELO SECO (gr)</b>	713	706.7
<b>PESO DEL AGUA (gr)</b>	1.2	1.2
<b>PESO DE LA TARA (gr)</b>	210	166
<b>PESO DEL SUELO SECO (gr)</b>	511.4	538.6
<b>CONTENIDO DE HUMEDAD (%)</b>	0.23	0.22
<b>PROM. CONTENIDO HUMEDAD (%)</b>	<b>0.23</b>	

*Fuente: Laboratorio de Mecánica de Suelos y Geotecnia USP.*

El contenido de humedad es la relación que existe entre el peso del agua contenida en la muestra en estado natural y el peso de la muestra después de ser secada en el horno, se obtuvo un promedio 0.23 %.

## RESULTADOS DE LOS ENSAYOS DEL CORCHO RECICLADO

*Tabla 21. Gravedad Específica Y Absorción Del Corcho Reciclado*

<b>A</b>	<b>Peso de material saturado superficialmente Seco(aire)gr.</b>	<b>60.00</b>	<b>60.00</b>
<b>B</b>	Peso de picnómetro + agua	gr.	668.10
<b>C</b>	Volumen de masa + volumen de vacíos (A+B)	cm <sup>3</sup>	728.10
<b>D</b>	Peso de picnómetro + agua + material	gr.	657.00
<b>E</b>	Volumen de masa + volumen de vacíos (C-D)	cm <sup>3</sup>	71.10
<b>F</b>	Peso de material seco en estufa	gr.	16.05
<b>G</b>	Volumen de masa (E-(A-F))		27.15
<b>H</b>	P.e. Bulk (Base Seca) F/E		0.226
<b>I</b>	P.e. Bulk (Base Saturada) A/E		0.844
<b>J</b>	P.e. Aparente (Base Seca) F/E		0.591
<b>K</b>	Absorción (%) ((D-A/A)x100)		273.83

P.e. Bulk (Base Seca)	: <b>0.226</b>	<b>gr/cm<sup>3</sup></b>
P.e. Bulk (Base Saturada)	: <b>0.844</b>	<b>gr/cm<sup>3</sup></b>
P.e. Aparente (Base Seca)	: <b>0.591</b>	<b>gr/cm<sup>3</sup></b>
Absorción (%)	: <b>273.83</b>	<b>%</b>

*Fuente: Laboratorio de Mecánica de Suelos y Geotecnia USP.*

La gravedad específica es la comparación de la densidad de una sustancia (Agregado) con la densidad del agua a la misma temperatura.

La absorción del agregado fino es el incremento de la masa del agregado debido al agua en los poros del material, en este caso la absorción del corcho reciclado nos da 273.83% debido a que el 85% de su volumen es aire.

## RESULTADOS DE LOS ENSAYOS DE FLUIDEZ

**Tabla 22.** *Ensayo Para La Determinación De Fluidéz De Las Pastas De Mortero-Patrón A/C (0.485)*  
(NTP 334.126)

DIAMETRO (FLUIDEZ)	DIAMETRO PROMEDIO	DIAMETRO INICIAL	FLUIDEZ %
<b>12.25</b>			
<b>12.32</b>	12.37	10.16	<b>21.73</b>
<b>12.50</b>			
<b>12.40</b>			

*Fuente: Laboratorio de Mecánica de Suelos y Geotecnia USP.*

El ensayo de fluidez patrón se realizó en el fluidímetro electrónico y nos dio un diámetro promedio de 12.37 y una fluidez de 21.73%

**Tabla 23.** *Ensayo Para La Determinación De Fluidéz De Las Pastas De Mortero-Experimental 15%*  
*A/C (0.494) (NTP 334.126)*

DIAMETRO (FLUIDEZ)	DIAMETRO PROMEDIO	DIAMETRO INICIAL	FLUIDEZ %
<b>12.28</b>			
<b>12.39</b>	12.30	10.16	<b>21.09</b>
<b>12.21</b>			
<b>12.33</b>			

*Fuente: Laboratorio de Mecánica de Suelos y Geotecnia USP.*

El ensayo de fluidez experimental al 15% se obtuvo después de realizar 3 veces en el fluidímetro electrónico, nos dio una relación a/c de 0.494, con un diámetro promedio de 12.30 y una fluidez de 21.09%

**Tabla 24.** Ensayo Para La Determinación De Fluidez De Las Pastas De Mortero-Experimental 25%  
A/C (0.502) (NTP 334.126)

DIAMETRO (FLUIDEZ)	DIAMETRO PROMEDIO	DIAMETRO INICIAL	FLUIDEZ %
<b>12.43</b>			
<b>12.22</b>	12.31	10.16	<b>21.11</b>
<b>12.23</b>			
<b>12.34</b>			

*Fuente: Laboratorio de Mecánica de Suelos y Geotecnia USP.*

El ensayo de fluidez experimental al 25% se obtuvo después de realizar 3 veces en el fluidímetro electrónico, nos dio una relación a/c de 0.502, con un diámetro promedio de 12.31 y una fluidez de 21.11%.

**Tabla 25:** Comparación De La Fluidez Del Mortero Patrón Y Experimental

Descripción	Relación	D (cm)	Diámetros (cm)				Diámetro Promedio (cm)	% Fluidez
			D1	D2	D3	D4		
<b>Patrón</b>	0.485	10.16	12.25	12.32	12.50	12.40	12.37	<b>21.73</b>
<b>Exp.15%</b>	0.494	10.16	12.28	12.39	12.21	12.33	12.30	<b>21.09</b>
<b>Exp.25%</b>	0.502	10.16	12.43	12.22	12.23	12.34	12.31	<b>21.11</b>

*Fuente: Laboratorio de Mecánica de Suelos y Geotecnia USP. - Elaboración Propia*

El ensayo de fluidez de los morteros patrón y experimentales al 15% y 25% se hicieron en el fluidímetro electrónico cuyos resultados fueron de 21.73%, 21.09% y 21.11% respectivamente.

*Tabla 26. Composición Del Mortero Patrón Y Experimental*

Descripción	Relación	Agregado Fino		Aglomerante	Agua
	Agua/Cemento	arena (gr)	Corcho (gr)	Cemento (gr)	(gr)
Patrón	0.485	687.5	0	250	121
<b>Exp.15%</b>	0.494	584.4	6	250	124
<b>Exp.25%</b>	0.502	515.6	10	250	126

*Fuente: Laboratorio de Mecánica de Suelos y Geotecnia USP. - Elaboración Propia*

Las proporciones de reemplazo de los morteros experimentales al 15% y 25% se hicieron en proporción al volumen debido a que el corcho es un material muy liviano en comparación a la arena.

*Tabla 27. Proporciones De Material Requerido Para Morteros*

MATERIALES	N° DE ESPECÍMENES		
	9	6	3
<b>CEMENTO (gr)</b>	740	500	<b>250</b>
<b>ARENA (gr)</b>	2035	1375	<b>687.5</b>
<b>PORTALND (0.485)</b>	359	242	<b>121</b>

*Fuente: NTP 334.051*

Para elaborar el mortero patrón se realizó una tanda para 3 especímenes de mortero, los morteros experimentales tuvieron como referencia las proporciones de materiales usados para 3 especímenes con la diferencia que la arena se sustituyó en porcentajes de 15% y 25% en proporción volumen, el agua para el 15% de sustitución fue de 124gr y para el porcentaje de sustitución del 25% fue de 126gr, la cantidad de cemento fue la misma.

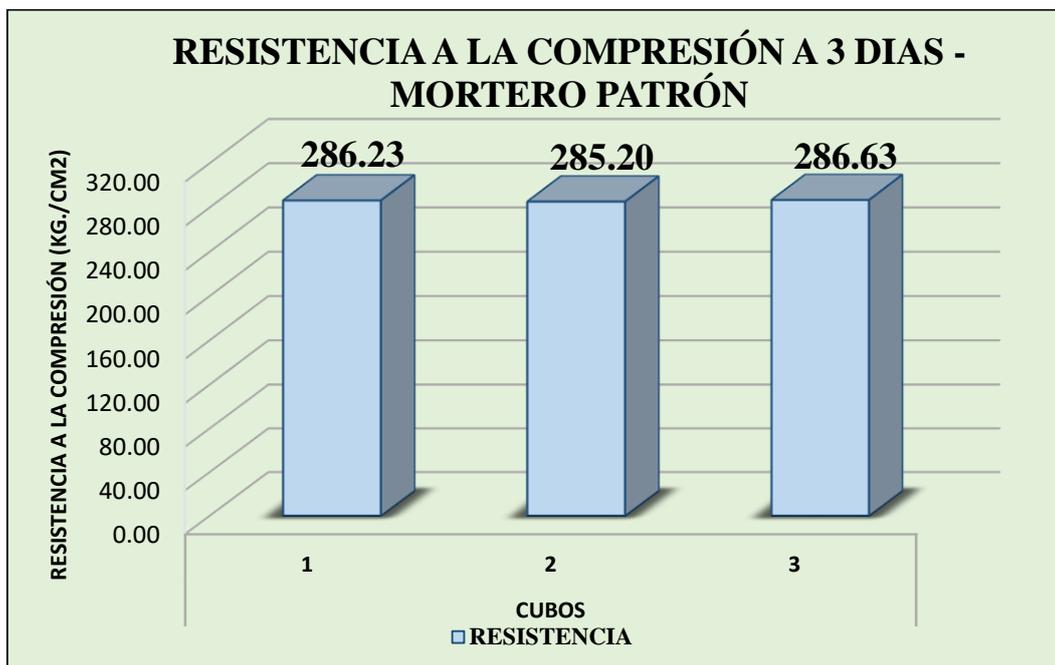
## RESULTADOS DE LOS ENSAYOS DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE MORTEROS

*Tabla 28. Resultados Del Ensayo De Compresión Del Mortero Patrón (A/ C) (0.485) A 3 Días.*

<b>RESULTADO DE ENSAYOS DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN</b>				
<b>Mortero concreto 3 días</b>				
	<b>Mortero</b>	<b>Carga</b>		<b>Resist. a la Compresión</b>
		<b>Kg</b>	<b>Área</b>	<b>Kg/cm2</b>
<b>PATRÓN</b>	1	7170.00	25.05	286.23
	2	7130.00	25.00	285.20
	3	7180.00	25.05	286.63
	<b>Promedio:</b>	<b>7160.00</b>		<b>286.02</b>

*Fuente: Laboratorio de Mecánica de Suelos y Geotecnia USP.*

La resistencia a la compresión a los 3 días patrón fue: 286.23 kg/cm<sup>2</sup>, 285.20 kg/cm<sup>2</sup>, 286.63 kg/cm<sup>2</sup>, obteniendo como promedio 286.02 kg/cm<sup>2</sup>.



*Gráfica 2. Resistencia a la Compresión Patrón 3 Días – Elaboración Propia.*

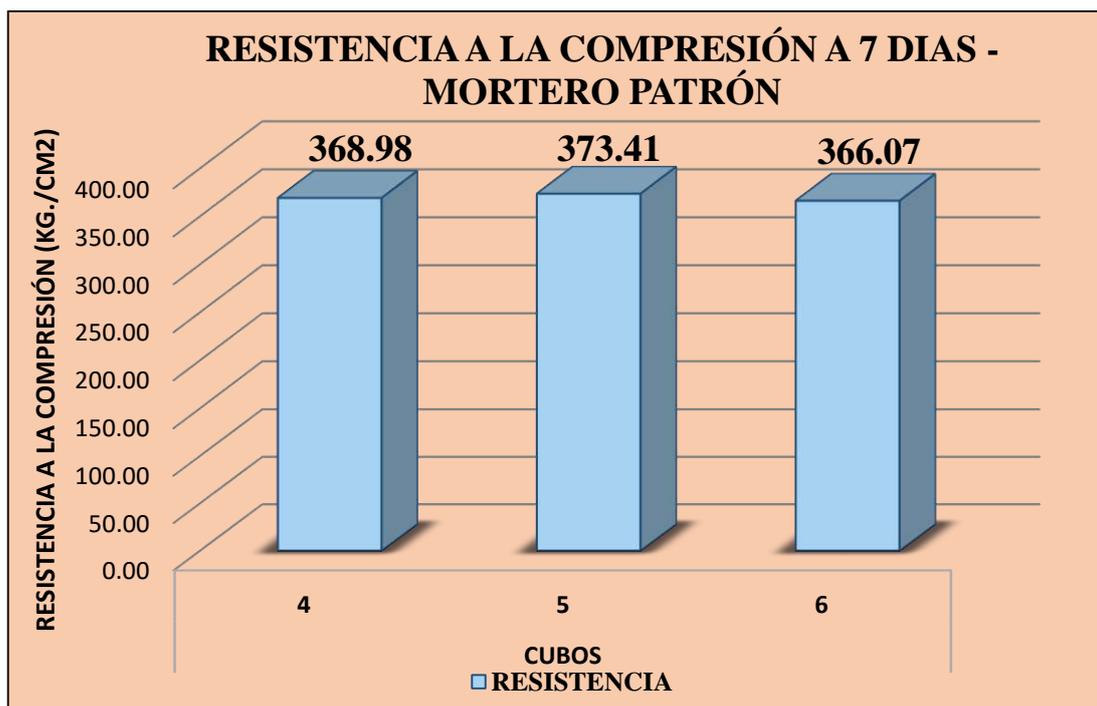
En este gráfico la resistencia a la compresión a los 3 días del mortero patrón no presenta dispersión desfavorable ya que se encuentra dentro del rango de aceptación.

**Tabla 29.** Resultados Del Ensayo De Compresión Del Mortero Patrón (A/ C) (0.485) A 7 Días.

<b>RESULTADO DE ENSAYOS DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN</b>				
<b>Mortero concreto 7 días</b>				
	<b>Mortero</b>	<b>Carga</b>		<b>Resist. a la Compresión</b>
		<b>Kg</b>	<b>Área</b>	<b>Kg/cm2</b>
<b>PATRÓN</b>	4	9280.00	25.15	368.98
	5	9410.00	25.20	373.41
	6	9170.00	25.05	366.07
	<b>Promedio:</b>	<b>9286.67</b>		<b>369.49</b>

*Fuente:* Laboratorio de Mecánica de Suelos y Geotecnia USP. - *Elaboración Propia*

La resistencia a la compresión a los 7 días patrón fue: 368.98 kg/cm2, 373.41 kg/cm2, 366.07 kg/cm2, obteniendo como promedio 369.49 kg/cm2.



**Gráfica 3.** Resistencia a la Compresión Patrón 7 Días – *Elaboración Propia.*

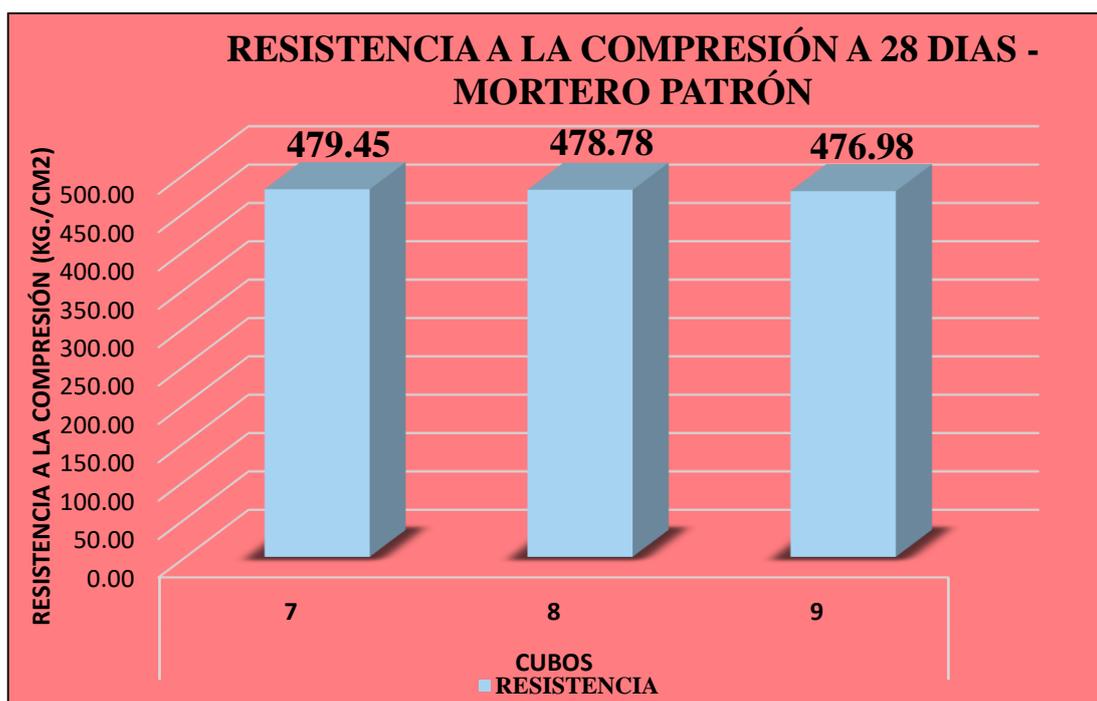
En este gráfico la resistencia a la compresión a los 7 días del mortero patrón no presenta dispersión desfavorable ya que se encuentra dentro del rango de aceptación.

