

UNIVERSIDAD DE SAN PEDRO

FACULTAD DE INGENIERÍA

PROGRAMA DE ESTUDIOS DE INGENIERIA CIVIL



**Resistencia a la compresión y permeabilidad del
mortero con cemento sustituido al 3% y 5% por ceniza
de lodo de papel en Chimbote 2022 .**

Tesis para obtener el título profesional de Ingeniero Civil

Autor:

Palacios Arellano Jano Luber

Asesor:

Castañeda Gamboa Rogelio Fermín

Código ORCID: 0000-0002-6961-7418

Chimbote – Perú

2022

TITULO :

**Resistencia a la compresión y permeabilidad del mortero
con cemento sustituido al 3% y 5% por ceniza de lodo de
papel en Chimbote 2022**

PALABRAS CLAVES

TEMA	MORTERO
ESPECIALIDAD	TECNOLOGIA DE MATERIALES

KEYWORDS:

TOPIC	MORTAR
SPECIALIZATION	MATERIALS TECHNOLOGY

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN :

PROGRAMA	Ingeniería Civil
Línea de Investigación	Construcción y Gestión de la construcción
Área	Ingeniería, Tecnología
Sub área	Ingeniería Civil
Disciplina	Ingeniería Civil
Campo de Investigación	Material de la Construcción Tecnología de la construcción y Procesos Constructivos

RESUMEN

Se realizó un croquis de sujeción de estudio en la localidad de Chimbote para estudiar y evaluar la resistencia a la presión y la permeabilidad del mortero cumpliendo con las propiedades de resistencia especificadas en la cinta de ensayo del material. Para los casilleros de cemento, parte del 3% y 5% se reemplazan con cenizas a base de papel.

El proyecto fue una averiguación aplicada y explicativa, de ajuste cuantitativo y de esquema empírico. El ribete consistirá de 27 morteros: 9 morteros para 0%, 9 morteros para 3% y 9 morteros para 5% de reclutamiento del cemento por ceniza de insulto de papel. Las técnicas utilizadas son definiciones, y las herramientas de listas de datos incluyen fichas técnicas de farmacia y monografías de materiales sobre Determinación de la mecánica desolada y del suelo. Los datos se procesan con los programas Excel y SPSS. Los análisis se realizan utilizando escenarios, gráficos, porcentajes, medias, varianzas, factores de confusión y confirmación de hipótesis ANOVA., en cuanto la permeabilidad la vislumbre real de 3% de ceniza de ofensa de papel es más impermeable en representación a la señal prototipo.

Los resultados promedio de las pruebas de resistencia a la compresión después de 3, 7 y 28 días de curado en base a mortero estándar fueron 279,82 kg/cm², 329,18 kg/cm².y Fue de 372,04 kg/cm². % y 5% de sustitución, después de 3, 7 y 28 días los resultados fueron 305,16 kg/cm², 341,6 kg/cm² y 385,23 kg/cm², 25,34% después de 3 días, 25,34% después de 7 días y 12,42% después de 28 días Aumento. 13,19% Basado en mortero estándar.

ABSTRACT

This research project was conducted in the town of Chimbote to investigate and evaluate the compressive strength and permeability of mortars that meet the resistance properties specified in the Materials Testing Manual. Cement is partially replaced by 3% and 5% by weight paper sludge ash.

This project was applied to explanatory studies using quantitative approaches and design of experiments. The sample consists of 27 mortars. 0% is 9 mortars, 3% is 9 mortars, 5% is 9 mortars. The technology used is observation and data registration tools, including observation guidelines and data tables from the Institute of Soil Mechanics and Materials. Use Excel and SPSS programs for data processing. Analysis became achieved the usage of tables, graphs, percentages, means, variances, coefficients of variation, and ANOVA speculation testing.

The average results obtained by compressive strength tests after 3, 7 and 28 days of curing in relation to the standard mortar were 279.82 kg/cm², 329.18 kg/cm² and It was 372.04 kg/cm². % and 5% substitution, after 3, 7, and 28 days the results were 305.16 kg/cm², 341.6 kg/cm², and 385.23 kg/cm², 25.34% after 3 days, 12.42% after 7 days, and 13.19% after 28 days. Increased. % Based on standard mortar.

Índice

Titulo.....	ii
Palabras Claves.....	iii
Resumen.....	iv
Abstract.....	v
Índice.....	vi
Introducción.....	1
Metodología.....	24
Resultados.....	28
Análisis y discusión.....	38
Conclusión.....	40
Recomendaciones.....	41
Referencias bibliográficas.....	42
Anexos.....	43

Índice de Tablas

Tabla 1. Componentes químicos del cemento Pacasmayo Tipo I	11
Tabla 2. Requisitos de la gradación.....	13
Tabla 3. Requisitos para agua de mezcla.....	14
Tabla 4. Tolerancias de los ensayos de compresión de los morteros.....	17
Tabla 5. Composición de lodo de partida.....	21
Tabla 6. Composición química de la ceniza de lodo de papel.....	22
Tabla 7. Óxidos principales de la ceniza de lodo de papel en comparación con el cemento Portland.....	29
Tabla 8. pH de los componentes activos de la pasta.....	29
Tabla 9. Ensayo de permeabilidad de los morteros patrón a los 28 días.....	32
Tabla 10. Ensayo de permeabilidad de los morteros experimental 3% a los 28 días.....	32
Tabla 11. Ensayo de permeabilidad de los morteros experimental 3% a los 28 días.....	32
Tabla 12. Ensayo de resistencia a la compresión de los morteros patrón a los 3,7 y 28 días	33
Tabla 13. Ensayo de resistencia a la compresión de los morteros experimental 3% a los 3,7y28.....	34
Tabla 14. Ensayo de resistencia a la compresión de los morteros experimental 5% a los 3,7 y 28 días.....	35

Índice de Figuras

Figura 1. Dimensiones de un cubo.....	15
Figura 2. micrografía: reacción de hidratación del cemento	20
Figura 03. Aspecto secado de lodos de papel.....	21
Figura 4. Curva de pérdida de masa de la ceniza de lodo de papel.....	28
Figura 5. Curva calorimétrica de la ceniza de lodo de papel.....	28
Figura 6: Promedio de resistencia a la compresión del mortero patrón.....	36
Figura 7: Promedio de resistencia a la compresión del mortero experimental 3%...36	
Figura 8 : Promedio de resistencia a la compresión del mortero experimental 5%...37	
Figura 9 : Promedio de resistencia a la compresión del mortero patrón vs experimental.....	38
Figura 10. Agregados previamente pasados por los tamices de selección.....	44
Figura 11. Preparación de los agregados.....	44
Figura 12. Se coloca los agregados a la mezcladora.....	45
Figura 13. Se realiza el mezclado según la norma.....	45
Figura 14 .Se invierte en el molde de la mesa de flujo.....	46
Figura 15.Se procede a realizar levemente el ensayo en la mesa de flujo.....	46
Figura 16. Se retira el molde para evaluar la muestra.....	47
Figura 17. Medición de la muestra con el vernier.....	47
Figura 18. Se procede a vaciar la muestra en los moldes de mortero.....	48
Figura 19.Se vacía la muestra según la norma del ensayo.....	48
Figura 20.Se aplica presión para una mejor dosificación.....	49
Figura 21.Vista panorámica del ensayo del mortero.....	49
Figura 22.Desencofrado de los morteros realizados.....	50
Figura 23 .Prueba de ensayo en el de compresión	50

INTRODUCCIÓN

Se seleccionaron los estudios más relevantes para este estudio debido al contexto en el que se encontraron. De los antecedentes nacionales seleccionamos los estudios de grado de ingeniería civil “Resistencia de vigas con cemento sustituido en un 8% y en un 10% por una combinación de lodos de papel y cenizas de pizarra”. [7], de la Universidad de San Pedro de Chimbote. Su prioridad fue obtener la resistencia a la flexión $f_c=210$ kg/cm² de una viga de hormigón reemplazando el 8% y el 10% del cemento con una mezcla de ceniza de lodo de papel y pizarra. La metodología utilizada fue experimental ya que consistió en reemplazar el cemento por 8% y 10% para evaluar la resistencia a la flexión.

La población que obtuvieron los investigadores fue un panel de vigas que contenía 27 muestras de vigas trabajadas para la resistencia a la flexión, y las herramientas utilizadas recopilaron datos de las pruebas de resistencia a la flexión enviadas durante los días 7, 14 y 28. Fue una guía de observación para recopilar. Lo fundamental es hallar el resultado para las probetas del diseño al 8% (6% lodo de papel calcinado y 2% harina de pizarra) fueron de 6,44% de mejora en comparación con el hormigón estándar y el diseño al 10% (6% lodo de papel calcinado y 4% harina de pizarra) mejoró en polvo) logró un cambio positivo de 12.6% sobre el concreto estándar. Para finalizar esta mezcla de lodo de papel calcinado y polvo de pizarra puede aumentar la resistencia a la flexión al prolongar el tiempo de curado.

De igual manera, un estudio de Hilario (2018), de la Universidad de San Pedro, Chimbote, Halló la resistencia a la compresión $f_c = 210$ kg de concreto, “reemplazado parcialmente por papel lodos y charolas de abanico”. Publicó un trabajo titulado “ Durabilidad del hormigón”[9]. En comparación con el hormigón convencional, el material cementoso se reemplaza por una mezcla de lodos de papel calcinado y cáscara de abanico molida en porcentajes de 10% y 15%.

Compactación con mortero sobre una población de muestras cilíndricas de concreto, 27 especímenes evaluados a los 7, 14 y 28 días. La técnica utilizada

fue la observación y la herramienta utilizada fue una guía de observación resumida. En base a los resultados obtenidos, el 10% de reposición de cemento (7,5% ceniza de lodo de papel y 2,5% polvo de vieiras) logró $f_c = 236,76$ kg/cm², mientras que el 15% de reposición (10% lodo de papel calcinado y 5% lodo de papel triturado) obtuvo $f_c = 207,31$ kg/cm². Lo cual fue por el concreto normal. Esto es 3.63% más alto que el concreto regular que normalmente es de 3” en comparación con el hormigón sin mezclar. Consistencia en porcentajes más altos.

Estudio de Elias (2018), quien realizó un estudio titulado “Tolerancia de cementos de reemplazo de concreto al 3% y 6% con una combinación de esquisto y ceniza de cascarilla de arroz” publicado por la Universidad San Pedro de Chimbote [10]. Su propósito fue hallar el comportamiento de la resistencia a compresión $f_c=210$ Kg/cm² del concreto cuando se sustituyó el peso de cemento por una mezcla de piedra pizarra y cascarilla de arroz calcinada al 3% y 6%. Este estudio tuvo una metodología de hecho se analizó el calcio de las lutitas como sustituto puzolánico del mortero. Se realizaron pruebas de compresión en concreto estándar con 3% y 6% de reemplazo de cemento después de 7, 14 y 28 días. El principal resultado de la prueba final de compresión a los 28 días fue la sustitución del 3% de cemento (2% shale y 1% cascarilla de arroz calcinada) alcanzando 196,5 kg/cm², una reducción del 7% respecto a la muestra estándar. Se obtuvo una reposición del 6% (2% pizarra y 4% cascarilla de arroz calcinada) de 247,7 kg/cm², un 15% superior al hormigón estándar. En conclusión, concluimos que con más sustitución entre dosis, se logró una mejora significativa en la tolerancia a los 28 días de edad.

De igual forma, se ha revisado un estudio de Israel Jamin Santivañes Tomas (2021), en el cual se calcinación de CCA a temperaturas que oscilaron entre 800 C° y 900 C° durante 7 horas en un horno de cocción de ladrillos. Después de 45 minutos de molienda en bolsa, el CCAB se lavó con agua potable, se molió en bolsa durante 1 hora, se coció en el mismo horno a temperaturas que aumentaron de 859°C a 950°C durante 8 horas y se taponó. Moler durante los últimos 45 minutos. Las muestras incluyen 4 bloques sin adición (grupo de control), 4 bloques con CCAB y 4 bloques con CCA. 12 cuadras en total. Los resultados de la resistencia a la compresión axial muestran que después de 28

días, los bloques de control son un 13,84 % mejores que los bloques de hormigón con CCA y un 10,95 % mejores que los bloques con CCBA. mezcla CCA. Se concluyó que la adición de CCA y CCAB al diseño del bloque de hormigón estructural cumplió con los requisitos del Código Nacional de Construcción E0.70.

