

UNIVERSIDAD SAN PEDRO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



**Resistencia a compresión de mortero $f'c$ 200 kg/cm²
sustituyendo parcialmente el cemento por ceniza de hoja de
molle**

Tesis para obtener el título profesional de ingeniero civil

Autor

Toledo Ramirez, Jairo Joel

Asesor

López Carranza Rubén

Chimbote – Perú

2019

PALABRAS CLAVE

Tema	Mortero, Ceniza de Hoja de Molle, Resistencia a compresión
Especialidad	Tecnología de Concreto

KEYWORDS

Theme	Mortar, Molle Leaf Ash, Compression Strength
Specialty	Concrete Technology

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN

Programa	Ingeniería Civil
Línea de investigación	Construcción y Gestión de la construcción
OCDE	2. Ingeniería y Tecnología 2.1. Ingeniería Civil Ingeniería de la Construcción
Sub – Líneas o Campos de investigación	Materiales de la Construcción Tecnología de la Construcción y Procesos Constructivos

TITULO

**“Resistencia a compresión de mortero f_c 200 kg/cm² sustituyendo
parcialmente el cemento por ceniza de hoja de molle”**

RESUMEN

La investigación fue de tipo experimental, con un objetivo general de determinar la resistencia a compresión del mortero $F'c= 200 \text{ kg/cm}^2$ a una sustitución de 10% y 20% del cemento por cenizas de hoja de molle.

Para esta investigación se elaboró 27 especímenes de mortero en forma de un cubo de lados iguales (5cm x 5cm x 5cm); 9 cubos patrón, 9 cubos por la sustitución al 10% y 9 cubos por la sustitución al 20%.

Durante el periodo del ensayo se realizó la técnica de observación y para complementar también usamos como instrumento fichas técnicas de laboratorio de mecánica de suelos y ensayos de materiales de la Universidad San Pedro. Como instrumento de proceso de datos se usó el programa Excel y SPSS, para analizar los datos y elaborar tablas, gráficos, porcentajes.

La ceniza de hoja de molle fue elegida como la materia prima, porque contiene innumerables propiedades entre las más importante su alto nivel de óxido de silicio el cual nos indica que es óptimo para su resistencia a compresión.

La resistencia promedio a la compresión del mortero patrón a los 28 días fue 199.3 kg/cm^2 , a la sustitución del 10% de ceniza de hoja de molle obtuvo una resistencia promedio de 178.8 kg/cm^2 . Se aprecia una disminución de 10.29% y a la sustitución del 20% de ceniza de hoja de molle obtuvo una resistencia promedio de 165.1 kg/cm^2 . Se aprecia una disminución de 17.16%.

ABSTRACT

The research was experimental, with a general objective of determining the compressive strength of the mortar $F'c = 200 \text{ kg / cm}^2$ at a replacement of 10% and 20% of the cement with molle leaf ashes.

For this investigation, 27 mortar specimens were prepared in the form of a cube with equal sides (5cm x 5cm x 5cm); 9 standard cubes, 9 cubes for 10% replacement and 9 cubes for 20% replacement.

During the period of the test, the observation technique was carried out and to complement we also use as technical instrument laboratory data sheets of soil mechanics and material tests of the San Pedro University. The Excel and SPSS program was used as a data processing instrument to analyze the data and prepare tables, graphs, percentages.

Molle leaf ash was chosen as the raw material, because it contains innumerable properties among the most important, its high level of silicon oxide which indicates that it is optimal for its compressive strength.

The average compressive strength of the standard mortar at 28 days was 199.3 kg / cm^2 , at the replacement of 10% molle leaf ash obtained an average resistance of 178.8 kg / cm^2 . A decrease of 10.29% is observed and the replacement of 20% of molle leaf ash obtained an average resistance of 165.1 kg / cm^2 . There is a decrease of 17.16%.

INDICE

PALABRAS CLAVE	i
TITULO	ii
RESUMEN	iii
ABSTRACT.....	iv
INDICE	v
I. INTRODUCCION	1
II. METODOLOGÍA	40
III. RESULTADOS.....	46
IV. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN	54
V. CONCLUSIONES	57
VI. RECOMENDACIONES	58
VII. AGRADECIMIENTOS.....	59
VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	60
IX. ANEXOS.....	62

I. INTRODUCCION

En los últimos años investigaciones basadas en la sustentabilidad demuestran que las sustituciones de material por cenizas de algunos vegetales aportan mayores niveles de resistencia esto debido a los altos contenidos de sílice que poseen dichas cenizas de distintos vegetales.

Para este caso se investigará la hoja de Molle. Esta hoja de Molle se encuentra en el departamento de Ancash y como todo vegetal se desecha su hoja una vez cumplido su ciclo de vida

Las puzolanas naturales son ampliamente usadas como un sustituto del cemento Portland en muchas aplicaciones debido a las ventajas que proporciona como la reducción de emisión del CO₂, la disminución de la permeabilidad y el incremento de la durabilidad del mortero Una de las claves para el mortero uso de este de materiales es conocer su capacidad de reacción con la portlandita (Ca(OH)₂), liberada durante la hidratación del cemento, es decir, el desarrollo de la reacción puzolánica. La actividad puzolánica se determina por varios métodos (Watt & Thorne, 1965).

La ASTM define a estas incorporaciones en estado natural o activadas térmicamente, como puzolanas por su contenido sílico-aluminoso que reaccionan con el Ca(OH)₂ para la formación de compuestos que mejoran las propiedades mecánicas y la durabilidad de las estructuras de concreto (ASTM, 2005).

El efecto globalizante aunado a las necesidades de mitigación de los impactos ambientales que ocasionan los gases de efecto invernadero, propician el empleo de esquilmos y subproductos industriales orientándolos en términos de sustentabilidad. La producción anual de esquilmos en México oscila en 45 millones de toneladas de materia seca, que

representa el 81% de los residuos de cultivos (González, 2007). La industria cementera evalúa la incorporación de éstos como materiales cementantes suplementarios (SCM) para disminuir la cantidad de cemento a utilizar mediante su reemplazo parcial por desechos o materiales reciclados de bajo costo para mitigar la emisión de 0.85 kg CO₂/kg de cemento por des carbonatación de materia prima y eliminar la acumulación de desechos en tiraderos a cielo abierto (IIGEN-UNAM, 2001 y Neuwald, 2004).

1. ANTECEDENTES Y FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICA

1.1. Antecedentes.

Freites, Osuna, & Rodriguez (2013), en su tesis para obtener el título de Ingeniero Civil titulada “Estudio de la resistencia a compresión en mezclas de concreto, sustituyendo el 10% en peso de cemento por cenizas de las hojas secas de la palma chaguaramo como material puzolánico”, realizado en la Universidad Central de Venezuela, el tipo de investigación fue descriptivo y el diseño experimental, estudió la resistencia a compresión de mezclas de concreto, sustituyendo el 10% en peso de cemento por cenizas de hojas secas de la palma Chaguaramo, durante el estudio se separaron las cenizas de acuerdo a su tamaño, para así estudiar su comportamiento por separado; se usaron las cenizas pasantes el tamiz #200 y las retenidas en el tamiz #100 y #200. Realizaron ensayos típicos de caracterización de los agregados, para así poder realizar las distintas mezclas, concluyó que se cumplieron con todos los objetivos planteados, pudiendo así calcular los valores de la resistencia a compresión de las mezclas con sustitución del 10% en peso con cenizas de Palma Chaguaramo, además de esto se logró comparar los valores obtenidos para mezclas con distintos tamaños de cenizas entre sí, y con respecto a una mezcla de concreto convencional. La sustitución de cenizas de la Palma Chaguaramo en el cemento Portland

puede ser utilizado en obras donde la resistencia requerida no sea alta, es decir, un cemento de baja calidad, sin embargo, se recomienda volver a realizar las pruebas corrigiendo los errores cometidos con respecto a la trabajabilidad con el fin de obtener resultados más confiables. Además, la aplicación de la ceniza de la Palma Chaguaramo como material puzolánico va depender de estudios posteriores que se realicen en cuanto al contenido de sílice presente y los porcentajes de sustitución más óptimos. La mezcla patrón alcanzó la resistencia esperada, y las mezclas con sustitución de 10% en cenizas pasantes tamiz #200 y las retenidas en el tamiz #100 y #200, presentaron una disminución de la resistencia de un 6,71% y 3,51% respectivamente.

Ríos (2011), en su tesis para obtener el título de Ingeniero Civil denominada “Empleo de la Ceniza de Bagazo de Caña de Azúcar (CBCA) como Sustituto Porcentual del Agregado Fino en la Elaboración de concreto Hidráulico”, realizado en la Universidad Veracruzana. México, tuvo como objetivo general evaluar el comportamiento mecánico y físico de un concreto hidráulico, influenciado por la sustitución porcentual del agregado fino, por un desecho agroindustrial como lo es la ceniza de bagazo de caña de azúcar (CBCA.), el tipo de investigación fue descriptiva y el diseño experimental, usó tres tipos de concretos, A(100AF), este concreto se realizó para tomarlo como referencia de acuerdo con la evolución de los otros concretos modificados de manera porcentual en sustitución del agregado fino (arena), B(95AF/5CBCA) tipo de concreto que cuenta con el 95 % de componente de agregado fino y 5% en sustitución de CBCA y el C(90AF/10CBCA) él tiene un remplazo de 10% de su peso de arena por CBCA. Aplico metodología de Fagerlund. Concluyó que, respecto a la resistencia mecánica, se encontró que la sustitución parcial de CBCA por agregado fino, no fue benéfica, ya que los concretos con

el 5 y 10% de CBCA alcanzaron resistencias menores con respecto a un concreto convencional. Sin embargo, el concreto con un 5% de CBCA a los 60 días desarrolló una resistencia casi a la de diseño (335 kg/cm²). Sobre la densidad aparente normada por la ASTM C642, se encontró que esta es inversamente proporcional a la cantidad sustituida por ceniza de bagazo de caña de azúcar. Sobre la porosidad total, los concretos con CBCA, presentan resultados muy parecidos a los del concreto convencionales, aunque inferiores. Finalmente, sobre el coeficiente de porosidad efectiva (K), se encontró que a los 60 días este factor es casi indistinto para la cantidad de sustitución de CBCA. Mostrándose inferior en el concreto con el 5% de ceniza.

Arcos (2012), en el VI Congreso Internacional sobre Patología y Recuperación de Estructuras presentó su investigación que le sirvió para obtener el título de Ingeniero Civil titulada "Las Cenizas de Cáscara de Arroz y la Reacción Álcali Sílice". La investigación fue del tipo descriptivo y el diseño experimental. Estudió las propiedades de la cascarilla de arroz ya que se había comprobado que las cenizas de esta poseen propiedades puzolánicas si son quemadas y/o molidas en forma conveniente. Se emplearon cenizas de cascara de arroz (CCA) procedentes del estado de Rio Grande do Sul (Brasil) en estado natural y cenizas que fueron molidas a un tamaño de partículas similar al del cemento. Se realizaron morteros con distintos contenidos de CCA y diferentes cementos. Los resultados mostraron con claridad la influencia del tamaño de partículas sobre la reactividad de las CCA y la efectividad de distintos tipos de cemento para atenuar la reacción álcali sílice.

Galicia, Velásquez (2016) en su tesis denominada "Análisis Comparativo de la Resistencia a la Compresión de un Concreto Adicionado con Ceniza de hoja de molle Elaborado con Agregados de las Canteras de Cunyac y Vicho con Respecto a un Concreto

Patrón de Calidad $f'c=210 \text{ Kg/Cm}^2$ ”, en la Universidad Andina del Cuzco, tuvo por objeto analizar la adición de ceniza de molle al concreto, el cual determinó si este produce un incremento en la resistencia a la compresión y flexión. Esa investigación se basó en muestras de concreto, los cuales fueron elaborados con cemento Portland IP de la marca YURA, agregado fino de las canteras de Cunyac y Mina Roja, agregado grueso de la cantera de Vicho, el molle fue extraído de los distritos de Saylla, Tipón y Oropesa, de la ciudad del Cusco; el diseño de mezclas para el concreto patrón y el concreto adicionado con ceniza de molle se realizó mediante el método ACI 211.1. Dichas muestras estuvieron conformadas por especímenes circulares, los cuales fueron ensayados en proporciones de 2.5%, 5% y 7.5% de ceniza de molle con respecto al peso del cemento, para 7, 14 y 28 días de edad y especímenes rectangulares en proporción de 5% con respecto al peso del cemento, para 28 días de edad. Fueron evaluados así los parámetros de resistencia tanto a la compresión como a la flexión, así mismo la consistencia, luego fueron comparadas dichas adiciones con un concreto patrón de calidad $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$.

Entre los resultados más importantes se tiene: la adición de 2.5%, 5% y 7.5% de ceniza de molle a los 28 días para la resistencia a la compresión, se obtuvo un incremento del 30%, 35% y 47%, respectivamente con respecto al concreto patrón.

A nivel local no se encontraron investigaciones referentes a las variables de investigación que plantea el presente estudio, lo cual hace necesario e importante realizar la presente investigación.

Polonio (2016) en su tesis denominada “resistencia a la compresión de un concreto $f'c=210\text{kg/c}$ cuando se reemplaza el peso del cemento en 3%, 4% y 5% por la ceniza de hoja de molle”, tuvo por objeto analizar la adición de ceniza de molle al concreto, el

cual determinó si este produce un incremento en la resistencia a la compresión. Esa investigación se basó en muestras de concreto, los cuales fueron elaborados con cemento Portland I, agregado fino y agregado grueso de la cantera de Tacllan, el molle fue extraído del sector Monterrey en el distrito de Huaraz. Dichas muestras estuvieron conformadas por especímenes circulares, los cuales fueron ensayados en proporciones de 3%, 4% y 5% de ceniza de molle con respecto al peso del cemento, para 7, 14 y 28 días de edad. Fueron evaluados así los parámetros de resistencia tanto a la compresión, así mismo la consistencia, luego fueron comparadas dichas adiciones con un concreto patrón de calidad $f^c = 210 \text{ kg/cm}^2$.

Para la cantera Tacllan los resultados obtenidos en el ensayo a compresión para una resistencia de 210 kg/cm^2 (concreto convencional) a los 28 días el valor promedio es de 217.33 kg/cm^2 .

Para la cantera Tacllan utilizando el reemplazo del 3% del peso del cemento por la ceniza de hoja de molle el resultado obtenido en el ensayo a compresión para una resistencia de 210 kg/cm^2 a los 28 días el valor promedio es de 294.53 kg/cm^2 .

Para la cantera Tacllan utilizando el reemplazo del 4% del peso del cemento por la ceniza de hoja de molle el resultado obtenido en el ensayo a compresión para una resistencia de 210 kg/cm^2 a los 28 días el valor promedio es de 315.51 kg/cm^2 .

Para la cantera Tacllan utilizando el reemplazo del 5% del peso del cemento por la ceniza de hoja de molle el resultado obtenido en el ensayo a compresión para una resistencia de 210 kg/cm^2 a los 28 días el valor promedio es de 295.55 kg/cm^2 .

El reemplazo que presentó mayor resistencia a compresión a los 28 días, para la resistencia de 210 kg/cm^2 , fue el concreto elaborado con el reemplazo del 4% del peso de cemento por la ceniza de hoja de molle de la cantera Tacllan.

1.2. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICA

La investigación se fundamenta en la tecnología de concreto, la búsqueda constante de nuevos métodos de construcción que reduzcan el impacto sobre nuestro ambiente, hacen que cada vez se investigue más sobre nuevos materiales tipo ecológico, se busca que los procesos de construcción sean responsables con el ambiente y ocupen recursos de manera eficiente durante el tiempo de vida de la construcción.

1.3. MARCO REFERENCIAL

MORTERO

DEFINICIÓN

Es una mezcla plástica aglomerante, que resulta de combinar arena y agua con un aglutinante que es el cemento Portland y otros. Generalmente se utiliza para obras de albañilería, como material de agarre, revestimiento de paredes, entre otras. El mortero de cemento Portland es un mortero en el que se utiliza cemento como conglomerante.

Es la mezcla de un aglomerante fino, realizada por vía humana. La mezcla de un conglomerante y agua se llama pasta, pero esta debe ofrecer cierta consistencia, pues cuando el conglomerante está muy líquido, la mezcla se llama lechada (Ing. Javier A. Navarro veliz, 2006).

Los morteros de cal son aquellos que están fabricados con cal, arena y agua. La cal puede ser aérea o hidráulica. Este tipo de morteros no se caracterizan por su gran resistencia, sino por su plasticidad, color, y porque se trabaja con facilidad.

Los morteros pobres o ásperos, son aquellos que tienen poca cantidad de cemento, siendo muy difíciles de trabajar. Por otro lado, los morteros que tienen gran cantidad de cemento se retraen y producen fisuras, además de ser de mayor costo (Calvo, 2001).

Mortero = Cemento Portland + Agregado Fino + Aire + Agua

CARACTERÍSTICAS DEL MORTERO Y SUS ESTADOS

Compresión

Se ensayará a la compresión, en una sección de 50 x 50 mm, aplicándose la carga a las dos caras provenientes de las laterales del moldaje, colocándose entre las placas de la máquina de compresión. La velocidad de carga será tal que la presión sobre la probeta de espécimen aumente entre 10 y 20 kg/cm²/seg. Hasta la mitad de la carga de ruptura, la carga podrá aumentar a mayor velocidad, pero en todo caso la duración de cada ensayo será menor o igual en 10 segundos.