**Tabla 30.** Resultados Del Ensayo De Compresión Del Mortero Patrón (A/ C) (0.485) 28 Días.

<b>RESULTADO DE ENSAYOS DE RESISTENCIA A LA COMPRESION</b>				
<b>Mortero concreto 28 días</b>				
	<b>Mortero</b>	<b>Carga</b>		<b>Resist. a la Compresión</b>
		<b>Kg</b>	<b>Área</b>	<b>Kg/cm2</b>
<b>PATRÓN</b>	7	12130.00	25.30	479.45
	8	12210.00	25.50	478.78
	9	12020.00	25.20	476.98
	<b>Promedio:</b>	<b>12120.00</b>		<b>478.40</b>

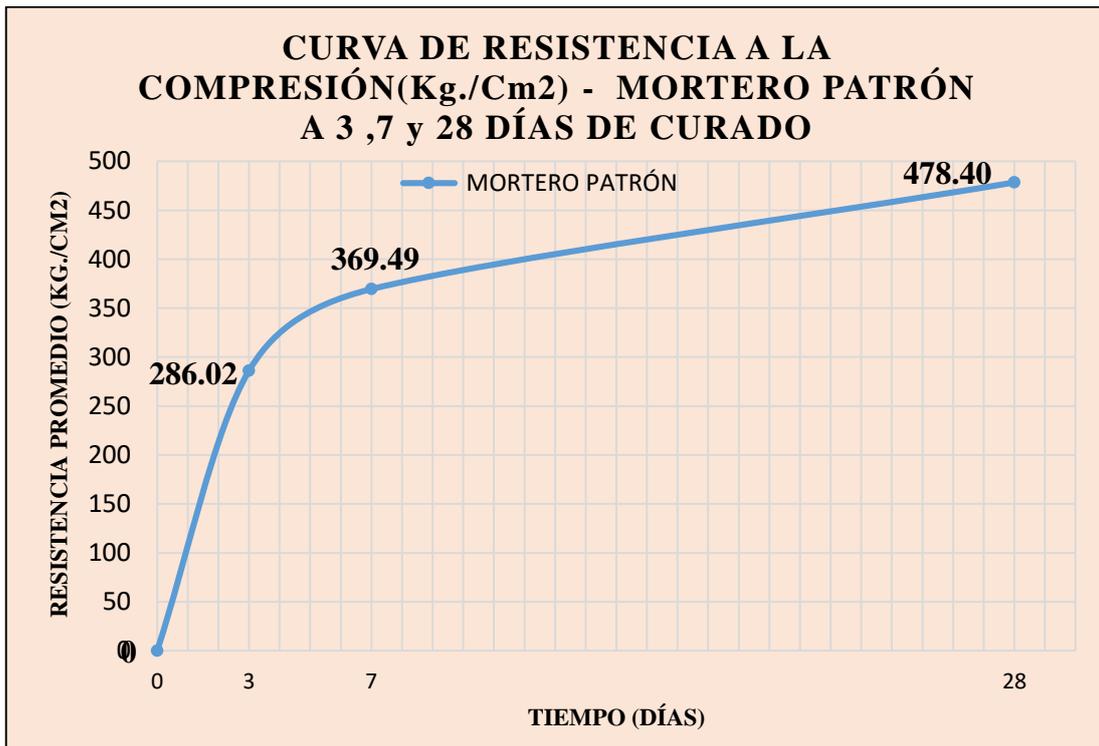
*Fuente:* Laboratorio de Mecánica de Suelos y Geotecnia USP. - *Elaboración Propia*

La resistencia a la compresión a los 28 días patrón fue: 479.45 kg/cm2, 478.78 kg/cm2, 476.98 kg/cm2, obteniendo como promedio 478.40 kg/cm2.



**Gráfica 4.** Resistencia a la Compresión Patrón 28 Días – *Elaboración Propia.*

En este gráfico la resistencia a la compresión a los 28 días del mortero patrón no presenta dispersión desfavorable ya que se encuentra dentro del rango de aceptación.



*Gráfica 5. Resistencia Promedio Patrón 3,7 y 28 Días – Elaboración Propia.*

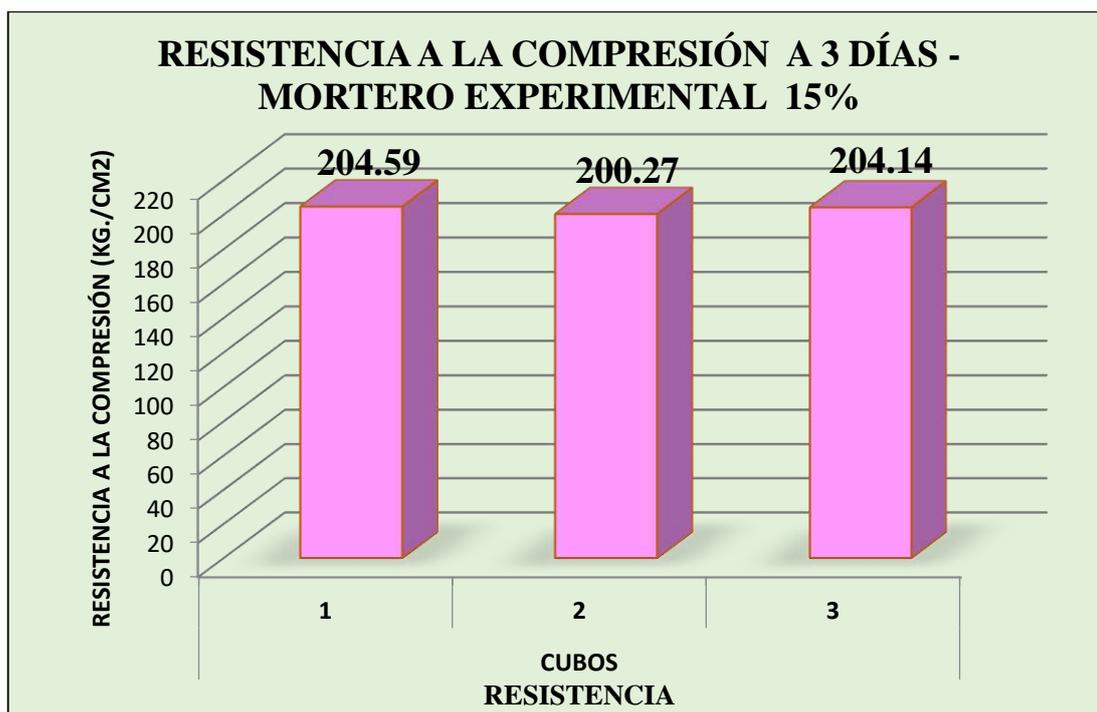
Según el gráfico se observa que el mortero patrón a los 3 días de curado obtuvo una resistencia de 286.02 Kg/cm<sup>2</sup>, esta aumentó a los 7 días en un 29.18% obteniendo una resistencia de 369.49 Kg/cm<sup>2</sup> y a los 28 días un aumento de 67.26% llegando a una resistencia de 478.40 Kg/cm<sup>2</sup>.

**Tabla 31. Resultados Del Ensayo De Compresión Del Mortero Con Sustitución Del 15% A 3 Días De Curado (A/C) (0.494).**

RESULTADO DE ENSAYOS DE RESISTENCIA A LA COMPRESION				
Mortero concreto 3 días				
	Mortero	Carga Kg	Área	Resist. a la Compresión Kg/cm2
15%	1	5290.00	25.86	204.59
	2	5250.00	26.21	200.27
	3	5320.00	26.06	204.14
	<b>Promedio:</b>	<b>5286.67</b>		<b>203.00</b>

*Fuente: Laboratorio de Mecánica de Suelos y Geotecnia USP. - Elaboración Propia*

La resistencia a la compresión a los 3 días experimental al 15% fue: 204.59 kg/cm<sup>2</sup>, 200.27 kg/cm<sup>2</sup>, 204.14 kg/cm<sup>2</sup>, obteniendo como promedio 203.00 kg/cm<sup>2</sup>.



**Gráfica 6. Resistencia a la Compresión Experimental 15% 3 Días – Elaboración Propia.**

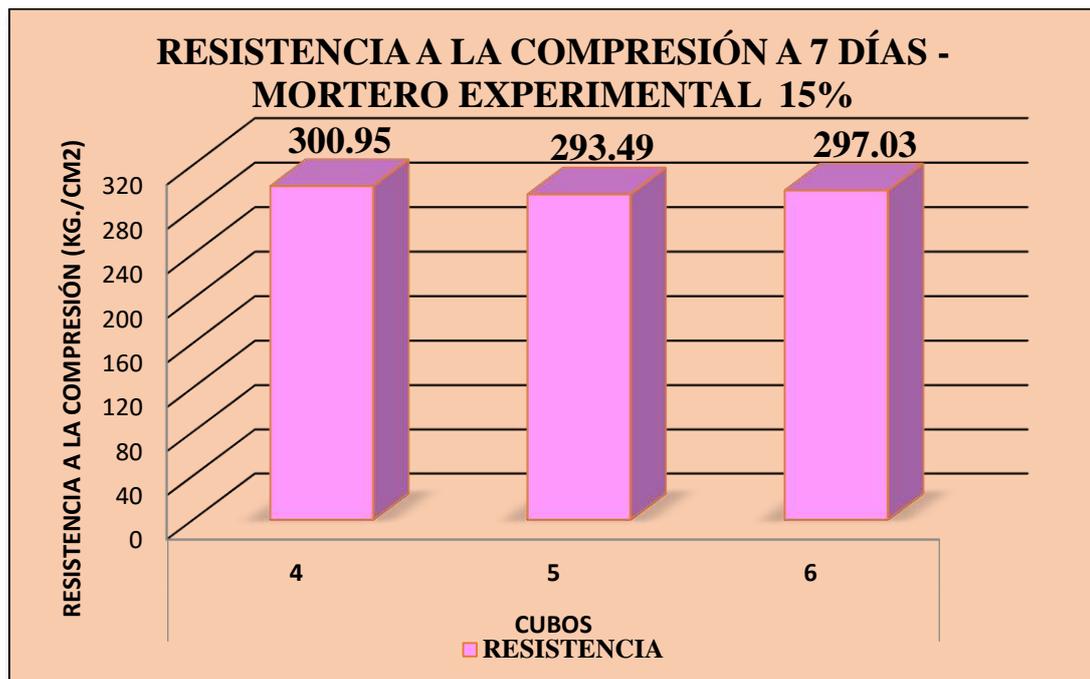
En este gráfico la resistencia a la compresión a los 3 días del mortero experimental 15% no presenta dispersión desfavorable ya que se encuentra dentro del rango de aceptación.

**Tabla 32. Resultados Del Ensayo De Compresión Del Mortero Con Sustitución Del 15% A 7 Días De Curado (A/C) (0.494).**

RESULTADO DE ENSAYOS DE RESISTENCIA A LA COMPRESION				
Mortero concreto 7 días				
	Mortero	Carga Kg	Área	Resist. a la Compresión Kg/cm2
15%	4	7920.00	26.32	300.95
	5	7470.00	25.45	293.49
	6	7590.00	25.55	297.03
	<b>Promedio:</b>	<b>7660.00</b>		<b>297.16</b>

**Fuente:** Laboratorio de Mecánica de Suelos y Geotecnia USP. - Elaboración Propia

La resistencia a la compresión a los 7 días experimental al 15% fue: 300.95 kg/cm<sup>2</sup>, 293.49 kg/cm<sup>2</sup>, 297.03 kg/cm<sup>2</sup>, obteniendo como promedio 297.16 kg/cm<sup>2</sup>.



**Gráfica 7. Resistencia a la Compresión Experimental 15% 7 Días – Elaboración Propia.**

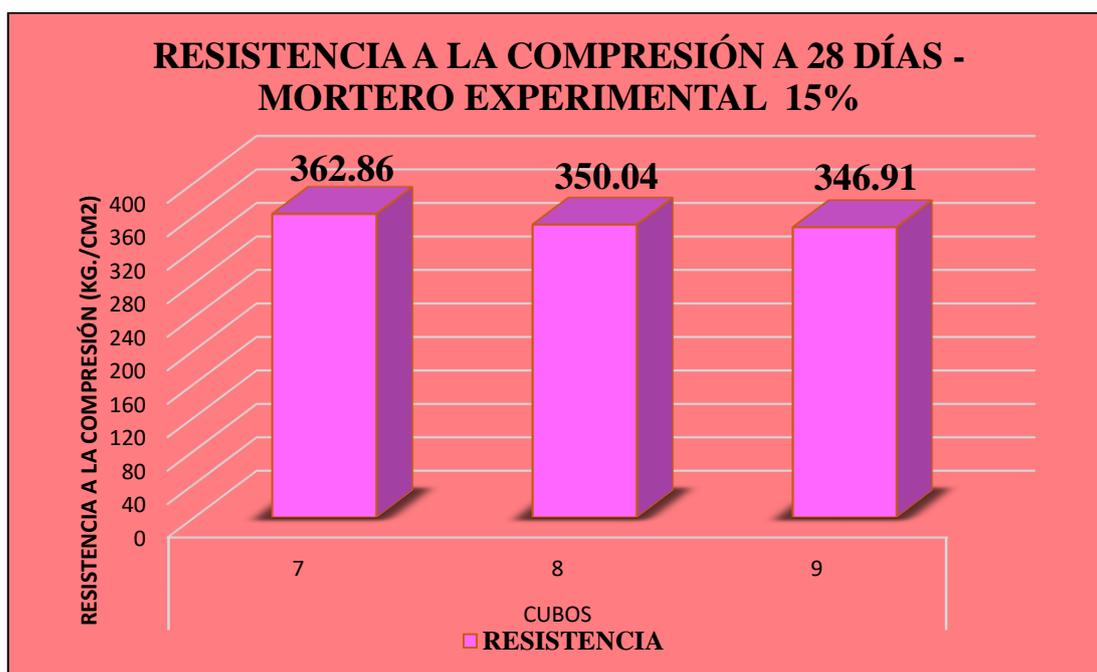
En este gráfico la resistencia a la compresión a los 7 días del mortero experimental 15% no presenta dispersión desfavorable ya que se encuentra dentro del rango de aceptación.

**Tabla 33. Resultados Del Ensayo De Compresión Del Mortero Con Sustitución Del 15% A 28 Días De Curado (A/C) (0.494).**

RESULTADO DE ENSAYOS DE RESISTENCIA A LA COMPRESION				
Mortero concreto 28 días				
	Mortero	Carga Kg	Área	Resist. a la Compresión Kg/cm2
15%	7	9680.00	26.68	362.86
	8	9230.00	25.37	350.04
	9	8690.00	25.05	346.91
	<b>Promedio:</b>	<b>9200.00</b>		<b>353.27</b>

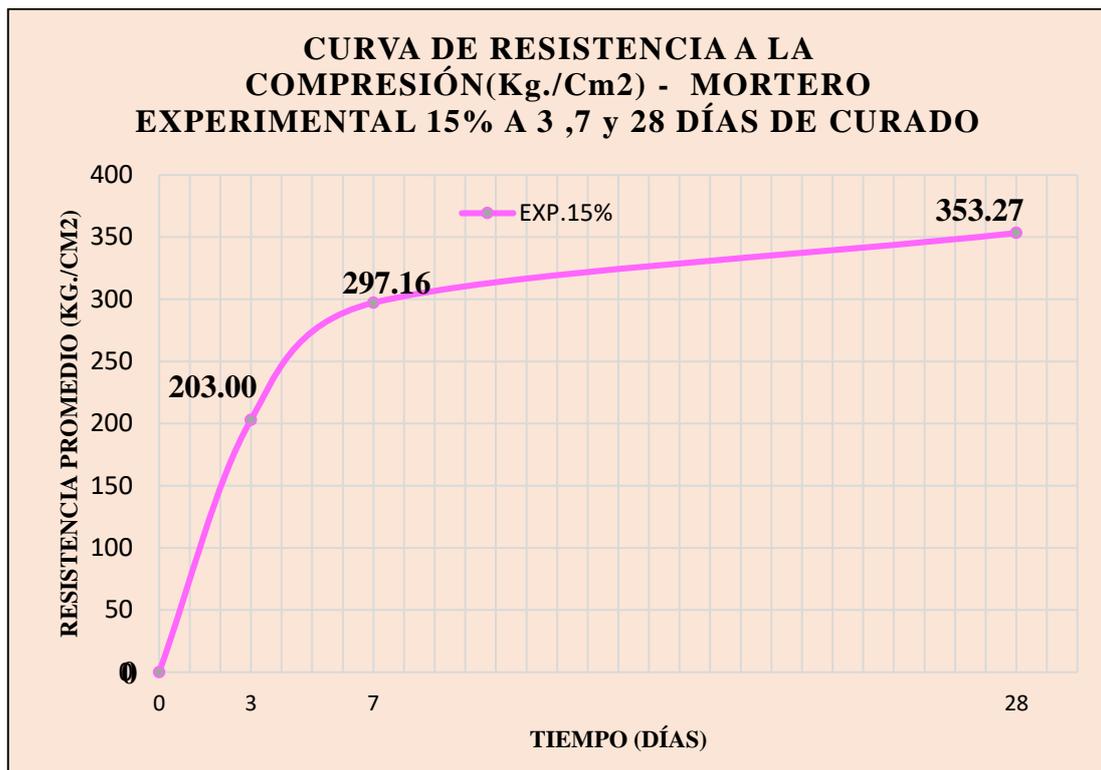
*Fuente: Laboratorio de Mecánica de Suelos y Geotecnia USP. - Elaboración Propia*

La resistencia a la compresión a los 28 días experimental al 15% fue: 362.86 kg/cm<sup>2</sup>, 350.04 kg/cm<sup>2</sup>, 346.91 kg/cm<sup>2</sup>, obteniendo como promedio 353.27 kg/cm<sup>2</sup>.