Por otro lado, Agustín Junior Aliaga Angulo (2018) tuvo como objetivo encontrar el diseño óptimo de mortero de arena fina con 2% de ceniza de cascarilla de arroz, y encontró que 91.8 kg/cm², 3.1 mm/s y 1.63 son resistencia a la compresión, Absorción inicial, la absorción secundaria y la densidad fueron gr/cm³. Por otro lado, para el mortero elaborado con arena gruesa, el diseño óptimo fue 1% de ceniza de cascarilla de arroz, lo que arrojó resistencia a la compresión, absorción inicial, absorción secundaria y densidad.

En un estudio de Diego Campos, Juan Jonathan (2020) encontró que cuando se reemplazó el cemento por 25% y 35% de ceniza de cascarilla de arroz y polvo de cascarilla en abanico, respectivamente, se prepararon muestras a partir de morteros experimentales y estándar y se curaron durante 3, 7, y 28 días. , que La resistencia media de la muestra después de 28 días de conservación alcanzó los 415,60 kg/cm². Para experimentos realizados al 25% de relación, la resistencia media obtenida después de 28 días de curado fue de 318,47 kg/cm² la cual disminuyó en un 76,63%. Un reemplazo del 35% arrojó una resistencia promedio de 264.09. Una reducción del 63,54% respecto a la muestra. Estos morteros fueron luego probados para conductividad térmica y encontraron que el mortero estándar tenía una resistencia promedio de 1.11 w/k*m con 25% de sustitución una resistencia promedio de 0.63 w/k*m. Reducción del 30,91 %, lo que da como resultado una resistencia media de 0,27 w/k*m al 35 % de sustitución. Reducción del 22,73% a los 28 días de curación. Ambos en comparación con el estándar.

Los antecedentes internacionales seleccionados en la investigación son:

Agudelo y Espinosa (2017) publicaron un estudio para la profesión de ingeniero civil titulado "Análisis de la resistencia a la compresión de las mezclas de concreto con cenizas volantes agregadas"[12]. Fuerza de compresión de las cenizas de una central termoeléctrica en la producción de hormigón en un

momento específico de 72 días. La metodología se aplicó en un diseño experimental donde las muestras fueron 40 cilindros de los cuales 10 fueron de concreto estándar y los 30 restantes contenían 10%, 20%, 25% y 30% de cenizas volantes, se utilizó la técnica de observación en este trabajo. Este instrumento sirve como guía de visualización para registrar información relevante sobre las pruebas de hundimiento y compresión presentadas a los 7, 28, 56 y 72 días de curado. Los resultados muestran que la muestra experimental logró aumentar la resistencia al envejecimiento durante varios días, pero el uso de un mayor porcentaje de cenizas volantes absorbió la mayor parte del agua, lo que redujo la trabajabilidad, por lo que se percibe como una desventaja. Se convierte en el material. Finalmente, los autores señalan que el uso de cenizas volantes es posible siempre que el límite de incorporación en el hormigón esté entre el 2% y el -10%, ya que permite mejorar la resistencia a la compresión. Rattanachu, Karntong, y Tangchirapat (2018) In his research project at King Mongkut's University titled "Effect of bagasse ash and recycled concrete aggregate on hardening properties of high-strength concrete"[13], its general purpose is a hard state property bagasse ash and recycled ant aggregate. The author replaced the cement with bagasse ash at percentages of 20, 35, and 50%, and 100% recycled concrete aggregate, and tested his three cylindrical Hs-C An experimental methodology was applied as samples of specimens were tested. The instrument was a technical data sheet. The main results were that replacing 20% bagasse ash by weight of the cement increased the compressive strength over conventional concrete in 90 days, and at 50% bagasse ash, a reasonable durability over concrete samples was obtained. It was that there was a sexuality.

El propósito de este estudio fue evaluar la factibilidad de utilizar cenizas derivadas de bagazo y agregados reciclados, y se realizaron pruebas con diferentes días de curado. Por lo tanto, el 20 % de ceniza de bagazo en el cemento aumenta la resistencia del concreto con un mayor tiempo de curado y el 50 % aumenta la durabilidad.

PhD dissertation by Bhell, Meghwar, Sohu, Khoso, Kumar, and Hussain (2018), "Experimental study on aggregates for recycled concrete using rice husk ash as a partial cement substitute" [14], Graduated from Mehran University, Pakistan. Their goal was to analyze natural aggregates for replacement of rice husk ash in

cement and recycling of mechanical properties in concrete. The methodology used in this study was experimental and an attempt was made to replace rice husk ash with 10 vol.% of his cement. 135 samples of hardened and prepared concrete were used. The equipment used recorded tensile and compression test data during cure times 7, 14, 21, 28, and 56. The final laboratory results showed good workability of strawberry mortar with 10% rice husk and recycled aggregate, and 6% increase in compressive strength and 4% increase in tensile strength at 56 curing times, indicating that showed that the mechanical properties were improved by Ultimately, the authors concluded that adding more than 10% to the mixture instead of rice husk in cement reduced the compressive strength. En este estudio, las propiedades mecánicas del hormigón se evaluaron reemplazando el cemento con polvo de cáscara de arroz y agregado reciclado, y cuando se reemplazó el cemento de cáscara de arroz en un 10 %, la resistencia a la compresión mejoró hasta en un 6 % después de curar durante 56 días. ash también señala que la sustitución de más del 10% de RHA por cemento tiende a reducir la resistencia a la compresión.

La justificación de la investigación actual en aspectos sociales y de conocimiento.

El propósito de este proyecto de investigación es determinar la resiliencia de morteros alternativos al cemento. El cemento es un material de construcción esencial. Esto potencialmente mejora la calidad de vida de quienes tienen menos recursos económicos con los productos que dispone su economía, y quizás la de mayor sea resiliente.

Un proyecto de investigación actual está examinando propuestas científicas sobre el potencial de durabilidad de los morteros que utilizan cenizas de lodo de papel reemplazadas con un 3% y un 5% de cemento convencional.

La situación problemática actualmente reconocida en la construcción está aumentando en países con alto impacto ambiental. Así como nos esforzamos por no dañar el medio ambiente por cumplir con estas exigencias, pero también por encontrar alternativas a la situación del cemento y su superior resistencia. Durabilidad con productos como el papel marga de la ciudad de Chimbote para el desarrollo poblacional.

Estos materiales reemplazan el 3% y 5% del cemento convencional.

La situación problemática actualmente reconocida en la construcción está aumentando en países con alto impacto ambiental. La población está demandando más empleos con trabajos de calidad en la población en vías de desarrollo. Buena situación de resistencia y durabilidad del cemento con productos como cenizas de lodos de papel de la ciudad de Chimbote para el desarrollo de la población.

Estos materiales reemplazan el 3% y 5% del cemento convencional.

Formulación del problema.

¿de que mejorar la resistencia a la compresión y la permeabilidad del mortero reemplazando la ceniza de lodos de papel con 3% y 5% de cemento en comparación con el mortero convencional?

Mortero

Agreda, L. & Magin, K. (2012) Adición de la máxima cantidad de agua a un mortero elaborado a partir de una mezcla de ligante y árido fino para trabajar la mezcla, la adherencia y el árido sin asegurar la separación.

El mortero es una mezcla de aglutinantes inorgánicos, áridos, agua y posibles aditivos utilizados para unir elementos estructurales como ladrillos, piedras y bloques de hormigón. Además, se utiliza para rellenar los espacios entre bloques y también se utiliza para el revestimiento de paredes.

Agreda, L. & Magin, K. (2012) El Mortero contiene una solución que contiene una mezcla de ligantes y ligantes finos, en la que se agrega más agua para mejorar la eficiencia de la mezcla, la adherencia y el mezclado, sin confirmar la división.

El mortero es una mezcla de aglutinantes inorgánicos, áridos, agua y posibles aditivos utilizados para unir elementos estructurales como ladrillos, piedras y bloques de hormigón. Además, se utiliza para rellenar los espacios entre bloques y también se utiliza para el revestimiento de paredes. El más común es el cemento, que consiste en cemento, agregado fino y agua.

Características del mortero

Agreda, L. & Magín, K. (2012). Las mejores especificaciones se dividen en dos

categorías. en estado fresco y curado, teniendo en cuenta que las propiedades del mortero fresco determinan el comportamiento del mortero curado. La durabilidad está determinada por el estado de curado.

Propiedades de los morteros

Resistencia a la Compresión Mecánica (NTP 334.051): Mida la resistencia a la tracción del mortero de cemento Portland utilizando especímenes cúbicos de 50 mm.

Trabajabilidad: Es Prioritario en la etapa de mantenimiento del mortero en su estado. Dado que las características se determinan en esta etapa, que corresponden a su uso en campo. Esta es una característica que evita la segregación y facilita el preprocesamiento durante la dosificación de la mezcla. Se requiere suficiente plasticidad para permitir que la masa llene fácilmente el molde y cree un molde compacto y denso.

Plasticidad: Es un factor que determina la eficacia del barro. Depende del tamaño del grano de arena y de la consistencia de las partículas finas que contiene. Esto mejora con aditivos plásticos o formadores de aire. En particular, los morteros que usan cal tienen una ductilidad mejorada debido a que algunas partículas finas actúan como lubricantes.

Retención de agua: Esta es una propiedad necesaria para que el mortero permanezca trabajable en contacto con partes absorbentes, evitando la pérdida rápida de agua. Esto puede causar problemas de endurecimiento del cemento y ahogamiento (NTP 334.057).

Separación: Separación de componentes de mortero produce el mortero triturado. Esto se puede evitar agregando agua adicional y usando arena no tan grande.

Adhesión: Propiedad que hace que la superficie del material base sobre el que se aplica el mortero sea resbaladiza. Se mejora aumentando aún más el contenido de cemento y cal y utilizando arcilla pulverizada en la arena.

Contenido de aire: Siempre es peligroso, se manifiesta como un gas contaminante en la misma cantidad que el tamaño de los aglomerados y tanto en sus propiedades. A efectos de cálculo, la cantidad de aire arrastrado naturalmente

por un mortero se estima normalmente en un 3%.

Exudación: El proceso de lixiviación se produce porque el mortero se compone de un determinado peso de sustancia. Por lo tanto, las sustancias más pesadas (sólidos) tienden a asentarse y las sustancias más ligeras, como el agua, a ascender.

Fraguado: El secado se define como el cambio físico de la pasta de blanda a dura. El proceso de secado comienza con el inicio de la parte activa de los productos químicos exotérmicos, que se seca 4-5 horas después de la preparación de le mortero.

Densidad: El peso del Mortero se define como peso unitario. Depende de la gravedad específica y el porcentaje de cada parte del mortero.

Clasificación de los morteros:

Según la norma ASTM C 270, los morteros se clasifican según sus propiedades, pero se especifican solo uno de ellos, no ambos.

Características del mortero tipo "M":

- Mortero con alta resistencia a la compresión
- Excelente durabilidad en comparación con otros morteros.
- Para mampostería sujeta a altas fuerzas de compresión asociadas a heladas, grandes cargas laterales del suelo, fuertes vientos y vibraciones. ▪ Recomendado para uso en estructuras, cimientos, muros de contención, etc. que estén en contacto con el suelo. Propiedades del mortero tipo "S":

-Mejor adherencia que otros morteros.

- Para uso en estructuras sujetas a cargas normales de presión, pero que al mismo tiempo requieran una alta fuerza de adherencia.

- Debe usarse donde el mortero es el único adhesivo a la pared. B. Azulejos de cerámica.

Características del Mortero Tipo "N":

- Mortero de uso general utilizado para estructuras de suelo.

- Apto para contrachapado, paredes interiores y tabiques.
- La mejor combinación de resistencia, trabajabilidad y economía
- Este tipo de mezcla alcanza una resistencia a la compresión de aproximadamente 125 kg/cm². Debe tenerse en cuenta que los factores de procesamiento y albañilería afectan esta resistencia.