Adherencia

Se manifiesta mediante la unión mecánica que debe existir entre el mortero y la unidad de mampostería. El grado de adherencia de un mortero contribuye a incrementar la capacidad del sistema para soportar los esfuerzos de tensión y cortante que generan las cargas. La plasticidad, la manejabilidad y la capacidad de retener agua en un mortero influyen de manera importante en la adherencia final que tendrá el mortero con las superficies de las unidades de mampostería.

Retención de agua

Por lo general, el mortero se coloca entre unidades de mampostería que le absorben agua, tan pronto como el mortero tiene contacto con sus superficies, por lo tanto, se vuelve indispensable que el mortero conserve suficiente cantidad de agua que le permita la hidratación de sus cementantes y alcanzar así su resistencia especificada a pesar de la absorción natural que las unidades de mampostería ejercen sobre él.

Manejabilidad

Es una combinación de varias propiedades, entre las que se incluye la plasticidad, la consistencia, la cohesión, y por supuesto la adhesión. La manejabilidad del mortero está directamente relacionada al contenido de agua en la mezcla, y es un factor esencial en el ensamble de los componentes de la mampostería.

Durabilidad

Es una condición que debe cumplir el mortero, debe ser capaz de resistir la exposición al medio ambiente sin manifestar algún deterioro físico interno a edades tempranas. La durabilidad de un mortero contribuye a mantener la integridad de las estructuras de mampostería con el paso del tiempo, sobre todo en estructuras que están en contacto permanente con el suelo o la humedad y sometidos a ciclos de hielo y deshielo; donde el acoplamiento de las unidades de mampostería a través de las juntas de mortero adquiere una mayor relevancia.

Fluidez Es el aumento del diámetro de la muestra, expresado como un porcentaje del diámetro de la base mayor del molde. Se mide la base de la muestra en al menos cuatro puntos y se calcula el promedio. (MTC E 617-2000)

En las construcciones de mampostería reforzada interiormente se requiere que el mortero o lechada que se coloca en el interior de las celdas de los muros o unidades de mampostería sea capaz de penetrar perfectamente en las cavidades donde se aloja el acero de refuerzo sin que se manifieste una segregación del mortero. El contenido de agua en la mezcla, así como la capacidad del mortero de retenerla son factores que influyen directamente en el comportamiento posterior de la estructura.

Consistencia

Está definida por el agregado de humedecimiento de la mezcla, depende principalmente de la cantidad de agua usada.

Resistencia

La resistencia a compresión del mortero se obtiene conforme a los resultados del ensayo a los 28 días de edad. La resistencia a la compresión de mortero de cemento Portland, se determina llevando a la rotura especímenes de 50mm, preparados con mortero consistente de una parte de cemento y de arena dosificado en masa.

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE MORTERO DE CEMENTO HIDRÁULICO (USANDO ESPECÍMENES DE 2 PUL. QUE EQUIVALE A [50 MM]).

a) Equipos para el ensayo

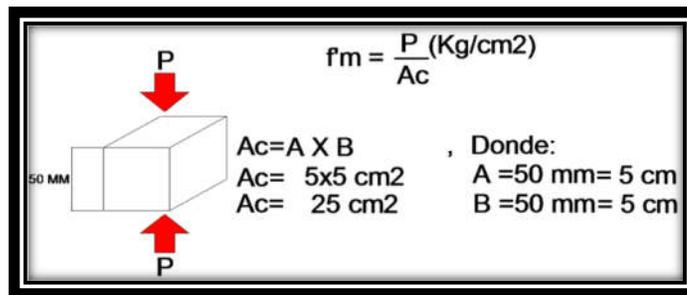
- ✓ Presas y dispositivos de peso.

- ✓ Molde cúbico de (5cm x 5cm x 5cm).
- ✓ Mezclador, tazón y paleta.
- ✓ Espátula.
- ✓ Gabinete o cuarto de curado.
- ✓ Máquina de prueba.
- ✓ Cinta transparente para el forrado del molde cubico.

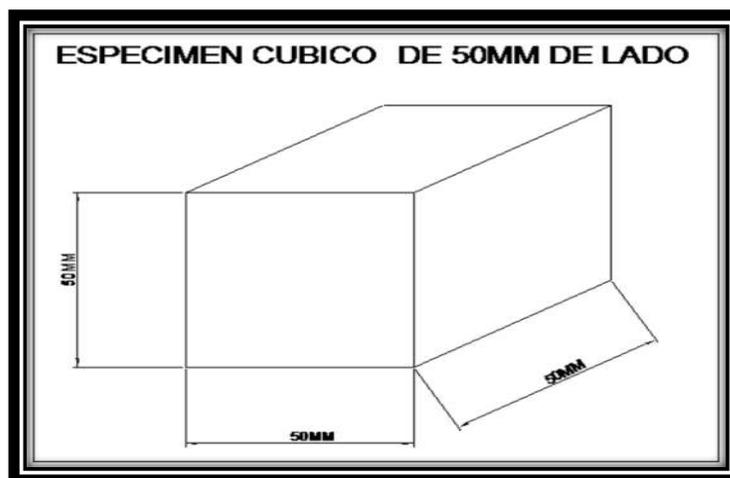
b) Preparación de los moldes de especímenes

- ✓ Aplicar un delgado revestimiento de agente liberados en el interior de las caras del molde y en la placa base no absorbente. Aplicar aceite y grasa usando un paño impregnado u otro medio adecuado. Limpiar las caras del molde y la placa base con un paño tanto como sea necesario para remover cualquier exceso de agente liberador y para obtener una delgada y pareja capa de revestimiento en el interior de las superficies. Cuando se use un lubricante aerosol, rociar el agente liberador directamente sobre las caras de los moldes y la placa base a una distancia de 6 a 8 pulgadas o [150 a 200 mm] para obtener una completa cobertura. Después de engrasado, limpiar la superficie con un paño tanto como sea necesario para remover cualquier exceso de lubricante aerosol. El revestimiento sobrante deberá ser lo suficiente para permitir que las huellas de los dedos se impriman con una pequeña presión.
- ✓ Sellar las superficies donde las mitades de los moldes se unirán, aplicando un revestimiento de una delgada capa de grasa lubricante como petrolato. La cantidad deberá ser lo suficiente para resistir ligeramente cuando las dos mitades se hayan unido. Remover cualquier exceso de grasa con un paño.

✓ Después de poner los moldes en la placa base (y fijarlos, si es del tipo mariposa) cuidadosamente remover con un paño seco cualquier exceso de grasa o aceite de la superficie de los moldes y de la placa base para que el sellador impermeable sea aplicado. Como sellador, usar parafina, cera micro cristalina o una mezcla de tres partes de parafina para cinco partes de resina por masa. Derretir el sellador por calentamiento entre 230 ° y 248 °F ó [110 y 220 °C]. Colocar el sellador impermeable por aplicación del sellador derretido en las líneas de contacto exteriores entre el molde y la placa base.



Grafica (01): fuente, Elaboración propia (medidas de los moldes).



Grafica (02): fuente, Elaboración propia (especimen cubico de 50 mm).

c) Materiales

- ✓ Agregado fino.
- ✓ Cemento portland tipo I.
- ✓ Agua.
- ✓ Cenizas de molle

d) Preparación de mortero:

Colocar la mezcladora en posición de trabajo (secando la paleta y el recipiente) y se procede así:

- Adicionar el agua de amasado en el recipiente.
- Agregar el cemento al agua y mezclar en baja velocidad (140 ± 5 rpm) por 30 segundos.
- Agregar lentamente la totalidad de la arena en un lapso de 30 segundos, mientras la mezcladora funciona a baja velocidad.
- Detener la mezcladora, cambiar a la velocidad rápida (285 ± 10 rpm) y mezclar durante 30 segundos.
- Detener la mezcladora durante 90 segundos. En los primeros 15 segundos de este intervalo, se arrastra rápidamente hacia el fondo el mortero que se ha adherido a las paredes. Para el resto del intervalo se tapa el recipiente.
- Finalmente se mezcla a velocidad rápida, (285 ± 10 rpm) durante 60 segundos.

Fluidez:

- ✓ Llenado del molde
- ✓ Limpiar y secar la plataforma de la mesa de flujo, colocar el molde en el centro, verter en el molde una capa del mortero, de unos 25 mm (1") de espesor, y apisonar

con 20 golpes del compactador, uniformemente distribuidos; llenar totalmente el molde con una segunda capa de mortero y proceder igual que en la primera capa. La presión del compactador, deberá ser tal que asegure el llenado total y uniforme del molde, retirando el exceso de mortero de la capa superior y alisando la superficie por medio de una espátula.

Determinación de la fluidez

- ✓ Lleno el molde, limpiar y secar la plataforma de la mesa, teniendo cuidado de secar el agua que está alrededor de la base del molde. Después de un (1) minuto de terminada la operación de mezclado, retirar el molde, levantándolo e inmediatamente dejar caer la mesa de flujo desde una altura de 12,7 mm (½") 25 veces en 15 segundos. Luego medir el diámetro de la base del mortero, por lo menos en cuatro puntos equidistantes y calcular el diámetro promedio.

CALCULOS

- ✓ La fluidez, es el aumento del diámetro promedio de la base de la muestra, expresado como un porcentaje del diámetro original.
- ✓ Determinar el diámetro promedio y calcular el porcentaje de fluidez, de acuerdo a la siguiente fórmula:

$$\% \text{ fluidez} = \frac{\text{Diámetro Promedio} - 101,6\text{mm}}{101,6\text{mm}} \times 100$$

e) Moldeado de Especímenes de Prueba

- ✓ Inmediatamente después de completar la prueba de flujo, regrese el mortero de la mesa de flujo al tazón de mezclado. Rápidamente raspe los lados del tazón y transfiera

dentro del mortero lo que pudo haberse recolectado de los lados del tazón y entonces remezcla la colada por 15 segundos a velocidad media. Al completar el mezclado, la paleta se batirá dentro del tazón de mezclado para remover el mortero.

- ✓ Inicie el moldeo de los especímenes dentro de un tiempo total de no más de 2 minutos y 30 segundos después de completar el mezclado original del mortero. Poner una capa de mortero de aproximadamente 1 pulgada o [25 mm] (aproximadamente la mitad del peralte del molde) en todos los compartimentos del cubo. Compacte el mortero en cada compartimiento 32 veces en alrededor de 10 segundos en cuatro rondas, cada ronda en ángulo recto respecto a la otra y consistente en ocho golpes contiguos sobre la superficie del espécimen. La presión de apisonado debe ser lo suficiente para asegurar un llenado uniforme de los moldes. Las cuatro rondas de compactación (32 golpes) del mortero deberá ser completadas en un cubo antes de continuar con el siguiente. Cuando se haya completado el compactado de la primera capa en todos los compartimientos de cubo, llenar los compartimientos con el mortero restante y apisonar como se especificó para la primera capa. Durante la compactación de la segunda cara regrese dentro del molde mediante las manos cubiertas con guantes y el apisonador el mortero que se haya salido al borde superior del molde, al completar cada ronda y antes de iniciar la siguiente ronda de apisonado. Al terminar la compactación, la parte superior de los cubos deberá extenderse ligeramente sobre los bordes superiores de los moldes. Regrese el mortero que se ha salido del molde con la espátula y alise los cubos con el filo de la espátula (con el borde de entrada ligeramente elevado), (MTC E 611, E 616-2016).

f) Almacenamiento de los especímenes de pruebas

- ✓ Almacenamiento de los Especímenes de Prueba- Inmediatamente al completar el moldeo, ponga los especímenes de prueba en el gabinete de curado o cuarto de curado. Guarde todos los especímenes. Inmediatamente después de moldeados en los moldes en la placa base en el gabinete de curado o cuarto de curado por 20 a 24 h con su superficie superior expuesta al aire húmedo pero protegida de escurrimientos de agua.
- ✓ Si los especímenes son removidos antes de las 24 h, guardarlos en los anaqueles del gabinete de curado o cuarto de curado hasta que ellos tengan 24 h, y entonces sumerja los especímenes, excepto aquellos para la prueba de las 24 h, en agua saturada con cal en tanques de almacenamiento contruidos de material no corrosivo. Guarde el agua de curado limpia y cámbiela cuando se requiera.

g) Determinación de la resistencia a la compresión

- ✓ Pruebe los especímenes inmediatamente después de ser removidos del gabinete viene el curado en agua. Todos los especímenes de prueba para una edad de prueba dada deberán ser ensayados dentro de la tolerancia permisible prescrita como sigue:

Tabla 1.0: Tolerancia para el ensayo a compresión.

EDAD DE CUBO	TOLERANCIA PERMISIBLE
3 días	1 hora
7 días	3 horas
28 días	12 horas

Fuente: propia

- ✓ Limpie cada espécimen hasta obtener una condición de superficie seca y remover cualquier grano de arena suelto o incrustaciones de las caras que estarán en contacto

con los bloques de soporte de la máquina de prueba. Revise que las caras sean realmente planas mediante un rectificador.

- ✓ Aplique la carga a caras del espécimen que estuvieron en contacto con superficies realmente planas del molde. Cuidadosamente ponga el espécimen en la máquina de prueba debajo del centro del bloque de apoyo superior. Previo a la prueba de cada cubo, deberá averiguarse si el bloque de asiento esférico está libre para inclinarse. No use acojinamiento o materiales de relleno.

h) Expresión de resultados

Se debe anotar la carga máxima indicada por la máquina de ensayo en el momento de la rotura, y se debe calcular la resistencia a la compresión como sigue:

$$F = P / A$$

Donde:

F: es la resistencia a la compresión en MPa.

P: carga máxima total en Lb o N.

A: área de la superficie de carga en plg² o mm².

i) Factores que afectan la Resistencia

- ✓ La relación agua- cemento (a/c). - Es el factor principal que influye en la resistencia del mortero. La relación a/c, afecta la resistencia a la compresión de los concretos con o sin aire incluido. La resistencia en ambos casos disminuye con el aumento de a/c.
- ✓ El contenido de cemento, la resistencia disminuye conforme se reduce el contenido de cemento.

- ✓ El tipo de cemento. La rapidez de desarrollo de resistencia varía para los concretos hechos con diferentes tipos de cemento.
- ✓ Las condiciones de curado. Dado que las reacciones de hidratación del cemento sólo ocurren en presencia de una cantidad adecuada de agua, se debe mantener la humedad en el concreto durante el periodo de curado, para que pueda incrementarse su resistencia con el tiempo.

CEMENTO PORTLAND

DEFINICIÓN

Es el producto resultante de la pulverización muy fina de Clinker (o clínkers) obtenido calcinando a fusión incipiente una mezcla rigurosamente homogénea de material calcáreo y arcillosos.

Es un conglomerante formado a partir de una mezcla de caliza y arcilla calcinadas y posteriormente molidas, que tiene la propiedad de endurecerse al contacto con el agua. El producto resultante de la molienda de estas rocas es llamada Clinker y se convierte en cemento cuando se le agrega yeso para que adquiera la propiedad de fraguar al añadirle agua y endurecerse posteriormente.

El cemento Portland, es un polvo de color gris, más o menos verdoso, de gran valor como material estructural, a consecuencia de alcanzar dureza pétrea después de ser amasado con agua, es también un aglomerante hidráulico por excelencia.

PROCESO DE FABRICACIÓN DE CEMENTO

El proceso de fabricación del cemento se inicia con la explotación de los yacimientos de materia prima, en tajo abierto. El material resultante de la voladura es transportado en

camiones para su trituración, la trituración de la roca, se realiza en dos etapas, inicialmente se procesa en una chancadora primaria, del tipo cono que puede reducirla de un tamaño máximo de 1.5 m hasta los 25 cm. El material se deposita en un parque de almacenamiento.

Luego de verificar su composición química, pasa a la trituración secundaria, reduciéndose su tamaño a 2mm aproximadamente.

El material triturado se lleva a la planta propiamente dicha por cintas transportadoras, depositándose en un parque de materias primas. En algunos casos se efectúa un proceso de pre-homogeneización.

La siguiente etapa comprende la molienda, por molinos de bolas o por prensas de rodillos, que producen un material de gran finura. En este proceso se efectúa la selección de los materiales, de acuerdo al diseño de la mezcla previsto, para optimizar el material crudo que ingresará al horno, considerando el cemento de mejores características.

El material molido debe ser homogeneizado para garantizar la efectividad del proceso de clinkerización mediante una calidad constante. Este procedimiento se efectúa en silos de homogeneización. El material resultante constituido por un polvo de gran finura debe presentar una composición química constante.