**Gráfica 8. Resistencia a la Compresión Experimental 15% 28 Días – Elaboración Propia.**

En este gráfico la resistencia a la compresión a los 28 días del mortero experimental 15% no presenta dispersión desfavorable ya que se encuentra dentro del rango de aceptación.



*Gráfica 9. Resistencia Promedio Experimental 15% – Elaboración Propia.*

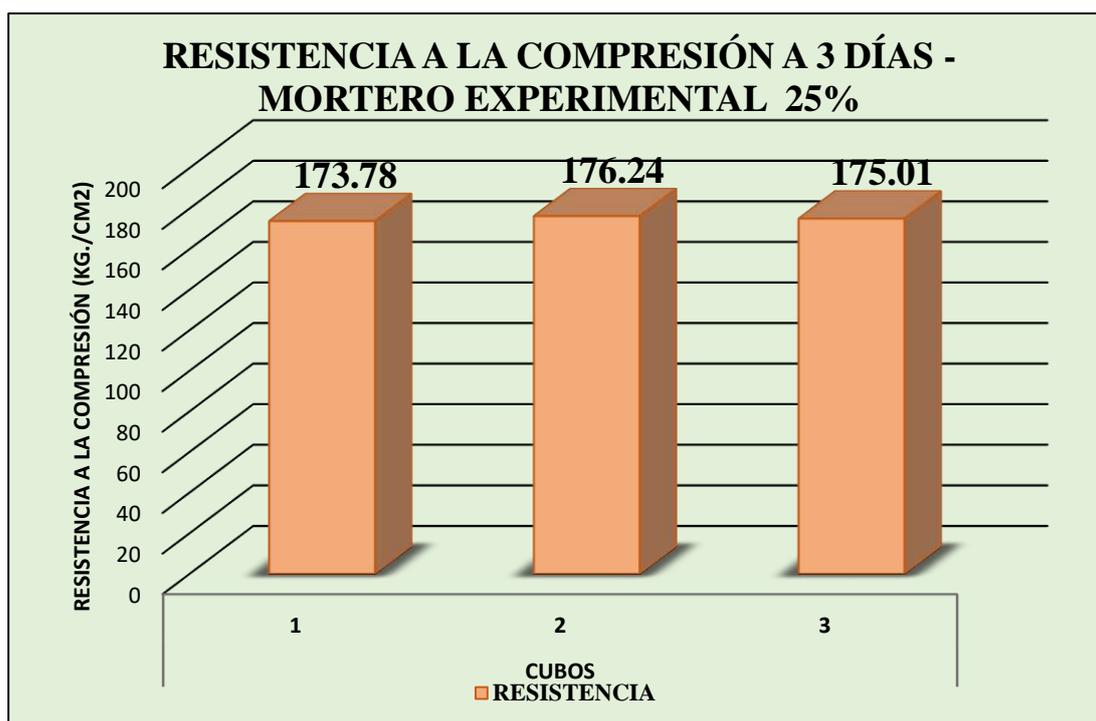
Según el gráfico se observa que el mortero experimental 15% a los 3 días de curado obtuvo una resistencia de 203.00 Kg/cm<sup>2</sup>, esta aumentó a los 7 días en un 46.38% obteniendo una resistencia de 297.16 Kg/cm<sup>2</sup> y a los 28 días un aumento de 74.02% llegando a una resistencia de 353.27 Kg/cm<sup>2</sup>.

**Tabla 34. Resultados Del Ensayo De Compresión Del Mortero Con Sustitución Del 25% A 3 Días De Curado (A/ C) (0.502)**

RESULTADO DE ENSAYOS DE RESISTENCIA A LA COMPRESION				
Mortero concreto 3 días				
	Mortero	Carga		Resist. a la Compresión
		Kg	Área	Kg/cm <sup>2</sup>
25%	1	4520.00	26.01	173.78
	2	4620.00	26.21	176.24
	3	4570.00	26.11	175.01
	<b>Promedio:</b>	<b>4570.00</b>		<b>175.01</b>

*Fuente: Laboratorio de Mecánica de Suelos y Geotecnia USP. - Elaboración Propia*

La resistencia a la compresión a los 3 días experimental al 25% fue: 173.78 kg/cm<sup>2</sup>, 176.24 kg/cm<sup>2</sup>, 175.01 kg/cm<sup>2</sup>, obteniendo como promedio 175.01 kg/cm<sup>2</sup>.



**Gráfica 10. Resistencia a la Compresión Experimental 25% 3 Días – Elaboración Propia.**

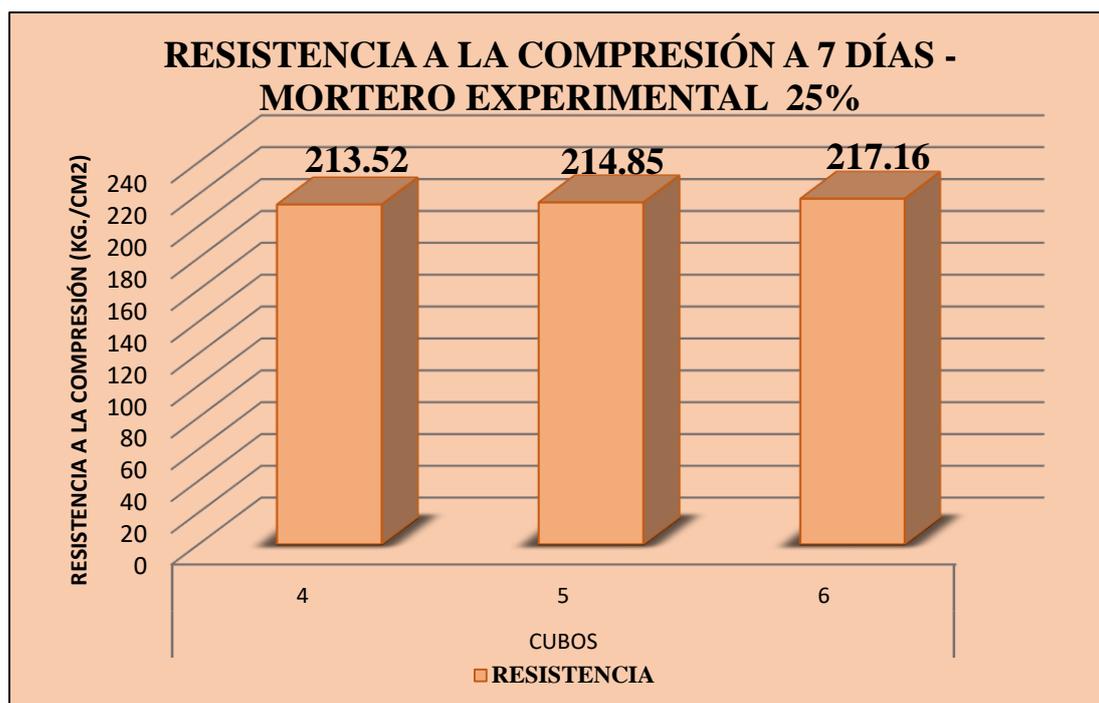
En este gráfico la resistencia a la compresión a los 3 días del mortero experimental 25% no presenta dispersión desfavorable ya que se encuentra dentro del rango de aceptación.

**Tabla 35. Resultados Del Ensayo De Compresión Del Mortero Con Sustitución Del 25% A 7 Días De Curado (A/ C) (0.502)**

RESULTADO DE ENSAYOS DE RESISTENCIA A LA COMPRESION				
Mortero concreto 7 días				
	Carga		Resist. a la Compresión	
	Mortero	Kg	Área	Kg/cm2
25%	4	5370.00	25.15	213.52
	5	5490.00	25.55	214.85
	6	5560.00	25.60	217.16
	<b>Promedio:</b>	<b>5473.33</b>		<b>215.17</b>

*Fuente: Laboratorio de Mecánica de Suelos y Geotecnia USP. - Elaboración Propia*

La resistencia a la compresión a los 7 días experimental al 25% fue: 213.52 kg/cm<sup>2</sup>, 214.85 kg/cm<sup>2</sup>, 217.16 kg/cm<sup>2</sup>, obteniendo como promedio 215.17 kg/cm<sup>2</sup>.



**Gráfica 11. Resistencia a la Compresión Experimental 25% 7 Días – Elaboración Propia.**

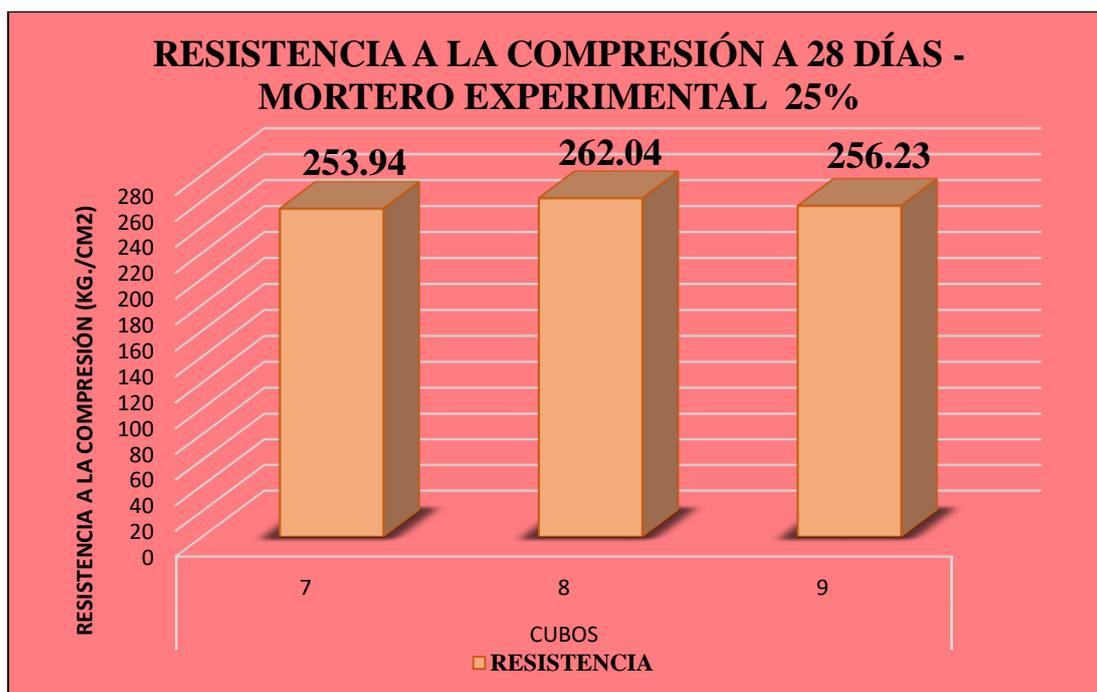
En este gráfico la resistencia a la compresión a los 7 días del mortero experimental 25% no presenta dispersión desfavorable ya que se encuentra dentro del rango de aceptación.

**Tabla 36. Resultados Del Ensayo De Compresión Del Mortero Con Sustitución Del 25% A 28 Días De Curado (A/ C) (0.502)**

RESULTADO DE ENSAYOS DE RESISTENCIA A LA COMPRESION				
Mortero concreto 28 días				
	Carga		Resist. a la Compresión	
	Mortero	Kg	Área	Kg/cm2
25%	7	6670.00	26.27	253.94
	8	6950.00	26.52	262.04
	9	6730.00	26.27	256.23
	<b>Promedio:</b>	<b>6783.33</b>		<b>257.40</b>

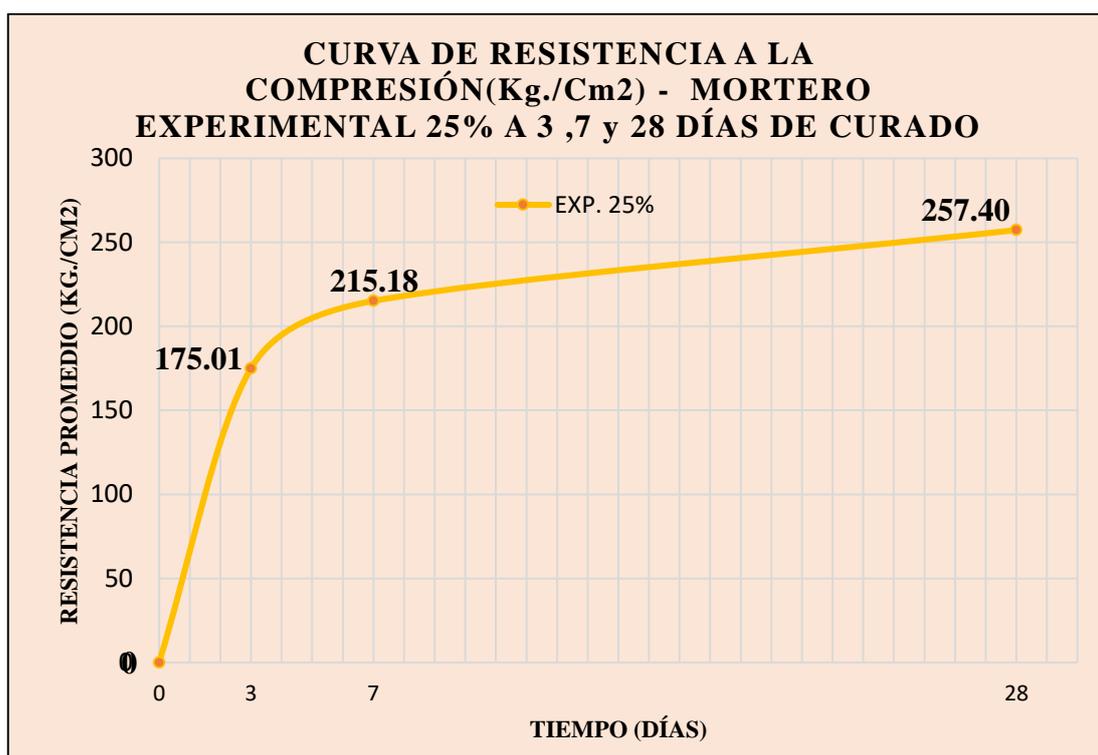
*Fuente: Laboratorio de Mecánica de Suelos y Geotecnia USP. - Elaboración Propia*

La resistencia a la compresión a los 28 días experimental al 25% fue: 53.94 kg/cm<sup>2</sup>, 262.04 kg/cm<sup>2</sup>, 256.23 kg/cm<sup>2</sup>, obteniendo como promedio 257.40 kg/cm<sup>2</sup>.



**Gráfica 12. Resistencia a la Compresión Experimental 25% 28 Días – Elaboración Propia.**

En este gráfico la resistencia a la compresión a los 28 días del mortero experimental 25% no presenta dispersión desfavorable ya que se encuentra dentro del rango de aceptación.