Propiedades del mortero tipo "O":

- Mortero de baja resistencia y alto contenido en cal.
- Se utiliza para la construcción de viviendas de una o dos plantas.
 - Debido a su buena trabajabilidad y bajo costo, la albañilería lo prefiere.

Componentes del mortero:

Inicialmente se decía que el mortero era una mezcla de ligante (cemento Portland y/u otro cemento), filler (árido fino o arena), agua y finalmente cal y aditivos. La norma ASTM C-270 especifica las propiedades que deben cumplir estos materiales.

Cemento portland:

El cemento se obtiene cociendo y pulverizando piedra caliza y arcilla, y tiene la propiedad de endurecerse cuando entra en contacto con el agua. La molienda entre estas piedras solía llamarse clinker. El clinker es un producto artificial que se obtiene al cocer una mezcla de polvo de arcilla y piedra caliza en proporciones específicas a altas temperaturas (1400-1450°C) para producir módulos de varios tamaños, generalmente de ¼ de pulgada a 1 pulgada de diámetro, característicamente negros, brillantes, y fríos.

Composición química:

Cada uno de los cuatro compuestos principales contribuye a las propiedades del cemento a medida que pasa de un estado plástico a un estado duro después de la hidratación.

- Silicato Tricálcico (C3S): Determina la fuerza inicial y afecta directamente el calor de hidratación.

- Silicato Dicálcico (C2S): Este compuesto define la durabilidad a largo plazo ya que está menos expuesto al calor de la humedad.
- Aluminio tricálcico (C2S): este compuesto no es cemento por sí solo, pero en combinación con silicatos actúa como catalizador para causar un endurecimiento severo. Por lo tanto, se debe agregar de 3% a 6% de yeso en el proceso. ... controlarlo.
- Ferrita de aluminio Tricalcica (C4AF): hidratación rápida, menor efecto sobre el calor de hidratación.
- Óxido de Magnesio (MgO): Este ingrediente es importante a niveles superiores al 5%. Esto se debe a que causa problemas de hinchazón para las pastas humectantes y endurecidas.
- Pociones y óxidos sólidos (K₂O5NaO): Estos álcalis cobran mayor importancia al entrar en contacto con cierto tipo de áridos, provocando reacciones químicas que conducen a la dilatación de cementos y morteros.
- Óxidos de manganeso y titanio (Mn₂O₃, TiO₂): Los primeros no son particularmente importantes para las propiedades del cemento, excepto por su colocación. Pero por encima del 3% se ha observado que tiende a decolorarse marrón. La tolerancia a largo plazo disminuye cuando los recuentos superan el 5 %.

Tabla 01*Composición Química del Cemento Pacasmayo Tipo I*

Componentes	Cemento Pacasmayo Tipo I
Oxido de Silice: SiO ₂	20.50%
Oxido de Fierro: Fe ₂ O ₃	2.60%
Oxido de Aluminio: Al ₂ O ₃	5.40%
Oxido de Calcio: CaO	63.90%
Oxido de Magnesio: MgO	2.10%
Óxido de Azufre: SO ₃	3.00%
Perdida por Calcinación: P.C	1.93%
Residuo Insoluble: R. I	0.68%
Cal Libre: Cao	1.10%
Álcalis: Na ₂ O	0.61%
Silicato Tricalcico: C ₃ S	54.00%

Agregado fino:

Se define como un conjunto de agregados minerales extraídos o fabricados a partir de rocas ígneas, sedimentarias o metamórficas con dimensiones dentro de los rangos especificados en la NTP 400.011.

Propiedades físicas:

El agregado fino requiere cumplir con ciertas especificaciones en el Código Técnico Peruano NTP. La descripción de estos requisitos, llamados propiedades físicas, permite encontrar las propiedades utilizadas en el cálculo de la mezcla de concreto entrenado. Propiedades físicas definidas:

• **Peso específico (N.T.P 400.022 / A.S.T.M C-128)**

Gravedad específica de masa: La relación entre el peso del aire en una unidad de volumen de agregado vaciado y el peso del aire de la misma densidad en un volumen igual de agua destilada. Se utiliza para diseñar mezclas y determinar el peso y volumen absolutos de sólidos.

- **Peso Unitario (N.T.P 400.0172 / A.S.T.M C-29)**

El peso unitario de un agregado es el peso alcanzado por una unidad de volumen dada, teniendo en cuenta los vacíos en el mismo. Se expresa en kilogramos por metro cúbico. La gravedad real se expresa de dos formas:

Suelto y compacto.

- **Peso único suelto**

La masa unitaria a granel se usa para estimar la cantidad de agregado a comprar cuando se vende por volumen como de costumbre.

• **Peso unitario comprimido**

Los pesos unitarios comprimidos se utilizan en algunos procesos de dosificación de compuestos.

- **Granulometría (N.T.P 400.012 / A.S.T.M C-33)**

Esta propiedad característica del agregado se basa en la densidad de tamaño de sus partículas constituyentes. La importancia de esta propiedad radica en que influye directamente en el comportamiento de los cementos frescos y endurecidos, dependiendo de su distribución granulométrica.

Tabla 02

Requisitos de graduación

Requisitos granulométricos			
Malla ASTM mm		% que pasa	
N°44	8mm	100	
N°8	2.4mm	95 a 100	
N°16	1.2mm	70 a 100	
N°30	0.6mm	45 a 75	
N°50	0.3mm	20 a 40	
N°100	0.15mm	10 a 25	
N°200	0.075mm	0	a 10

Módulo de finura (N.T.P 400.011 / A.S.T.M C-125)

Los valores del módulo para la producción de hormigón deben estar entre 2,30 < m.f. < 3.10.

mf Los tamaños inferiores a 2,30 generalmente se consideran demasiado finos y desfavorables para el concepto, ya que consumen más cemento e impactan en la economía y los cambios volumétricos. Si son superiores a 3,10, se considera que son demasiado espesos e insatisfactorios, ya que producen mezclas gruesas y separables.

- El material pasa a través del tamaño de malla 200

Esta prueba puede determinar el porcentaje de material debajo de la malla 200 adherido a la pared de agregado o el porcentaje de material detectado Como material mezclado con arena fino.

- Contenido de humedad (N.T.P. 400.011/A.S.T.M. C-12)

Este valor indica el porcentaje de agua en el agregado y se obtiene dividiendo el

contenido de humedad de una muestra húmeda secada en un horno a 110°C por el peso del material. Este partido se multiplica por 100.

Agua:

Esto es fundamental en la etapa de preparación del mortero amasado, fraguado y endurecido. El agua mezclada representa del 15% al 20% del volumen del mortero nuevo y forma la cohesivo con el cemento que se une al agregado. Al mismo tiempo, esta agua reacciona e hidrata el cemento, dando como resultado el endurecimiento más ampliamente aceptado Desde el estado plástico inicial pasando por el denominado endurecimiento hasta el desarrollo de la resistencia permanente.

Tanto el agua de mezcla como el agua de curado, tanto fresca como curada, deben estar libres de contaminantes que inhiban o afecten adversamente el curado.

Requisitos para agua de mezcla – NTP 339.088:

Tabla 03

Requisitos para agua de mezcla

Descripción	Limite permisible
Cloruros	300 ppm
Sulfatos	300 ppm
Sales de magnesio	150 ppm
Sales solubles totales	1500 ppm
pH	Mayor de 7
Sólidos en suspensión	1500 ppm
Material Orgánica	10 ppm

Resistencia a la compresión:

La resistencia a la compresión del mortero de cemento Portland se determina en masa, triturando probetas laterales de 50 mm preparadas con un mortero compuesto por 1 parte de cemento y 2,75 partes de arena.

La cantidad de agua para mezclar otro cemento debe ser tal que la fluidez sea 110 ± 5 después de 25 golpes de 15 segundos sobre la mesa de flujo.

Las muestras de laterales de la forma cúbica con un tamaño de 50 mm se forman en dos partes, rodeándolas con un sello. Los cubos se almacenan durante el día y se sumergen en agua de cal hasta que se prueban. Sánchez (2001)

a) Equipo en obra

- Moldes cubicos bronce de 5 cm de lado (5 cm x 5 cm x 5 cm). .
- Barra de presión de madera lisa, de 15 cm de largo, 1,25 cm de ancho y 2,5 cm de ancho.
- Las barras tienen un acabado plano.
- Palas y placas de albañilería para vaciado.
- .-Cinta transparente para dar forma al cubo.

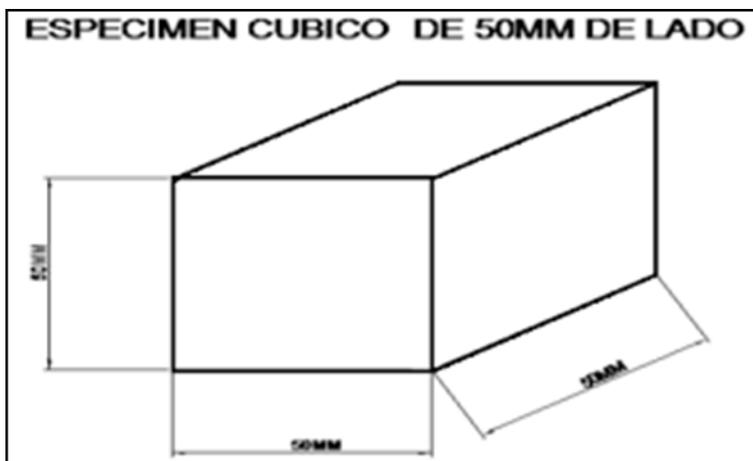


Figura 01. Dimensiones de un cubo

b) Procedimiento para obtener Muestra

1° Vierta el hormigón en la mezcladora el fondo del tanque con una espátula y gire la mezcladora a velocidad media (285 ± 10 rpm) durante 15 segundos. El

mortero adherido a la paleta de amasado se retira al final del proceso de amasado y se coloca en un recipiente.

2° Comportamiento debe iniciarse no antes de los 150 segundos contados desde la finalización de la mezcla inicial de mortero. Una prueba de compresión requiere la creación de al menos tres cubos.

3° El relleno debe comenzar a más tardar 150 segundos después de completar la mezcla de mortero inicial. Una prueba de compresión requiere la creación de al menos tres cubos. En cada movimiento se aplica una capa de mortero de 25 mm y se hinca con 32 impactos de compresor en aproximadamente 10 segundos.

Estos impactos se aplican a la superficie de la muestra en cuatro capas de ocho impactos adyacentes cada una. Cada golpe de etapa debe realizarse en una dirección perpendicular a la anterior. La presión del compresor debe ajustarse para que el comportamiento se llene de manera uniforme.

4. Cada operación debe pasar por cuatro etapas de compresión antes de pasar a la siguiente operación. Cuando se completa la operación anterior con todas las acciones, se rellena con una segunda capa, hundiéndose de la misma forma que la primera.

Durante la compactación de la segunda capa, al final de cada etapa y antes del inicio de la siguiente, el mortero depositado en los bordes se pone en acción con la ayuda de los dedos.

5° La parte superior del cubo debe estar ligeramente más alta que la parte superior del molde. Una vez asentado el mortero en el molde, se debe verter en el comportamiento con una llana. Las superficies del cubo de

6° Las superficies del cubo deben alisarse una vez a lo largo y otra vez a lo largo con el lado plano de la llana. El mortero que sobresale de la parte superior del encofrado se retira con un movimiento de corte a lo largo del encofrado, manteniendo la paleta casi vertical. Sánchez, (2001).

c) Almacenamiento de los cubos

Después de completar el proceso de llenado, la unidad formada por cubos, moldes y placas debe colocarse en una cámara húmeda durante 20-24 horas. Si

el cubo se desmoldó hace 24 horas, se debe colocar en cámara húmeda hasta completar este acabado. Los cubos que no hayan sido probados después de 24 horas deben sumergirse en agua en un tanque de almacenamiento hecho de material no corrosivo. El agua de almacenamiento debe cambiarse con frecuencia para mantenerla limpia. Sánchez, (2001).

d) Determinación de la resistencia a la compresión

Ensayar los especímenes inmediatamente después retire las muestras de la cámara de humedad si se analizan a las 24 horas de edad; de lo contrario, analice las muestras inmediatamente después de retirarlas del agua del depósito.

Todos los cubos deben probarse dentro de las tolerancias que se muestran a continuación.