La harina cruda es introducida mediante sistema de transporte neumático y debidamente dosificada a un intercambiador de calor por suspensión de gases de varias etapas, en la base del cual se instala un moderno sistema de pre calcinación de la mezcla antes de la entrada al horno rotatorio donde se desarrollan las restantes reacciones físicas y químicas que dan lugar a la formación del Clinker. El intercambio de calor se produce mediante

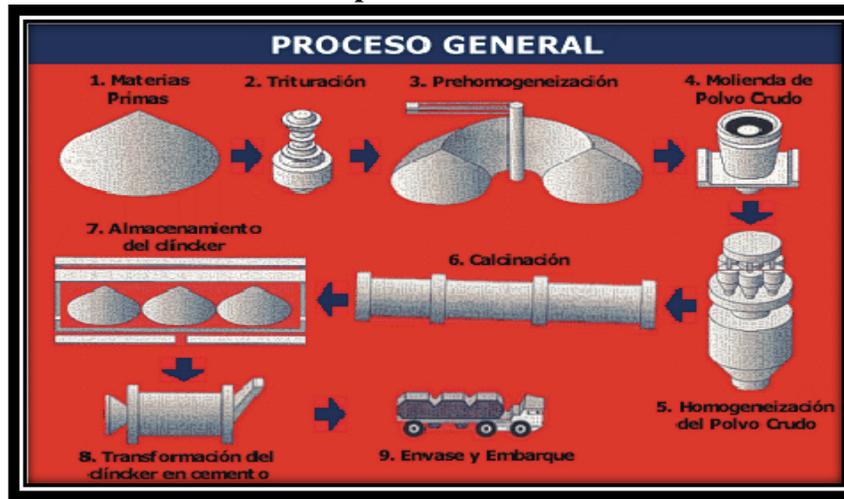
transferencias térmicas por contacto íntimo entre la materia y los gases calientes que se obtienen del horno, a temperaturas de 950 a 1,100°C en un sistema de 4 a 6 ciclones en cascada, que se encuentran al interior de una torre de concreto armado de varios pisos, con alturas superiores a los cien metros.

El horno es el elemento fundamental para la fabricación del cemento. Está constituido por un tubo cilíndrico de acero con longitudes de 40 a 60m y con diámetros de 3 a 6m, que es revestido interiormente con materiales refractarios, en el horno para la producción del cemento se producen temperaturas de 1,500 a 1,600°C, dado que las reacciones de clinkerización se encuentra alrededor de 1,450°C.

El Clinker que egresa al horno de una temperatura de 1,200°C pasa luego a un proceso de enfriamiento rápido por enfriadores de parrilla. Seguidamente por transportadores metálicos es llevado a una cancha de almacenamiento.

Desde este depósito y mediante un proceso de extracción controlada, el Clinker es conducido a la molienda de cemento por molinos de bolas a circuito cerrado o prensas de rodillos con separadores neumáticos que permiten obtener una finura de alta superficie específica. El cemento así obtenido es transportado por medios neumáticos para depositarse en silos donde se encuentra listo para ser despachado. El despacho del cemento portland que produce la planta, se realiza en bolsas de 42,5Kg, así como a granel.

Proceso de producción de cemento



Grafica (03): fuente <http://www.monografias.com/trabajos58/produccion-cemento/produccion-cemento.shtml> (31 de enero, 9:14 pm del 2017).

El proceso de fabricación del cemento se puede agrupar en dos sistemas:

Procedimiento por vía seca

En la cual las materias primas se muelen y se desecan en primer lugar, luego se mezclan dosificándolas y después son reducidas a polvo, pasando luego a los hornos.

Procedimiento por vía húmeda

En que las materias primas después de haber sido molidas separadamente, se dosifican y se mezclan, amasándolas con mucha agua, el lodo así formado pasa a los hornos. El producto resultante de la calcinación en los hornos se llama Clínger. Estos hornos pueden ser verticales o fijos e inclinados o giratorios.

PROPIEDADES GENERALES

- Buena resistencia al ataque químico.
- Buena resistencia a temperaturas elevadas.

- Se puede usar en bajas temperaturas.

PROPIEDADES FÍSICAS

Finura

La finura se aprecia por medio del análisis granulométrico, el que consiste en hacerlos pasar por los tamices o zarandas, para apreciar el porcentaje de peso que atraviesa el material a cada tamiz. Las especificaciones que se mencionan en la norma usualmente indica que más del 78% en peso pase la malla N° 200.

Peso Específico: su peso específico debe ser superior a 3.10.

Fraguado inicial: 2-3 horas.

Fraguado final: Entre 7-8 horas tiene el 80 % de la resistencia.

Calor de hidratación: Muy exotérmico. Desprende rápidamente una gran cantidad de calor.

Muy resistente a sulfatos y muy buena durabilidad y resistente a compuestos ácidos.

Buenas propiedades refractarias, aguanta 1500-1600 °C manteniendo resistencias y propiedades físicas.

COMPONENTES QUÍMICOS

1. Silicato tri cálcico, el cual le confiere su resistencia inicial e influye directamente en el calor de hidratación.
2. Silicato di cálcico, el cual define la resistencia a largo plazo y no tiene tanta incidencia en el calor de hidratación.

3. Aluminato tri cálcico, 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.

4. Aluminio- ferrito tetra cálcico, influye en la velocidad de hidratación y secundariamente en el calor de hidratación.

5. Componentes menores: oxido de magnesio, potasio, sodio, manganeso y titanio.

Los componentes químicos principales de las materias primas para la fabricación del cemento y las proporciones generales en que intervienen son:

Tabla 2.0: Composición química del cemento

%	COMPONENTE QUIMICO	PROCEDENCIA USUAL
	Oxido de calcio (aO)	Rocas Calizas
	Oxido de Sílice (SiO ₂)	Areniscas
95%<	Oxido de Aluminio (Al ₂ O ₃)	Arcillas
	Oxido de Hierro (Fe ₂ O ₃)	Arcillas, Mineral de Hierro, pirita
5%<	Oxido de Magnesio, Sodio, potasio, titanio, azufre, fósforo.	Minerales Varios

Fuente: <http://www.monografias.com/trabajos58/produccion-cemento/produccion-cemento.shtml>

TIPOS DE CEMENTO EN EL MERCADO NACIONAL

- ✓ Cemento portland
- ✓ cemento portland puzolánico
- ✓ cemento portland de escoria de alto horno
- ✓ cemento tipo MS
- ✓ cemento portland compuesto tipo 1Co
- ✓ cemento de albañilería

TIPOS DE CEMENTOS

- ❖ Tipo I, para uso general que no requiera propiedades especiales especificadas para cualquier otro tipo.
- ❖ Tipo II, para uso general y específicamente cuando se desea moderada resistencia a los sulfatos.
- ❖ Tipo III, para ser utilizado cuando se requiere altas resistencias iniciales (no se fabrica en Perú).
- ❖ Tipo IV, para usar cuando se desea bajo calor de hidratación.
- ❖ Tipo V, para usar cuando se desea alta resistencia a los sulfatos.

Para la presente tesis usaremos el cemento Portland tipo I, de estos 5 tipos, en el Perú solo se fabrican los tipos I, II y V.

Según Yerramala (2014), la composición química del Cemento Portland Tipo I (CPTI) es la siguiente:

Tabla 3.0: Composición Química y gravedad específica del Cemento Portland Tipo I

Parámetro	%
SiO ₂	21.8
Al ₂ O ₃	6.6
Fe ₂ O ₃	4.1
CaO	60.1
MgO	2.1
Na ₂ O	0.4
K ₂ O	0.4
SO ₃	2.2
LOI	2.4
Gravedad Específica	3.15

Fuente: Yerramala (2014).

NORMAS DE CEMENTO EN EL PERÚ

El cemento en el Perú es uno de los productos con mayor número de normas, que datan del inicio del proceso de normalización en el país. Se cuenta con 7 normas sobre especificaciones, una de muestreo e inspección, 5 sobre adiciones y 30 sobre método de ensayo.

En la actualidad, la responsabilidad de la normalización se encuentra en el Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual - INDECOPI, creado por Ley N° 25868, promulgada el 18.11.92. La dación de normas se encuentra dentro de las atribuciones de una de las secretarías de INDECOPI, denominada Comisión de Reglamentos Técnicos y Comerciales. El INDECOPI, como los organismos que lo antecedieron y la práctica internacional, efectúa la normalización por intermedio de comités técnicos tripartitos que congregan a especialistas de la producción, el consumo y la tecnología.

La normalización del cemento se lleva a cabo por el Comité Técnico Permanente de Normalización de Cementos y Cales, cuya gestión tiene a su cargo la Asociación de Productores de Cemento - ASOCEM quien ejerce la secretaría técnica.

Inicialmente las normas adoptadas por la industria fueron las de American Society for Testing and Materiales (ASTM), consignando en el rotulado del envase la designación correspondiente. La primera entidad de normalización fue el Instituto Nacional de Normas Técnicas Industriales y Certificación - INANTIC creado por la ley de promoción industrial, Número 13270 del 31-11-59. Entidad que aprobó una serie de normas sobre cemento. Posteriormente, este organismo fue reemplazado por el Instituto de Investigación Tecnológica Industrial y de Normas Técnicas -ITINTEC, comprendido en la Ley General de Industrial, D.L: 18350 promulgada el 27.08-70, organismo que actualizó las normas existentes y formuló otras nuevas.

AGREGADO FINO

DEFINICIÓN

Los agregados también llamados áridos son aquellos materiales inertes, de forma granular, naturales o artificiales, que aglomerados por el cemento Portland en presencia de agua forman un todo compacto (piedra artificial), conocido como mortero o concreto.

Según NTP 334.051 (1998), la arena debe ser de sílice natural de granos redondeados y gradada.

La arena usada para hacer las muestras (cubos), en este ensayo, será natural de sílice o de Ottawa, normalizada para ensayo y gradada.

PROPIEDADES FÍSICAS DEL AGREGADO FINO

a) Módulo de fineza

Es un índice aproximado del tamaño medio de los agregados. Cuando este índice es bajo quiere decir que el agregado es fino, cuando es alto es señal de lo contrario.

El módulo de fineza de un agregado se calcula sumando los porcentajes acumulativos retenidos en la serie de mallas estándar: 3", 1 1/2", 3/4", 3/8", N°4, N°8, N°16, N°30, N°50 y N°100 y dividiendo entre 100. Según la norma ASTM la arena debe tener un módulo de fineza no menor de 2.3 ni mayor que 3.1. Módulos de fineza comprendidos entre 2.2 y 2.8 producen Concretos de buena trabajabilidad y reduce la segregación. Módulos de fineza comprendidos entre 2.8 y 3.1 son las más favorables para concretos de alta resistencia.

b) Peso unitario según la NTP 400.017

Se denomina peso unitario del agregado al peso que alcanza un determinado volumen unitario. este valor es requerido cuando se trata de clasificar agregados ligeros o pesados. El peso unitario del agregado varía de acuerdo a condiciones intrínsecas, como la forma, granulometría y tamaño máximo.

Peso unitario suelto

Se denomina PUS, para determinar se coloca el material seco suavemente en el recipiente hasta llegar al punto de derrame, luego se nivela a ras del molde con la barra metálica. Es importante tener en cuenta cuando se trata del manejo y transporte del agregado debido a que esto se hacen en estado suelto.

Peso unitario compactado

se llama así cuando los granos han sido sometidos a compactación incrementando así el grado de acomodamiento de las partículas del agregado fino y por lo tanto el valor de la masa unitaria aumenta, sirve para determinar el volumen absoluto de los agregados.

Usualmente se llena en tres capas iguales, se apisona cada tercio del volumen con 25 veces con una varilla compactadora de punta redondeada de 5/8" de diámetro, y después se a rasa al nivel del molde.

c) Peso específico según la NTP 400.022

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.

El peso específico de los agregados adquiere importancia en la construcción, cuando se requiere que el concreto tenga un peso límite, sea máximo o mínimo. El peso específico es un indicador de calidad.

d) Contenido de humedad según la NTP 400.010

Es la cantidad de agua retenida por las partículas del agregado fino, esta propiedad varía en función al tiempo o condiciones ambientales. Esta propiedad es importante porque de acuerdo a su valor (en porcentaje), la cantidad de agua en el concreto varía. También se define como la diferencia entre el peso del material natural y el peso del

material secado en horno (24 hrs.), dividido entre el peso natural del material, todo multiplicado por 100.

e) Absorción según la NTP 400.022

Es la capacidad que tiene los agregados de atrapar moléculas de agua en sus poros, producido por la capilaridad es denominado como absorción, radica en aportar agua en la elaboración del concreto o mortero, lo cual puede variar propiedades importantes como la resistencia y trabajabilidad.

f) Granulometría según la NTP 400.012

Es la distribución de los tamaños del agregado, la granulometría está directamente relacionada con las características de manejabilidad del concreto en su estado fresco, el límite de la granulometría recomendada está dada por NTP 400.037 o ASTM C 33 según lo establecido para el agregado fino. La granulometría seleccionada no deberá tener más del 5% del agregado retenido en la malla de 1 ½" y no más del 6% del agregado que pasa la malla de ¼".

g) Tamaño máximo de agregados

El tamaño máximo del conjunto de agregados, está dado por la abertura en la malla inmediata superior a la que retiene el 15% o más, al cribar por ella el agregado más grueso.

AGUA PARA LA MEZCLA

Se entiende por agua de mezclado a la cantidad de agua total contenida en el concreto fresco. Esta cantidad es utilizada para el cálculo de la relación agua/cemento (a/c) y está compuesta por el agua agregada a la mezcla y la humedad superficial de los agregados.

El agua de amasado cumple una doble función en el concreto; por un lado, permite la hidratación del cemento y por el otro es indispensable para asegurar la trabajabilidad y la buena compactación del concreto. Está prohibido el empleo de aguas ácidas, calcáreas, minerales ya sea carbonatadas o minerales; aguas provenientes de minas o relaves, aguas que contengan residuos industriales, agua con contenido de sulfatos mayor del 1%, agua que contengan algas, materia orgánica, humus o descargas de desagües, aguas que contengan azúcares o sus derivados, igualmente aquellas aguas que contengan porcentajes significativos de sales de sodio o de potasio disueltas, que puedan producir efectos desfavorables sobre el fraguado, la resistencia o la durabilidad del concreto o sobre las armaduras. El agua empleada en la preparación del mortero deberá cumplir con los requisitos de la norma N.T.P. 339.088 y ser de preferencia, potable. Se considerarán aptas para el mezclado del concreto o mortero el empleo de aguas no potables cuyas propiedades y contenidos en sustancias disueltas sean como máximo la siguiente:

Tabla 4.0: Requisitos para usar el agua en la mezcla según la NTP 339.088

Requisitos	Unidad.	Limite Max.
Cloruros	Ppm	300
Sulfatos	Ppm	300
Sales de magnesio	Ppm	125
sales solubles	Ppm	500
PH		Mayor de 7
Sólidos en suspensión	Ppm	500
Materia orgánica expresada en oxígeno	ppm	10

Fuente: Normas Técnicas Peruanas.

DISEÑO DE MORTERO

De acuerdo a la NTP 334.051 (1998), las proporciones en peso para formar un mortero normal, deben ser de una parte de cemento seco por 2.75 partes de arena gradada seca.

Las cantidades de los elementos anteriores que deben ser mezcladas a un tiempo para obtener 6 cubos de ensayo, deben ser de 500 g de cemento y 1375 g de arena; para 9 cubos deben ser de 740 g de cemento y 2035 g respectivamente.

La relación agua – cemento para todos los cementos Portland debe ser de 0.485 (242 ml para 6 cubos y 359 ml para 9 cubos) y para los cementos Portland con contenido de aire debe ser 0.460 (230 ml para 6 cubos y 340 ml para 9 cubos).

CENIZAS DE MOLLE

DEFINICIÓN

El estudio se trabajará con Plantas de Molle cultivadas en el departamento de Ancash, distrito y provincia de Huaraz.

Vituro et al. (2010), en el libro “Normalización de productos naturales obtenidos de especies de la flora aromática latinoamericana - Problemática Schinus en Latinoamérica. Proyecto CYTED IV.20.”, afirman que el árbol de molle es originario de Sudamérica. “Molle” deriva de la voz quechua “mulli”. Este árbol fue citado por muchos naturalistas y viajeros de la época de la conquista de América. Existen referencias de árboles de “molle” en las zonas altas de Los Andes y también hay registros de “molle” o “aguaribay” en la zona de Las Misiones (Noroeste de Argentina, Sur de Brasil y Norte de Uruguay).

Los cronistas se referían al molle como el “árbol de mucha virtud” y “las yerbas más conocidas de que los indios usan para sus enfermedades son resina y hojas del árbol que llaman molle, y el fruto de él” (Viturro et al., 2010).



Grafica (04): fuente, Viturro et al., 2010 (Hoja de Molle).

El molle es un árbol perennifolio, de 4 m a 8 m de altura, pero puede alcanzar hasta los 15 m; con un diámetro a la altura del pecho de 25 cm a 35 cm. De copa redondeada y abierta, proporcionando sombra moderada. La raíz posee un sistema radical, tipo extendido y superficial. El tronco es nudoso, de corteza rugosa y fisurada de color marrón o pardo oscuro, madera dura y compacta. Ramas flexibles, colgantes (tipo cortina) y abiertas. Las ramas y el tronco exudan una resina blanquecina si sufren una herida.

El molle presenta hojas compuestas, alternas, de 15 a 30 cm de largo, colgantes (con savia lechosa); imparipinnadas, de 15 a 41 folíolos, generalmente apareados, alternos u opuestos, de 0,85 a 6 cm de largo, de 4 a 8 mm de ancho, estrechamente lanceolados, de color verde ceniciento a verde amarillento, y verde claro en la cara posterior.