*Gráfica 13. Resistencia Promedio Experimental 25% – Elaboración Propia.*

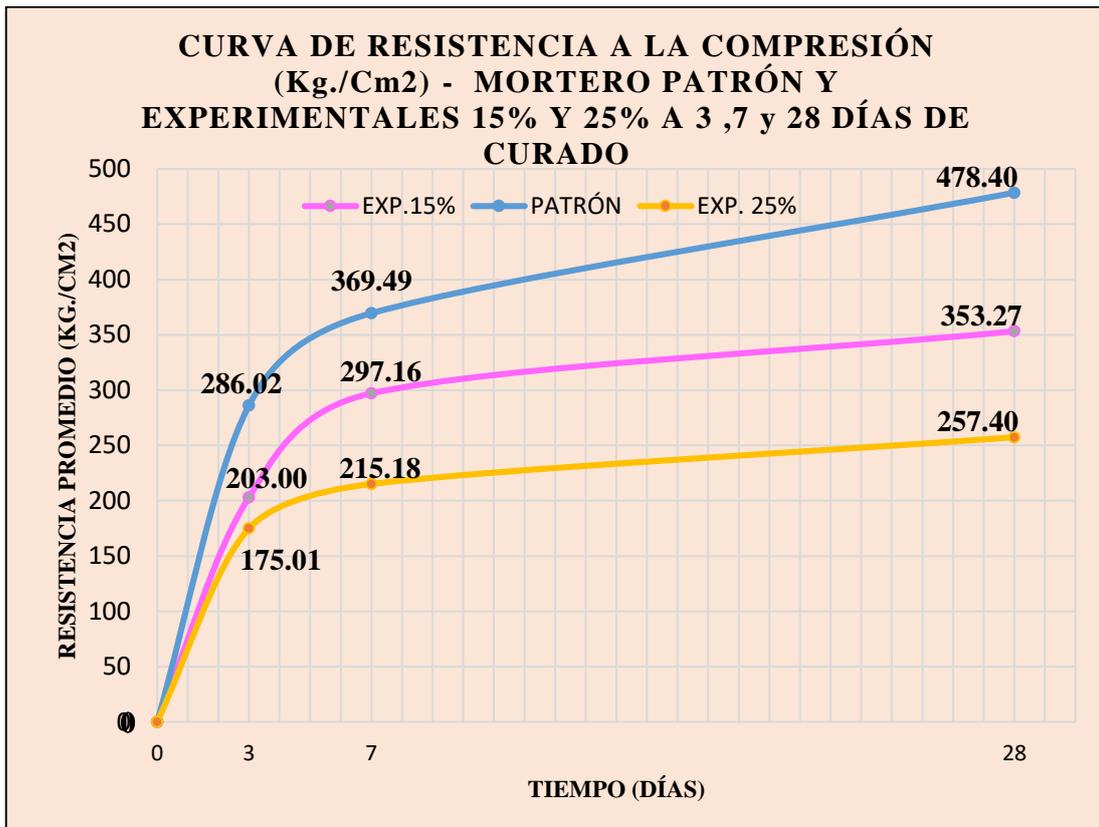
Según el gráfico se observa que el mortero experimental 15% a los 3 días de curado obtuvo una resistencia de 175.01 Kg/cm<sup>2</sup>, esta aumentó a los 7 días en un 22.95% obteniendo una resistencia de 215.18 Kg/cm<sup>2</sup> y a los 28 días un aumento de 47.08% llegando a una resistencia de 257.40 Kg/cm<sup>2</sup>.

*Tabla 37. Cuadro Comparativo de Resistencia a la Compresión Patrón y Experimentales 15% y 25% a 3,7 y 28 días de curado.*

DÍAS	PATRÓN	EXP.15%	EXP. 25%
3	286.02	203.00	175.01
7	369.49	297.16	215.18
28	478.40	353.27	257.40

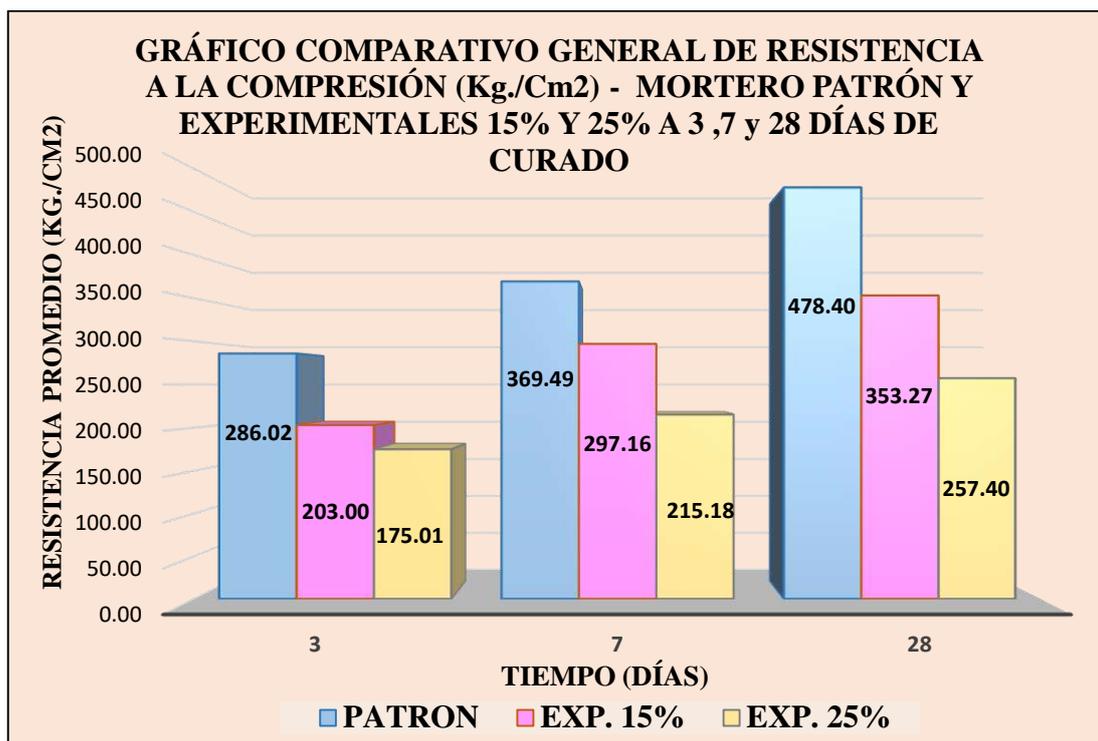
*Fuente: Laboratorio de Mecánica de Suelos y Geotecnia USP. - Elaboración Propia*

En el cuadro se observa la resistencia promedio de los morteros patrón y experimental 15% y 25% a 3 ,7 y 28 días de curado.



*Gráfica 14. Curva de Resistencia a la Compresión – Elaboración Propia.*

Al comparar la resistencia a la compresión a los 28 días con el mortero patrón, el mortero experimental al 15% disminuyo en un 26.16 % y al 25% disminuyo un 46.20%.



*Gráfica 15. Gráfico Comparativo General de Resistencia a la Compresión – Elaboración Propia.*

Al comparar la resistencia a la compresión a los 3 días con el mortero patrón, el experimental al 15% disminuyó en un 29.03% y al 25% disminuyó un 38.81%.

Al comparar la resistencia a la compresión a los 7 días con el mortero patrón, el experimental al 15% disminuyó en un 19.58% y al 25% disminuyó un 41.76%.

Al comparar la resistencia a la compresión a los 28 días con el mortero patrón, el experimental al 15% disminuyó en un 26.15% y al 25% disminuyó un 46.20%.

## RESULTADOS DE LOS ENSAYOS DE CONDUCTIVIDAD TÉRMICA DE MORTEROS

*Tabla 38. Resultados Del Ensayo De Conductividad Térmica (W/mk) Del Mortero Patrón Ensayados A 28 Días De Curado.*

MUESTRA	PESO ANTES DEL CURADO (gr)	PESO DESPUES DEL CURADO (gr)	ESPESOR (m)	RESIST. TERMICA (m2kw)	CONDUCT. TERMICA (w/mk)	CONDUCT. TERMICA PROMEDIO (w/mk)
P-1	288.2	291.8	0.05	0.045	<b>1.116</b>	
P-2	288.5	292.9	0.05	0.040	<b>1.258</b>	<b>1.22</b>
P-3	287.9	292.2	0.05	0.039	<b>1.277</b>	

*Fuente: Laboratorios de Investigación y Ciencia UNI. - Elaboración Propia*

El promedio de la conductividad térmica del mortero patrón es 1.22 (w/mk)

*Tabla 39. Resultados Del Ensayo De Conductividad Térmica (W/mk) Del Mortero Con Sustitución Del 15% Ensayados A 28 Días De Curado.*

MUESTRA	PESO ANTES DEL CURADO (gr)	PESO DESPUES DEL CURADO (gr)	ESPESOR (m)	RESIST. TERMICA (m2kw)	CONDUCT. TERMICA (w/mk)	CONDUCT. TERMICA PROMEDIO (w/mk)
E 15%-1	281.5	286.3	0.05	0.061	<b>0.820</b>	
E 15%-2	281.1	286.1	0.05	0.067	<b>0.747</b>	<b>0.79</b>
E 15%-3	281.2	286.2	0.05	0.062	<b>0.809</b>	

*Fuente: Laboratorios de Investigación y Ciencia UNI. - Elaboración Propia*

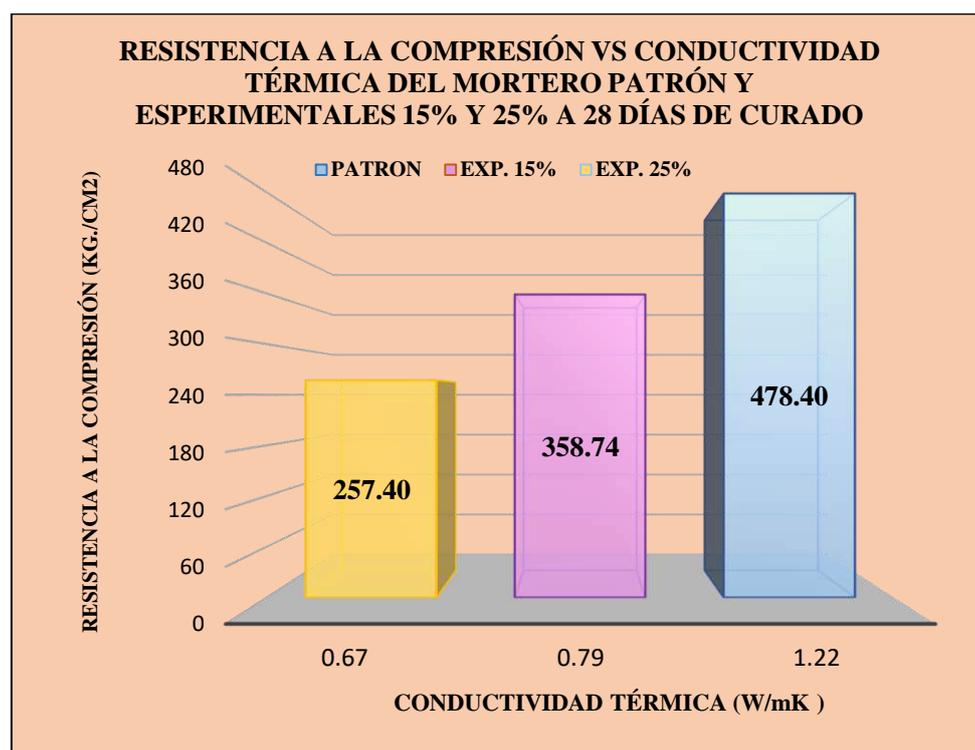
El promedio de la conductividad térmica del mortero experimental 15% es 0.79(w/mk)

**Tabla 40.** Resultados Del Ensayo De Conductividad Térmica (W/mk) Del Mortero Con Sustitución Del 25% Ensayados A 28 Días De Curado.

MUESTRA	PESO ANTES DEL CURADO (gr)	PESO DESPUES DEL CURADO (gr)	ESPESOR (m)	RESIST. TERMICA (m2kw)	CONDUCT. TERMICA (w/mk)	CONDUCT. TERMICA PROMEDIO (w/mk)
E 25%-1	278.5	284.5	0.05	0.072	<b>0.692</b>	
E 25%-2	278.7	285.5	0.05	0.073	<b>0.682</b>	<b>0.67</b>
E 25%-3	279.5	285.1	0.05	0.080	<b>0.622</b>	

*Fuente:* Laboratorios de Investigación y Ciencia UNI. - Elaboración Propia

El promedio de la conductividad térmica del mortero experimental 25% es 0.67(w/mk)



**Gráfica 16.** Cuadro Comparativo de Resistencia a la Compresión y Conductividad Térmica – Elaboración Propia.

A mayor porcentaje de sustitución la conductividad térmica es menor y la resistencia a la compresión disminuye.

## PESOS DE MORTEROS PATRÓN Y EXPERIMENTALES 15% Y 25%

*Tabla 41. Pesos de Mortero Patrón.*

<b>PESOS DE MORTEROS</b>			
	N°	Pi	Pf
<b>PATRÓN</b>	1	290.3	294.8
	2	291.4	295.8
	3	290.5	294.8
	4	288.2	291.5
	5	287.3	290.7
	6	287.7	291.1
	7	288.8	292.9
	8	288.5	293.8
	9	288.3	293.2

*Fuente: Laboratorios de Mecánica de Suelos y Geotecnia USP.*

En la tabla se observa los pesos iniciales del mortero patrón al desencofrar y después de realizar el curado respectivo a los 3, 7 y 28 días.

*Tabla 42. Pesos de Mortero Experimental 15%.*

<b>PESOS DE MORTEROS</b>			
	N°	Pi	Pf
<b>EXP. 15%</b>	1	280.2	284.4
	2	280.8	284.9
	3	281.8	285.9
	4	281.7	285.2
	5	282.0	285.1
	6	281.3	284.7
	7	282.0	286.8
	8	281.7	286.7
	9	282.4	287.1

*Fuente: Laboratorios de Mecánica de Suelos y Geotecnia USP.*

En la tabla se observa los pesos iniciales del mortero experimental 15% al desencofrar y después de realizar el curado respectivo a los 3, 7 y 28 días.

**Tabla 43.** Pesos de Mortero Experimental 25%.

<b>PESOS DE MORTEROS</b>			
	N°	Pi	Pf
	1	277.3	281.9
	2	278.1	282.9
	3	278.4	282.6
<b>EXP. 25%</b>	4	280.1	283.2
	5	280	283.3
	6	280.9	284.0
	7	280.7	286.5
	8	280	286.2
	9	280.3	286.0

**Fuente:** Laboratorios de Mecánica de Suelos y Geotecnia USP.

En la tabla se observa los pesos iniciales del mortero experimental 25% al desencofrar y después de realizar el curado respectivo a los 3, 7 y 28 días.

## PRUEBA DE HIPÓTESIS ANOVA

### ANÁLISIS DE DATOS USANDO EL PROGRAMA SPSS V.23

**Tabla 44.** Resistencia a la Compresión de los Morteros Patrón y Experimentales al 15% y 25%.

DÍAS	PATRÓN	15%	25%
3	286.23	204.59	173.78
3	285.20	200.27	176.24
3	286.63	204.14	175.01
7	368.98	300.95	213.52
7	373.41	293.49	214.85
7	366.07	297.03	217.16
28	479.45	362.86	253.94
28	478.78	350.04	262.04
28	<b>476.98</b>	<b>346.91</b>	<b>256.23</b>

*Fuente: Laboratorio de Mecánica de Suelos y Geotecnia USP.*

### ANÁLISIS DE DATOS USANDO SPSS V.23 PARA EL DISEÑO PATRÓN

**Tabla 45.** Resumen de Estadísticos Descriptivos del Mortero Patrón.

Estadísticos Descriptivos del Mortero Patrón								
EDAD	N de muestras	Rango	Mínimo	Máximo	Media	Error estándar de la media	Desviación estándar	Varianza
3 DIAS	3	1.43	285.20	286.63	286.0200	.42595	.73777	.544
7 DIAS	3	7.34	366.07	373.41	369.4867	2.13397	3.69614	13.661
28 DIAS	3	2.47	476.98	479.45	478.4033	.73748	1.27735	1.632
N válido (por lista)	<b>3</b>							

*Fuente: Elaboración Propia Usando SPSS V.23*

ANALISIS DE DATOS USANDO SPSS V.23 PARA EL DISEÑO EXPERIMENTAL CON 15% DE SUSTITUCION DEL AGREGADO FINO POR CORCHO RECICLADO.