Tabla 04

Tolerancias de los ensayos de compresión de los morteros.

EDAD DEL CUBO	TOLERANCIA PERMISIBLE
24 Horas	+1/2 horas
3 Días	+ - 1 horas
7 Días	+ - 3 horas
28 Días	+ - 12 horas

Fuente: Tecnología del concreto y del mortero

Si se toman varias muestras de la cámara de humedad al mismo tiempo para la prueba de 24 horas, manténgalas cubiertas con un paño húmedo hasta el momento de la prueba. Si las muestras se toman al mismo tiempo que el agua almacenada, el agua a $23\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1,7\text{ }^{\circ}\text{C}$ debe mantenerse lo suficientemente profunda para sumergir cada muestra hasta el momento de la prueba.

e) Expresión de resultados

Se registrará la carga máxima exhibida por la máquina de ensayo en el momento de la ruptura y se calculará la resistencia a la compresión de la siguiente manera:

$$FM = P/A$$

Dónde:

Fm: Resistencia a la compresión en MPa

P : Carga máxima total en N

A : superficie en mm²

f) Expresión de resultados

- Relación agua/cemento (a/c): Este es el principal factor que afecta la resistencia del mortero. El valor w/c afecta la resistencia a la compresión del concreto aireado y no aireado. En ambos casos, la resistencia disminuye a medida que aumenta el A/C.

- contenido de cemento.

A medida que disminuye la cantidad de cemento, disminuye la resistencia. • El tipo de cemento. La tasa de desarrollo de la resistencia del hormigón difiere según el tipo de cemento.

-Condiciones de curado. La hidratación del cemento solo ocurre en presencia de una cantidad suficiente de agua, por lo que para que el concreto aumente su resistencia con el tiempo, debe retener la humedad durante el período de curado. Sánchez, (2001).

Puzolanas :

Gómez, A. (2009) informó que las puzolanas son materiales de sílice-aluminio que por sí mismos tienen poco o ningún valor de cementación, pero que eventualmente se desintegran en hidróxido de calcio hasta temperatura ambiente en presencia de humedad para formar compuestos que contienen cemento.

Esta definición ha sido objeto de muchas críticas debido a la existencia demostrada de materiales que exhiben un comportamiento claramente puzolánico incluso más allá de los límites presentados aquí. Por lo tanto, esto debe tomarse como un punto de partida aproximado y no como una verdad absoluta.

En general, los materiales puzolanos se caracterizan por un alto contenido de

sílice (SiO₂) y/o alúmina (Al₂O₃) en estado vítreo y por lo tanto de baja cristalinidad. Ocasionalmente, también contiene proporciones variables de minerales inertes como cuarzo, feldespato y magnetita.

Clasificación de Puzolanas:

Las puzolanas tienen diferentes sistemas de clasificación basados en diferentes criterios. El sistema se basa en la composición química, la composición mineral, las propiedades físicas y la reactividad, pero el sistema más utilizado es el que clasifica las puzolanas según su origen natural o artificial. Cumple con NTP 334.104 y ASTM C 618 (Cemento. Aditivos Minerales al Concreto: Puzolanas Naturales Crudas o Calcinadas y Cenizas Volantes. Especificación). Definir tres clases de cenizas volantes

- Clase F: Cenizas volantes de antracita o calcinación de antracita. Ceniza con propiedades puzolánicas.

- Clase N: Puzolanas naturales crudas o calcinadas como el kieselguhr. Tobas volcánicas y cenizas volcánicas, calcinadas o sin calcinar; materiales que requieren calcinación para obtener propiedades satisfactorias.

- Clase C: Cenizas volantes de la quema de hulla o lignito. Esta clase de ceniza, además de sus propiedades puzolánicas, también tiene propiedades cementantes.

Reactividad puzolana:

Villegas, C. (2012) reportó que las llamadas reacciones puzolánicas ocurren principalmente entre sílice o ácido silícico (SiO₂), cal o hidróxido de calcio Ca(OH₂) y agua y produce silicato de calcio hidratado (CSH). Esta es una reacción análoga a la que ocurre en el cemento Portland y produce productos muy similares. Sin considerar la estequiometría y las fases que contienen aluminio, la reacción de hidratación del cemento Portland se puede simplificar de la siguiente manera:



En esta fórmula, $\text{SiO}_2 \cdot 2\text{CaO}$ y $\text{SiO}_2 \cdot 3\text{CaO}$ estos son los principales constituyentes del cemento Portland, y CSH y CH son los productos de reacción. CSH se puede definir como el "Adhesivo" del cemento y contribuye significativamente a su resistencia e impermeabilidad, mientras que CH no tiene valor de cemento y es fácilmente soluble en medios agresivos.

Lo Primordial de este compuesto es sostener un ambiente alcalino (pH alto) que apoye a proteger las barras de refuerzo del hormigón armado de la corrosión.

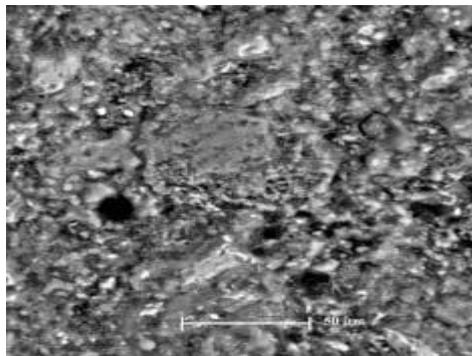
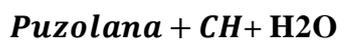


Figura 02. Micrografía: reacción de hidratación del cemento

Los cementos grandes, cuando entran en contacto con el agua, comienzan a formar fibras esféricas, que juntas forman lo que se llama un "gel". Los filamentos de cada partícula se entrelazan con los filamentos de las partículas adyacentes para formar la estructura ramificada de la Figura 01. Sin embargo, esta red no ocupa todo el espacio en la mezcla. Como hemos visto, las partículas de CH se dispersan.

Entonces la reacción puzolánica tiene la forma:



Es decir, al no producir cal y consumir CSH como principal producto de reacción, la adición de una determinada cantidad de puzolana al cemento Portland reaccionará con el CH por hidratación y fases de conversión no deseadas a otras. Esto contribuye a aumentar la resistencia.

Los lodos de fabricación de papel, por su parte, resultan del tratamiento del agua procedente de la fabricación de papeles tisú y kraft, a partir de los cuales se generan estos residuos industriales que contienen principalmente agua y fibras de celulosa [29]. La figura 4 muestra un residuo de papel seco observado con una lupa binocular.



Figura 03. Aspecto secado de lodos de papel

En cuanto a la composición y propiedades de los lodos de fabricación de papel, varios estudios indican que “los lodos de fabricación de papel son muy variables en su composición química y mineralógica, conteniendo principalmente óxido de calcio (CaO), sílice (SiO₂) y óxido de aluminio (Al₂O₃), y otros minerales y óxidos metálicos, dependiendo de la materia prima, tecnología de procesamiento, tipo de papel, calidad y cantidad de papel usado”[30]. La industria papelera produce lodos con altos niveles de caolinita durante la calcinación. Es por esto que estos residuos se pueden utilizar como puzolanas en el hormigón.

Tabla 05. Composición de lodo de partida

Composición química (%)				
SiO₂	Al₂O₃	Fe₂O₃	CaO	K₂O
18.01	10.14	0.55	19.82	0.21
Composición mineralógica (%)				
M. orgánica	Calcita	Caolinita	Filosilicatos	Cuarzo
29	35	21	11	2

Fuente: Recuperado de “Estudio de materiales compuestos obtenidos a partir de lodos celulósicos de la industria papelera, cemento y arcilla”, López (2014).

Se ha demostrado que la composición química de las cenizas de lodo es "el uso de lodo en ceniza en lugar de cemento produce reacciones hidráulicas que aumentan la resistencia del hormigón, con efectos puzolánicos y/o hidráulicos".[1] Prueba de fluorescencia de rayos X para detectar la estructura química de cenizas de lodo de papel activadas térmicamente a 700 °C durante 2 horas. Obtengo el siguiente resultado:

Tabla 06: Composición química de la ceniza de lodo de papel

<i>Composición química (%)</i>				
SiO₂	Al₂O₃	Fe₂O₃	CaO	K₂O
69.341	15.220	5.865	4.938	2.470

Fuente: Recuperado de "Resistencia de un concreto con cemento sustituido parcialmente por lodo de papel y concha de abanico", Hilario (2018).

Conceptuación y operación de las variables

Variable dependiente:

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Indicador
Resistencia a la compresión de un mortero Permeabilidad del mortero	Este es el esfuerzo máximo que el material puede soportar bajo una carga de aplastamiento. (Juárez E. 2005) es la capacidad que tiene un material de permitirle a un fluido que lo atraviese sin alterar su composición.	Es el esfuerzo máximo que puede soportar los especímenes cúbicos de 50mm (2pulg) de lado. Se afirma que un material es permeable si deja pasar a través de él una cantidad apreciable de fluido en un tiempo dado, e impermeable o no permeable si la cantidad de fluido es despreciable.	Kg/cm ² mm

Variable independiente:

Variable	Definición operacional	indicador
Sustitución al cemento por ceniza de lodo de papel	Es la sustitución al cemento por ceniza de lodo de papel en una mezcla de mortero.	Porcentaje: - 3% ceniza de lodo de papel - 5% ceniza de lodo de papel

El propósito de este estudio es obtener la resistencia a la compresión y la permeabilidad de los morteros mediante el cambio del cemento por un 3% y un 5% de cenizas de lodos de papel. Objetivos específicos:

- Determinación de la temperatura de calcinación por análisis térmico diferencial de lodos de fabricación de papel.
- Determinación de la composición química de cenizas de lodos de fabricación de papel mediante difracción de rayos X de fluorescencia.
- Determinar la alcalinidad (pH) de cenizas de lodos y compuestos (cemento – 3% y cenizas de lodos 5%).
- Determinación de la gravedad específica de cenizas de lodos de papel y combinación de ensayo de mortero.
- Determinación de la relación agua/cemento de morteros estándar y de ensayo con 3% y 5% de sustitución de cenizas de lodos de papel.
- Determinación del ensayo de permeabilidad de muestras de mortero patrón y ensayo.
- Medir la resistencia a compresión de los morteros estándar y de ensayo a los 3, 7 y 28 días de curado para comparar los resultados.

METODOLOGÍA

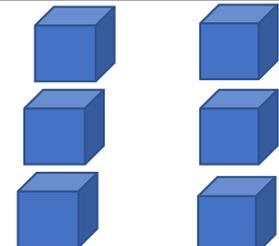
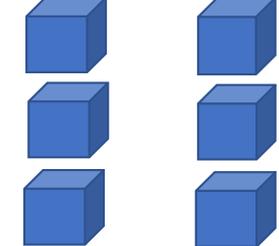
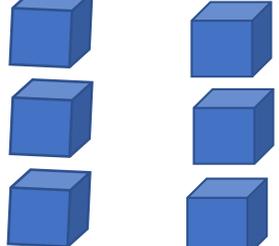
Tipo y Diseño de investigación

Tipo de investigación

El tipo de investigación correspondiente es cuasi-experimental, y los resultados se utilizan para resolver problemas asociados con el mortero, desarrollar prácticas alternativas para diseñar viviendas más duraderas e introducir nuevos enfoques en el proceso de construcción. Sirve como una tecnología. Esta propuesta puede consolidar problemas en el proceso de construcción. Nuestra investigación es cuasi-experimental porque tratamos de Hallar problemas conocidos y descubrimos preguntas concretas. Usando un método innovador previamente investigado, probamos experimentalmente la resistencia de los morteros de lodos de papel al 3% y al 5% en comparación con los morteros convencionales. Después (Hernández, Fernández, Baptista 2014)

Diseño de investigación

El diseño de investigación es un diseño de experimento tipo bloques al azar, ya que es el proceso de estudio de una nueva mezcla hecha de una mezcla de mortero tradicional y un sustituto de 3% de cemento y 5% de cenizas. Lodos de fabricación de papel, la investigación se centra principalmente en ensayos realizados en laboratorios de mecánica de suelos, donde el tesista entra en contacto con los estudios realizados en laboratorio y obtiene resultados acordes a los resultados previstos en su plan de investigación. Próximo.