Para Chirino et al. (2001), en el libro “Actividad insecticida de extractos crudos de drupas de *Schinus Molle* L. (Anacardiaceae) sobre larvas neonatas de *Cydia Pomonella*”,

el análisis fitoquímico del molle revela que la planta contiene taninos, alcaloides, flavonoides, saponinas esteroidales, esteroides, terpenos, gomas, resinas y aceites esenciales.

Identificación De La Especie:

Nombre científico: Schinus molle L.

Nombre común: "Pimiento boliviano" (Chile), "molle" (Argentina, Bolivia, Perú), "mulli", "aguaribay", "huaribay", "cuyash", "falsa pimienta", "kullakz" (Perú), "peruvian mastic" (U.S.A.), "pimiento de california" (Costa Rica), "anacahuita", "aguaribay" (Uruguay), "pirul", "falsa pimienta" (Bolivia).

Origen: América del Sur.

Familia: Anacardiaceae.

ORIGEN

Árbol típicamente americano, originario de los valles interandinos del centro del Perú. Es una especie arbórea americana de gran difusión como ornamental en zonas áridas y semiáridas a nivel mundial. En Perú es una especie forestal típica de las estepas espinosas y de los bosques montanos bajos.

Este es un árbol que crece en zonas de alta insolación y muy resistente a la sequía. Su mejor desarrollo lo alcanza con precipitaciones entre 250-600 mm

Moderadamente resistente al frío. Prefiere temperaturas medias mínimas cercanas a 12,8°C, entre 8 y 16,4°C. Las temperaturas medias máximas son de alrededor a los 26,1°C, siendo muy tolerante a las altas temperaturas, pudiendo resistir largos períodos sobre los 34°C.

Este árbol se encuentra en altitudes que varían entre los 10 y 3.500 msnm. En Perú es frecuente en los valles interandinos del sur, centro y norte, creciendo en hondonadas, quebradas y parte del monte ribereño, encontrándose prácticamente en todos los Andes del Perú. Puede crecer en la costa en terrenos desérticos, médanos y quebradas secas.

La corteza del pimiento presenta una importante cantidad de extraíbles químicos: taninos, oleorresinas, ácido linoleico, erúcico y lignocérico.

Las hojas de este árbol también presentan taninos, flavonoides libres y combinados, carbohidratos, saponinas, ácido linoleico, behémico, lignocérico; además de triterpenos y glicósidos. Las hojas se utilizan para el teñido de las lanas, proporcionando un tinte amarillo.

Las semillas contienen ácido linoleico. El aceite extraído de las semillas presenta actividad fungo tóxica y puede ser efectiva como fungicida natural. Se ha comprobado que la variación estacional afecta la concentración de los aceites en la semilla.

Los frutos y semillas presentan además varios aceites esenciales: mirceno, felandreno, limoneno y cadinol, los que pueden extraerse fácilmente por arrastre de vapor de agua. Con los frutos fermentados se prepara chicha, miel de molle y vinagre.

La madera de este árbol es durable y dura, de albura gris-rojiza y duramen de color amarillo oscuro. Presenta una variada aplicación en ebanistería rústica, construcción de exteriores, soportes de frutales, confección de útiles domésticos, parquetes y mangos de herramientas. Debido al contenido de taninos, los postes o varas de pimiento presentan una durabilidad de alrededor de 50 años.

PRODUCCION

En vivero crece normalmente entre 50 cm a 1,20 m de altura en el primer año de vida, y a los 3-4 años los arbolitos pueden medir entre 2-2,5 m de altura y presentar un diámetro de 10 cm, a los 10 años pueden alcanzar un tamaño de 5 a 6 metros.

DESCRIPCION BOTANICA

Árbol de 10 a 12 m, pudiendo alcanzar hasta 25 m de altura, de fuste poco desarrollado en altura, pero de 0,5-1,5 m de diámetro en la base, muy ramificado en la parte superior. La corteza es de color café claro a ligeramente grisáceo, áspera y agrietada, la que se desprende en los individuos más viejos.

Follaje perenne, denso o abierto, con ramas y ramillas notablemente colgantes, hojas compuestas o pinnadas, aromáticas, folíolos sésiles de 1,5- 4,0 cm de largo, lanceolados o linear-lanceolados, de margen liso o aserrado, 5-9 yugadas a 7-16 yugadas.

El análisis fotoquímico de molle del Perú revela que la planta contiene taninos, alcaloide, flavonoides, saponinas de esteroides, sterols, terpenos, las gomas, las resinas y aceites esenciales. El aceite esencial se presenta en las hojas, la corteza y la fruta.

En cuanto al carbón, en pruebas realizadas se obtuvieron las siguientes características: Densidad 0.44g/cm³, Porosidad 53%, Poder calorífico 0.2 Kcal/kg, Humedad 6.2%, Material volátil 37.2%, Carbono fijo 51% y Cenizas 6%.

OBTENCION DE LA CENIZA DE HOJA DE MOLLE

Se diferencian los diferentes las cantidades de la hoja de molle y después de haberse expuesto a los diferentes procesos hasta que este sea ceniza de hoja de molle a una temperatura 1100°C se realizaron los procesos que se presentan en la Tabla siguiente donde se observa la perdida de material porcentual.

Tabla 5.0: Resultados de la hoja de molle en las diferentes exposiciones

HOJA DE MOLLE	CANTIDAD	PORCENTAJE
HUMEDO	250 kg	100%
CENIZA	12.5 kg	5.00%
Tamizado por la malla N° 200	8.5 kg	3.40%
Quemado en la mufla a 1100°C	5.95 kg	2.38%

Fuente: (Polonio, 2016)

La composición mineralógica de la ceniza de molle, evidencia un material de características puzolanicas, según se muestra en la tabla siguiente:

Tabla 6.0: Composición química de la hoja de molle

COMPOSICION QUIMICA	RESULTADOS (%)	METODO UTILIZADO
DIOXIDO DE SILICIO (Si O ₂)	39.98	
OXIDO DE CALCIO (Ca O)	31.976	
TRIOXIDO DE ALUMINIO (Al ₂ O ₃)	19.083	
TRIOXIDO DE HIERRO (Fe ₂ O ₃)	4.073	
OXIDO DE POTASIO (K ₂ O)	2.212	Espectrometría de fluorescencia de rayos x
OXIDO DE MAGNESIO (Mg O)	1.73	
PENTOXIDO DE FOSFORO (P ₂ O ₅)	0.513	
OXIDO DE COBRE (Cu O)	0.208	
TRIOXIDO DE AZUFRE (SO ₃)	0.112	
OXIDO DE ZING (Zn O)	0.081	
OXIDO DE MANGANESO (Mn O)	0.032	

Fuente: (Polonio, 2016)

2. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.

Mediante esta investigación se pretende proporcionar una bibliografía que permita reducir el costo del mortero. Reaprovechando los recursos orgánicos que no están siendo aprovechados y que se encuentran como materia prima.

Por lo cual la razón principal del enfoque de esta investigación, es la implementación de la ceniza de molle como sustituto porcentual del cemento en la elaboración de mortero.

Se busca lograr mejorar las características de dicho mortero, a base de utilizar la ceniza de molle como material aditivo puzolanico, en remplazo de una fracción del cemento. Contribuyendo de este modo con ceniza de molle que puede alterar el medio físico que puede generar nuevos aditivos en nuestra región Áncash.

3. PROBLEMA

a. Planteamiento del problema

En los últimos años la actividad agricultura viene desarrollando de una manera decreciente y a la vez es uno de los principales sectores de la economía nacional en nuestro país, por su contribución a la riqueza generando muchos puestos de trabajo, a su vez es uno de los sectores que en la actualidad genera grandes volúmenes de desechos de materiales orgánicos que no se puede reaprovechar. En la provincia de Huaraz podemos hablar del distrito aledaño, donde el molle es caso no utilizado, es mayor mente desperdiciado de las cuencas que produce a gran cantidad de materiales orgánicos como es el molle.

b. Formulación del problema

¿Cuál es la resistencia a compresión de un mortero con $f'c=200$ kg/cm² cuando se sustituye parcialmente el cemento en 10% y 20% por ceniza de hoja de molle?

4. CONCEPTUACION Y OPERACIONALIZACION DE LAS VARIABLES

OPERACIONALIZACION DE VARIABLE:

– **Variable Independiente:**

VARIABLE	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	INDICADOR
Sustitución parcial del cemento en 10 % y 20 %, por la combinación de cenizas de hoja de molle.	Sustituyendo parcialmente en porcentajes el cemento por ceniza de hoja de molle para un mortero de resistencia de $f'c=200 \text{ kg/cm}^2$	Porcentaje 10% y 20%	Sustitución de ceniza de la de hoja de molle

– **Variable Dependiente:**

VARIABLE	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	INDICADOR
Resistencia a Compresión	Es el esfuerzo máximo que puede soportar un material bajo una carga de aplastamiento.	Es el esfuerzo a compresión para un mortero de $f'c=200 \text{ kg/cm}^2$	Kg/cm ²

5. HIPÓTESIS

Si sustituimos un 10% y 20% de cemento por cenizas de molle, entonces se obtendrá un mortero con una resistencia mayor al mortero patrón.

6. OBJETIVO GENERAL

Determinar resistencia a compresión de un mortero con $f'c=200$ kg/cm² sustituyendo parcialmente en peso el cemento en 10% y 20% por ceniza de hoja de molle.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar el intervalo de activación térmica de la ceniza de hoja de molle mediante el (DTA).

- Determinar la composición química de la ceniza de hoja de molle mediante el ensayo de fluorescencia de rayos X.

- Determinación de la relación a/c de las unidades patrón y experimental.

- Determinación de la resistencia a la compresión de especímenes 10% y 20 % de sustitución en peso del cemento, por cenizas de molle a los 3,7 y 28 días de curado.

II. METODOLOGÍA

METODO DE INVESTIGACION

La metodología que se aplicó a esta investigación es el **método experimental**, porque la finalidad de este trabajo de investigación es crear un nuevo mortero que tenga mayor resistencia a la compresión en comparación a un mortero $f'c=200$ kg/cm², para eso se modificó la variable independiente (diseño de mezcla de mortero), al sustituir porcentajes de ceniza de molle pretendiendo obtener una mejor resistencia y observar los cambios (efectos) en la variable dependiente (resistencia a la compresión). Para lo cual se realizaron ensayos como: Peso unitario suelto, peso unitario compactado, granulometría del agregado fino, contenido de humedad, gravedad específica, absorción, fluidez y por último el ensayo de rotura a la compresión de cubos de mortero de 5 cm, estos ensayos permitirán obtener resultados de dos grupos de estudio denominados: diseño de mortero $f'c=200$ kg/cm² (Grupo Control) en comparación a un diseño de mezcla de mortero aplicando la ceniza de molle (Experimental).

El método experimental se apoya en la **observación científica**, porque nosotros como investigadores estuvimos en contacto directo con la variable de estudio (evaluando) a través de pruebas, ensayos, repetición y uso de laboratorios especializados. La mayor parte del estudio se realizará en el laboratorio de la universidad San Pedro observando y debatiendo los resultados obtenidos.

TIPO DE INVESTIGACION

El tipo de investigación es **aplicada**, porque los resultados encontrados en el proceso de la investigación serán utilizados en la solución de problemas relacionados al área de morteros en la región de Ancash, a la vez se está generando otra opción de diseño de

mezcla esperando que los resultados cumplan con la normatividad ; teniendo en cuenta que la ceniza de molle tiene alto porcentaje de sílice, esto hace que el mortero aumente su resistencia; capaz de proporcionar rigidez y elevar la resistencia a la compresión basados en antecedentes que ya se han estudiado anteriormente encontrando resultados positivos, el cual serán avalados en las pruebas y ensayos en el laboratorio que se realizarán en este trabajo de investigación.

DISEÑO DE INVESTIGACION

El diseño de esta investigación es experimental de nivel Cuasi Experimental, porque se evaluó las dos muestras mediante ensayos, donde se obtuvo los resultados de dos grupos de estudio denominados: Grupo Control el cual se realizó con muestras sin la sustitución de ningún componente adicional y el Grupo Experimental el cual se realizó con la manipulación de la variable independiente sustituyendo el 10% y 20% de cemento por cenizas de molle, con la finalidad de buscar mejorar la resistencia a la compresión en comparación a la del grupo control.

El estudio en su mayor parte se concentró en el laboratorio de Ingeniería Civil aplicando el proceso de experimentación el cual se apoya en la observación científica porque estuvimos en contacto directo con la variable de estudio a través de la manipulación, con la finalidad de determinar la resistencia del mortero del grupo experimental y grupo control, estos resultados fueron avalados por los ensayos de laboratorio como : Peso unitario suelto, peso unitario compactado, granulometría de los agregados, contenido de humedad, gravedad específica, absorción, fluidez y por último el ensayo de rotura a la compresión de cubos de mortero de 5 pulg. Como investigador estuve en contacto con estos ensayos realizados esperando resultados de acuerdo a lo planeado en los objetivos formulados. Para ello se presenta el siguiente esquema.

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

DÍAS DE CURADO	RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE MORTERO F'c 200 KG/CM2 SUSTITUYENDO PARCIALMENTE EL CEMENTO POR CENIZA DE HOJA DE MOLLE		
	0%	10%	20%
3			
			
			
7			
			
			
28			
			
			

ENFOQUE DE LA INVESTIGACION

Cuantitativo, porque para hacer posible la metodología nos apoyamos en la estadística tanto descriptiva como inferencial.

Así mismo en base al método experimental y apoyado en la observación científica se aplicó pruebas y ensayos en el laboratorio como Peso unitario suelto, peso unitario compactado, granulometría de los agregados, contenido de humedad, gravedad específica, absorción, fluidez y por último el ensayo de rotura a la compresión de probetas de mortero que permitió obtener resultados de dos grupos de estudio denominados: Grupo control conformado por un diseño de mezcla $f'c=200$ kg/cm² y el grupo experimental conformado por un diseño de mezcla como consecuencia de manipular la variable dependiente, con la finalidad de buscar mejorar la resistencia a la compresión, en el cual

dicho experimento se ejecutó repetidas veces midiendo y registrando sus valores para luego compararlos y ver el grado de relación que existen entre ellos.

Se empleó el método de la Observación porque se tomó datos mediante una Guía de Observación Resumen.

POBLACION Y MUESTRA

Con la finalidad de estudiar el comportamiento del mortero en su resistencia. Sometido a compresión se utilizó porcentajes de ceniza molle, como material de reforzamiento empleadas en la elaboración de mortero.

El porcentaje a utilizar de ceniza molle, fue de 10% y 20% respecto al peso del cemento.

UNIDAD DE ANALISIS: Cubos de mortero de 50,8 mm (2").

POBLACIÓN

Conjunto de cubos de 50.8 mm (2") de mezcla de mortero, de acuerdo a su diseño de componentes en relación a la resistencia a la compresión según el reglamento NTP 334.051-2006 que indica:

Moldes. Para los cubos de 50,8 mm (2") se requieren moldes que no tengan más de tres (3) compartimentos, ni consten de más de dos (2) elementos separables. Estos elementos deben estar dotados de dispositivos que aseguren una perfecta y rígida unión; serán fabricados de metal duro, no atacable por las mezclas de cemento y que no produzcan ensanchamientos o pandeos en los especímenes. se requieren moldes que no tengan más de tres (3) compartimentos, ni consten de más de dos (2) elementos separables. Estos elementos deben estar dotados de dispositivos que aseguren una perfecta y rígida unión;

serán fabricados de metal duro, no atacable por las mezclas de cemento y que no produzcan ensanchamientos o pandeos en los especímenes.

MUESTRA

Para efecto de este proyecto de investigación se trabajó con lo que indica el reglamento NTP 334.051-2006 donde señala que se debe preparar (3) o más muestras para cada periodo de ensayo, teniendo en cuenta que los periodos de ensayos son a 3, 7, y 28 días de fraguado.