*Tabla 46. Resumen de Estadísticos Descriptivos del Mortero Experimental 15%.*

Estadísticos Descriptivos del Mortero Experimental 15%								
EDAD	N de muestras	Rango	Mínimo	Máximo	Media	Error estándar de la media	Desviación estándar	Varianza
3 DIAS	3	4.32	200.27	204.59	203.0000	1.37117	2.37493	5.640
7 DIAS	3	7.46	293.49	300.95	297.1567	2.15445	3.73161	13.925
28 DIAS	3	15.95	346.91	362.86	353.2700	4.87939	8.45135	71.425
N válido (por lista)	3							

*Fuente: Elaboración Propia Usando SPSS V.23*

ANALISIS DE DATOS USANDO EL SPSS V.23 PARA EL DISEÑO EXPERIMENTAL CON 25% DE SUSTITUCION DEL AGREGADO FINO POR CORCHO RECICLADO

*Tabla 47. Resumen de Estadísticos Descriptivos del Mortero Experimental 25%.*

Estadísticos Descriptivos del Mortero Experimental 25%								
EDAD	N de muestras	Rango	Mínimo	Máximo	Media	Error estándar de la media	Desviación estándar	Varianza
3 DIAS	3	2.46	173.78	176.24	175.0100	.71014	1.23000	1.513
7 DIAS	3	3.64	213.52	217.16	215.1767	1.06340	1.84186	3.392
28 DIAS	3	8.10	253.94	262.04	257.4033	2.41074	4.17553	17.435
N válido (por lista)	3							

*Fuente: Elaboración Propia Usando SPSS V.23*

**Tabla 48.** Anova del Mortero Patrón.

---

<b>ANOVA MORTERO PATRON</b>					
	<b>Suma de cuadrados</b>	<b>gl</b>	<b>Media cuadrática</b>	<b>F</b>	<b>Sig.</b>
Entre grupos	55840.872	2	27920.436	5288.841	.000
Dentro de grupos	31.675	6	5.279		
Total	55872.546	8			

---

**Fuente:** Elaboración Propia Usando SPSS V.23

**Tabla 49.** Anova del Mortero Experimental 15%.

---

<b>ANOVA MORTERO EXPERIMENTAL 15%</b>					
	<b>Suma de cuadrados</b>	<b>gl</b>	<b>Media cuadrática</b>	<b>F</b>	<b>Sig.</b>
Entre grupos	34595.257	2	17297.628	570.311	.000
Dentro de grupos	181.981	6	30.330		
Total	34777.238	8			

---

**Fuente:** Elaboración Propia Usando SPSS V.23

**Tabla 50.** Anova del Mortero Experimental 25%.

---

<b>ANOVA MORTERO EXPERIMENTAL 25%</b>					
	<b>Suma de cuadrados</b>	<b>gl</b>	<b>Media cuadrática</b>	<b>F</b>	<b>Sig.</b>
Entre grupos	10185.114	2	5092.557	683.859	.000
Dentro de grupos	44.681	6	7.447		
Total	10229.795	8			

---

**Fuente:** Elaboración Propia Usando SPSS V.23

**Tabla 51. Prueba de Homogeneidad de Varianzas de Mortero Patrón.**

<b>Prueba de Homogeneidad de Varianzas de Mortero Patrón</b>			
Estadístico de Levene	<b>gl1</b>	<b>gl2</b>	<b>Sig.</b>
<b>2.867</b>	2	6	.134

*Fuente: Elaboración Propia Usando SPSS V.23*

La Prueba de Homogeneidad de Varianzas de Levene indica que se cumple el supuesto (Estadístico 2.867; gl1: 2 y gl2: 6;  $p > 0.05$ )

**Tabla 52. Prueba de Homogeneidad de Varianzas de Mortero Experimental 15%.**

<b>Prueba de Homogeneidad de Varianzas de Mortero Experimental 15%</b>			
Estadístico de Levene	<b>gl1</b>	<b>gl2</b>	<b>Sig.</b>
<b>3.607</b>	2	6	.094

*Fuente: Elaboración Propia Usando SPSS V.23*

La Prueba de Homogeneidad de Varianzas de Levene indica que se cumple el supuesto (Estadístico 3.607; gl1: 2 y gl2: 6;  $p > 0.05$ )

**Tabla 53. Prueba de Homogeneidad de Varianzas de Mortero Experimental 25%.**

<b>Prueba de Homogeneidad de Varianzas de Mortero Experimental 25%</b>			
Estadístico de Levene	<b>gl1</b>	<b>gl2</b>	<b>Sig.</b>
<b>2.926</b>	2	6	.130

*Fuente: Elaboración Propia Usando SPSS V.23*

La Prueba de Homogeneidad de Varianzas de Levene indica que se cumple el supuesto (Estadístico 2.926; gl1: 2 y gl2: 6;  $p > 0.05$ )

**Tabla 54. Pruebas de Normalidad de Mortero Patrón y Experimental 15%.**

	<b>Pruebas de Normalidad</b>					
	<b>Kolmogorov-Smirnov<sup>a</sup></b>			<b>Shapiro-Wilk</b>		
	<b>Estadístico</b>	<b>gl</b>	<b>Sig.</b>	<b>Estadístico</b>	<b>gl</b>	<b>Sig.</b>
<b>MORTERO PATRON</b>	.283	3		.935	3	.507
<b>MORTERO EXP. 15%</b>	.211	3		.991	3	.816

**a. Corrección de significación de Lilliefors**

*Fuente: Elaboración Propia Usando SPSS V.23*

La prueba de normalidad SW indica que se cumple el supuesto de Normalidad (Estadísticos entre .507 y .816; gl: 3;  $p > .05$ )

**Tabla 55. Pruebas de Normalidad de Mortero Patrón y Experimental 25%.**

	<b>Pruebas de Normalidad</b>					
	<b>Kolmogorov-Smirnov<sup>a</sup></b>			<b>Shapiro-Wilk</b>		
	<b>Estadístico</b>	<b>gl</b>	<b>Sig.</b>	<b>Estadístico</b>	<b>gl</b>	<b>Sig.</b>
<b>MORTERO PATRON</b>	.283	3		.935	3	.507
<b>MORTERO EXP. 25%</b>	.277	3		.941	3	.531

**a. Corrección de significación de Lilliefors**

*Fuente: Elaboración Propia Usando SPSS V.23*

La prueba de normalidad SW indica que se cumple el supuesto de Normalidad (Estadísticos entre .507 y .531; gl: 3;  $p > .05$ )

Para que el anova pueda proceder se realizan 2 pruebas: pruebas de Normalidad y prueba de Homogeneidad de varianzas, ambas pruebas cumplen ya que en la prueba de Homogeneidad se obtuvo una significancia  $> 0.05$  y la prueba de Normalidad se obtuvo una significancia  $< 0.05$ , lo cual aprueba que hay variación en las medias o promedios de tres resultados (existe variabilidad) por lo que se rechaza la hipótesis nula.

## **ANÁLISIS Y DISCUSIÓN**

#### IV.-ANÁLISIS Y DISCUSIÓN

Al comparar los resultados con nuestros antecedentes se utilizaron tamaños homogéneos y proporcionales de gránulos de corcho (el pasante de la malla N°16 y el retenido de la malla N°30), de esta manera se logró una mayor compatibilidad al reemplazar la arena ya que los gránulos finos son más favorables en cuanto a trabajabilidad, adherencia y conductividad, por otra parte, no afectaría significativamente la durabilidad de los morteros en comparación con gránulos de mayor tamaño (Karade et al., 2002).

La sustitución de la arena por los gránulos de Corcho reciclado se hizo en proporción volumen, el corcho es un material biodegradable, muy ligero, elástico, flexible e impermeable a gases o líquidos, imperecedero y buen aislante eléctrico, así como térmica, también es un buen aislante acústico, las proporciones de mezcla son muy parecidas en comparación con mis antecedentes ya que el diseño de su mortero de corcho lo obtuvieron mediante la sustitución de un porcentaje de arena con un volumen equivalente de granulados de corcho y con una distribución similar del tamaño de las partículas. (Branco et al., 2008).

la relación a/c del mortero patrón fue de 0.485, la relación del mortero experimental con 15% de sustitución fue de 0.494 y la relación del mortero experimental con 25% de sustitución fue de 0.502, en comparación con los antecedentes no hay una gran diferencia ya que utilizaron una relación a/c de 0,40 tanto en sus morteros patrón como experimentales (Panesar & Shindman, 2012), debido a que el corcho posee células huecas, estas encapsulan el agregado fino y el cemento dotándolas de una cubierta aislante que al entrar en contacto con el agua se logra una buena compatibilidad y trabajabilidad.

Los resultados del ensayo a compresión de 3, 7 y 28 días respectivamente fueron los siguientes: 286.02kg/cm<sup>2</sup>, 369.49 kg/cm<sup>2</sup> y 478.40 kg/cm<sup>2</sup> (mortero patrón), 203.00 kg/cm<sup>2</sup>, 297.16 kg/cm<sup>2</sup> y 353.27 kg/cm<sup>2</sup> (mortero experimental 15%) y 175.01 kg/cm<sup>2</sup>, 215.18 kg/cm<sup>2</sup> y 257.4 kg/cm<sup>2</sup> (mortero experimental 25%).

En comparación al patrón a los 28 días de curado el porcentaje de sustitución al 15% por corcho reciclado es el más aceptable ya que la disminución de la resistencia a la compresión es del 26.16% en comparación al porcentaje de sustitución del 25% por corcho reciclado que nos da una disminución del 46.20%, esto en comparación con los resultados obtenidos en los antecedentes son mejores ya que al comparar la resistencia a la compresión del mortero patrón con el mortero experimental sustituido por gránulos de corcho al 10% a los 28 días de curado tubo una disminución de su resistencia a la compresión del 64% y en comparación con el mortero experimental sustituido por gránulos de corcho al 20% a los 28 días de curado tubo una disminución de su resistencia a la compresión del 84%. (Panesar & Shindman, 2012).

Puesto que el corcho contiene aproximadamente 85% en volumen de aire y sus células son elásticas, su adición reduce la densidad del mortero por consiguiente el peso de los morteros influye considerablemente en cuanto a resistencia a la compresión, por otra parte, si hubiésemos sustituido gránulos de corcho más grandes la resistencia a la compresión disminuiría significativamente.

Los resultados del ensayo de conductividad térmica a 28 días fueron los siguientes: 1.22 W/mK (mortero patrón), 0.79 W/mK (mortero experimental 15%) y 0.67 W/mK (mortero experimental 25%), de estos resultados se observa que la sustitución del 15% por corcho reciclado respecto al patrón nos da una disminución en su conductividad térmica de un 34.92% y en la sustitución del 25% por corcho reciclado nos da una disminución del 45.33%; estos resultados obtenidos en comparación con los antecedentes son muy parecidos ya que la disminución de la conductividad térmica de los bloques que contenían corcho disminuyó en un 45%.(Panesar & Shindman, 2012).

Lo que indica que es un buen aislante térmico debido a que las paredes de las células de corcho están cubiertas con capas de suberina (polímero formado por alcoholes alifáticos de cadena larga, hidrofóbica y cuando se combina con ceras contribuye significativamente a la impermeabilidad del corcho) y ceras que los hacen impermeables al aire, agua y resistente al ataque por muchos ácidos, por consiguiente, al reemplazarlo por la arena obtenemos un material de baja conductividad térmica.

# **CONCLUSIONES**

## V.-CONCLUSIONES

- Los gránulos de corcho de tamaño uniforme y finos logran una buena compatibilidad, trabajabilidad, adherencia y baja conductividad del mortero.
- La relación de a/c del patrón fue de 0.485, la relación a/c de los experimentales fue 0.494 y 0.502 al 15% y 25% respectivamente, los experimentales requieren una pequeña cantidad adicional de agua.
- Los resultados del ensayo a compresión de 3, 7 y 28 días respectivamente fueron los siguientes: 286.02kg/cm<sup>2</sup>, 369.49 kg/cm<sup>2</sup> y 478.40 kg/cm<sup>2</sup> (mortero patrón), 203.00 kg/cm<sup>2</sup>, 297.16 kg/cm<sup>2</sup> y 353.27 kg/cm<sup>2</sup> (mortero experimental 15%) y 175.01 kg/cm<sup>2</sup>, 215.18 kg/cm<sup>2</sup> y 257.4 kg/cm<sup>2</sup> (mortero experimental 25%). Como se esperaba la sustitución por corcho reduce la resistencia a la compresión, en comparación al patrón a los 28 días de curado el porcentaje de sustitución al 15% por corcho reciclado disminuyó la resistencia a la compresión es del 26.16% y en comparación al porcentaje de sustitución del 25% por corcho reciclado nos da una disminución del 46.20%.
- Los resultados del ensayo de conductividad térmica a 28 días fueron los siguientes: 1.22 W/mK (mortero patrón), 0.79 W/mK (mortero experimental 15%) y 0.67 W/mK (mortero experimental 25%).

Debido a que el corcho es un material poroso de baja conductividad térmica, la sustitución del 15% respecto al patrón nos da una disminución en su conductividad térmica de un 34.92% y en la sustitución del 25% nos da una disminución de su conductividad térmica de 45.33%.

## **RECOMENDACIONES**

## **VI.-RECOMENDACIONES**

- Utilizar gránulos de corcho más finos.
- La sustitución del corcho reciclado debe de ser del volumen total del agregado fino.
- Optimizar el porcentaje de sustitución entre 15% y 25%, pero no se debe sustituir porcentajes mayores a 30% ya que reduciría considerablemente la densidad del mortero y por consiguiente su resistencia a la compresión.
- Antes de realizar el ensayo de conductividad térmica, los morteros previamente curados a los 28 días deben de ser secados en el horno por 1 hora a una temperatura de 120°, de modo que no altere su estructura interna y de esta manera no se afecte el ensayo.

**REFERENCIAS  
BIBLIOGRÁFICAS**

## VII.-REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ASTM C 91. (2012). *Cementos, Cementos para albañilería*. Recuperado de: <https://es.scribd.com/document/356715596/4-Norma-Ntg-41096-Astm-c91-05>
- ASTM C 144. (2005). *Especificación estándar para agregado para mortero de mampostería, Módulo de finura*. Recuperado de: <https://es.scribd.com/document/351665754/C144-04-Agregados-Para-Morteros-de-Alban-ileria>
- ASTM C 150. (2007). *Especificación normalizada para Cemento Portland*. Recuperado de: <https://es.scribd.com/doc/145934688/ASTM-C150>
- ASTM C 230. (2013). *Procedimiento para la fluidez de morteros de cemento hidráulico*. Recuperado de: <https://es.scribd.com/document/187669294/norma-ntg-41011astm-c230-230m-pdf>
- ASTM C 270. (1991). *Especificación estándar para agregado para mortero de Mampostería*. Recuperado de: <https://es.scribd.com/doc/312140312/ASTM-c270-91a-Mortero>
- ASTM C 305. (2013). *Procedimiento para la mezcla de morteros*. Recuperado de: <https://es.scribd.com/document/405064262/Norma-ASTM-C-305-Espanol>
- ASTM C 1157. (1992). *Cementos, Composición química de cementos tipo 1*. Recuperado de: <https://es.scribd.com/document/371637899/Norma-ASTM-C1157-pdf>
- Branco, F., Tadeu, A., y Reis, M. (2008). Experimental evaluation of the durability of cork concrete. *International Journal for housing Science*, 32 (2), 149-162. Recuperado de: [https://www.dec.uc.pt/~fjbranco/POCI\\_EC](https://www.dec.uc.pt/~fjbranco/POCI_EC)

M\_55889/Branco\_et\_al\_IAHS\_journal\_2008.pdf

- Denner, T. y Blumm, J. (2018). *Conductividad térmica*. Recuperado de: [https://www.netzsch-thermal-analysis.com/es/landing-pages/definicion-de-conductividad-térmica/](https://www.netzsch-thermal-analysis.com/es/landing-pages/definicion-de-conductividad-termica/)
- Gil, L. (2009). *Cork Composites: A Review*. *Materials*, 2, 776-789. doi:10.3390/ma2030776 Recuperado de: [https://www.researchgate.net/publication/26635525\\_Cork\\_Composites\\_A\\_Review](https://www.researchgate.net/publication/26635525_Cork_Composites_A_Review)
- IRAM. (2002). *Propiedades térmicas de los componentes y elementos de construcción en régimen estacionario*. Norma Argentina,10(10). Recuperado de: [http://www.portalhuarpe.com/Medhime20/Talleres/TALLERES%20CUIM/Taller%2010/T1002Instalaciones%201/Navegable/NORMAS%20IRAM/IRAM\\_11601.pdf](http://www.portalhuarpe.com/Medhime20/Talleres/TALLERES%20CUIM/Taller%2010/T1002Instalaciones%201/Navegable/NORMAS%20IRAM/IRAM_11601.pdf)
- Karade, S., Irle, M., Maher, K., y Caldeira, F. (2002). *Cork granules as lightweight aggregate*. *Sustainable concrete construction*, 253-252. Recuperado de: [http://www.researchgate.net/profile/Sukhdeo\\_Karade/publication/228325527\\_Cork\\_granules\\_aslightweight/linkks/0046353213b5b3dd63000000/cork-granules-as-lightweight-aggregate.pdf](http://www.researchgate.net/profile/Sukhdeo_Karade/publication/228325527_Cork_granules_aslightweight/linkks/0046353213b5b3dd63000000/cork-granules-as-lightweight-aggregate.pdf)
- Martínez, I. (2010). *Cementos y Morteros Notas técnicas para la construcción*. Recuperado de: <https://www.es.slideshare.net/LennHegg/exposici3n-de-kfc>
- NTP 334.051 (2013). *Procedimientos para la realización de los especímenes de ensayo*. Recuperado de: <https://es.scribd.com/document/390582657/20348-334-051>
- NTP 334.090 (2011). *Cementos. Portland*. Recuperado de: <https://es.scribd.com/doc/239635449/NTP-334-090>