Días de curado	Resistencia a la compresión y permeabilidad del mortero con cemento sustituido al 3% y 5% por ceniza de lodo de papel en Chimbote 2022	
	Muestra patrón	Muestra experimental
3 Días		
7 Días		
28 Días		

Población – Muestra

Población

La población fue 3% y 5% lodos de papel para producir una población hipotética de 27 morteros (9 morteros estándar y 18 morteros experimentales) de acuerdo a la NTP 334.051, en cambio, consiste en una gran cantidad de morteros elaborados por métodos convencionales y experimentales. Hay 3 muestras para cada tiempo de curado y los tiempos ensayados son de 3, 7 y 28 días.

Muestra

Las muestras fueron un grupo de 27 morteros se agrupo de 9 muestras estándar y experimentales según Código Técnico Peruano 334.051, con 3 muestras por tiempo de curado, 7 y 28 días, según la NTP 334.090, ya representan los requisitos de esta norma para la realización del ensayo.

Técnicas e instrumentos de investigación

TECNICA	INSTRUMENTO
Observación	<ul style="list-style-type: none">- Guía de observación de resumen- Fichas técnicas de las pruebas de laboratorio

La observación se utiliza como técnica de investigación, ya que la percepción del material debe tomarse con cuidado y profesionalidad. Si no es posible tomar notas al mismo tiempo, Todo lo estudiado debe registrarse lo antes posible por escrito Para ello, utilizamos la herramienta la Guía de Observación Resumida, ya que se puede desarrollar un sistema para organizar y clasificar la información de los distintos ensayos y resistencias a la compresión.

El procesamiento y análisis de la información para el presente estudio se realizó en la Universidad de San Pedro filial de Chimbote, Departamento de Ingeniería

Civil, y fue posible gracias a la colaboración de docentes, dependencias y suelo. Laboratorio de la misma universidad. .

Para la preparación del mortero se utilizó en todos los casos un sistema constructivo con papel marga. Además, se consideraron las siguientes pruebas: El equipo utilizado en relación con las siguientes pruebas es:

Ensayo de Granulometría

Ensayo de difracción de rayos x.

Diseño de mezcla.

Ensayo de fluidez elaboración de unidades ensayos a lo compresión. diseño de mezcla Prueba de fluidez Refinamiento de la unidad de prueba de compresión. Las guías de registro que creamos para seguir el progreso de Mortar se crearán después de 3, 7 y 28 días. Para el cálculo y evaluación de los resultados obtenidos en el laboratorio de mecánica de suelos, nos apoyamos en la ayuda de programas. Se realizaron elementos del ensayo utilizando una cámara fotográfica y un equipo que nos permitió registrar y demostrar lo propuesto en este perfil de proyecto.

Procesamiento y análisis de la información

El procesamiento y análisis de los datos, categorizamos sistemáticamente los métodos de estadística descriptiva, es decir, la recolección de datos, y los presentamos en tablas estadísticas de distribuciones de frecuencia. Además de una mejor visualización y comportamiento de las variables.

Se aplicó un procedimiento de estadística inferencial a la prueba ANOVA. Es un método estadístico que muestra cómo se relacionan dos variables en función de si los valores de las variables caen en diferentes grupos o categorías. cambio independiente. En otras palabras, muestra si los valores entre dos o más grupos son iguales o diferentes.

RESULTADOS

1. diferencial de la ceniza de lodo de papel.

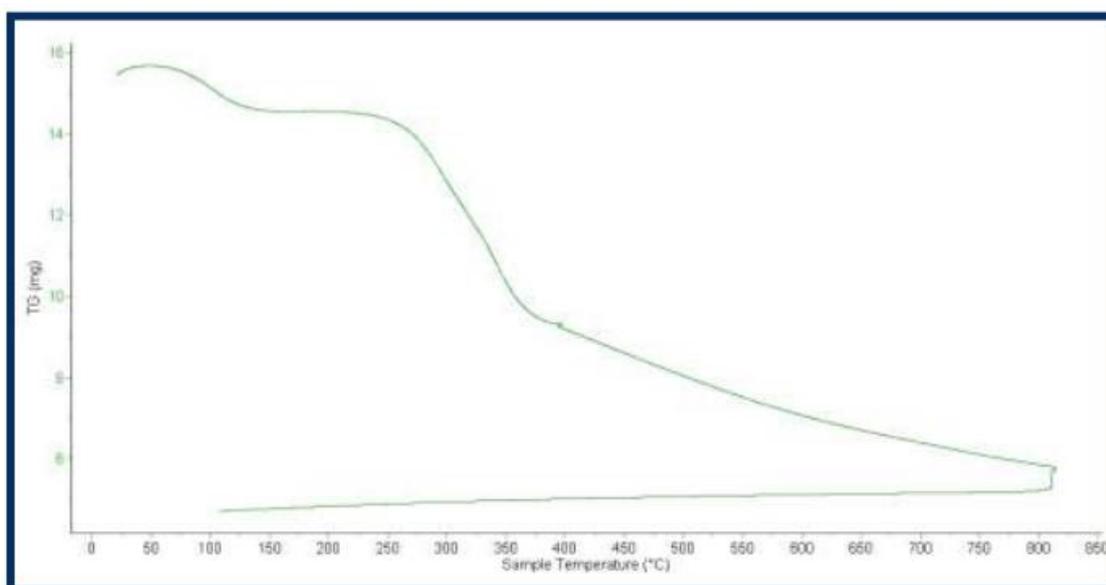
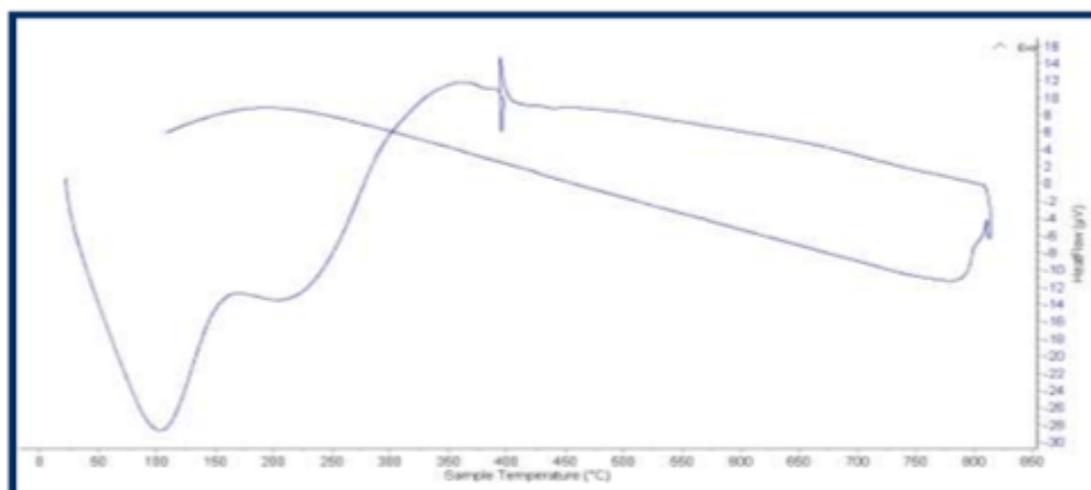


Figura 04. Curva de pérdida de masa de la ceniza de lodo de papel.

Fuente: Laboratorio de polímeros de la UNT -Trujillo

La figura 04: Muestra 2 regiones significativas de pérdida de masa significativamente variable para los materiales probados. La primera pérdida es rango de 400°C y la siguiente pérdida más fuerte ocurre en un rango de 800-830°C. El material pierde por completo alrededor del 80% de su masa original cuando alcanza su temperatura máxima.



Fuente: Laboratorio de polímeros de la UNT - Trujillo

Figura 05. Curva calorimétrica de la ceniza de lodo de papel.

En el Gráfico N°2 podemos observar calentamiento leve alrededor de los 400 °C y otra región entre los 800 °C y los 830 °C. Luego se detecta una gran epopeya de absorción a unos 800 °C, Este cambio altero las propiedades del material.

Prueba de fluorescencia de rayos X: esta prueba determinó la composición química de las cenizas de lodo de papel activadas térmicamente a 800 °C durante 2 horas. Contiene los siguientes óxidos principales (ver Apéndice 03): Tabla 9. Óxidos principales en cenizas de lodo de papel en comparación con cemento Portland

2. Resultados de la composición química de la ceniza de lodo de papel.

Tabla 07. Óxidos principales de la ceniza de lodo de papel en comparación con el cemento Portland

Óxidos	Ceniza de Lodo de Papel	Cemento Portland Tipo I "Pacasmayo"
Dióxido de Silicio, SiO ₂	69.341 %	21.00 %
Trióxido de Aluminio, Al ₂ O ₃	15.220 %	6.5 %
Óxido de Calcio, CaO	4.938 %	62.5 %
Hierro, Fe ₂ O ₃	5.865 %	2.5 %
Óxido de Potasio, K ₂ O	2.470 %	0.25 – 1.5 %

3. Resultados del análisis de Ph de la ceniza de lodo de papel y de la mezcla.

Tabla 08

pH de los componentes activos de la pasta

Muestras	pH
Cenizas de lodo de papel	6.9
Cemento tipo I	13.63
Cemento + 3% ceniza de lodo de papel	12.90
Cemento + 5% ceniza de lodo de papel	13.22

Fuente: Laboratorio de Físico Químico - COLEBI

4. Resultados del peso específico de la muestra patrón y experimental.

Al realizar el peso específico del cemento más la muestra experimental obtuvimos los siguientes resultados:

Cemento = 3.10

Cemento + 3% ceniza de lodo de papel = 3.08

Cemento + 5% ceniza de lodo de papel = 3.25

5. Resultados de la relación agua y cemento del mortero con la fluidez:

Para la determinación del porcentaje de fluidez, se realizaron cuatro mediciones con base en el Materials Testing Handbook, edición de mayo de 2016.

- 13.5
- 14.6
- 13.8
- 14.3

Obteniendo un promedio de 14.05cm utilizando el % fluidez

$$\%fluidez = \frac{\text{Diametro promedio} - 10.16}{10.16\text{cm}} * 100$$

$$\%fluidez = \frac{13.45\text{cm} - 10.16}{10.16\text{cm}} * 100$$

$$\%fluidez = 38.29$$

Finalmente, para una relación a/c 0.485x1 hallo % de fluidez=38.29% se trabajará con esta relación agua y cemento también para las muestras experimentales para tener una misma consistencia.

Se realizó el mismo procedimiento para la mesa de flujo del mortero experimental de 3% de ceniza de lodo de papel.

- 13.1
- 13.9
- 13.6
- 13.70

Con un promedio de 13.58cm, Resultado fórmula % liquidez

$$\%fluidez = \frac{\text{Diametro promedio} - 10.16}{10.16\text{cm}} * 100$$

$$\%fluidez = \frac{13.32\text{cm} - 10.16}{10.16\text{cm}} * 100$$

$$\%fluidez = 33.61$$

Me Da una relación a/c de 0,485, dando un % de fluidez = 33,61%. Esto está cerca de mi mortero estándar, trabajando muestras estándar y de prueba.

Se siguió el mismo procedimiento para la tabla de flujo del mortero de prueba con 5% de cenizas de lodos de papel.

- 12.9
- 12.8
- 13.1
- 12.9

Con un promedio de 12.93cm, la cual llevado a la fórmula de % fluidez

$$\%fluidez = \frac{\text{Diametro promedio} - 10.16}{10.16\text{cm}} * 100$$

$$\%fluidez = \frac{13.32\text{cm} - 10.16}{10.16\text{cm}} * 100$$

$$\%fluidez = 27.21$$

La relación a/c fue 0,485 y % de fluidez = 27,21%. Esto está cerca de mi mortero estándar, trabajando con la misma cantidad de agua en las muestras estándar y de prueba.