En consecuencia, el tamaño de la muestra fue de 27 unidades de los cuales se dividen en dos grupos de estudio denominados: Grupo control conformado por un diseño de mezcla $f^c=200$ kg/cm² y el grupo experimental conformado por un diseño de mezcla como consecuencia de sustituir el cemento por cenizas de hoja de molle, dicha distribución se tomó de la siguiente manera:

9 cubos de mezcla de mortero sin sustitución (grupo control)

3 cubos de mortero (aplicación del 0% CHM - 3 días ± 1 hora)

3 cubos de mortero (aplicación del 0% CHM - 7 días ± 3 hora)

3 cubos de mortero (aplicación del 0% CHM - 28 días ± 12 hora)

18 Cubos de mezcla de mortero modificado (grupo experimental)

3 cubos de mortero (aplicación del 10% CHM - 3 días ± 1 hora)

3 cubos de mortero (aplicación del 10% CHM - 7 días ± 3 hora)

3 cubos de mortero (aplicación del 10% CHM - 28 días ± 12 hora)

3 cubos de mortero (aplicación del 20% CHM - 3 días ± 1 hora)

3 cubos de mortero (aplicación del 20% CHM - 7 días ± 3 hora)

3 cubos de mortero (aplicación del 20% CHM - 28 días ± 12 hora)

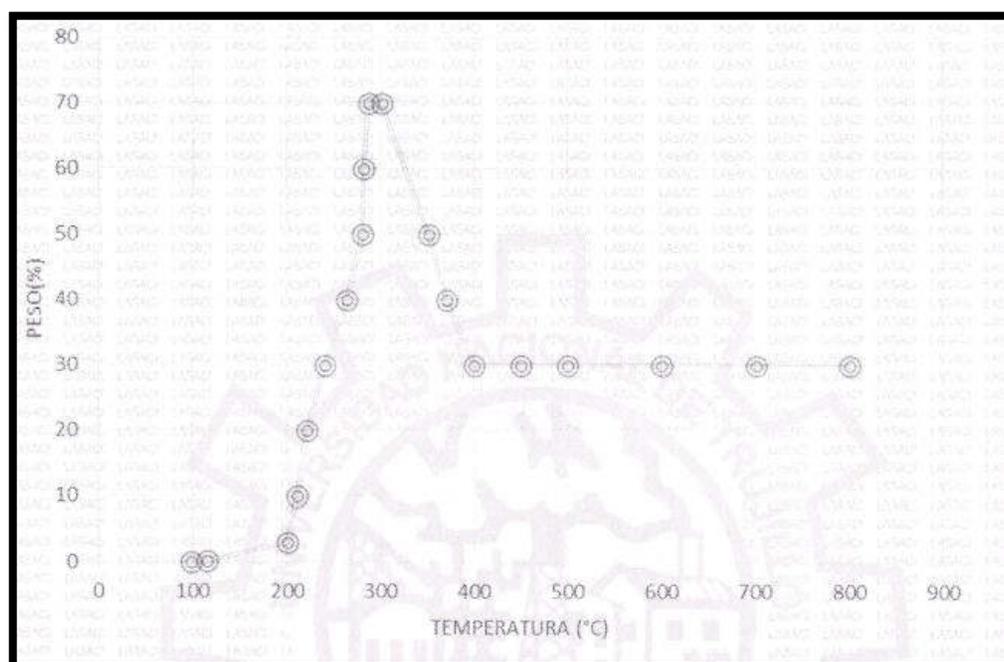
TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN

Se aplicó como técnica la observación ya que la percepción del material debe ser registrada en forma cuidadosa y experta. Todo lo observado se tuvo que poner por escrito lo antes posible, cuando no se puede tomar notas en el mismo momento. Para esto utilizamos como instrumento una guía de observación resumen porque nos permitió elaborar sistemas de organización y clasificación de la información de los diversos ensayos y de la resistencia a la compresión (ver anexos).

Técnicas de Recolección de Información	INSTRUMENTO
OBSERVACIÓN	<ul style="list-style-type: none">• GUÍA DE OBSERVACIÓN RESUMEN• FICHAS TÉCNICAS DEL LABORATORIO DE LAS PRUEBAS A REALIZAR• VER ANEXO

III. RESULTADOS.

a) Reporte de Medición y Análisis de Muestra por el Análisis Termico Diferencial.



Grafica (05): fuente, laboratorio de servicios a la comunidad e investigación (U.N.T), (Curva TGA y ATD).

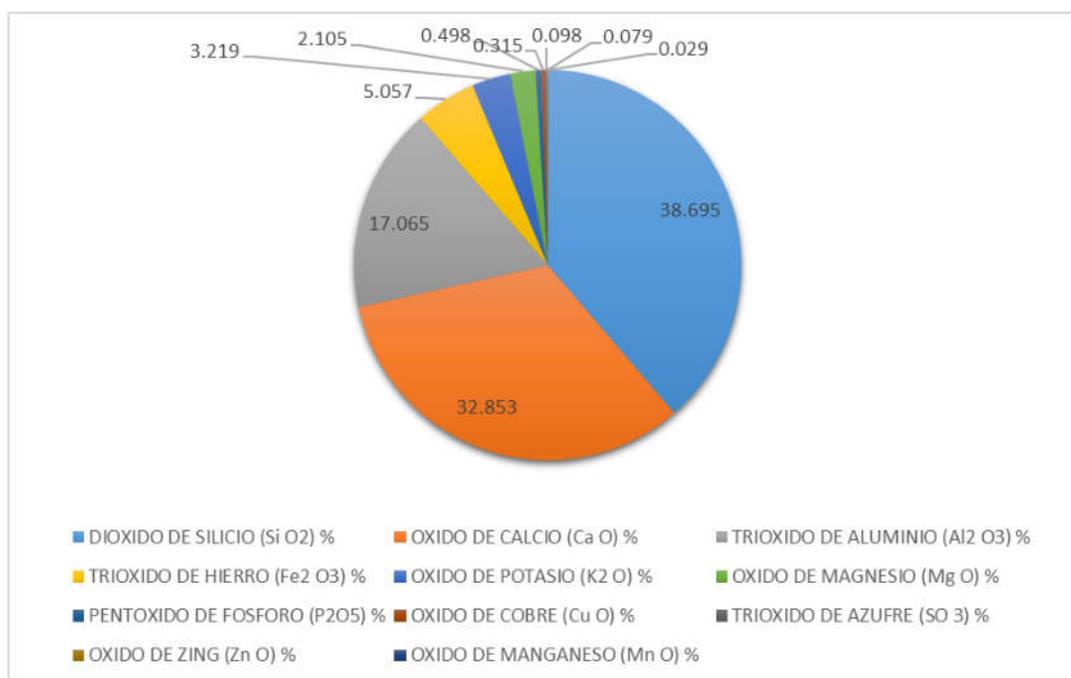
- Para la presente investigación de la ceniza de hoja de molle, el porcentaje de cenizas de acuerdo al análisis de emisión de quemado es de 0.3 %
- El análisis termo gravimétrico de ceniza de hoja de molle indica un pico de temperatura máxima de 295°C por un tiempo de 2hr, entre 250 y 350°C.

b) Reporte de Medición y Análisis de Muestra Fluorescencia de Rayos x.

Tabla 6.0: Composición química de la Ceniza hoja de molle

COMPOSICION QUIMICA	UNIDADES	RESULTADOS
DIOXIDO DE SILICIO (Si O2)	%	38.69
OXIDO DE CALCIO (Ca O)	%	32.853
TRIOXIDO DE ALUMINIO (Al2 O3)	%	17.061
TRIOXIDO DE HIERRO (Fe2 O3)	%	5.051
OXIDO DE POTASIO (K2 O)	%	3.212
OXIDO DE MAGNESIO (Mg O)	%	2.10
PENTOXIDO DE FOSFORO (P2O5)	%	0.498
OXIDO DE COBRE (Cu O)	%	0.309
TRIOXIDO DE AZUFRE (SO 3)	%	0.098
OXIDO DE ZING (Zn O)	%	0.079
OXIDO DE MANGANESO (Mn O)	%	0.029

Fuente: Elaboración propia



Grafica (06): fuente, Elaboración propia (composición química de la ceniza de hoja de molle).

- Se obtuvo un alto contenido Dióxido de silicio (Si O₂), Dióxido de calcio (Ca O) y Trióxido de Aluminio (Al₂ O₃) con un alto porcentaje y en menores porcentajes se encontró, trióxido de hierro (Fe₂ O₃), oxido de potasio (K₂ O), oxido de

magnesio (Mg O), pentóxido de fósforo (P₂ O₅), óxido de cobre (Cu O), trióxido de azufre (SO₃), óxido de zinc (Zn O) y óxido de magnesio (Mn O).

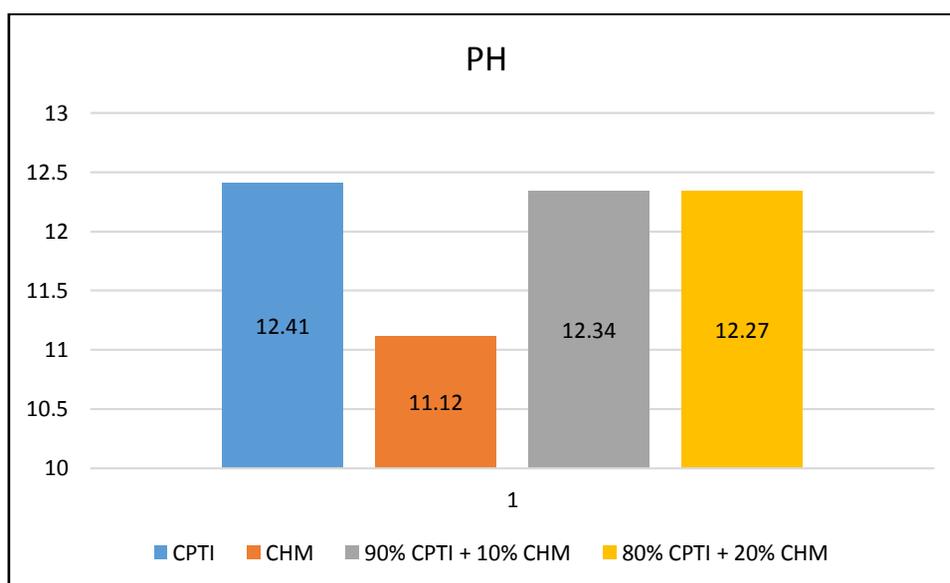
c) Potencial de hidrógeno (PH)

Se determinó el Potencial de Hidrógeno (PH) del Cemento Portland Tipo I (CPTI) y de la Ceniza de Hoja de Molle(CHM). De su combinación (10% CHM + 90% CPTI) Y (20% CHM + 80% CPTI).

Tabla 7.0: PH del Cemento P. Tipo I, Ceniza de Hoja de Molle, sustitución de CHM al 10% y 20%

MUESTRA	ITEM	PH
Cemento Portland Tipo I	CPTI	12.41
Ceniza de Hoja de Molle	CHM	11.12
CPTI sustituido en 10 % por CHM	90% CPTI + 10% CHM	12.34
CPTI sustituido en 20 % por CHM	80% CPTI + 20% CHM	12.27

Fuente: Elaboración propia



Grafica (07): fuente, Elaboración propia (PH).

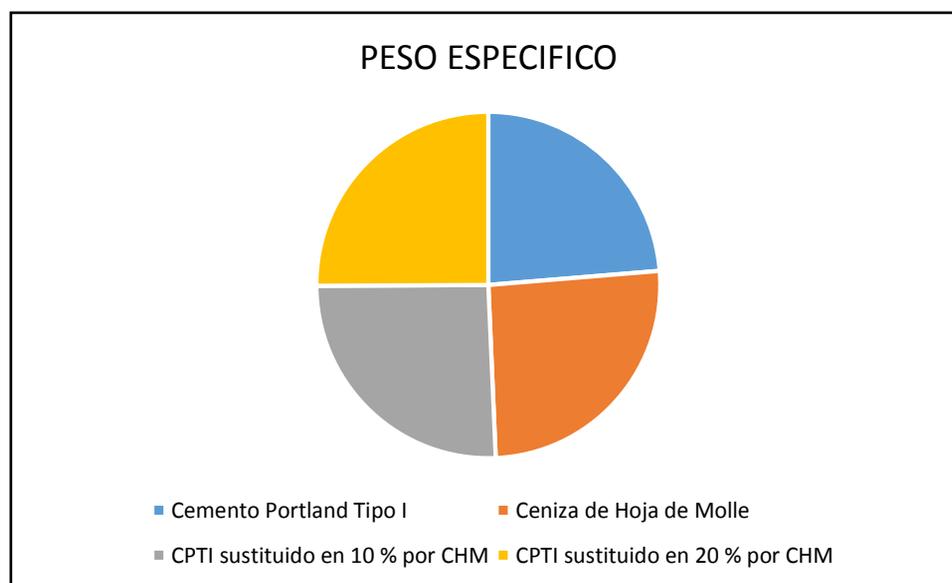
d) PESO ESPECIFICO (PE)

Se determinó el Peso Específico (PE) de la Ceniza de Hoja de Molle(CHM). De su combinación (10% CHM + 90% CPTI) Y (20% CHM + 80% CPTI).

Tabla 8.0: PE del Cemento P. Tipo I, Ceniza de Hoja de Molle, sustitución de CHM al 10% y 20%

MUESTRA	ITEM	PE
Cemento Portland Tipo I	CPTI	3.2
Ceniza de Hoja de Molle	CHM	3.459
CPTI sustituido en 10 % por CHM	90% CPTI + 10% CHM	3.459
CPTI sustituido en 20 % por CHM	80% CPTI + 20% CHM	3.386

Fuente: Elaboración propia.



Grafica (08): fuente, Elaboración propia (PE).

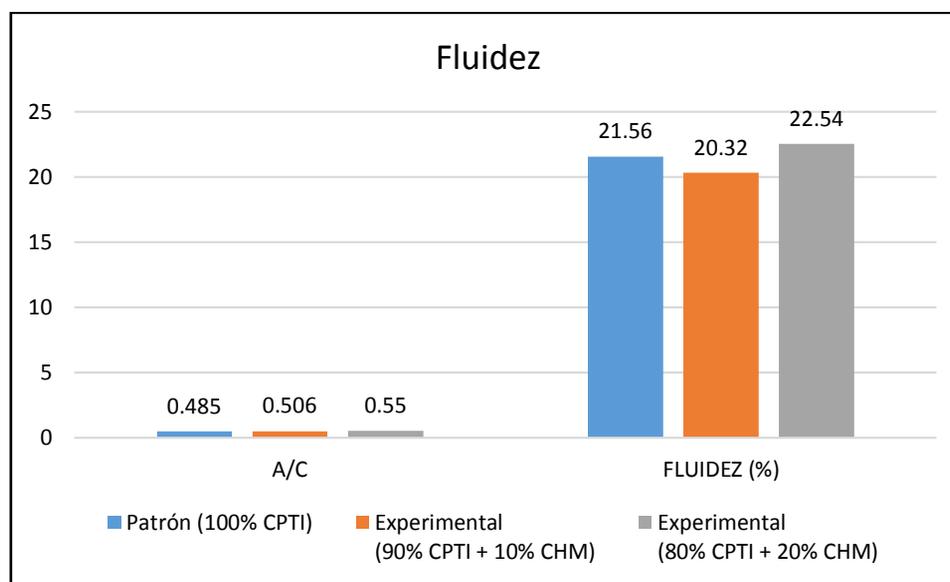
e) **La Relación agua – cemento (A/C) y fluidez del mortero**

Se determinó la Fluidez para el mortero Patrón utilizando Arena Gruesa Gradada Lavada. Además, se realizó la fluidez en los Morteros Experimentales, sustituyendo el CPTI en 10% y 20% por CHM.

Tabla 9.0: Fluidez del Patrón y Experimental

MORTERO	MATERIAL	A/C	FLUIDEZ (%)
Patrón (100% CPTI)	Arena Gruesa Gradada Lavada + CPTI + Agua	0.485	21.56
Experimental (90% CPTI + 10% CHM)	Arena Gruesa Gradada Lavada + CPTI +CHM+ Agua	0.506	20.32
Experimental (80% CPTI + 20% CHM)	Arena Gruesa Gradada Lavada + CPTI +CHM+ Agua	0.55	22.54

Fuente: Elaboración propia



Grafica (09): fuente, Elaboración propia (Fluidez).

f) Resistencia a la compresión:

Se determinó la Resistencia a la Compresión para el mortero Patrón y para Morteros Experimentales, sustituyendo el CPTI en 10% y 20% por CHM.