- NTP 334.126 (2002). *Cementos. Método de ensayo para determinar la fluidez de las pastas de mortero*. Recuperado de: <https://www.deperu.com/normas-tecnicas/NTP-334-126.html>
- NTP 339.088 (2006). *Requisitos de agua de mezcla*. Recuperado de: <https://es.scribd.com/document/365006487/NTP-339-088-agua-pdf>
- NTP 399.607 (2018). *Unidades de albañilería. Especificación normalizada de agregados para mortero de albañilería*. Recuperado de: <https://www.deperu.com/normas-tecnicas/NTP-399-607.html>
- NTP 399.610 (2003). *Unidades de albañilería*. Recuperado de: <https://es.scribd.com/document/371812171/NTP-399-610-Mortero-Gral-C270>
- NTP 400.012 (2001). *Agregados Análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global*. Recuperado de: <https://es.scribd.com/doc/123845126/NTP-400-012-Granulometria>
- Panesar, D. y Shindman, B. (2012). The mechanical, transport and thermal properties of mortar and concrete containing waste cork. *Cement y concrete Composites*, 34, 982–992. Recuperado de: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0958946512001205>
- Pereira, H. (1988). Chemical composition and variability of cork from *Quercus Suber L.* *Wood Science y technology*. 22, 211-218. Recuperado de: <https://link.springer.com/article/10.1007/BF00386015>
- Rafino, M. E. (2018). *Conductividad térmica*. Recuperado de: <https://www.concepto.de/conductividad-termica>

- Torres, C. (2004). *Análisis termoestructural de ladrillos de altas escuadrias con morteros de pega de reducido espesor* (Tesis de pregrado). Universidad del Bio – Bio, Chile. Recuperado de: <https://es.scribd.com/document/91801738/Tesis-Analisis-termoestructural-de-ladrillos-de-altas-escuadrias-con-pega-de-reducido-espesor-C-Torres-2004-U-Bio-Bio>

# **AGRADECIMIENTOS**

## **VIII.-AGRADECIMIENTOS**

Me gustaría que estas líneas sirvieran para expresar mi más profundo y sincero agradecimiento a todos aquellos que con su apoyo, motivación y ayuda incondicional hicieron posible todo lo logrado y recibido a lo largo de estos años.

A Dios, Por guiarme en cada paso que he dado, por enseñarme a no rendirme y por siempre poner una luz en mi camino, así mismo a mi Familia quien ha estado siempre a mi lado brindándome su apoyo incondicional durante este periodo educativo.

A mis verdaderos amigos quienes estuvieron presentes brindándome su apoyo en los momentos más difíciles de mi vida.

Gracias a todos y cada uno de ustedes.

# **ANEXOS**

**IX.-ANEXOS**



*Foto 1. Cantera Vesique*



*Foto 2. Recolección del Agregado Fino*



*Foto 3. Gradación en el Laboratorio de Mecánica de Suelos y Geotecnia - USP*



*Foto 4. Verificación del Ensayo de Gradación – Asesor Ing. Dante Salazar*



*Foto 5. Corcho Reciclado Triturado*



*Foto 6. Verificación de la Gradación del Corcho – Técnico de Laboratorio de Suelos*



*Foto 7. Corcho Gradado – Retenido de la Malla N°30 y pasante de la Malla N° 16*



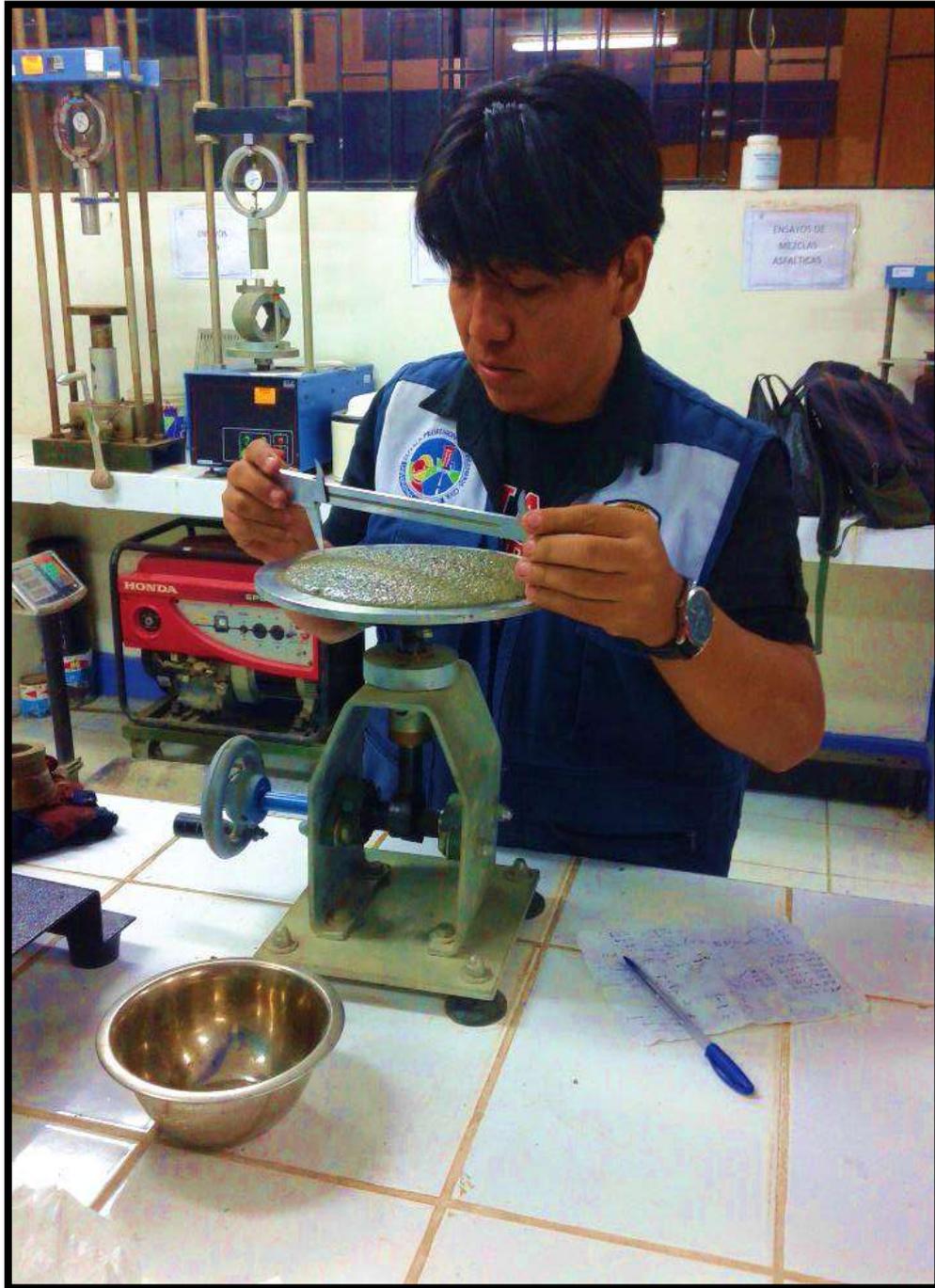
*Foto 8. Calculando el Volumen a Sustituir*



*Foto 9: Sustitución del Agregado Fino*



*Foto 10. Agregado Fino Sustituido en Proporción Volumen*



*Foto 11. Ensayo de Fluidez – Laboratorio de Mecánica de Suelos y Geotecnia - USP*



*Foto 12. Preparación de la Mezcla de Mortero*



*Foto 13. Verificación del Llenado del Molde – Asesor Ing. Dante Salazar*



*Foto 14. Enrasado de los Moldes*



*Foto 15. Verificación del Desencofrado del Molde – Asesor Ing. Dante Salazar*



*Foto 16. Desencofrado de los Morteros Patrón y Experimental*



*Foto17. Morteros Listos para el Curado*



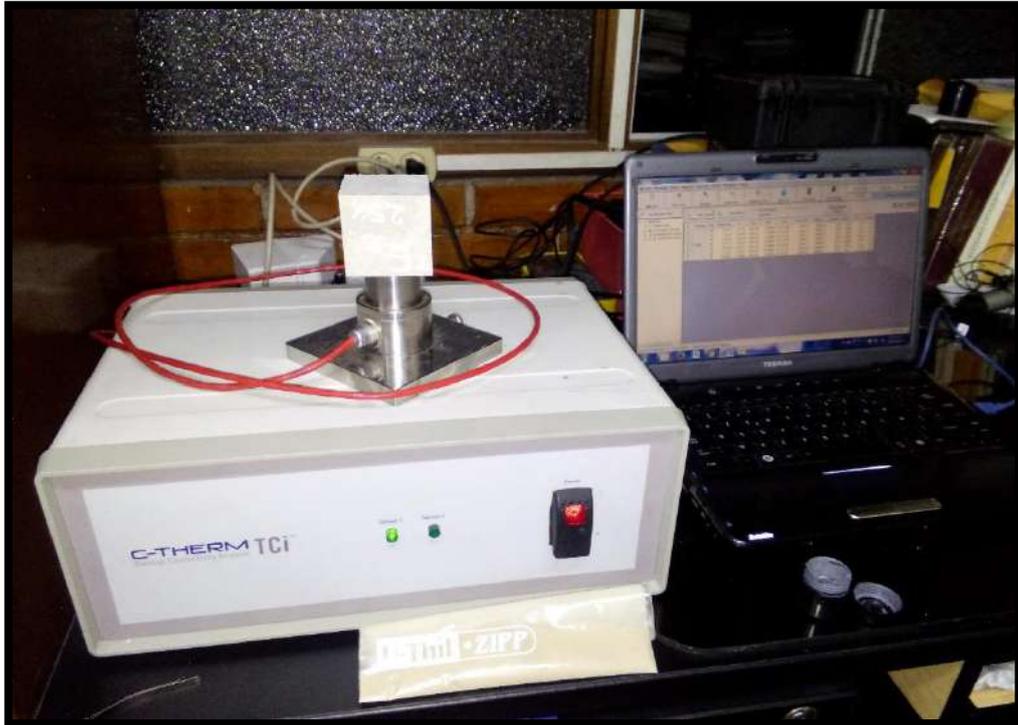
*Foto 18. Ensayo de Rotura de Mortero Verificado por el Ing. Rigoberto Cerna Chávez y el Jefe de Laboratorio de Mecánica de Suelos y Geotecnia Ing. Montañez.*



*Foto19. Rotura de Morteros Patrón.*



*Foto20. Rotura de los Morteros Experimentales.*



*Foto 21. Ensayo de Conductividad Térmica realizado en la Universidad Nacional Ingeniería*



*Foto22. Verificando las lecturas de Conductividad Térmica*



*Foto 23. Laboratorio de Investigación y Ciencias –Dr. José Carlos Díaz Rosado Jefe de Laboratorio -UNI*

## PRUEBA DE HIPÓTESIS ANOVA

### ANÁLISIS DE DATOS USANDO EL PROGRAMA SPSS V.23

Resistencia a la Compresión de los Morteros Patrón y Experimentales al 15% y 25%

DÍAS	PATRÓN	15%	25%
3	286.23	204.59	173.78
3	285.20	200.27	176.24
3	286.63	204.14	175.01
7	368.98	300.95	213.52
7	373.41	293.49	214.85
7	366.07	297.03	217.16
28	479.45	362.86	253.94
28	478.78	350.04	262.04

Resumen de Procesamiento de Casos del Mortero Patrón

Resumen de Procesamiento de Casos							
MORTEROS DE CONCRETO		Casos				Total	
		Válido		Perdidos			
		N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
MORTERO	3 DIAS	3	100.0%	0	0.0%	3	100.0%
PATRON	7 DIAS	3	100.0%	0	0.0%	3	100.0%
	28 DIAS	3	100.0%	0	0.0%	3	100.0%

Resumen de Procesamiento de Casos del Mortero Experimental 15%

Resumen de Procesamiento de Casos							
MORTEROS DE CONCRETO		Casos				Total	
		Válido		Perdidos			
		N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
EXP. 15%	3 DIAS	3	100.0%	0	0.0%	3	100.0%
	7 DIAS	3	100.0%	0	0.0%	3	100.0%
	28 DIAS	3	100.0%	0	0.0%	3	100.0%

Resumen de Procesamiento de Casos del Mortero Experimental 25%

Resumen de Procesamiento de Casos							
MORTEROS DE CONCRETO		Casos				Total	
		Válido		Perdidos			
		N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
EXP.	3 DIAS	3	100.0%	0	0.0%	3	100.0%
25%	7 DIAS	3	100.0%	0	0.0%	3	100.0%
	28 DIAS	3	100.0%	0	0.0%	3	100.0%

Estadísticos Descriptivos del Mortero Patrón a 3, 7 y 28 Días de Curado.

<b>Descriptivos</b>					
<b>MORTEROS DE CONCRETO</b>			<b>Estadístico</b>	<b>Error estándar</b>	
<b>RESISTENCIA A LA COMPESIÓN DEL MORTERO PATRÓN</b>	<b>3 DÍAS</b>	Media	286.0200	.42595	
		95% de intervalo de confianza para la media	284.1873		
		Límite inferior			
		Límite superior	287.8527		
		Media recortada al 5%			
		Mediana	286.2300		
		Varianza	.544		
		Desviación estándar	.73777		
		Mínimo	285.20		
		Máximo	286.63		
		Rango	1.43		
		Rango intercuartil			
		Asimetría	-1.177		1.225
		Curtosis			
		<b>7 DÍAS</b>	Media		369.4867
	95% de intervalo de confianza para la media		360.3050		
	Límite inferior				
	Límite superior		378.6684		
	Media recortada al 5%				
	Mediana		368.9800		
	Varianza		13.661		
	Desviación estándar		3.69614		
	Mínimo		366.07		
	Máximo		373.41		
	Rango		7.34		
	Rango intercuartil				
	Asimetría		.605	1.225	
Curtosis					
<b>28 DÍAS</b>	Media		478.4033	.73748	
	95% de intervalo de confianza para la media	475.2302			
	Límite inferior				
	Límite superior	481.5765			
	Media recortada al 5%				
	Mediana	478.7800			
	Varianza	1.632			
	Desviación estándar	1.27735			
	Mínimo	476.98			
	Máximo	479.45			
	Rango	2.47			
	Rango intercuartil				
	Asimetría	-1.212	1.225		
	Curtosis				

Estadísticos Descriptivos del Mortero Experimenta 15% a 3, 7 y 28 Días de Curado.

			Descriptivos			
MORTEROS DE CONCRETO			Estadístico	Error estándar		
<b>RESISTENCIA A LA COMPESIÓN DEL MORTERO EXPERIMENTAL 15%</b>	<b>3 DIAS</b>	Media		203.0000	1.37117	
		95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	197.1003		
			Límite superior	208.8997		
		Media recortada al 5%				
		Mediana		204.1400		
		Varianza		5.640		
		Desviación estándar		2.37493		
		Mínimo		200.27		
		Máximo		204.59		
		Rango		4.32		
		Rango intercuartil				
		Asimetría		-1.662		1.225
		Curtosis				
		<b>7 DIAS</b>	Media		297.1567	2.15445
	95% de intervalo de confianza para la media		Límite inferior	287.8868		
			Límite superior	306.4265		
	Media recortada al 5%					
	Mediana			297.0300		
	Varianza			13.925		
	Desviación estándar			3.73161		
Mínimo			293.49			
Máximo			300.95			
Rango			7.46			
Rango intercuartil						
Asimetría		.153	1.225			
Curtosis						
	<b>28 DIAS</b>	Media		353.2700	4.87939	
95% de intervalo de confianza para la media		Límite inferior	332.2757			
		Límite superior	374.2643			
Media recortada al 5%						
Mediana			350.0400			
Varianza			71.425			
Desviación estándar			8.45135			
Mínimo			346.91			
Máximo			362.86			
Rango			15.95			
Rango intercuartil						
Asimetría			1.469	1.225		
Curtosis						

Estadísticos Descriptivos del Mortero Experimenta 25% a 3, 7 y 28 Días de Curado.

