

UNIVERSIDAD SAN PEDRO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



**Sustitución de 5 y 10% de cemento por ceniza de tusa de maíz
en la resistencia a la compresión de un mortero.**

Tesis para obtener el título profesional de ingeniero civil

Autor

Bocanegra Lopez, Cesar Humberto

Asesor

Castañeda Gamboa, Rogelio Fermin

Chimbote – Perú

2018

PALABRAS CLAVES:

Tema	Resistencia de Mortero
Especialidad	Tecnología de Concreto

KEY WORDS:

Topic	Mortar Resistance
Specialization	Concrete Technology

LINEA DE INVESTIGACIÓN:

Código	Línea
1.0.	Ingeniería
2.0.	Ingeniería y Tecnología
2.1.	Ingeniería Civil

Título:

**Sustitución de 5 y 10% de cemento por ceniza de tusa de maíz
en la resistencia a la compresión de un mortero.**

Resumen:

El proyecto de investigación tuvo por objetivo determinar los efectos que tendría la resistencia a la compresión de especímenes de mortero, cuando se sustituye el cemento en un 5 y 10% por ceniza de tusa de maíz, estudio que se realizó en la ciudad de Chimbote, 2018, utilizando agregado grueso de la cantera Vesique y con cemento portland tipo I, con el fin de encontrar alternativas de materiales para su aplicación en el campo de la ingeniería civil.

Para lo cual primero se determinó el rango de activación de la ceniza de tusa de maíz del Sector La Carbonera – Distrito de Nuevo Chimbote – Provincia del Santa, siendo de 670°C de calcinación durante dos horas, para así activar sus propiedades puzolanas. También se obtuvo la composición química del material de sustitución de ceniza de tusa de maíz, para el cual se realizó el ensayo de fluorescencia de rayos X, obteniendo los principales óxidos como resultados (SiO_2 –36.29%), (K_2O –31.30%), (ClO_2 –11.61%) y (P_2O_3 –9.30%), se obtuvo un alto contenido en silicio, potasio y cloro.

A los 28 días el mortero patrón alcanzó una resistencia de 266.18 kg/cm², el experimental al 5% a los 28 días alcanzó una resistencia de 311.93 kg/cm² y al 10% a los 28 días la resistencia alcanzada fue de 228.88 kg/cm².

Abstract:

The objective of the research project was to determine the effects of the resistance to compression of specimens of mortar, when the cement is replaced by 5 and 10% by corn husk ash, a study that was carried out in the city of Chimbote, 2018, using coarse aggregate from the Vesique quarry and portland type I cement, in order to find alternative materials for its application in the field of civil engineering.

For which first the activation range of the corn tusk ash of the La Carbonera Sector - District of Nuevo Chimbote - Santa Province was determined, being of 670 ° C of calcination during two hours, in order to activate its pozzolan properties. The chemical composition of the corn tusk ash substitution material was also obtained, for which the X-ray fluorescence test was carried out, obtaining the main oxides as results (SiO₂-36.29%), (K₂O-31.30%), (ClO₂-11.61%) and (P₂O₃-9.30%), a high content of silicon, potassium and chlorine was obtained.

After 28 days the standard mortar reached a restenosis of 266.18 kg / cm², the experimental mortar at 5% at 28 days reached a resistance of 311.93 kg / cm² and at 10% at 28 days the resistance reached was 228.88 kg / cm².

Índice General

Contenido	
Palabras clave – key words – Línea de investigación	i
Título	ii
Resumen	iii
Abstract	iv
Índice	v
I). Introducción	1
II). Metodología	27
III). Resultados	32
IV). Análisis y discusión	45
V). Conclusiones y Recomendaciones	48
VI). Agradecimientos	50
VII). Referencias bibliográficas	51
VIII). Anexos y apéndices	54
Anexo N°1: Ensayos del agregado fino	54
Anexo N°2: Ensayo de alcalinidad (Ph) de la ceniza de tusa de maíz	59
Anexo N°3: Ensayo de fluidez	61
Anexo N°4: Ensayo de fluorescencia de rayos X	65
Anexo N°5: Ensayo de análisis térmico diferencial (ATD)	69
Anexo N°6: Ensayo de resistencia a la compresión	73
Anexo N°7: Ensayo repetido mortero experimental 5%	77
Anexo N°8: Calculo de hipótesis ANOVA	79
Anexo N°9: Panel fotográfico	88