Tabla 10: Resistencia a la Compresión del Mortero Patrón, a los 3, 7 y 28 días de edad

Nº	TESTIGO	FECHA		EDAD	FC
	ELEMENTO	MOLDEO	ROTURA	DIAS	Kg/cm ²
1	MORTERO PATRON	23/05/2019	26/05/2019	3	138.7
2	MORTERO PATRON	23/05/2019	26/05/2019	3	144.6
3	MORTERO PATRON	23/05/2019	26/05/2019	3	142.0
4	MORTERO PATRON	24/05/2019	31/05/2019	7	179.7
5	MORTERO PATRON	24/05/2019	31/05/2019	7	185.0
6	MORTERO PATRON	24/05/2019	31/05/2019	7	174.2
7	MORTERO PATRON	25/05/2019	22/06/2019	28	200.7
8	MORTERO PATRON	25/05/2019	22/06/2019	28	199.6
9	MORTERO PATRON	25/05/2019	22/06/2019	28	197.7

Fuente: Elaboración propia

Tabla 11: Resistencia a la Compresión del Mortero sustituyendo al 10% a los 3, 7 y 28 días de edad

Nº	TESTIGO ELEMENTO	FECHA MOLDEO	ROTURA	EDAD DIAS	FC Kg/cm2
1	SUSTITUYENDO EL 10%	23/05/2019	26/05/2019	3	117.3
2	SUSTITUYENDO EL 10%	23/05/2019	26/05/2019	3	113.5
3	SUSTITUYENDO EL 10%	23/05/2019	26/05/2019	3	105.3
4	SUSTITUYENDO EL 10%	24/05/2019	31/05/2019	7	137.9
5	SUSTITUYENDO EL 10%	24/05/2019	31/05/2019	7	146.0
6	SUSTITUYENDO EL 10%	24/05/2019	31/05/2019	7	147.3
7	SUSTITUYENDO EL 10%	25/05/2019	22/06/2019	28	179.3
8	SUSTITUYENDO EL 10%	25/05/2019	22/06/2019	28	175.7
9	SUSTITUYENDO EL 10%	25/05/2019	22/06/2019	28	181.4

Fuente: Elaboración propia

Tabla 12: Resistencia a la Compresión del Mortero sustituyendo al 10% a los 3, 7 y 28 días de edad

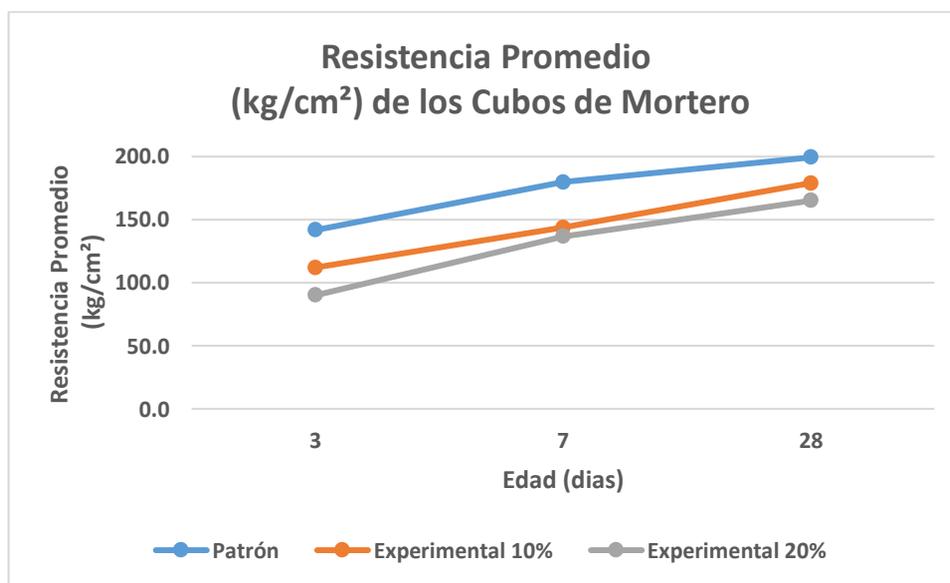
Nº	TESTIGO ELEMENTO	FECHA MOLDEO	ROTURA	EDAD DIAS	FC Kg/cm2
1	SUSTITUYENDO EL 20%	23/05/2019	26/05/2019	3	89.6
2	SUSTITUYENDO EL 20%	23/05/2019	26/05/2019	3	92.3
3	SUSTITUYENDO EL 20%	23/05/2019	26/05/2019	3	88.9
4	SUSTITUYENDO EL 20%	24/05/2019	31/05/2019	7	138.8
5	SUSTITUYENDO EL 20%	24/05/2019	31/05/2019	7	134.7
6	SUSTITUYENDO EL 20%	24/05/2019	31/05/2019	7	136.7
7	SUSTITUYENDO EL 20%	25/05/2019	22/06/2019	28	163.9
8	SUSTITUYENDO EL 20%	25/05/2019	22/06/2019	28	168.2
9	SUSTITUYENDO EL 20%	25/05/2019	22/06/2019	28	163.1

Fuente: Elaboración propia

Tabla 13: Resistencia Promedio de los cubos de mortero

Mortero Edad	Edad	Resistencia Promedio (kg/cm ²)
Patrón	3	141.8
	7	179.6
	28	199.3
Experimental 10%	3	112.0
	7	143.7
	28	178.8
Experimental 20%	3	90.3
	7	136.7
	28	165.1

Fuente: Elaboración propia



Grafica (10): fuente, Elaboración propia (Resistencia Promedio de los Cubos de Mortero).

IV. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN

El presente capítulo comprende la presentación, análisis y discusión de resultados obtenidos en laboratorio, sobre el análisis de cada una de las hipótesis planteadas, donde se evaluará el efecto de la sustitución del 10% y 20% cemento por ceniza de hoja de molle, en la elaboración de morteros f'c 200 kg/cm².

- Freites, Osuna y Rodríguez (2013), en su tesis para obtener el título de Ingeniero Civil titulada “Estudio de la resistencia a compresión en mezclas de concreto, sustituyendo el 10% en peso de cemento por cenizas de las hojas secas de la palma chaguaramo como material puzolánico”, realizado en la Universidad Central de Venezuela, estudió la resistencia a compresión de mezclas de concreto, sustituyendo el 10% en peso de cemento por cenizas de hojas secas de la palma Chaguaramo, La mezcla patrón alcanzó la resistencia esperada, y las mezclas con sustitución de 10% en cenizas pasantes tamiz #200 y las retenidas en el tamiz #100 y #200, presentaron una disminución de la resistencia de un 6,71% y 3,51% respectivamente.

Nuestra mezcla patrón alcanzo una resistencia promedio de 199.3 (kg/cm²) y la mezcla con sustitución al 10% alcanzo una resistencia promedio de 178.8 (kg/cm²), por lo cual tuvo una disminución de un 10.29%. Como se muestra en los resultados de (ENSAYO DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE ESPÉCIMEN DE MORTERO F'C = 200 KG/CM² ASTM C-39).

y la mezcla con sustitución al 20% alcanzo una resistencia de 165.1 (kg/cm²), por lo cual tuvo una disminución de un 17.16%, Como se muestra en los resultados de (ENSAYO DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE ESPÉCIMEN DE MORTERO F'C = 200 KG/CM² ASTM C-39).

- Ríos (2011), en su tesis para obtener el título de Ingeniero Civil denominada “Empleo de la Ceniza de Bagazo de Caña de Azúcar (CBCA) como Sustituto Porcentual del Agregado Fino en la Elaboración de concreto Hidráulico”, realizado en la Universidad Veracruzana. México, tuvo como objetivo general evaluar el comportamiento mecánico y físico de un concreto hidráulico, influenciado por la sustitución porcentual del agregado fino, por un desecho agroindustrial como lo es la ceniza de bagazo de caña de azúcar (CBCA.), Aplico metodología de Fagerlund. Concluyó que, respecto a la resistencia mecánica, se encontró que la sustitución parcial de CBCA por agregado fino, no fue benéfica, ya que los concretos con el 5 y 10% de CBCA alcanzaron resistencias menores con respecto a un concreto convencional.

Al igual, en los resultados de (ENSAYO DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE ESPÉCIMEN DE MORTERO $f'c = 200 \text{ KG/CM}^2$ ASTM C-39), que se realizó en la investigación, se dedujo que la sustitución del 10% y 20% de cemento por ceniza de hoja de molle en la elaboración de morteros $f'c 200 \text{ kg/cm}^2$, alcanzaron resistencias menores con respecto al patrón

- (Galicía, Velasquez, 2016) en su tesis denominada “Análisis Comparativo de la Resistencia a la Compresión de un Concreto Adicionado con Ceniza de hoja de molle Elaborado con Agregados de las Canteras de Cunyac y Vicho con Respecto a un Concreto Patrón de Calidad $F'c=210 \text{ Kg/Cm}^2$ ”, en la Universidad Andina del Cuzco, tuvo por objeto analizar la adición de ceniza de molle al concreto, el cual determinó si este produce un incremento en la resistencia a la compresión y flexión.

- Entre los resultados más importantes se tiene: la adición de 2.5%, 5% y 7.5% de ceniza de molle a los 28 días para la resistencia a la compresión, se obtuvo un incremento del 30%, 35% y 47%, respectivamente con respecto al concreto patrón.

Por el contrario, en los resultados obtenidos a los 28 días para la resistencia a la compresión que se realizó en la investigación, se dedujo que la sustitución del 10% y 20% de cemento por ceniza de hoja de molle en la elaboración de morteros $f'c$ 200 kg/cm², con respecto al espécimen patrón el 10% disminuyó un 10.29%, Al 20% disminuyó un 17.16%, Como se muestra en los resultados de (ENSAYO DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE ESPÉCIMEN DE MORTERO $F'c = 200$ KG/CM² ASTM C-39).

- La fluidez de la mezcla mortero patrón y experimental se realizó según la NTP 334.051:1998 donde se especifica que la relación arena/cemento debe ser igual a 2.27, así mismo una relación agua/cemento de 0.485.

Para la sustitución del 10% del cemento por cenizas de hoja de molle se obtuvo una relación de agua/cemento de 0.506 y para la sustitución del 20% del cemento por cenizas de hoja de molle se obtuvo una relación de agua/cemento 0.550.

Hay una variación en cuanto a la relación agua/cemento, entre la mezcla mortero patrón y experimental, esto se debe a que la ceniza de molle es poroso y en reacción con el cemento requiere más cantidad de agua para obtener una semejante trabajabilidad en comparación del mortero patrón y podemos decir que la influencia de la fluidez en la resistencia será; a más agua menor será la resistencia a compresión, entonces las resistencias a compresión de las mezclas experimentales serán menores con respecto al patrón.

V. CONCLUSIONES

- ❖ En el ATD, respecto al análisis calorímetro se obtuvo una temperatura de 350° C, Se logró la activación térmica de los precursores pulzolánicos de la Ceniza de Hoja de Molle a una temperatura de calcinación de 350° C en un periodo de 2 horas.
- ❖ Se obtuvo Dióxido de silicio (Si O₂), Dióxido de calcio (Ca O) y Trióxido de Aluminio (Al₂ O₃) con un alto porcentaje y en menores porcentajes se encontró, trióxido de hierro (Fe₂ O₃), óxido de potasio (K₂ O), óxido de magnesio (Mg O), pentóxido de fósforo (P₂ O₅), óxido de cobre (Cu O), trióxido de azufre (SO₃), óxido de zinc (Zn O) y óxido de magnesio (Mn O) según la tabla 6.0.
- ❖ Se obtuvo el PH del Cemento Portland Tipo I = 12.41, Ceniza de Hoja de Molle = 11.12, Cemento Portland Tipo I sustituido en 10% por Ceniza de Hoja de Molle = 12.34 y Cemento Portland Tipo I sustituido en 20% por Ceniza de Hoja de Molle = 12.27, estos resultados indican que están calificados como extremadamente alcalina y se puede tomar como un material base y bueno para el concreto.
- ❖ La relación A/C en el Mortero Patrón fue 0.485 de acuerdo a la norma NTP 334.051, y en los Experimentales sustituyendo el Cemento Portland Tipo I al 10% y 20% fue 0.506 y 0.550 respectivamente.
- ❖ Se realizó los ensayos a compresión de los morteros patrón y experimentales (Tabla N°10, N°11 y N°12), el patrón a los 28 días de curado obtuvo una Resistencia promedio 199.3 kg/cm², en el experimental al 10% a los 28 días de curado obtuvo una Resistencia promedio 178.8 kg/cm² y en el experimental al 20% a los 28 días de curado obtuvo una Resistencia promedio 165.1 kg/cm², es decir los morteros experimentales no superan al mortero patrón.

VI. RECOMENDACIONES

- ❖ Realizar la calcinación de la hoja de Molle en horno Mufla a una temperatura de 350°C por 2 horas. Al momento de activar el material tener cuidado en no contaminar la muestra porque sería perjudicial para los resultados que deseamos obtener

- ❖ Para la obtención de la hoja de molle. Que se realizará en el centro poblado de Santa Cruz - Huaraz se recomienda no cortar los tallos, únicamente se extraerá la hoja de molle, para así poder preservar la planta de molle.

- ❖ Evaluar a edades mayores a 28 días para determinar en cuanto se aproxima la resistencia del mortero experimental respecto al patrón

VII. AGRADECIMIENTOS

Este proyecto de investigación “RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE MORTERO F`C`200 KG/CM2 SUSTITUYENDO PARCIALMENTE EL CEMENTO POR CENIZA DE HOJA DE MOLLE”, va dedicado a mis padres TOLEDO SALAZAR FELIX FORTUNATO, RAMIREZ OLIVERA JUANA PASTORA y a mi hermano TOLEDO RAMIREZ JHON CESAR, quienes siempre me apoyan en los buenos y malos momentos de mi vida, doy gracias a ellos por siempre aconsejarme, cuidarme y guiarme por el camino correcto.

VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

- Arcos (2012). VI Congreso Internacional sobre Patología y Recuperación de Estructuras presentó su investigación que le sirvió para obtener el título de Ingeniero Civil titulada "Las Cenizas de Cáscara de Arroz y la Reacción Álcali Sílice".
- Burg, S. (1996). *American Concrete Institute*. EE.UU.
- Freites, Osuna, & Rodriguez (2013). "Estudio de la resistencia a compresión en mezclas de concreto, sustituyendo el 10% en peso de cemento por cenizas de las hojas secas de la palma chaguaramo como material puzolánico" Universidad Central de Venezuela. Venezuela.
- Galicia, Velásquez (2016). "Análisis Comparativo de la Resistencia a la Compresión de un Concreto Adicionado con Ceniza de hoja de molle Elaborado con Agregados de las Canteras de Cunyac y Vicho con Respecto a un Concreto Patrón de Calidad $F'c=210 \text{ Kg/Cm}^2$ ", en la Universidad Andina del Cuzco.
- Hurtado Fuertes, C. (23 de abril de 2006). *www.blogger.com*. Obtenido de blogger: <https://www.blogger.com/profile/09202629895743006213> Burg, S. (1996). *American Concrete Institute*. EE.UU.
- IIGEN-UNAM-CFE. (2001). Manual de Tecnología del Concreto. Limusa: México.
- Ing. Javier A. Navarro veliz. (2006). Tecnología de los Materiales. Editorial Univ. Peruana de los Andes.
- Molina, U. N., & S.A.C., C. d. (03 de 03 de 2007). <http://revistabiociencias.uan.edu.mx>. Obtenido de revistabiociencias: <http://revistabiociencias.uan.edu.mx>
- MTC E 611. (2016). Mezcla mecánica de pastas de cemento y morteros de consistencia plástica.
- MTC E 616. (2016). Fluides de morteros de cemento hidráulico (Mesa de Flujo).
- MTC E 617. (2000). Fluides.

- Neuwald D.A. (2004). Supplementary Cementitious Materials. Part II: Hydraulic SCMs. National Precast Concrete Association - USA, 1-4.
- NTP 334.051 (1998). Método para determinar la resistencia a la compresión de morteros de cemento Portland.
- NTP 339.088 (2008). Agua Para El Concreto.
- NTP 400.010 (2001). Contenido de humedad.
- NTP 400.012 (2001). Análisis granulométrico del agregado fino, grueso.
- NTP 400.017 (2011). Peso unitario.
- NTP 400.022 (2013). peso específico y absorción del agregado fino.
- Polonio (2016). “Resistencia a la compresión de un concreto $f'c=210\text{kg/c}$ cuando se reemplaza el peso del cemento en 3%, 4% y 5% por la ceniza de hoja de molle”. Huaraz.
- Ríos (2011). “Empleo de la Ceniza de Bagazo de Caña de Azúcar (CBCA) como Sustituto Porcentual del Agregado Fino en la Elaboración de concreto Hidráulico” Universidad Veracruzana. México.
- Robney. (2012). *www.ayudadelared.blogspot.pe*. Obtenido de ayudadelared: <http://ayudadelared.blogspot.pe/>
- Vituro et al. (2010). “Normalización de productos naturales obtenidos de especies de la flora aromática latinoamericana - Problemática Schinus en Latinoamérica. Proyecto CYTED IV.20.”Universidad Nacional De Huancavelica.
- Watt J.D. & D.J. Thorne. (1965). Compositions and pozzolanic properties of pulverized fuel ashes: I. Composition of fly ashes from British power stations and properties of their component particles. *J, Appl. Chem.* 15, 585-594.
- Yerramala (2014). Composición Química y gravedad específica del Cemento Portland Tipo I.