		<b>Descriptivos</b>				
<b>MORTEROS DE CONCRETO</b>				<b>Estadístico</b>	<b>Error estándar</b>	
<b>RESISTENCIA A LA COMPESIÓN DEL MORTERO EXPERIMENTAL 25%</b>	<b>3 DIAS</b>	Media		175.0100	.71014	
		95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior Límite superior	171.9545 178.0655		
		Media recortada al 5%				
		Mediana		175.0100		
		Varianza		1.513		
		Desviación estándar		1.23000		
		Mínimo		173.78		
		Máximo		176.24		
		Rango		2.46		
		Rango intercuartil				
		Asimetría		.000	1.225	
		Curtosis				
		<b>7 DIAS</b>	Media		215.1767	1.06340
			95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior Límite superior	210.6012 219.7521	
			Media recortada al 5%			
	Mediana			214.8500		
	Varianza			3.392		
	Desviación estándar			1.84186		
	Mínimo			213.52		
	Máximo			217.16		
	Rango			3.64		
	Rango intercuartil					
	Asimetría			.773	1.225	
	Curtosis					
	<b>28 DIAS</b>		Media		257.4033	2.41074
			95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior Límite superior	247.0307 267.7759	
			Media recortada al 5%			
		Mediana		256.2300		
		Varianza		17.435		
		Desviación estándar		4.17553		
		Mínimo		253.94		
		Máximo		262.04		
		Rango		8.10		
Rango intercuartil						
Asimetría			1.165	1.225		
Curtosis						

Resumen de procesamiento de casos de Mortero Patrón y Experimental 15%

Resumen de procesamiento de casos							
MORTEROS DE CONCRETO		Válido		Casos Perdidos		Total	
		N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
MORTERO PATRON	28 DIAS	3	100.0%	0	0.0%	3	100.0%
MORTERO EXPERIMENTAL	28 DIAS	3	100.0%	0	0.0%	3	100.0%

Prueba de Homogeneidad de Varianzas de Mortero Patrón y Experimental 15%

Prueba de Homogeneidad de Varianzas				
	Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
MORTERO PATRON	2.867	2	6	.134
EXPERIMENTAL 15%	3.607	2	6	.094

Anova Mortero Patrón y Experimental 15%

ANOVA						
		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
MORTERO PATRON	Entre grupos	55840.872	2	27920.436	5288.841	.000
	Dentro de grupos	31.675	6	5.279		
	Total	55872.546	8			
EXPERIMENTAL 15%	Entre grupos	34595.257	2	17297.628	570.311	.000
	Dentro de grupos	181.981	6	30.330		
	Total	34777.238	8			

Comparación de Estadísticos Descriptivos del Mortero Patrón y el Mortero Experimental 15% a 28 Días de Curado.

		<b>Descriptivos</b>				
<b>MORTEROS DE CONCRETO</b>				<b>Estadístico</b>	<b>Error estándar</b>	
<b>RESISTENCIA A LA COMPESIÓN DEL MORTERO PATRON Y EXPERIMENTAL 15% A 28 DIAS DE CURADO</b>	<b>PATRON</b>	Media		478.4033	.73748	
		95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	475.2302		
			Límite superior	481.5765		
		Media recortada al 5%				
		Mediana		478.7800		
		Varianza		1.632		
		Desviación estándar		1.27735		
		Mínimo		476.98		
		Máximo		479.45		
		Rango		2.47		
		Rango intercuartil				
		Asimetría		-1.212	1.225	
		Curtosis				
	<b>EXPERIMENTAL 15%</b>		Media		353.2700	4.87939
		95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	332.2757		
		Límite superior	374.2643			
	Media recortada al 5%					
	Mediana		350.0400			
	Varianza		71.425			
	Desviación estándar		8.45135			
	Mínimo		346.91			
	Máximo		362.86			
	Rango		15.95			
	Rango intercuartil					
	Asimetría		1.469	1.225		
	Curtosis					

Resumen de procesamiento de casos de Mortero Patrón y Experimental 25%

Resumen de Procesamiento de Casos							
MORTEROS DE CONCRETO		Casos					
		Válido		Perdidos		Total	
		N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
MORTERO PATRON	28 DIAS	3	100.0%	0	0.0%	3	100.0%
MORTERO EXPERIMENTAL 25%	28 DIAS	3	100.0%	0	0.0%	3	100.0%

Prueba de Homogeneidad de Varianzas de Mortero Patrón y Experimental 25%

Prueba de Homogeneidad de Varianzas				
	Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
MORTERO PATRON	2.867	2	6	.134
EXPERIMENTAL 25%	2.926	2	6	.130

Anova Mortero Patrón y Experimental 15%

ANOVA						
		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
MORTERO PATRON	Entre grupos	55840.872	2	27920.436	5288.841	.000
	Dentro de grupos	31.675	6	5.279		
	Total	55872.546	8			
EXPERIMENTAL 25%	Entre grupos	10185.114	2	5092.557	683.859	.000
	Dentro de grupos	44.681	6	7.447		
	Total	10229.795	8			

Comparación de Estadísticos Descriptivos del Mortero Patrón y el Mortero Experimental 25% a 28 Días de Curado.

		<b>Descriptivos</b>				
<b>MORTEROS DE CONCRETO</b>				<b>Estadístico</b>	<b>Error estándar</b>	
<b>RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL MORTERO PATRON Y EXPERIMENTAL 25% A 28 DIAS DE CURADO</b>	<b>PATRON</b>	Media		478.4033	.73748	
		95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	475.2302		
			Límite superior	481.5765		
		Media recortada al 5%				
		Mediana		478.7800		
		Varianza		1.632		
		Desviación estándar		1.27735		
		Mínimo		476.98		
		Máximo		479.45		
		Rango		2.47		
		Rango intercuartil				
		Asimetría		-1.212	1.225	
		Curtosis				
	<b>EXPERIMENTAL 25%</b>		Media		257.4033	2.41074
		95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	247.0307		
			Límite superior	267.7759		
		Media recortada al 5%				
	Mediana		256.2300			
	Varianza		17.435			
	Desviación estándar		4.17553			
	Mínimo		253.94			
	Máximo		262.04			
	Rango		8.10			
	Rango intercuartil					
	Asimetría		1.165	1.225		
	Curtosis					

FUENTE: Elaboración Propia Usando SPSS V.23

**ENSAYOS DEL AGREGADO  
FINO**



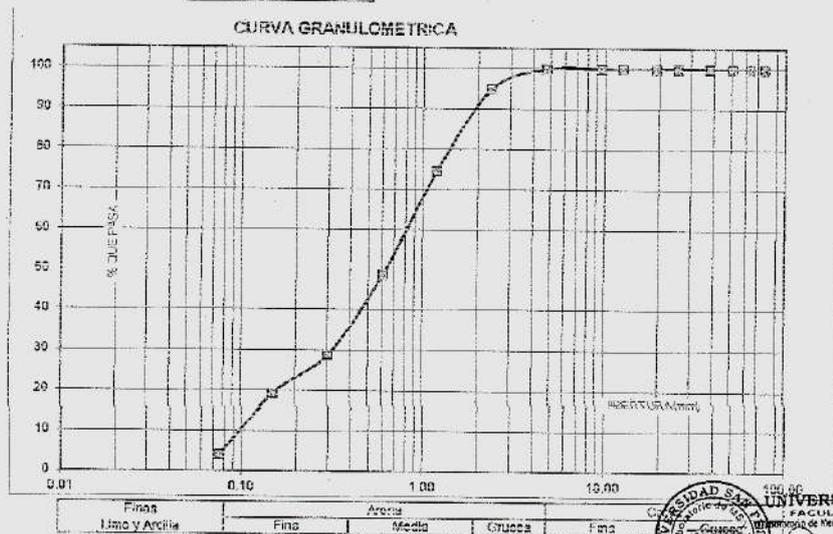
**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO AGREGADO FINO**  
(ASTM C 136-06)

SOLICITA : BACHZAVALETA SEIVA MARLON ANDRES  
 TESIS : RESISTENCIA A LA COMPRESION Y CONDUCTIVIDAD TERMICA EN MORTERO CON SUSTITUCION  
 DEL AGREGADO FINO EN 15% Y 25% POR CORCHO RECICLADO  
 LUGAR : CHIMBOTE - PROVINCIA DEL CANA - ANCASH  
 CANTERA : MESIQUE  
 MATERIAL : ARENA GRUESA  
 FECHA : 17/07/2018

TAMIZ	Abert.(mm)	Peso retenido (gr.)	% ret. Parcial (%)	% ret. Acumul. (%)	% Que pasa (gr.)
N° 3"	75.25	0.0	0.0	0.0	100.0
2 3/4"	63.50	0.0	0.0	0.0	100.0
2"	50.80	0.0	0.0	0.0	100.0
1 1/2"	38.10	0.0	0.0	0.0	100.0
1"	25.40	0.0	0.0	0.0	100.0
3/4"	19.10	0.0	0.0	0.0	100.0
1/2"	12.50	0.0	0.0	0.0	100.0
3/8"	9.52	0.0	0.0	0.0	100.0
N° 4	4.75	0.0	0.0	0.0	100.0
N° 6	2.36	23.50	5.1	5.1	94.9
N° 15	1.18	101.60	25.5	25.6	74.4
N° 30	0.60	127.50	25.7	51.3	48.7
N° 60	0.30	99.20	19.8	71.1	28.9
N° 100	0.15	48.25	9.7	80.8	19.2
N° 200	0.075	75.00	15.1	95.9	4.1
PLATO	ASTM C-117-08	30.42	4.1	100.0	0.0
<b>TOTAL</b>		<b>496.8</b>	<b>100.0</b>		

PROPIEDADES FISICAS	
Módulo de Finera	2.34

OBSERVACIONES
La muestra tomada identificada por el análisis.



UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
 FACULTAD DE INGENIERÍA  
 Laboratorio de Mecánica de Suelos y Ensayo de Materiales  
 Ing. Jorge Montañez Reyes  
 JEFE



**UNIVERSIDAD  
SAN PEDRO**

**PROGRAMA DE ESTUDIOS  
DE INGENIERÍA CIVIL**

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE  
SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES**

**PESO UNITARIO DEL AGREGADO FINO**  
(ASTM C29 / C29M - 09)

SOLICITA : BACHIZA PALETA SILVA MARLON ANDRÉS  
 TESIS : RESISTENCIA A LA COMPRESION Y CONDUCTIVIDAD TÉRMICA EN MORTERO CON SUSTITUCION  
 DEL AGREGADO FINO EN 15% Y 25% POR CORKHO RECICLADO  
 LUGAR : CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - ANCASH  
 CATERIA : YESO LUE  
 MATERIAL : ARENA COQUESA  
 FECHA : 17/07/2015

**PESO UNITARIO SUBLTO**

Ensayo N°	01	02	03
Peso de molde + muestra	7810	7740	7740
Peso de molde	3326	3326	3326
Peso de muestra	4484	4414	4414
Volumen de molde	2780	2780	2780
Peso unitario ( Kg/m <sup>3</sup> )	1613	1588	1588
Peso unitario prom. ( Kg/m <sup>3</sup> )		1596	
CORREGIDO POR HUMEDAD		1583	

**PESO UNITARIO COMPACTADO**

Ensayo N°	01	02	03
Peso de molde + muestra	8220	8200	8200
Peso de molde	3326	3326	3326
Peso de muestra	4894	4874	4874
Volumen de molde	2780	2780	2780
Peso unitario ( Kg/m <sup>3</sup> )	1760	1753	1753
Peso unitario prom. ( Kg/m <sup>3</sup> )		1758	
CORREGIDO POR HUMEDAD		1752	



**UNIVERSIDAD SAN PEDRO**  
 FACULTAD DE INGENIERIA  
 Laboratorio de Mecánica de Suelos y Ensayo de Materiales  
 Ing. Jorge Montañez Reyes  
 JEFE

[www.usanpedro.edu.pe](http://www.usanpedro.edu.pe)

Ciudad Universitaria - Urb. Los Pinos Mz. B s/n - Chimbote  
 Telf. (043) 483212 - Celular. 990562762  
 Email: [lmsyem@usanpedro.edu.pe](mailto:lmsyem@usanpedro.edu.pe)



**GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCION AGREGADO FINO**  
(Según norma ASTM C-127)

SOLICITA : BACH.ZAVALETA SILVA MARLON ANDRES  
 TESIS : INFLUENCIA A LA COMPRESION Y CONDUCTIVIDAD TERMICA EN MERITERO CON SUSLIFICACION  
 DEL AGREGADO FINO EN (5% Y 20% POP CORCHO RECICLADO)  
 LUGAR : CHIMBOTE - PROVINCIA DEL GRANCA - ANCAASH  
 CANTERA : VESIQUE  
 MATERIAL : ARENA GRUESA  
 FECHA : 17/07/2018

A	Peso de material saturado superficialmente seco (P <sub>1</sub> )	gr	309.00	350.00
B	Peso de piconada + agua	gr	667.70	667.70
C	Volumen de agua + volumen de vacíos (V <sub>1</sub> +V <sub>2</sub> )	cm <sup>3</sup>	867.70	867.70
D	Peso de piconada + agua + pasta	gr	856.70	856.70
E	Volumen de masa + volumen de vacíos (V <sub>1</sub> +V <sub>2</sub> )	cm <sup>3</sup>	109.00	109.00
F	Peso de material seco en estufa	gr	297.20	297.20
G	Volumen de masa (E-A-F)		106.20	100.20
H	P.e. Bulk (Base Seca)	P/E	2.727	2.727
I	P.e. Bulk (Base Saturada)	A/E	2.752	2.752
J	P.e. Aparato (Base Seca)	P/E	2.708	2.708
K	Absorcion (%) (D-A/F*100)		0.94	0.94

P.e. Bulk (Base Seca) : 2.727  
 P.e. Bulk (Base Saturada) : 2.752  
 P.e. Aparato (Base Seca) : 2.708  
 Absorcion (%) : 0.94



UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
 FACULTAD DE INGENIERIA  
 Laboratorio de Mecánica de Suelos y Ensayo de Materiales  
 Ing. Jorge Montañez Reyes  
 JEFE



**UNIVERSIDAD  
SAN PEDRO**

PROGRAMA DE ESTUDIOS  
DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE MECÁNICA DE  
SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES

**CONTENIDO DE HUMEDAD AGREGADO FINO  
(ASTM D-2216)**

SOLICITA : BACI (ZAVALETA SILVA MARLON ANDRES)  
TESIS : RESISTENCIA A LA COMPRESION Y CONDUCTIVIDAD TERMICA EN MORTERO CON SUSTITUCION  
DEL AGREGADO FINO EN 15% Y 25% POR CORCHO RECICLADO  
LUGAR : CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - ANCASH  
CANTERA : VESICQUE  
MATERIAL : ARENA GRUESA  
FECHA : 17/07/2010

PRUEBA N°	01	02
TARA NF		
TARA + SUELO HUMEDO (gn)	714.1	707.9
TARA + SUELO SECO (gn)	713	706.7
PESO DEL AGUA (gn)	1.2	1.2
PESO DE LA TARA (gn)	201.6	198.1
PESO DEL SUELO SECO (gn)	511.4	508.6
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	0.23	0.22
PROM. CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	0.23	



UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
FACULTAD DE INGENIERIA  
Laboratorio de Mecánica de Suelos y Ensayo de Materiales  
*Jorge Montaña Reyes*  
Ing. Jorge Montaña Reyes  
JEFE

[www.usanpedro.edu.pe](http://www.usanpedro.edu.pe)

Ciudad Universitaria - Urb. Los Pinos Mz. B s/n - Chimbote  
Telf. (043) 483212 - Celular. 990562762  
Email: [Imsym@usanpedro.edu.pe](mailto:Imsym@usanpedro.edu.pe)



**GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCION CORCHO RECICLADO**  
RFF. (Según norma ASTM C-127)

SOLICITA : BACH. ZAVALETA SILVA MARLON ANDRES  
 TESIS : RESISTENCIA A LA COMPRESION Y CONDUCTIVIDAD TERMICA EN MORTERO CON SUSTITUCION  
 DEL AGREGADO FINO EN 15% Y 25% POR CORCHO RECICLADO.  
 LUGAR : CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - ANCASH  
 MATERIAL : CORCHO RECICLADO  
 FECHA : 17/07/2018