6. Resultados de la prueba de permeabilidad del mortero:

Tabla 09. *Ensayo de permeabilidad de los morteros patrón a los 28 días*

N°	TESTIGO ELEMENTO	ENSAYO PENETRACION DE AGUA			PROF. PENTRAC. MAX.	P. P. PROMEDIO
		INCIO	TERMINO	HORAS	mm	mm
01	PROBETA PATRON Dia - 28	23-7-22 18:00	26-7-22 18:00	72	2.98	
02	PROBETA PATRON Dia - 28	23-7-22 18:00	26-7-22 18:00	72	2.95	2.99
03	PROBETA PATRON Dia - 28	23-7-22 18:00	26-7-22 18:00	72	3.05	

Fuente: Laboratorio de ensayo de materiales – Universidad San pedro.

Tabla 10. *Ensayo de permeabilidad de los morteros experimental 3% a los 28 días*

N°	TESTIGO ELEMENTO	ENSAYO PENETRACION DE AGUA			PROF. PENTRAC. MAX.	P. P. PROMEDIO
		INCIO	TERMINO	HORAS	mm	mm
01	PROBETA EXPERIMENTAL Dia - 28	26-7-22 18:00	29-7-22 18:00	72	2.30	
02	PROBETA EXPERIMENTAL Dia - 28	26-7-22 18:00	29-7-22 18:00	72	2.40	2.35
03	PROBETA EXPERIMENTAL Dia - 28	26-7-22 18:00	29-7-22 18:00	72	2.35	

Fuente: Laboratorio de ensayo de materiales – Universidad San pedro.

Tabla 11. *Ensayo de permeabilidad de los morteros experimental 3% a los 28 días*

N°	TESTIGO ELEMENTO	ENSAYO PENETRACION DE AGUA			PROF. PENTRAC. MAX.	P. P. PROMEDIO
		INCIO	TERMINO	HORAS	mm	mm
01	PROBETA EXPERIMENTAL Dia - 28	26-7-22 18:00	29-7-22 18:00	72	2.96	
02	PROBETA EXPERIMENTAL Dia - 28	26-7-22 18:00	29-7-22 18:00	72	3.10	3.10
03	PROBETA EXPERIMENTAL Dia - 28	26-7-22 18:00	29-7-22 18:00	72	3.25	

Fuente: Laboratorio de ensayo de materiales – Universidad San pedro.

Encontramos la resistencia de mortero estándar y experimental de 3, 7 y 28 días de curado y comparamos los resultados.

7. Resultados de la prueba de la resistencia a la compresión del mortero

Tabla 12. *Ensayo de resistencia a la compresión de los morteros patrón a los 3,7 y 28 días*

N°	TESTIGO ELEMENTO	FECHA DE ROTURA	Peso Muestra (gr)	Densidad (gr/cm ³)	Longitud (a) (cm)	Longitud (b) (cm)	Longitud (c) (cm)	Área (a*b) (cm ²)	Carga Máxima (kg)	Resistencia f'c (kg/cm ²)
1	PATRON 3 DIAS	4/06/2022	306.5	2.385	5.03	5.09	5.02	25.60	7208.00	281.53
2	PATRON 3 DIAS	4/06/2022	307.1	2.348	5.06	5.12	5.05	25.90	7365.00	284.39
3	PATRON 3 DIAS	4/06/2022	308.3	2.282	5.08	5.17	5.15	26.24	7177.00	273.54
4	PATRON 7 DIAS	10/06/2022	309.1	2.419	5.01	5.10	5.00	25.55	8450.00	330.71
5	PATRON 7 DIAS	10/06/2022	307.1	2.402	5.04	5.07	5.00	25.57	8310.00	324.95
6	PATRON 7 DIAS	10/06/2022	307.2	2.400	5.04	5.09	5.00	25.60	8497.00	331.88
7	PATRON 28 DIAS	2/07/2022	307.9	2.423	5.00	5.08	5.00	25.42	9465.00	372.34
8	PATRON 28 DIAS	2/07/2022	308.8	2.454	5.02	5.01	5.00	25.17	9340.00	371.07
9	PATRON 28 DIAS	2/07/2022	307.4	2.449	5.01	5.02	5.00	25.10	9355.00	372.71

Fuente: Laboratorio de ensayo de materiales – Universidad San Pedro.

Tabla 13. Ensayo de resistencia a la compresión de los morteros experimental
3% a los 3,7 y 28 días

N°	TESTIGO ELEMENTO	FECHA DE ROTURA	Peso Muestra (gr)	Densidad	Longitud	Longitud	Longitud	Área	Carga	Resistencia
				(gr/cm ³)	(a) (cm)	(b) (cm)	(c) (cm)	(a*b) (cm ²)	Maxima (kg)	f'c (kg/cm ²)
1	experimental 3 días	27/06/20 22	299.1	2.360	5.03	5.05	5.00	25.3 5	7785. 00	307.09
2	experimental 3 días	27/06/20 22	298.8	2.370	5.03	5.01	5.00	25.2 2	7641. 00	302.97
3	experimental 3 días	27/06/20 22	300	2.362	5.05	5.03	5.00	25.4 0	7758. 00	305.42
4	experimental 7 días	5/07/202 2	308.1	2.426	5.05	5.03	5.00	25.4 0	8661. 00	340.96
5	experimental 7 días	5/07/202 2	308.7	2.384	5.10	5.08	5.00	25.9 0	8772. 00	338.65
6	experimental 7 días	5/07/202 2	308.4	2.423	5.08	5.01	5.00	25.4 5	8785. 00	345.18
7	experimental 28 días	19/07/20 22	309.7	2.422	5.03	5.09	5.00	25.5 7	9850. 00	385.18
8	experimental 28 días	19/07/20 22	309.6	2.398	5.08	5.09	5.00	25.8 2	9905. 00	383.59
9	experimental 28 días	19/07/20 22	306.4	2.408	5.04	5.06	5.00	25.4 5	9848. 00	386.93

Fuente: Laboratorio de ensayo de materiales – Universidad San Pedro.

Tabla 14. Ensayo de resistencia a la compresión de los morteros experimental
5% a los 3,7 y 28 días

TESTIGO N ^o	ELEMENTO	FECHA DE ROTUR A	Peso Muestr a (gr)	Densid	Longit	Longit	Longit	Are	Carga	Resisten
				ad	ud	ud	ud	a	Maxi	cia f'c
				(gr/cm 3)	(a) (cm)	(b) (cm)	(c) (cm)	(a*b) (cm ²)	(kg)	(kg/cm ²)
1	experimental 3 días	27/06/20 22	300.3	2.374	5.01	5.05	5.00	25.3 0	5213. 00	206.04
2	experimental 3 días	27/06/20 22	302.0	2.368	5.02	5.08	5.00	25.5 0	5415. 00	212.34
3	experimental 3 días	27/06/20 22	300.3	2.355	5.01	5.09	5.00	25.5 0	5528. 00	216.78
4	experimental 7 días	5/07/202 2	308.7	2.346	5.06	5.20	5.00	26.3 1	5658. 00	215.03
5	experimental 7 días	5/07/202 2	307.3	2.349	5.07	5.16	5.00	26.1 6	6158. 00	235.39
6	experimental 7 días	5/07/202 2	313.3	2.410	5.00	5.20	5.00	26.0 0	6268. 00	241.08
7	experimental 28 días	19/07/20 22	314.2	2.474	5.02	5.06	5.00	25.4 0	7348. 00	289.28
8	experimental 28 días	19/07/20 22	309.0	2.404	5.04	5.10	5.00	25.7 0	7225. 00	281.08
9	experimental 28 días	19/07/20 22	315.0	2.495	5.01	5.04	5.00	25.2 5	7391. 00	292.71

Fuente: Laboratorio de ensayo de materiales – Universidad San pedro.

GRAFICO N°1: RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL MORTERO PATRÓN

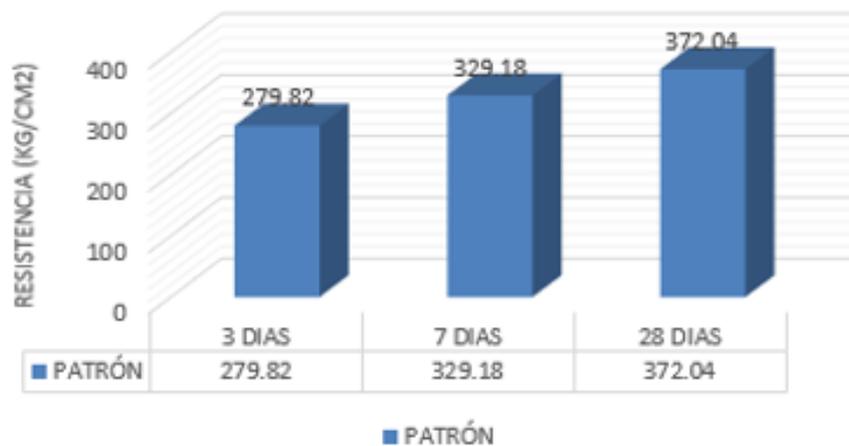


Figura 06. Promedio de resistencia a la compresión del mortero patrón.

GRAFICO N°1: RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL MORTERO PATRÓN Y EXPERIMENTAL 3%

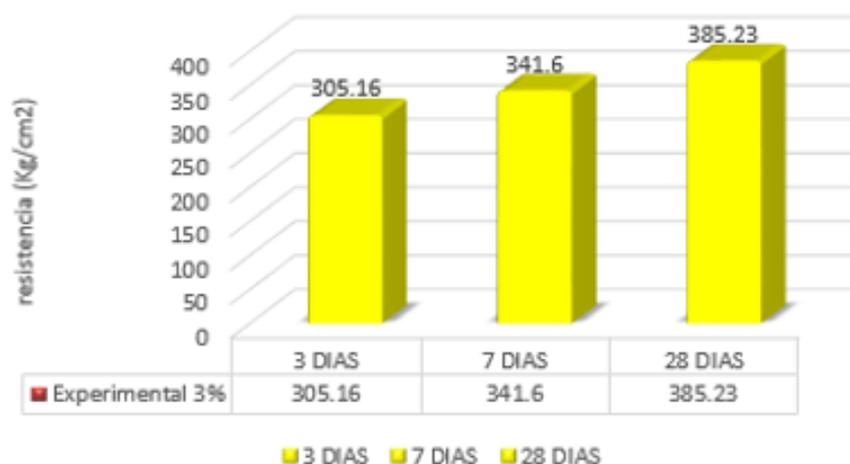


Figura 07. Promedio de resistencia a la compresión del mortero experimental 3%.

GRAFICO N°1: RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL MORTERO PATRÓN Y EXPERIMENTAL 5%

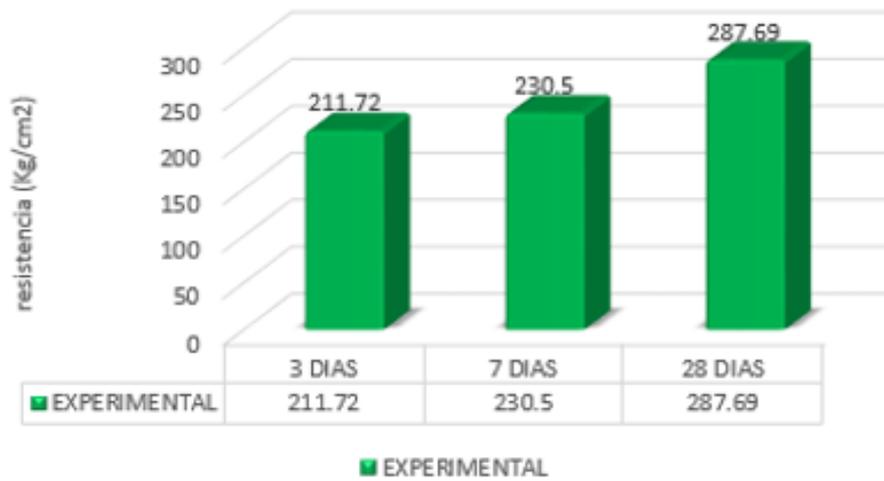


Figura 8. Promedio de resistencia a la compresión del mortero experimental 5%.