IX. ANEXOS

PANEL FOTOGRÁFICO



Imagen 01. Recolección de la hoja de molle en la localidad de Santa cruz-Huaraz



Imagen 02. Recolección de la hoja de molle en costal



Imagen 04. Recolección y traslado de la hoja de molle de la localidad de Santa cruz-Huaraz



Imagen 05. Hojas de molle recolectadas



Imagen 06. Cenizas de la hoja de molle



Imagen 07. Cantera Tacllan – Huaraz



Imagen 08. Arena fina de la cantera Tacllan - Huaraz



Imagen 09. Recolección de arena fina en costal



Imagen 10. Mezclado de arena fina, cemento y ceniza de molle



Imagen 11. Preparado de la pasta del mortero



Imagen 12. Ensayo de Fluidez



Imagen 13. Mortero final



Imagen 14. Pruebas para la resistencia a la compresión F'C



Imagen 15. Prueba de resistencia a la compresión F'C



LASACI

REPORTE DE MEDICION Y ANALISIS DE MUESTRA POR EL ANALISIS TERMICO DIFERENCIAL

SOLICITANTE	JAIRO JOEL TOLEDO RAMIREZ
TESIS	"Resistencia a compresión de mortero F'C = 200 Kg/cm ² sustituyendo parcialmente el cemento por ceniza de hoja de molle"
MUESTRA	CENIZA DE HOJA DE MOLLE
FECHA	11-03-2019
INSTITUCION	UNIVERSIDAD SAN PEDRO - CHIMBOTE
MUESTRA RECIBIDA EN LABORATORIO	

1. MUESTRA: CENIZA DE HOJA DE MOLLE (1. GR)

Nº DE MUESTRAS	CANTIDAD DE MUESTRAS ENSAYADA	PROCEDENCIA
1	35 MG	HUARAZ-CP SANTA CRUZ

2. ENSAYOS A APLICAR

- ANALISIS TERMICO DIFERENCIAL ATD
- ANALISIS TERMOGRAVIMETRICO TGA

3. EQUIPO EMPLEADO Y CONDICIONES

- ANALIZADOR TERMICO SIMULTANEO TG_DTA_DSC CAP. MAX 1600°C SETSYS_EVOLUTION, CUMPLE CON NORMAS ASTM ISO 11357, ASTM E967, ASTM E968, ASTM E793, ASTM D3895, ASTM D3417, ASTM D3418, DIN 51004, DIN 51007, DIN 53765.
- TASA DE CALENTAMIENTO: 20 °C/MIN
- GAS DE TRABAJO - FLUJO: NITROGENO, 10 ML/MIN
- RANGO DE TRABAJO 25 - 920°C
- MASA DE MUESTRA ANALIZADA: 35 MG

JEFE DE LABORATORIO
ANALISTA RESPONSABLE

ING. CARLOS VALQUI MENDOZA
ING. CARLOS VALQUI MENDOZA

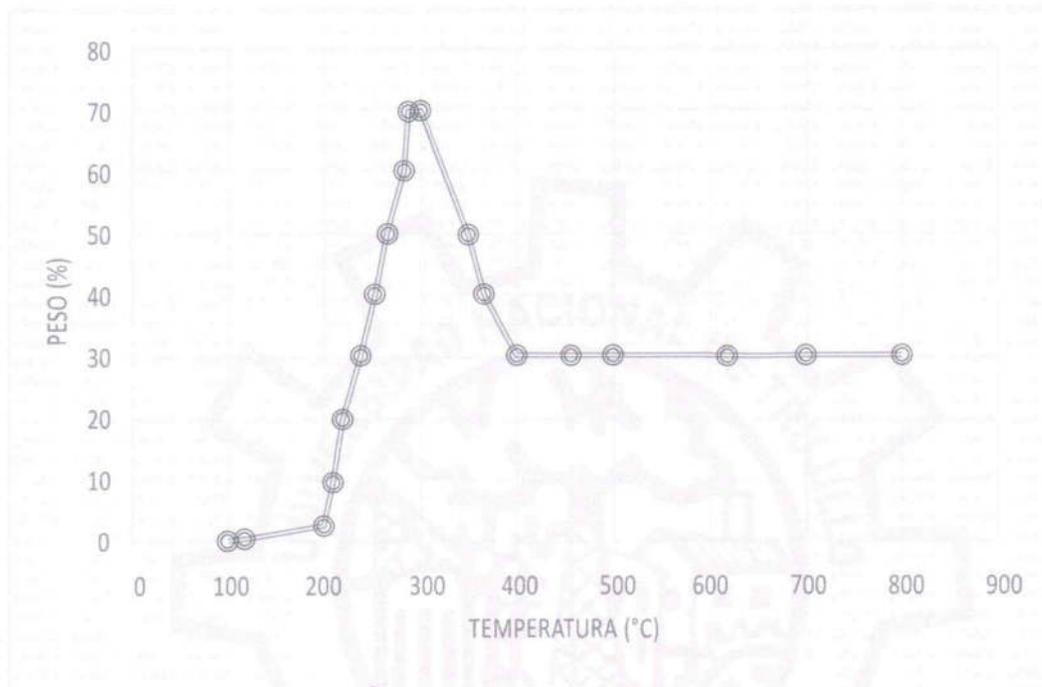




LASACI

4. RESULTADOS

c. CURVA TGA Y ATD

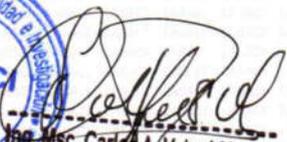


5. CONCLUSION

- Para la presente investigación de la ceniza de hoja de molle, el porcentaje de ceniza de acuerdo al análisis de emisión de quemado es de 0.30%.
- El análisis termo gravimétrico de la ceniza de hoja de molle indica un pico de temperatura máxima de 295°C por un periodo de tiempo de 2hr. entre 250 y 350°C.

Trujillo, 22 de marzo del 2019




Ing. Msc. Carlos A. Valqui Mendoza
DIRECTOR LASACI



LASACI

REPORTE DE MEDICION Y ANALISIS DE MUESTRA POR FLUORESCENCIA DE RAYOS X

SOLICITANTE	JAIRO JOEL TOLEDO RAMIREZ
TESIS	"Resistencia a compresión de mortero $F'_{C} = 200 \text{ Kg/cm}^2$ sustituyendo parcialmente el cemento por ceniza de hoja de molle"
MUESTRA	CENIZA DE HOJA DE MOLLE
FECHA	11-03-2019
INSTITUCION	UNIVERSIDAD SAN PEDRO - CHIMBOTE

MUESTRA RECIBIDA EN LABORATORIO

1. CONSIDERACIONES EXPERIMENTALES

CONDICIONES DE LA MEDICION:

El análisis se realizó en un espectrómetro de fluorescencia total de rayos x marca

BRUKER, MODELO S2-PICOFOX.

Fuente de rayos x: tubo de Mo.

Tiempo de medida: 2000 segundos.

ESTANDAR INTERNACIONAL PARA

CUANTIFICACION: Elemento: Galio (Ga)

Concentración: lg/l.

2. CARACTERISTICAS DE LA MUESTRA ANALIZADA

Se analizó 25 mg de la muestra de ceniza de hoja de molle, la cual fue tamizada previamente a malla 200.

3. METODO

- **BASADO EN LA NORMA** : ASTM C25
- **VOLUMETRIA** : USAQ-ME06

JEFE DE LABORATORIO
ANALISTA RESPONSABLE

ING. CARLOS VALQUI MENDOZA
ING. CARLOS VALQUI MENDOZA





LASACI

4. RESULTADOS

COMPOSICION QUIMICA	RESULTADOS	METODO UTILIZADO
DIOXIDO DE SILICIO (SiO ₂)	38.69	Espectrometrí de fluorescencia de rayos x
OXIDO DE CALCIO (CaO)	32.853	
TRIOXIDO DE ALUMINIO (Al ₂ O ₃)	17.061	
TRIOXIDO DE HIERRO (Fe ₂ O ₃)	5.051	
OXIDO DE POTASIO (K ₂ O)	3.212	
OXIDO DE MAGNESIO (MgO)	2.10	
PENTOXIDO DE FOSFORO (P ₂ O ₅)	0.498	
OXIDO DE COBRE (CuO)	0.309	
TRIOXIDO DE AZUFRE (CO ₃)	0.098	
OXIDO DE ZING (ZnO)	0.079	
OXIDO DE MANGANESO (MnO)	0.029	

5. CONCLUSION

- Al realizar la comparación del espectro de la muestra analizada con las energías características de los elementos de la tabla periódica, se encontraron en alto contenido Dióxido de silicio (Si O₂), Dióxido de calcio (Ca O) y Trióxido de Aluminio (Al₂ O₃) y en menores porcentajes se encontró, trióxido de hierro (Fe₂ O₃), oxido de potasio (K₂ O), oxido de magnesio (Mg O), pentoxido de fosforo (P₂ O₅), oxido de cobre (Cu O), trióxido de azufre (SO₃), oxido de zing (Zn O) y oxido de magnesio (Mn O).

Trujillo, 22 de marzo del 2019





 Ing. Msc. Carlos A. Valqui Mendoza

 DIRECTOR LASACI



RESULTADOS DE INCINERACIÓN (CENIZA) DE HOJAS DE MOLLE

TITULO DE TESIS: "Resistencia a Compresión de Mortero $f'c = 200 \text{ Kg/Cm}^2$ Sustituyendo Parcialmente el Cemento por Ceniza de Hoja de Molle"

TESISTA : Toledo Ramírez, Jairo Joel - Tesista

MUESTRA : Hojas de Molle

LUGAR DE MUESTREO: C.P. Santa Cruz - Huaraz - Ancash

FECHA DE RECEPCIÓN: 03-05-19

FECHA DE INICIO DE ANALISIS: 03-05-19

FECHA DE TÉRMINO DE ANALISI: 03-05-19

Muestra	Cantidad Kg.
Ceniza de hojas de Molle	1.00

ENSAYOS

1.- Determinación de Ceniza

OBSERVACIONES:

- La muestra es tomado por el cliente
- Lugar y condiciones de muestreo es indicado por el cliente

CONCLUSIONES

- Se ha obtenido ceniza propiamente dicha en el Horno Mufla a una temperatura de $350 \text{ }^\circ\text{C}$ por 2 hora en promedio.

Huaraz, 07 de Mayo del 2019.



[Handwritten Signature]
JEFE DEL LABORATORIO DE ANÁLISIS
DE SUELOS Y AGUAS



UNIVERSIDAD NACIONAL
"Santiago Antúnez de Mayolo"
"Una Nueva Universidad para el Desarrollo"
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
CIUDAD UNIVERSITARIA - SHANCAYAN
Telefax. 043-426588 - 106
HUARAZ - REGIÓN ANCASH



RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE pH

TITULO DE TESIS: "Resistencia a Compresión de Mortero $f'c = 200 \text{ Kg/Cm}^2$ Sustituyendo Parcialmente el Cemento por Ceniza de Hoja de Molle"

TESISTA : Toledo Ramírez, Jairo Joel - Tesista

MUESTRA : Cemento

LUGAR DE MUESTREO: Huaraz - Ancash

FECHA DE RECEPCIÓN: 06-05-19

FECHA DE INICIO DE ANALISIS: 07-05-19

FECHA DE TÉRMINO DE ANALISI: 07-05-19

Muestra	pH
Cemento	12.41

ENSAYOS

1.- Determinación de pH

OBSERVACIONES:

- La muestra es tomado por el cliente
- Lugar y condiciones de muestreo es indicado por el cliente

CONCLUSIONES

- El pH de la muestra es calificado como extremadamente alcalina

Huaraz, 07 De Mayo del 2019.



[Signature]
Ing. M.Sc. Guillermo Castillo Romero
JEFE DEL LABORATORIO DE ANALISIS
DE SUELOS Y AGUAS



UNIVERSIDAD NACIONAL
"Santiago Antúnez de Mayolo"
"Una Nueva Universidad para el Desarrollo"
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
CIUDAD UNIVERSITARIA - SHANCAYAN
Telefax. 043-426588 - 106
HUARAZ - REGIÓN ANCASH



RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE pH

TITULO DE TESIS: "Resistencia a Compresión de Mortero $f'c = 200 \text{ Kg/Cm}^2$ Sustituyendo Parcialmente el Cemento por Ceniza de Hoja de Molle"

TESISTA : Toledo Ramírez, Jairo Joel - Tesista

MUESTRA : Ceniza de hoja de molle

LUGAR DE MUESTREO: Huaraz - Ancash

FECHA DE RECEPCIÓN: 06-05-19

FECHA DE INICIO DE ANALISIS: 07-05-19

FECHA DE TÉRMINO DE ANALISI: 07-05-19

Muestra	pH
Ceniza de hoja de molle	11.12

ENSAYOS

1.- Determinación de pH

OBSERVACIONES:

- La muestra es tomado por el cliente
- Lugar y condiciones de muestreo es indicado por el cliente

CONCLUSIONES

- El pH de la muestra es calificado como extremadamente alcalina

Huaraz, 07 De Mayo del 2019.





UNIVERSIDAD NACIONAL
"Santiago Antúnez de Mayolo"
"Una Nueva Universidad para el Desarrollo"
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
CIUDAD UNIVERSITARIA - SHANCAVAN
Telefax. 043-426588 - 106
HUARAZ - REGIÓN ANCASH



RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE pH

TITULO DE TESIS: "Resistencia a Compresión de Mortero $f'c = 200 \text{ Kg/Cm}^2$ Sustituyendo Parcialmente el Cemento por Ceniza de Hoja de Molle"

TESISTA : Toledo Ramírez, Jairo Joel - Tesista

MUESTRA : Cemento + 10% de ceniza de molle

LUGAR DE MUESTREO: Huaraz - Ancash

FECHA DE RECEPCIÓN: 06-05-19

FECHA DE INICIO DE ANALISIS: 07-05-19

FECHA DE TÉRMINO DE ANALISI: 07-05-19

Muestra	pH
Cemento + 10% de ceniza de molle	12.34

ENSAYOS

1.- Determinación de pH

OBSERVACIONES:

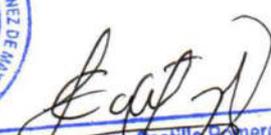
- La muestra es tomado por el cliente
- Lugar y condiciones de muestreo es indicado por el cliente

CONCLUSIONES

- El pH de la muestra es calificado como extremadamente alcalina

Huaraz, 07 De Mayo del 2019.




Ing. M.Sc. Guillermo Castillo Romero
JEFE DEL LABORATORIO DE ANÁLISIS
DE SUELOS Y AGUAS



UNIVERSIDAD NACIONAL
"Santiago Antúnez de Mayolo"
"Una Nueva Universidad para el Desarrollo"
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
CIUDAD UNIVERSITARIA - SHANCAYAN
Telefax. 043-426588 - 106
HUARAZ - REGIÓN ANCASH



RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE pH

TITULO DE TESIS: "Resistencia a Compresión de Mortero $f'c = 200 \text{ Kg/Cm}^2$ Sustituyendo Parcialmente el Cemento por Ceniza de Hoja de Molle"

TESISTA : Toledo Ramírez, Jairo Joel - Tesista

MUESTRA : Cemento + 20% de ceniza de molle

LUGAR DE MUESTREO: Huaraz - Ancash

FECHA DE RECEPCIÓN: 06-05-19

FECHA DE INICIO DE ANALISIS: 07-05-19

FECHA DE TÉRMINO DE ANALISI: 07-05-19

Muestra	pH
Cemento + 20% de ceniza de molle	12.27

ENSAYOS

1.- Determinación de pH

OBSERVACIONES:

- La muestra es tomado por el cliente
- Lugar y condiciones de muestreo es indicado por el cliente

CONCLUSIONES

- El pH de la muestra es calificado como extremadamente alcalina

Huaraz, 07 De Mayo del 2019.



M.Sc. Guillermo Castillo Romero
JEFE DEL LABORATORIO DE ANÁLISIS
DE SUELOS Y AGUAS



DETERMINACION DE PESO ESPECIFICO

(Frasco de Le Chaletair)

(Según ASTM C 188, AASHTO T 133 y MTC E 610-2000)

SOLICITA : TOLEDO RAMIREZ JAIRO JOEL
TESIS : RESISTENCIA A COMPRESION DE MORTERO FC= 200 KG/CM2 SUSTITUYENDO PARCIALMENTE
EL CEMENTO POR CENIZA DE HOJA DE MOLLE
LUGAR : HUARAZ – PROVINCIA DEL HUARAZ – ANCASH
MATERIAL : 100% CENIZA DE HOJA DE MOLLE
FECHA : 23/05/2019

PRUEBA N°		01	02
FRASCO N°			
LECTURA INICIAL	(ml)	0.00	0.00
LECTURA FINAL	(ml)	18.50	18.50
PESO DE MUESTRA	(gr)	64.00	64.00
VOLUMEN DESPLAZADO	(ml)	18.50	18.50
PESO ESPECIFICO		3.459	3.459
PESO ESPECIFICO PROMEDIO	(gr / cm3)	3.459	

 UNIVERSIDAD SAN PEDRO
FACULTAD DE INGENIERIA
Lab. Mecánica de Suelos y Ensayo de Materiales
X *Miguel Solar Jara*
Mg. Miguel Solar Jara
JEFE



DETERMINACION DE PESO ESPECIFICO

(Frasco de Le Chaletir)

(Según ASTM C 188, AASHTO T 133 y MTC E 610-2000)

SOLICITA : TOLEDO RAMIREZ JAIRO JOEL
TESIS : RESISTENCIA A COMPRESION DE MORTERO FC= 200 KG/CM2 SUSTITUYENDO PARCIALMENTE
EL CEMENTO POR CENIZA DE HOJA DE MOLLE
LUGAR : HUARAZ – PROVINCIA DEL HUARAZ – ANCASH
MATERIAL : 90% CEMENTO + 10% DE HOJA DE MOLLE
FECHA : 23/05/2019

PRUEBA N°		01	02
FRASCO N°			
LECTURA INICIAL	(ml)	0.00	0.00
LECTURA FINAL	(ml)	18.50	18.50
PESO DE MUESTRA	(gr)	64.00	64.00
VOLUMEN DESPLAZADO	(ml)	18.50	18.50
PESO ESPECIFICO		3.459	3.459
PESO ESPECIFICO PROMEDIO	(gr / cm3)	3.459	



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
FACULTAD DE INGENIERÍA

Lab. Mecánica de Suelos y Ensayo de Materiales

X

Mg. Miguel Sotol Jara
JEFE



DETERMINACION DE PESO ESPECIFICO

(Frasco de Le Chaletair)

(Según ASTM C 188, AASHTO T 133 y MTC E 610-2000)

SOLICITA : TOLEDO RAMIREZ JAIRO JOEL
TESIS : RESISTENCIA A COMPRESION DE MORTERO FC= 200 KG/CM2 SUSTITUYENDO PARCIALMENTE
EL CEMENTO POR CENIZA DE HOJA DE MOLLE
LUGAR : HUARAZ – PROVINCIA DEL HUARAZ – ANCASH
MATERIAL : 80% CEMENTO + 20% DE HOJA DE MOLLE
FECHA : 23/05/2019