Índice de Tablas

Tabla 1: Clasificación de los morteros de mampostería	7
Tabla 2: Composición química del cemento portland tipo I.....	8
Tabla 3: Límites permisibles.....	12
Tabla 4: Granulometría de la arena gruesa	15
Tabla 5: Aplicaciones del mortero según su fluidez.....	18
Tabla 6: Diseño en bloque completo al azar.....	28
Tabla 7: Técnicas e instrumentos de Investigación	29
Tabla 8: Fluorescencia de Rayos X de la ceniza de tusa de maíz.....	32
Tabla 9: pH de la ceniza de tusa de maíz.....	33
Tabla 10: Contenido de humedad agregado fino	34
Tabla 11: Gravedad Especifica y Absorción del agregado fino	35
Tabla 12: Peso Unitario suelto del agregado Fino	35
Tabla 13: Peso Unitario compactado del agregado fino	35
Tabla 14: Requisitos físicos de gradación	36
Tabla 15: Proporciones de material mortero patrón	36
Tabla 16: Proporciones de material mortero experimental 5%	37
Tabla 17: Proporciones de material mortero experimental 10%	37
Tabla 18: Características de los pesos de mortero patrón.....	38
Tabla 19: Características de los pesos de mortero experimental 5%.....	38
Tabla 20: Características de los pesos de mortero experimental 10%.....	39
Tabla 21: Porcentaje de fluidez	39
Tabla 22: Resultados de ensayos a compresión Patrón	39
Tabla 23: Resultados de ensayos a compresión Experimental 5%	40
Tabla 24: Resultados de ensayos a compresión Experimental 10%	41
Tabla 25: Resultados de resistencias promedio	42
Tabla 26: Resistencias a la compresión según ANOVA	44
Tabla 27: Calculo de la prueba ANOVA.....	44

Índice de figuras

Figura 1: Curva de pérdida de masa	33
Figura 2: Curva calorimétrica	34
Figura 3: Resistencia a la compresión (kg/cm ²) Vs Edad (Días) Patrón.....	40
Figura 4: Resistencia a la compresión (kg/cm ²) Vs Edad (Días) Expe 5%	41
Figura 5: Resistencia a la compresión (kg/cm ²) Vs Edad (Días) Expe 10%	42
Figura 6: Comparación de resistencias a la compresión (kg/cm ²) Vs Edad (Días) ...	43

I. INTRODUCCIÓN

De los antecedentes encontrados se ha elaborado los trabajos más relevantes a esta investigación, como el de Tagnit-Hamou, A. y Tognonvi, M. (2015), “Valorización de los Desechos Industriales y Agroindustriales disponibles en el Concreto: Una Solución Sostenible.” La investigación se centra en indagar más acerca de materiales cementicios suplementarios (SCMs) ya que industria del cemento produce una emisión de entre el 5% a 8% del dióxido de carbono (CO₂) al medio ambiente. La investigación de tipo aplicada, nivel cuasi experimental, conclusiones: los subproductos industriales los cuales han reducido significativamente la huella de carbono en la elaboración del cemento, específicamente a los desechos agrícolas como por ejemplo las Cenizas de la coronta de maíz (Corn-cob ash o CCA), siendo este material disponible a nivel local en muchos países tropicales como el nuestro, los mismos que han demostrado tener propiedades puzolanas lo que permite su uso como materiales cementicios alternativos debido a su alto contenido de sílice (37% -38%). Sin embargo, este material también contiene 24% - 28% de K₂O.

Por otro lado en la investigación de D. A. Adensaya, A, Raheem, A. (2007), “Estudio de las características de trabajabilidad y resistencia a la compresión de concreto mezclado con cenizas de mazorca de maíz”. El estudio investigó la viabilidad y características de resistencia a la compresión de la ceniza mazorca de maíz (CCA) al mezclar con hormigón de cemento. Se hicieron pruebas de Slump y de factor de compactación para comprobar el efecto de la CCA sobre la trabajabilidad del hormigón. Los resultados mostraron que el factor de caída concreto y compactación disminuyó a medida que aumentó el contenido CCA indicando que el hormigón se hace menos viable (rígido) cuando el porcentaje de CCA aumenta. La resistencia a la compresión más óptimas fueron de 57,10 N/mm², 40,30 N /mm² y 28,07 N/mm² para una dosificación de 1: 11/2: 3, 1: 2: 4 y 1: 3: 6, respectivamente, que se obtuvieron a una edad de 180 días con un porcentaje de reemplazo de 10% de Clinker por CCA. Se concluyó que sólo hasta 10% de sustitución de CCA es adecuada cuando es mezclado con el cemento para ser utilizado como el hormigón estructural.