GRAFICO N°1: RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL MORTERO PATRÓN Y EXPERIMENTAL

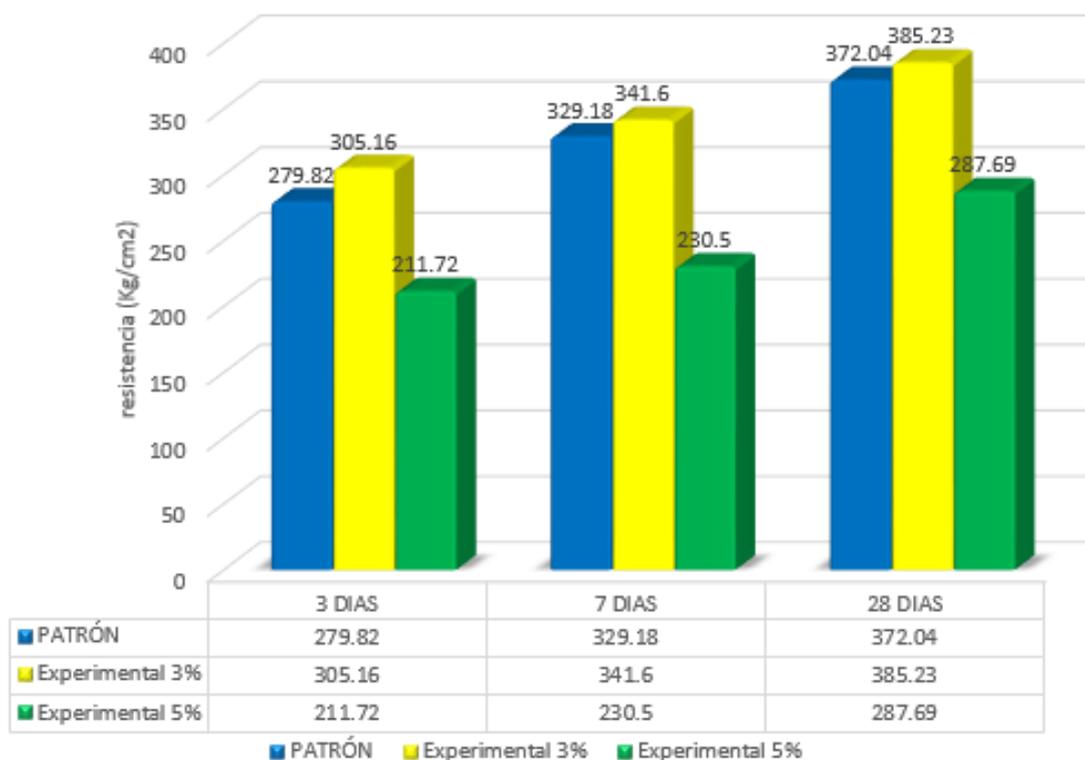


Figura 09. Promedio de resistencia a la compresión del mortero patrón vs experimental.

ANÁLISIS Y DISCUSIÓN

Analizar los resultados obtenidos para el diseño y ensayo de morteros, validación y demostración de los resultados obtenidos en el Laboratorio de Mecánica de Suelos de la Universidad de San Pedro.

1.- Según mi objetivo específico 1, de la activación térmica de ceniza de cascarilla de arroz y ceniza de cascarilla de abanico:

Las muestras se calcinaron a partir de cenizas de lodos de papel a una temperatura de 800 °C x 2,5 horas. Esto resultó en la conversión a la fase activa de sílice (SiO₂) que contiene elementos puzolanos e In cuando se mezcló con la mezcla de concreto. En cuanto al tiempo de disparo, Vásquez, R. Vigil, S. (2016) y Julián et.(2015)

2.- Según mi objetivo específico 2, de la Composición Química de la ceniza de cascara de arroz y ceniza de conchas de abanico, mediante el Espectro de fluorescencia de Rayos X:

El estudio químico por espectroscopia reveló que su contenido más importante de óxidos activados, una de las propiedades del cemento, fue 69.341% de sílice. y 15,220% de trióxido de aluminio.

Por lo tanto, la activación térmica de las cenizas de lodos de papel podría producir materiales que contengan precursores de cemento.

3.- Según mi objetivo específico 3, del análisis de alcalinidad (pH):

Analizamos los resultados obtenidos en el diseño de morteros y ensayos, validación y demostración de resultados obtenidos en el Laboratorio de Mecánica de Suelos de la Universidad de San Pedro.

Resultados de la activación térmica de ceniza de cascarilla de arroz y ceniza de cascarilla de abanico:

Las muestras se calcinaron a partir de cenizas de lodos de papel a una temperatura de 800 °C x 2,5 horas. Esto resultó en la conversión a la fase activa de sílice (SiO₂) que contiene elementos puzolanos e In cuando se mezcló con la mezcla de concreto. En cuanto al tiempo de disparo, Vásquez, R. Vigil, S. (2016) y Julián et.(2015)

4.- Según mi objetivo específico 4, del peso específico de la muestra patrón y experimental.

Cuando se realizó el peso específico de las 3 muestras, se pudo observar que la muestra experimental de 3% de ceniza de lodo de papel, mejoro el resultado acercando a peso específico de un cemento tipo V.

5.-Según mi objetivo específico 5, de la relación agua y cemento de la muestra patrón y experimental.

Se realizó una prueba de flujo de mortero estándar con un valor a/c de 0.485 según NTP 334.051. Por lo tanto, se utilizó una relación a/c de 0,485 en el mortero de prueba. Tener la misma dosificación que el mortero estándar y poder determinar una comparación precisa entre los morteros estándar y de ensayo al realizar los ensayos de resistencia.

6.-Según mi objetivo específico 6, de permeabilidad de la muestra patrón y experimental.

Se realizó el ensayo de permeabilidad donde se observó que la muestra experimental de 3% de ceniza de lodo de papel tiene menos permeabilidad, obteniendo como una respuesta positiva, ya que si el concreto es impermeable obtendremos una buena resistencia.

7.-Según mi objetivo específico 7, del ensayo de Resistencia a la compresión del mortero patrón

La figura 6 muestra que el mortero estándar tiene una resistividad de 279,82 kg/cm² después de 3 días, una resistividad alta con una edad de curado corta, un crecimiento de 329,18 kg/cm² después de 7 días y una elevación de 372,04 kg/cm² después de 7 días Se nota que tiene resistividad. .

La Figura 7 muestra que el mortero experimental con 3% de reemplazo de cemento mostró resultados de resistencia a la compresión de 305.16 kg/cm², 341.60 kg/cm² y 385.23 kg/cm² cm² después de 3, 7 y 28 días de curado.

La Figura 8 muestra que los morteros de prueba con 5% de reemplazo de cemento compararon los resultados de resistencia a la compresión después de 3, 7 y 28 días de curado de 211,72 kg/cm², 230,50 kg/cm² y 287,69 kg/cm² cm².

CONCLUSIONES

El análisis térmico diferencial mostró la activación de la ceniza de papel que fue de 800°C durante dos horas, produciendo un material cementoso.

Cuando se calcinó la muestra, se halló que la ceniza de lodo de papel contenía un alto contenido de sílice 69,341% (SiO_2) y un alto contenido de trióxido de aluminio 15,22% (Al_2O_3). Estos son los componentes principales del cemento. La composición química es similar y estos materiales son aptos para su elaboración en morteros, pero las altas proporciones de sílice y trióxido de aluminio impiden el endurecimiento y provocan pérdida de plasticidad.

El pH del cemento, cenizas de lodo de papel y mezclas de los mismos es fuertemente alcalino y adecuado para reacciones de unión.

En cuanto a los porcentajes de fluido de los equipos de morteros, procurar que tengan la misma trabajabilidad y la misma relación agua-cemento.

Cuando se realizó el peso específico de las 3 muestras, se pudo observar que la muestra experimental de 3% de ceniza de lodo de papel, se obtuvo mejor resultado acercando al peso específico de un cemento tipo V.

Se realizó la prueba estándar de fluidez de mortero con una relación a/c de 0.485 según NTP 334.051. Por lo tanto, se utilizó una relación a/c de 0,485 en el mortero experimental. Para una dosificación igual a la lechada estándar

Resistencia a la compresión del mortero de ensayo de 3% de ceniza de lodo de papel, supero la resistencia a la compresión a la muerta patrón en un 13.19%, mientras que la muestra experimental de 5% de ceniza de lodo de papel no obtuvimos buenos resultados.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda utilizar diferentes temperaturas de calcinación para el análisis térmico de la ceniza de lodos de papel.
- Se recomienda investigar la composición química de cenizas de lodos de con diferentes grados de activación.
- Se recomienda trabajar la ceniza de lodos con diferentes porcentajes incluso los porcentajes con decimales para en contra un grado de alcalinidad más exacto y preciso.
- Se recomienda trabajar con muestra alterando la relación agua/cemento de modo que no cambie los pesos de la muestra ni tampoco la sustitución de cenizas de lodos de papel.
- Tener cuidado con la ceniza de lodo de papel sé que cuando se quema, se vuelve extremadamente caliente y el mal manejo puede causar fácilmente accidentes, por lo que se debe tener cuidado. Se recomienda un estudio más detallado de las cenizas de lodo de papel Para obtener un mejor trabajo de mortero. Sería mejor sustituir la relación de cemento por cenizas de lodo de papel para tener nuevos ensayos de resistencia a la compresión.
- Se recomiendan tiempos de envejecimiento extendidos de 60 días, 90 días y hasta 120 días para demostrar que la combinación de cenizas de lodo de papel se mantiene consistente de varios sustitutos. Busca otros ingredientes para combinarlos. Finalmente, recomiendo invertir la combinación. Es decir, cambie el orden 3:1 para que la presencia de silicio se vuelva más dominante.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFIA

- Pico, V. (2020).** Correlación entre las propiedades físico-mecánicas del mortero de cemento portland y el mortero de cal estabilizado con almidón de arroz. (Tesis de pregrado, Universidad Técnica de Ambato, Ambato, Ecuador) <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/30637/1/Tesis%20I.%20C.%201382%20-%20Pico%20S%C3%A1nchez%20V%C3%ADctor%20Alejandro.pdf>
- Reyes, S (2021).** Evaluación de propiedades de fibra de vidrio en mortero 1:4 para muros de carga de ladrillo, Cusco-2021. (Tesis de licenciatura, Universidad Cesar Vallejo), Lima, Perú) <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/76579>
- Alvarado, J. (2020).** Propiedades físico-mecánicas en morteros con fibra de acero trefilado para muros portantes, Cajamarca. (Tesis de pregrado, Universidad Privada del Norte, Cajamarca, Perú) <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/24943>
- Jáuregui, L. (2019).** Evaluación de las propiedades del concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$ con adición de fibra de polipropileno y plumas de ave, Lima 2019. (Tesis de pregrado, Universidad César Vallejo, Lima, Perú) <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/48821?show=full&locale=es>
- Ruiz, E (2020).** Resistencia a compresión y capacidad de absorción del mortero al reemplazar agregado fino por ladrillo, cerámica y teja de arcilla reciclados – Cajamarca, 2018. (Tesis de pregrado, Universidad Privada del Norte, Cajamarca, Perú) <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/24744>

ANEXO 01: PANEL FOTOGRAFICO



Figura 10. Agregados previamente pasados por los tamices de selección



Figura 11. Preparación de los agregados



Figura 12. Se coloca los agregados a la mescladora.



Figura 13. Se realiza el mesclado según la norma



Figura 14. Se invierte en el molde de la mesa de flujo



Figura 15. Se procede a realizar levemente el ensayo en la mesa de flujo



Figura 16. Se retira el molde para evaluar la muestra



Figura 17. Medición de la muestra con el vernier



Figura 18. Se procede a vaciar la muestra en los moldes de mortero



Figura 19. Se vacía la muestra según la norma del ensayo



Figura 20. Se aplica presión para una mejor dosificación



Figura 21. Vista panorámica del ensayo del mortero



Figura 22. Desencofrado de los morteros realizados



Figura 23. Prueba de ensayo en el de compresión



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

SOLICITA : Paolino Arellano Jano Lúber.
TESIS : Resistencia a la compresión y permeabilidad del mortero con cemento sustituido al 3% y 5%
por ceniza de lodo de papal en Chimbote 2022.
LUGAR : CHIMBOTE – PROVINCIA DEL SANTA – ANCASH
MATERIAL : ARENA GRUESA
FECHA : 06/08/2022

D(FLUIDEZ)	DIAMETRO PROMEDIO	DIAMETRO INICIAL	FLUIDEZ %
13.50	14.05	10.16	38.29
14.60			
13.80			
14.30			

OBSERVACIÓN La fluidez se debe encontrar dentro del rango $110 \pm 5\%$.