PRUEBA N°		01	02
FRASCO N°			
LECTURA INICIAL	(ml)	0.00	0.00
LECTURA FINAL	(ml)	18.90	18.90
PESO DE MUESTRA	(gr)	64.00	64.00
VOLUMEN DESPLAZADO	(ml)	18.90	18.90
PESO ESPECIFICO		3.386	3.386
PESO ESPECIFICO PROMEDIO	(gr / cm3)	3.386	


UNIVERSIDAD SAN PEDRO
FACULTAD DE INGENIERIA
LAB. Mecánica de Suelos y Ensayo de Materiales
X Mg. Miguel Sotol Jara
JEFE



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

SOLICITA : TOLEDO RAMIREZ JAIRO JOEL
TESIS : RESISTENCIA A COMPRESION DE MORTERO FC= 200 KG/CM2 SUSTITUYENDO
PARCIALMENTE EL CEMENTO POR CENIZA DE HOJA DE MOLLE
LUGAR : HUARAZ - PROVINCIA DE HUARAZ
FECHA : ANCASH 23/05/2019
RELACION : AGUA / CEMENTO 0.485

D(FLUIDEZ)	DIAMETRO PROMEDIO	DIAMETRO INICIAL	FLUIDEZ %
12.40	12.35	10.16	21.56
12.30			
12.50			
12.60			

 **UNIVERSIDAD SAN PEDRO**
FACULTAD DE INGENIERIA
Lab. Mecánica de Suelos y Ensayo de Materiales
Miguel Solar Jara
X **Mg. Miguel Solar Jara**
JEFE



**ENSAYO PARA LA DETERMINACION DE FLUIDEZ DE LAS PASTAS DE
MORTERO-EXPERIMENTAL 10%
(MTC E 616-NTP 334.126)**

SOLICITA : TOLEDO RAMIREZ JAIRO JOEL
TESIS : RESISTENCIA A COMPRESION DE MORTERO FC= 200 KG/CM2 SUSTITUYENDO
PARCIALMENTE EL CEMENTO POR CENIZA DE HOJA DE MOLLE
LUGAR : HUARAZ - PROVINCIA DE HUARAZ
FECHA : - ANCASH 23/05/2019
RELACION: AGUA / CEMENTO 0.506

D(FLUIDEZ)	DIAMETRO PROMEDIO	DIAMETRO INICIAL	FLUIDEZ %
12.40	12.23	10.16	20.32
12.30			
12.50			
12.60			

UNIVERSIDAD SAN PEDRO
FACULTAD DE INGENIERIA
LAB. Mecánica de Suelos y Ensayo de Materiales

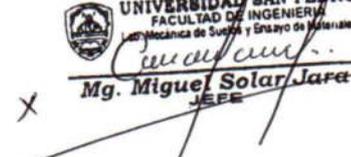
X *Miguel Solar Jara*
Mg. Miguel Solar Jara
JEFE



**ENSAYO PARA LA DETERMINACION DE FLUIDEZ DE LAS PASTAS DE
MORTERO-EXPERIMENTAL 20%
(MTC E 616-NTP 334.126)**

SOLICITA : TOLEDO RAMIREZ JAIRO JOEL
TESIS : RESISTENCIA A COMPRESION DE MORTERO FC= 200 KG/CM2 SUSTITUYENDO
PARCIALMENTE EL CEMENTO POR CENIZA DE HOJA DE MOLLE
LUGAR : HUARAZ - PROVINCIA DE HUARAZ
FECHA : - ANCASH 23/05/2019
RELACION: AGUA / CEMENTO : 0.55

D(FLUIDEZ)	DIAMETRO PROMEDIO	DIAMETRO INICIAL	FLUIDEZ %
12.40	12.45	10.16	22.54
12.30			
12.50			
12.60			

X 
UNIVERSIDAD SAN PEDRO
FACULTAD DE INGENIERIA
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES
Mg. Miguel Solar Jara
JEFE

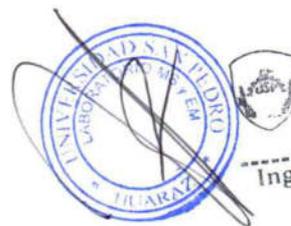


CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM D-2216-71

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS	
TESIS	: "Resistencia a Compresion de Mortero F'C =200Kg/Cm2 Sustituyendo Parcialmente el Cemento por Ceniza de Hoja de Molle"
SOLICITA	: Bach. Toledo Ramirez Jairo Joel.
DISTRITO	: HUARAZ
PROVINCIA	: HUARAZ
PROG (KM.)	:
HECHO EN	: USP -HUARAZ
FECHA	: 26/04/2019
ASESOR	:

DATOS DE LA MUESTRA	
CALICATA	:
MUESTRA	: AGREGADO FINO
PROF. (m)	:

AGEGRADO FINO				
N° TARRO		43	47	
PESO TARRO + SUELO HUMEDO	(g)	815,0	862,9	
PESO TARRO + SUELO SECO	(g)	793,4	839,4	
PESO DE AGUA	(g)	21,60	23,50	
PESO DEL TARRO	(g)	166,30	168,0	
PESO DEL SUELO SECO	(g)	627,10	671,4	
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	3,44	3,5	
HUMEDAD PROMEDIO	(%)	3,47		



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
FILIAL - HUARAZ
FACULTAD DE INGENIERIA
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y
ENSAJOS DE MATERIALES

Elizabeth Maza Ambrosio
Ing. Elizabeth Maza Ambrosio
CIP: 116544
JEFE



ANALISIS GRANULOMETRICO ARENA

SOLICITA : **Bach. Toledo Ramirez Jairo Joel.**

TESIS : "Resistencia a Compresion de Mortero F'C =200Kg/Cm2 Sustituyendo Parcialmente el Cemento por Ceniza de Hoja de Molle"

LUGAR : HUARAZ

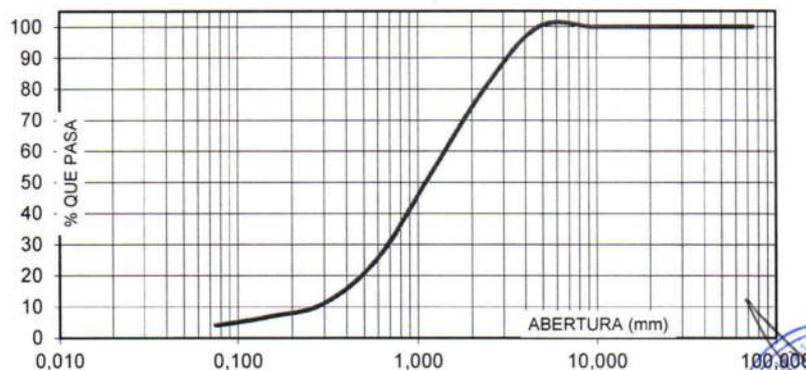
FECHA : 26/04/2019 CANTERA : TACLLAN MATERIAL : AGREGADO FINO

PESO SECO INICIAL	2827
PESO SECO LAVADO	2712,00
PESO PERDIDO POR LAVADO	115,00

TAMIZ		PESO RETEN. (gr)	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
No	ABERT. (mm.)				
3"	75,000	0,00	0,00	0,00	100,00
2 1/2"	63,000	0,00	0,00	0,00	100,00
2"	50,000	0,00	0,00	0,00	100,00
1 1/2"	38,100	0,00	0,00	0,00	100,00
1"	25,000	0,00	0,00	0,00	100,00
3/4"	19,000	0,00	0,00	0,00	100,00
1/2"	12,500	0,00	0,00	0,00	100,00
3/8"	9,500	0,00	0,00	0,00	100,00
N° 4	4,750	0,00	0,00	0,00	100,00
N° 8	2,360	560,00	19,81	19,81	80,19
N° 16	1,180	780,00	27,59	47,40	52,60
N° 30	0,600	761,00	26,92	74,32	25,68
N° 50	0,300	410,00	14,50	88,82	11,18
N° 100	0,150	120,00	4,24	93,07	6,93
N° 200	0,075	81,00	2,87	95,93	4,07
PLATO		115,00	4,07	100,00	0,00
TOTAL		2827,00	100,00		

TAMAÑO MAXIMO NOMINAL : # 8
 MODULO DE FINEZA : 3,23
 HUMEDAD : 3,47%

CURVA GRANULOMETRICA



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
 FILIAL - HUARAZ
 FACULTAD DE INGENIERIA
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y
 ENSAYO DE MATERIALES

Ing. Elizabeth Maza Ambrosio
 CIP: 116544
 JEFE



**PESO ESPECIFICO Y ABSORCION
DEL AGREGADO FINO**

SOLICITA : **Bach. Toledo Ramirez Jairo Joel.**
TESIS : "Resistencia a Compresion de Mortero F'C =200Kg/Cm2 Sustituyendo Parcialmente el Cemento por Ceniza de Hoja de Molle"
LUGAR : HUARAZ
CANTERA : TACLLAN
MATERIAL : **AGREGADO FINO**
FECHA : 26/04/2019

A : Peso de material saturado superficialmente seco (aire)
B : Peso de frasco+ agua
C = A + B : Peso frasco + agua +material
D : Peso de material+agua en el frasco
E = C - D : Volumen de masa+volumen de vacio
F : Peso Material seco en horno
G= E- (A - F) : Volumen de masa

300,0		
679,0		
979,0		
864,9		
114,1		
296,7		
110,8		
1,11		
	1,11	

ABSORCION (%) : $((A-F/F) \times 100)$
ABS. PROM. (%) :

P.e. Bulk (Base Seca) = F/E
P.e. Bulk (Base Saturada) = A/E
P.e. Aparente (Base Seca) = F/G

PROMEDIO

2,60		
2,63		
2,68		

PROMEDIO

P.e. Bulk (Base Seca)
P.e. Bulk (Base Saturada)
P.e. Aparente (Base Seca)

2,60
2,63
2,68



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
 FILIAL - HUARAZ
 FACULTAD DE INGENIERIA
 MAJORIA DE MECANICA DE SUELOS Y
 ENSAYOS DE MATERIALES
 Ing. Elizabeth Maza Ambrosio
 CIP: 116544
 JEFE



USP
UNIVERSIDAD SAN PEDRO

PESOS UNITARIOS

SOLICITA : Bach. Toledo Ramirez Jairo Joel.

TESIS : "Resistencia a Compresion de Mortero F'C =200Kg/Cm2 Sustituyendo Parcialmente el Cemento por Ceniza de Hoja de Molle"

LUGAR : HUARAZ
CANTERA : TACLLAN
MATERIAL : AGREGADO FINO
FECHA : 26/04/2019

PESO UNITARIO SUELTO

Ensayo N°	0 1	0 2	0 3
Peso de molde + muestra	7780	7795	7775
Peso de molde	3420	3420	3420
Peso de muestra	4360	4375	4355
Volumen de molde	2776	2776	2776
Peso unitario	1571	1576	1569
Peso unitario prom.	1572 Kg/m3		

PESO UNITARIO COMPACTADO

Ensayo N°	0 1	0 2	0 3
Peso de molde + muestra	8090	8070	8085
Peso de molde	3420	3420	3420
Peso de muestra	4670	4650	4665
Volumen de molde	2776	2776	2776
Peso unitario	1682	1675	1680
Peso unitario prom.	1679 Kg/m3		



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
FILIAL - HUARAZ
FACULTAD DE INGENIERIA
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y
ENSAYO DE MATERIALES
Ing. Elizabeth Maza Ambrosio
CIP: 116544
JEFE

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION DE CUBOS

SOLICITA : Bach. Toledo Ramirez Jairo Joel.

"RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE MORTERO F' C 200 KG/CM2 SUSTITUYENDO

TESIS : PARCIALMENTE EL CEMENTO POR CENIZA DE HOJA DE MOLLE"

FECHA: 22/06/2019

F' C : 200 kg/cm2

	TESTIGO	PROGRESIVA	SLUMP	FECHA		EDAD	FC	FC/F' C
Nº	ELEMENTO	KM.	(")	MOLDEO	ROTURA	DIAS	Kg/cm2	(%)
1	MORTERO PATRON	-	-	23/05/2019	26/05/2019	3	138,7	69,3
2	MORTERO PATRON	-	-	23/05/2019	26/05/2019	3	144,6	72,3
3	MORTERO PATRON	-	-	23/05/2019	26/05/2019	3	142,0	71,0
4	MORTERO PATRON	-	-	24/05/2019	31/05/2019	7	179,7	89,9
5	MORTERO PATRON	-	-	24/05/2019	31/05/2019	7	185,0	92,5
6	MORTERO PATRON			24/05/2019	31/05/2019	7	174,2	87,1
7	MORTERO PATRON			25/05/2019	22/06/2019	28	200,7	100,4
8	MORTERO PATRON			25/05/2019	22/06/2019	28	199,6	99,8
9	MORTERO PATRON			25/05/2019	22/06/2019	28	197,7	98,9

ESPECIFICACIONES : El ensayo responde a la norma ASTM C-39

OBSERVACIONES : Los testigos fueron elaborados y traídos a este laboratorio por el interesado.



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
FILIAL - HUARAZ
FACULTAD DE INGENIERIA
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y
ENSAYO DE MATERIALES

Ing. Elizabeth Maza Ambrosio
CIP: 116544
JEFE



ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION DE CUBOS

SOLICITA : Bach. Toledo Ramirez Jairo Joel.

"RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE MORTERO F' C 200 KG/CM2 SUSTITUYENDO

TESIS : PARCIALMENTE EL CEMENTO POR CENIZA DE HOJA DE MOLLE"

FECHA: 22/06/2019

F' C : 200 kg/cm2

	TESTIGO	PROGRESIVA	SLUMP	FECHA		EDAD	FC	FC/F' C
Nº	ELEMENTO	KM.	(")	MOLDEO	ROTURA	DIAS	Kg/cm2	(%)
1	SUSTITUYENDO EL 10%	-	-	23/05/2019	26/05/2019	3	117,3	58,7
2	SUSTITUYENDO EL 10%	-	-	23/05/2019	26/05/2019	3	113,5	56,7
3	SUSTITUYENDO EL 10%	-	-	23/05/2019	26/05/2019	3	105,3	52,7
4	SUSTITUYENDO EL 10%	-	-	24/05/2019	31/05/2019	7	137,9	69,0
5	SUSTITUYENDO EL 10%	-	-	24/05/2019	31/05/2019	7	146,0	73,0
6	SUSTITUYENDO EL 10%			24/05/2019	31/05/2019	7	147,3	73,7
7	SUSTITUYENDO EL 10%			25/05/2019	22/06/2019	28	179,3	89,6
8	SUSTITUYENDO EL 10%			25/05/2019	22/06/2019	28	175,7	87,9
9	SUSTITUYENDO EL 10%			25/05/2019	22/06/2019	28	181,4	90,7

ESPECIFICACIONES : El ensayo responde a la norma ASTM C-39

OBSERVACIONES : Los testigos fueron elaborados y traídos a este laboratorio por el interesado.



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
FILIAL - HUARAZ
FACULTAD DE INGENIERIA
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y
ENSAYO DE MATERIALES

Ing. Elizabeth Maza Ambrosio
CIP: 116544
JEFE

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION DE CUBOS

SOLICITA : Bach. Toledo Ramirez Jairo Joel.

"RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE MORTERO F'C 200 KG/CM2 SUSTITUYENDO

TESIS : PARCIALMENTE EL CEMENTO POR CENIZA DE HOJA DE MOLLE"

FECHA: 22/06/2019

F'C : 200 kg/cm2

	TESTIGO	PROGRESIVA	SLUMP	FECHA		EDAD	FC	FC/F'C
Nº	ELEMENTO	KM.	(")	MOLDEO	ROTURA	DIAS	Kg/cm2	(%)
1	SUSTITUYENDO EL 20%	-	-	23/05/2019	26/05/2019	3	89,6	44,8
2	SUSTITUYENDO EL 20%	-	-	23/05/2019	26/05/2019	3	92,3	46,1
3	SUSTITUYENDO EL 20%	-	-	23/05/2019	26/05/2019	3	88,9	44,4
4	SUSTITUYENDO EL 20%	-	-	24/05/2019	31/05/2019	7	138,8	69,4
5	SUSTITUYENDO EL 20%	-	-	24/05/2019	31/05/2019	7	134,7	67,3
6	SUSTITUYENDO EL 20%			24/05/2019	31/05/2019	7	136,7	68,3
7	SUSTITUYENDO EL 20%			25/05/2019	22/06/2019	28	163,9	82,0
8	SUSTITUYENDO EL 20%			25/05/2019	22/06/2019	28	168,2	84,1
9	SUSTITUYENDO EL 20%			25/05/2019	22/06/2019	28	163,1	81,6

ESPECIFICACIONES : El ensayo responde a la norma ASTM C-39

OBSERVACIONES : Los testigos fueron elaborados y traídos a este laboratorio por el interesado.



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
FILIAL - HUARAZ
FACULTAD DE INGENIERIA
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y
ENSAYO DE MATERIALES

Ing. Elizabeth Maza Ambrosie
CIP: 116544
JEFE