A	Peso de material saturado superficialmente seco (aire)	gr.	60.00	60.00
B	Peso de picnómetro + agua	gr.	668.10	668.10
C	Volumen de masa + volumen de vacíos (A+B)	cm <sup>3</sup>	728.10	728.10
D	Peso de picnómetro + agua + material	gr.	657.00	657.00
E	Volumen de masa + volumen de vacíos (C+D)	cm <sup>3</sup>	71.10	71.10
F	Peso de masa seca en estado	gr.	10.05	10.05
G	Volumen de masa (E - (A/F))		27.15	27.15
H	P.e. Bulk (Base Seca)	P/e	0.226	0.226
I	P.e. Bulk (Base Saturada)	P/e	0.844	0.844
J	P.e. Aparente (Base Seca)	P/e	0.591	0.591
K	Absorción (%) ((I-H)/G x 100)		273.83	273.83

P.e. Bulk (Base Seca) : 0.226  
 P.e. Bulk (Base Saturada) : 0.844  
 P.e. Aparente (Base Seca) : 0.591  
 Absorción (%) : 273.83



UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
 FACULTAD DE INGENIERÍA  
 Laboratorio de Mecánica de Suelos y Ensayo de Materiales  
 Ing. Jorge Montañez Reyes  
 JEE

# **ENSAYOS DE FLUIDEZ**



**UNIVERSIDAD  
SAN PEDRO**

PROGRAMA DE ESTUDIOS  
DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE MECÁNICA DE  
SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES

**ENSAYO PARA LA DETERMINACION DE FLUIDEZ DE LAS PASTAS DE  
MORTERO-PATRON  
(MTC E 616-NTP 334.126)**

SOLICITA : BACH. OVALLETA SILVA MARLON ANDRES  
 TESIS : RESISTENCIA A LA COMPRESION Y CONDUCTIVIDAD TERMICA EN MORTERO CON SUSTITUCION  
 DEL AGREGADO FINO EN 15% Y 25% POR CORCHO RECICLADO  
 LUGAR : CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - ANCASH  
 MATERIAL : ARTIMA GRUESA  
 FECHA : 17/07/2018  
 RELACION AVG : 0.955

EXFLUIDEZ	DIAMETRO PROMEDIO	DIAMETRO INICIAL	FLUIDEZ %
12.25	12.37	10.19	21.73
12.32			
12.50			
12.40			

**OBSERVACIÓN** La fluidez se debe encontrar dentro del rango 110.47-5%



UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
FACULTAD DE INGENIERIA  
Laboratorio de Mecánica de Suelos y Ensayo de Materiales  
*Jorge Montañez Reyes*  
Ing. Jorge Montañez Reyes  
JEFE

[www.usanpedro.edu.pe](http://www.usanpedro.edu.pe)

Ciudad Universitaria - Urb. Los Pinos Mz. B s/n - Chimbote  
Teff. (043) 483212 - Celular. 990562762  
Email: [imsyem@usanpedro.edu.pe](mailto:imsyem@usanpedro.edu.pe)



**UNIVERSIDAD  
SAN PEDRO**

PROGRAMA DE ESTUDIOS  
DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE MECÁNICA DE  
SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES

**ENSAYO PARA LA DETERMINACION DE FLUIDEZ DE LAS PASTAS DE  
MORTERO - EXP. 15%  
(MTC E 616-NTP 334.126)**

SOLICITA : BACH. ZAVALETA SILVA MARLON ANDRES  
TESIS : RESISTENCIA A LA COMPRESION Y CONDUCTIVIDAD TERMICA EN MORTERO CON SUSTITUCION  
DEL AGREGADO FINO EN 15% Y 35% POR COQRCHO RECICLADO  
LUGAR : CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - ANCASH  
MATERIAL : ARENA GRUESA  
FECHA : 17/07/2018  
RELACION A.C. : 8409

DI. FLUIDEZ)	DIAMETRO PROMEDIO	DIAMETRO INICIAL	FLUIDEZ %
12.28	12.30	10.10	21.09
12.30			
12.21			
12.33			

OBSERVACION La fluidez se debe encontrar dentro del rango 110 +/-5%



UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
FACULTAD DE INGENIERIA  
Laboratorio de Mecánica de Suelos y Ensayo de Materiales  
*Jorge Montuñez Reyes*  
Ing. Jorge Montuñez Reyes  
JEFE

[www.usanpedro.edu.pe](http://www.usanpedro.edu.pe)

Ciudad Universitaria - Urb. Los Pinos Mz. B s/n - Chimbote  
Telf. (043) 483212 - Celular. 990562762  
Email: [imsyem@usanpedro.edu.pe](mailto:imsyem@usanpedro.edu.pe)



**UNIVERSIDAD  
SAN PEDRO**

PROGRAMA DE ESTUDIOS  
DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE MECÁNICA DE  
SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES

**ENSAYO PARA LA DETERMINACION DE FLUIDEZ DE LAS PASTAS DE  
MORTERO - EXP. 25%  
(MTC E 816-NTP 334.126)**

SOLICITA : BACHZAVALETA SILVA MARLON ANDRES  
TESIS : RESISTENCIA A LA COMPRESION Y CONDUCTIVIDAD TÉRMICA EN MORTERO CON SUSTITUCION  
DEL AGREGADO FINO EN 15% Y 25% POR CORKO REICLADO  
LUGAR : CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - ANCASH  
MATERIAL : AVENA GRUESA  
FECHA : 17/07/2016  
RELACION A/C : 0000

D(FLUIDEZ)	DIÁMETRO PROMEDIO	DIÁMETRO INICIAL	FLUIDEZ %
12.43	12.31	10.19	23.11
12.22			
12.23			
12.34			

**Observación** La fluidez se debe encontrar dentro del rango 110 +/-5%



**UNIVERSIDAD SAN PEDRO**  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES  
*Jorge Montañez Rey*  
**Ing. Jorge Montañez Rey**  
JEFE

[www.usanpedro.edu.pe](http://www.usanpedro.edu.pe)

Ciudad Universitaria - Urb. Los Pinos Mz. B s/n - Chimbote  
Telf. (043) 483212 - Celular. 990562762  
Email: [imsyem@usanpedro.edu.pe](mailto:imsyem@usanpedro.edu.pe)

**ENSAYOS DE RESISTENCIA  
A LA COMPRESIÓN DE  
MORTEROS**



**ENSAYO A LA COMPRESION DE CUBOS 5.08 cm**  
(ASTM C 109)

SOLICITA : RAGHZAVALTA SILVA MARLON ANDRES  
 TESTE : RESISTENCIA A LA COMPRESION Y CONDUCTIVIDAD TERMICA EN MORTERO CON SUSTITUCION  
 DEL AGREGADO FINO EN 15% Y 25% POR CORCHO RECICLADO  
 LUGAR : CHIMBOTE SANTA - ANCASH  
 FECHA : 11/09/2018

N°	ELEMENTO	FECHA DE ROTURA	Peso Muestra (gr)	Densidad (kg/cm <sup>3</sup> )	Longitud (a) (cm)	Longitud (b) (cm)	Longitud (c) (cm)	Area (a*b) (cm <sup>2</sup> )	Carga Máxima (kg)	Resistencia R <sub>c</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )
01	PATRON 3 DIAS	11/05/2018	294.8	2.354	5.00	5.01	5.00	25.05	7170.00	286.23
02	PATRON 3 DIAS	11/05/2018	295.8	2.367	4.99	5.01	5.01	25.00	7130.00	285.20
03	PATRON 3 DIAS	11/05/2018	294.0	2.349	5.00	5.01	5.01	25.05	7180.00	286.63
04	PATRON 7 DIAS	18/05/2018	291.5	2.318	5.02	5.01	5.00	25.15	9280.00	368.98
05	PATRON 7 DIAS	18/05/2018	290.7	2.307	5.01	5.03	5.00	25.20	9410.00	373.41
06	PATRON 7 DIAS	18/05/2018	291.1	2.326	5.00	5.01	5.00	25.05	9170.00	366.67
07	PATRON 28 DIAS	8/06/2018	292.9	2.311	5.06	5.00	5.01	25.30	12130.00	479.45
08	PATRON 28 DIAS	6/06/2018	293.8	2.298	5.06	5.04	5.04	25.50	12210.00	478.76
09	PATRON 28 DIAS	6/06/2018	283.2	2.327	5.04	5.00	5.00	25.20	12020.00	476.98



UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
 FACULTAD DE INGENIERIA  
 Laboratorio de Mecánica de Suelos y Ensayo de Materiales  
 Ing. Jorge Montañez Reyes  
 JEFE



**ENSAYO A LA COMPRESION DE CUBOS 5.08 cm- EXPERIMENTAL 15%**  
(ASTM C 109)

SOLICITA : BACHZAVALETA SILVA MARLON ANDRES  
 TESIS : RESISTENCIA A LA COMPRESION Y CONDUCTIVIDAD TERMICA EN MORTERO CON SUSTITUCION  
 DEL AGREGADO FINO EN 15% Y 25% POR CORCHO RECICLADO  
 LUGAR : CHIMBOTE-SANTA - ANCASH  
 FECHA : 11/08/2018

Nº	TESTIGO ELEMENTICO	FECHA DE ROTURA	Fosc Muestras (n)	Densidad (gr/cm <sup>3</sup> )	Longitud	Longitud	Longitud	Area (u <sup>2</sup> )	Carga Maxima (kg)	Resistencia fc (kg/cm <sup>2</sup> )
					(a) (cm)	(b) (cm)	(c) (cm)			
01	EXPERIMENTAL 15% 3 DIAS	11/05/2018	384.4	2.119	5.08	5.09	5.19	25.96	5290.00	204.39
02	EXPERIMENTAL 15% 3 DIAS	11/05/2018	394.9	2.094	5.12	5.12	5.19	26.21	5250.00	200.27
03	EXPERIMENTAL 15% 3 DIAS	11/05/2018	265.0	2.110	5.19	5.11	5.20	36.06	3320.00	204.14
04	EXPERIMENTAL 15% 7 DIAS	18/05/2018	285.2	2.100	5.13	5.13	5.16	26.32	7950.00	300.95
05	EXPERIMENTAL 15% 7 DIAS	18/05/2018	285.1	2.170	5.04	5.05	5.14	25.45	7470.00	293.48
06	EXPERIMENTAL 15% 7 DIAS	18/05/2018	294.7	2.108	5.05	5.05	5.04	25.55	7190.00	281.03
07	EXPERIMENTAL 15% 28 DIAS	8/08/2018	289.8	2.075	5.16	5.17	5.18	36.68	6690.00	362.86
08	EXPERIMENTAL 15% 28 DIAS	8/08/2018	290.7	2.193	5.13	5.14	5.17	26.37	9230.00	350.04
09	EXPERIMENTAL 15% 28 DIAS	08/08/2018	287.1	2.217	5.01	5.00	5.17	25.05	8690.00	345.91



UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
 FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL  
 Laboratorio de Mecánica de Suelos y Ensayo de Materiales  
 Ing. Jorge Montañez Rojas  
 JEFE



**ENSAYO A LA COMPRESION DE CUBOS 5.08 cm-EXPERIMENTAL 25%  
(ASTM C 109)**

SOLICITA : BACHZAVALETA SILVA MARLON ANDRES  
 TESIS : RESISTENCIA A LA COMPRESION Y CONDUCTIVIDAD TERMICA EN MORTERO CON SUSTITUCION  
 DEL AGREGADO FINO EN 15% Y 25% POR CORCHO REICLADO  
 LUGAR : CHIMBOTE-SANTA - ANCASH  
 FECHA : 11/09/2018

N°	TESTIGO EJEMPLO	FECHA DE ROTURA	Peso	Densidad	Longitud	Longitud	Longitud	Area	Carga	Resistencia
			Muestra (g)	(g/cm <sup>3</sup> )	(a) (cm)	(b) (cm)	(c) (cm)	(a <sup>2</sup> ) (cm <sup>2</sup> )	Maxima (kg)	fc (kg/cm <sup>2</sup> )
01	EXPERIMENTAL 25% 3 DIAS	11/06/2018	281.9	2.090	5.09	5.11	5.21	26.01	4520.00	173.78
02	EXPERIMENTAL 25% 3 DIAS	11/06/2018	282.9	2.067	5.10	5.14	5.22	26.21	4620.00	176.24
02	EXPERIMENTAL 25% 3 DIAS	11/06/2018	282.6	2.069	5.11	5.11	5.23	26.11	4570.00	175.01
04	EXPERIMENTAL 25% 7 DIAS	16/06/2018	282.2	2.150	5.02	5.01	5.23	25.15	5370.00	213.52
03	EXPERIMENTAL 25% 7 DIAS	16/06/2018	283.3	2.116	5.05	5.06	5.21	25.15	5490.00	214.85
06	EXPERIMENTAL 25% 7 DIAS	19/06/2018	284.4	2.121	5.05	5.06	5.23	25.60	5560.00	217.16
07	EXPERIMENTAL 25% 28 DIAS	5/08/2018	280.5	2.088	5.12	5.13	5.23	26.27	6070.00	231.94
08	EXPERIMENTAL 25% 28 DIAS	6/08/2018	286.2	2.050	5.15	5.15	5.24	26.32	6930.00	262.04
09	EXPERIMENTAL 25% 28 DIAS	8/08/2018	286	2.078	5.12	5.13	5.24	26.27	6730.00	256.23

UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
 FACULTAD DE INGENIERIA  
 Laboratorio de Mecánica de Suelos y Ensayo de Materiales  
 Ing. Jorge Montañez Reyes  
 JEFE

**ENSAYOS DE  
CONDUCTIVIDAD  
TÉRMICA**



**USP**  
UNIVERSIDAD SAN PEDRO

FACULTAD DE INGENIERÍA  
Escuela Académico Profesional  
de Ingeniería Civil

*"Año del Diálogo y la Reconciliación Nacional"*

*Chimbote, 06 de Agosto del 2018*

Señor:

*Ing. José Carlos Díaz Rosado  
Facultad de Ciencias  
Universidad Nacional de Ingeniería  
Presente.-*

*Asunto: Solicito apoyo para el desarrollo de ensayo de conductividad térmica*

*Tengo a bien dirigirme a usted para saludarlo cordialmente, y al mismo tiempo solicitar apoyo para el ensayo de conductividad térmica, para el tema de tesis: "RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y CONDUCTIVIDAD TÉRMICA EN MORTERO CON SUSTITUCIÓN DEL AGREGADO FINO EN 15% Y 25% POR CORCHO RECICLADO", ha elaborarse por el alumno de la Escuela de Ingeniería Civil: Bach. Zavaleto Silva Murlon Andrés, DNI 43148648.*

*Agradeciéndole anticipadamente por su valioso apoyo en la formación de nuestras futuras profesionales, aprovecho la oportunidad para testimoniarle mi consideración y estima.*

*Atentamente,*



UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
CHIMBOTE  
*R. Castañeda*  
Dr. Rogelio Castañeda Gamboa  
DIRECTOR  
Escuela Profesional de Ingeniería Civil

*Ensayo realizado  
Dr. José Carlos DÍAZ ROSADO  
09/08/18.*

## LABORATORIO DE INVESTIGACION Y CIENCIAS (UNI)

**SOLICITANTE** : ZAVALETA SILVA MARLON ANDRES  
**DNI** : 43148648  
**UNIVERSIDAD** : SAN PEDRO -CHIMBOTE  
**INVESTIGACION** : "RESISTENCIA A LA COMPRESION Y CONDUCTIVIDAD TERMICA DE UN MORTERO SUSTITUYENDO AL AGREGADO FINO EN 15 % Y 25% POR CORCHO RECICLADO"  
**ESPECIMEN** : CUBO DE MORTERO MOLDEADO  
**DIMENSIONES** : 50 mm x 50 mm x 50 mm  
**NORMA** : EL equipo trabaja bajo la norma ASTM D7984

### PARAMETROS DEL EQUIPO:

El sistema TCI mide la conductividad térmica ( $k$ , [W/mK]) y la efusividad de los materiales de forma directa. El equipo Utiliza un sensor de reflectancia del calor de un solo lado, interfacial, que aplica una fuente de calor constante y momentánea a la muestra.

El sistema se compone de un sensor, la electrónica de control y el software de computadora.

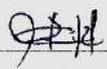
### RESULTADOS:

MUESTRA	k (W/mK) 1	k (W/mK) 2	k (W/mK) 3	PROMEDIO k (W/mK)
PATRON	1.116	1.258	1.277	1.217
EXP. 15%	0.820	0.747	0.809	0.792
EXP. 25%	0.692	0.682	0.622	0.665

**JEFE DE LABORATORIO:** Ing. José Carlos Díaz Rosado



Figura 1: Equipo Thermal Conductivity Instrument, usado para los ensayos.

  
Dr. José Carlos Díaz Rosado  
Lima 09 de agosto del 2018