UNIVERSIDAD SAN PEDRO
CHIMBOTE
Ing. Miguel Solar Jaca
Dipl. Ing.
ESCALA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



**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 : Palacios Arifano Jano Lizar
TESIS : Residencia a la compresión y permeabilidad del mortero con cemento sustituido al 3% y 5%
por ceniza de lodo de papel en Chimbote 2022.
LUGAR : CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - ANCASH
MATERIAL : ARENA GRUESA
FECHA : 09/05/2022

D(FLUIDEZ)	DIAMETRO PROMEDIO	DIAMETRO INICIAL	FLUIDEZ %
13.10	13.58	10.16	33.61
13.90			
13.60			
13.70			

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

UNIVERSIDAD SAN PEDRO
CHIMBOTE
Ing. Miguel Solar Jara
DIRECTOR DEL LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES

www.usanpedro.edu.pe

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



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

SOLICITA : Patricia Arellano Jairo Luber.
TESIS : Resistencia a la compresión y permeabilidad del mortero con cemento sustituido al 3% y 5%
por ceniza de lodo de papel en Chimbote 2022.
LUGAR : CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - ANCASH
MATERIAL : ARENA GRUESA
FECHA : 09/08/2022

D(FLUIDEZ)	DIAMETRO PROMEDIO	DIAMETRO INICIAL	FLUIDEZ %
12.90	12.93	10.16	27.21
12.80			
13.10			
12.90			

OBSERVACIÓN La fluidez se debe encontrar dentro del rango $110 \pm 5\%$

UNIVERSIDAD SAN PEDRO
CHIMBOTE
Ing. Miguel Solar Jara
DIRECTOR
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES



ENSAYO DE PROFUNDIDAD DE PENETRACION DE AGUA BAJO PRESION-EXPERIMENTAL 5%

SOLICITA : Palacios Arellano Jane Liber
TESIS : Resistencia a la compresión y permeabilidad del mortero con cemento sustituido al 3% y 5%
por ceniza de lodo de papel en Chimbote 2022.
LUGAR : CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - ANCASH
FECHA : 09/08/2022

N°	ELEMENTO	ENSAYO PENETRACION DE AGUA			PROFUNDIDAD	P. P. PROMEDIO
		INICIO	TERMINO	HORAS	PENETRACION	
					mm	mm
01	PROBETA EXPERIMENTAL Dia - 28	26-7-22 18:00	29-7-22 18:00	72	2.96	3.10
02	PROBETA EXPERIMENTAL Dia - 28	26-7-22 18:00	29-7-22 18:00	72	3.10	
03	PROBETA EXPERIMENTAL Dia - 28	26-7-22 18:00	29-7-22 18:00	72	3.25	

ESPECIFICACIONES : Los ensayos responde a la norma de LNE-EN-12390-8.
OBSERVACIONES : Los testigos fueren elaborados por los Alumnos del Curso.

UNIVERSIDAD SAN PEDRO
CHIMBOTE
Ing. Miguel Angel Jara
DIRECCIÓN
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



ENSAYO DE PROFUNDIDAD DE PENETRACION DE AGUA BAJO PRESION-EXPERIMENTAL 3%

SOLICITA : Palacios Arellano Jano Liber
TESIS : Resistencia a la compresión y permeabilidad del mortero con cemento sustituido al 3% y 5%
por ceniza de lodo de papel en Chimbote 2022.
LUGAR : CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - ANCASH
FECHA : 09/08/2022

N°	TESTIGO ELEMENTO	ENSAYO PENETRACION DE AGUA			PROFUNDIDAD DE PENETRACION	P. P. PROMEDIO
		INICIO	TERMINO	HORAS	mm	mm
01	PROBETA EXPERIMENTAL Dia - 28	26-7-22 18:00	29-7-22 18:00	72	2.30	2.35
02	PROBETA EXPERIMENTAL Dia - 28	26-7-22 18:00	29-7-22 18:00	72	2.40	
03	PROBETA EXPERIMENTAL Dia - 28	26-7-22 18:00	29-7-22 18:00	72	2.35	

ESPECIFICACIONES : Los ensayos responde a la norma de UNE-EN-12390-8
OBSERVACIONES : Los trabajos fueron elaborados por los Alumnos del Curso.

UNIVERSIDAD SAN PEDRO
CHIMBOTE

Ing. Miguel Solar Jara
LABORATORIO
LABORADOR EN SUELOS Y MATERIALES



ENSAYO DE PROFUNDIDAD DE PENETRACION DE AGUA BAJO PRESION

SOLICITA : Palacios Aureliano Jairo Luber
 TESIS : Resistencia a la compresión y permeabilidad del mortero con cemento sustituido al 3% y 5% por ceniza de lodo de papel en Chimbote 2022.
 LUGAR : CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - ANCASH
 FECHA : 09/08/2022

N°	TESTIGO ELEMENTO	ENSAYO PENETRACION DE AGUA			PENETRA C-4444	P. P. PROMEDIO
		INCIO	TERMINO	HORAS	mm	mm
01	PROBETA PATRON Dia - 28	23-7-22 18:00	26-7-22 18:00	72	2.98	2.99
02	PROBETA PATRON Dia - 28	23-7-22 18:00	26-7-22 18:00	72	2.95	
03	PROBETA PATRON Dia - 28	23-7-22 18:00	26-7-22 18:00	72	3.05	

ESPECIFICACIONES : Los ensayos responde a la norma de UNE-EN-12390-8.

OBSERVACIONES : Los testigos fueron elaborados por los Alumnos del Curso.

UNIVERSIDAD SAN PEDRO
CHIMBOTE
Ing. Miguel Salas Jara
DIRECTOR
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



ENSAYO A LA COMPRESION DE CUBOS 5.00 cm-EXPERIMENTAL 3%
(ASTM C 109)

SOLICITA : Palacios Arellano Jano Luber
TESIS : Resistencia a la compresión y permeabilidad del mortero con cemento sustituido al 3% y 5%
por ceniza de lodo de papel en Chimbote 2022.
LUGAR : CHIMBOTE – PROVINCIA DE SANTA – ANCASH
FECHA : 09/08/2022

TESTIGO	FECHA DE ROTURA	Peso Muestra (g)	Densidad (gr/cm ³)	Longitud (a) (cm)	Longitud (b) (cm)	Longitud (c) (cm)	Area (a*b) (cm ²)	Carga Maxima (kg)	Resistencia f _c (kg/cm ²)
01 EXPERIMENTAL 3 DIAS	27/08/2022	300.3	2.374	5.01	5.05	5.00	25.30	3217.00	206.04
02 EXPERIMENTAL 3 DIAS	27/08/2022	302.0	2.368	5.02	5.08	5.00	25.50	3415.00	212.34
03 EXPERIMENTAL 3 DIAS	27/08/2022	300.3	2.355	5.01	5.09	5.00	25.50	3528.00	216.78
04 EXPERIMENTAL 7 DIAS	5/07/2022	308.7	2.346	5.06	5.20	5.00	26.31	5658.00	215.03
05 EXPERIMENTAL 7 DIAS	5/07/2022	307.3	2.349	5.07	5.16	5.00	26.16	6158.00	235.39
06 EXPERIMENTAL 7 DIAS	5/07/2022	313.3	2.410	5.00	5.20	5.00	26.00	6268.00	241.08
07 EXPERIMENTAL 28 DIAS	19/07/2022	314.2	2.474	5.02	5.06	5.00	25.40	7348.00	289.28
08 EXPERIMENTAL 28 DIAS	19/07/2022	309.0	2.404	5.04	5.10	5.00	25.70	7225.00	281.08
09 EXPERIMENTAL 28 DIAS	19/07/2022	315.0	2.495	5.01	5.04	5.00	25.25	7391.00	292.71

UNIVERSIDAD SAN PEDRO
CHIMBOTE
Ing. Miguel Solar Jara
C.I. 10467104
Ingeniero Profesional en Ingeniería Civil



ENSAYO A LA COMPRESION DE CUBOS 5.00 cm-EXPERIMENTAL 3%
(ASTM C 109)

SOLICITA : Palacios Arellano Jano Luber
 TESIS : Resistencia a la compresión y permeabilidad del mortero con cemento sustituido al 3% y 5%
 por ceniza de lodo de papel en Chimbote 2022
 LUGAR : CHIMBOTE – PROVINCIA DE SANTA – ANCASH
 FECHA : 09/08/2022

TESTIGO	FECHA DE ROTURA	Peso Muestra (gr)	Densidad (gr/cm ³)	Longitud (a) (cm)	Longitud (b) (cm)	Longitud (c) (cm)	Area (a*b) (cm ²)	Carga Maxima (kg)	Resistencia Fc (kg/cm ²)	
Nº	ELEMENTO									
01	EXPERIMENTAL 3 DIAS	27/09/2022	300.3	2.374	5.01	5.05	5.00	25.30	5213.00	206.04
02	EXPERIMENTAL 3 DIAS	27/09/2022	302.0	2.368	5.02	5.06	5.00	25.50	5415.00	212.34
03	EXPERIMENTAL 3 DIAS	27/08/2022	300.3	2.355	5.01	5.09	5.00	25.50	5528.00	216.78
04	EXPERIMENTAL 7 DIAS	5/07/2022	308.7	2.346	5.06	5.20	5.00	26.31	5658.00	215.03
05	EXPERIMENTAL 7 DIAS	5/07/2022	307.3	2.349	5.07	5.16	5.00	26.16	6158.00	235.39
06	EXPERIMENTAL 7 DIAS	5/07/2022	313.3	2.410	5.00	5.20	5.00	26.00	6268.00	241.08
07	EXPERIMENTAL 28 DIAS	19/07/2022	314.2	2.474	5.02	5.06	5.00	25.40	7348.00	289.28
08	EXPERIMENTAL 28 DIAS	19/07/2022	309.0	2.404	5.04	5.10	5.00	25.70	7225.00	281.08
09	EXPERIMENTAL 28 DIAS	19/07/2022	315.0	2.495	5.01	5.04	5.00	25.25	7391.00	292.71

UNIVERSIDAD SAN PEDRO
CHIMBOTE

Ing. Miguel Solar Jara
CHIMBOTE



ENSAYO A LA COMPRESION DE CUBOS 5.00 cm
(ASTM C 109)

SOLICITA : Palacios Arellano Jano Luber
TESIS : Resistencia a la compresión y permeabilidad del mortero con cemento sustituido al 3% y 5% por ceniza de lodo de papel en Chimbote 2022.
LUGAR : CHIMBOTE – PROVINCIA DE SANTA – ANCASH
FECHA : 09/08/2022

TESTIGO	FECHA DE ROTURA	Peso Muestra (gr)	Densidad (gr/cm ³)	Longitud (a) (cm)	Longitud (b) (cm)	Longitud (c) (cm)	Area (a*b) (cm ²)	Carga Máxima (kg)	Resistencia Fc (kg/cm ²)
01 PATRON 3 DIAS	4/06/2022	306.5	2.385	5.03	5.09	5.02	25.60	7208.00	281.53
02 PATRON 3 DIAS	4/06/2022	307.1	2.348	5.06	5.12	5.05	25.90	7365.00	284.39
03 PATRON 3 DIAS	4/06/2022	306.3	2.282	5.08	5.17	5.15	26.24	7177.00	273.54
04 PATRON 7 DIAS	10/06/2022	309.1	2.419	5.01	5.10	5.00	25.55	8450.00	330.71
05 PATRON 7 DIAS	10/06/2022	307.1	2.402	5.04	5.07	5.00	25.57	8310.00	324.95
06 PATRON 7 DIAS	10/06/2022	307.2	2.400	5.04	5.09	5.00	25.60	8497.00	331.98
07 PATRON 28 DIAS	2/07/2022	307.9	2.423	5.00	5.08	5.00	25.42	9465.00	372.34
08 PATRON 28 DIAS	2/07/2022	308.8	2.454	5.02	5.01	5.00	25.77	9340.00	371.07
09 PATRON 28 DIAS	2/07/2022	307.4	2.449	5.01	5.02	5.00	25.77	9340.00	371.07