Así mismo por su taxonomía del material adicionante a trabajar se revisó la investigación de Cardona, D. (2013), “Caracterización de la ceniza de hojas de bambú y su influencia como material puzolánico en el concreto”. En su proyecto de investigación se pretendió encontrar la metodología para el procesamiento y caracterización química y física de la ceniza de las hojas de bambú. Los resultados del análisis químico de la ceniza de las hojas de bambú lograron determinar que este tipo de ceniza está formado por sílice con una naturaleza altamente amorfa y una elevada actividad puzolánica; con la posibilidad de ser usada como material de adición o de reemplazo en la preparación de morteros y concretos de alta resistencia. Para la elaboración de los cubos de mortero con reemplazo de ceniza fue necesario utilizar un 17,77% más de agua que la utilizada en la mezcla de control, alcanzando una relación agua - material cementante (a/cmte) de 0,57; mientras que para la mezcla de control se usó una relación a/cmte de 0,484.

En la investigación de Ossa, M. y Jorquera, H. (1984), “Cementos con cenizas volantes”. Se desarrolló un trabajo experimental orientado a relacionar entre sí los cementos con adiciones de cenizas volantes y de puzolana natural. Los ensayos mecánicos señalaron que las resistencias a compresión y flexión de los morteros con cementos CCV (cemento cenizas volantes) son menores a edades inferiores que 14 días (del orden de 5 a 10% a un día de edad), pero que a partir de entonces pasan a ser mayores que las de los morteros con cementos CP (con adición de puzolana), con diferencias crecientes que alcanzan hasta un 15% en ensayos a compresión, a 120 días de edad, para adiciones de 20 y 30%.

Del mismo modo se empleó la investigación de Perez, S. (2011), “Obtención y caracterización de zeolitas a partir de la ceniza de la tusa de maíz”. En su investigación se realizó una optimización en los rendimientos y una mejor técnica de conversión en el proceso de síntesis de nuevos materiales zeolíticos utilizando como materia prima la ceniza de tusa de maíz producto de la calcinación de la tusa del maíz de uso agroindustrial. En el proceso de zeolitización a 150°C por 5 días, se sintetizó un nuevo sub-producto zeolítico posiblemente del tipo NaP1 (JCPDS 39-0219) y a 200°C por 3 días, se sintetizó posiblemente una zeolita del tipo tobermorita (JCPDS 19-1364), representando excelentes resultado en la obtención de este tipo de materiales micro porosos.

En cuanto a la investigación de Arezki, T. y Hamou (2013), “Valorización a nivel local de desechos disponibles industriales y agroindustriales en hormigón: una solución sostenible”. La industria del cemento contribuye de manera conservadora 5-8% de dióxido de carbono mundial (CO₂), principalmente a través de la descomposición de la piedra caliza y la combustión de combustibles fósiles en la producción del cemento. Con la creciente demanda de infraestructuras civiles avanzadas principalmente en China, India, Oriente Medio y el mundo en desarrollo se espera que el cemento y las industrias concreteras se amplíen significativamente. Substituir parte del contenido de cemento en el concreto con materiales cementicios suplementarios (SCMs) generalmente subproductos industriales ha reducido significativamente la huella de carbono de hormigón. El reciclaje de estos SCM alternativas puede reducir tanto el concreto de impacto ambiental y su coste de producción relacionado.

En la investigación de Águila y Sosa (2008), En su investigación “Evaluación físico química de cenizas de cascarilla de arroz, bagazo de caña y de maíz y su influencia en mezclas de mortero, como materiales puzolánicos”. Indican que cuando se sustituye las cenizas de hoja de maíz solo se experimenta el incremento de la resistencia en un 10% a los 28 días, por lo tanto, señalan que el material estudiado posee el potencial necesario para ser empleado en la elaboración de morteros y concretos. Se puede apreciar en su investigación que mientras más porcentaje de cenizas se agrega, la resistencia a compresión a 7 y 28 días disminuye a comparación del mortero patrón.

La Fundamentación científica de la presente investigación está basada en la ingeniería civil. La investigación se justifica en el aspecto social y del conocimiento. La investigación se justifica de manera social porque busca dar una aplicación a los resultados de la búsqueda de nuevos problemas de la sociedad en el campo de la ingeniería civil.

Hoy en día a nivel mundial la producción de cemento está afectando severamente al medio ambiente, por tal motivo se están buscando soluciones para poder sustituirlo, ya sea un porcentaje de ello o en su totalidad.

Una de la solución más factible sería la ceniza de tusa de maíz por sus propiedades que tiene alto contenido de sílice (Si), ya que viene a ser uno de los principales componentes del cemento (Si., Ca., Al), esta tusa de maíz es desaprovechada en su totalidad y queda desechada en los terrenos agrícolas.

El cemento es un material fundamental en la construcción de obras civiles así mismo como en la ciudad de Chimbote, es por eso que se pretende sustituir un porcentaje de ello por un material orgánico para así reducir su elaboración y disminuir la contaminación que se está generando en el medio ambiente, por esta razón nos planteamos el siguiente problema de investigación.

Al investigar las problemáticas estructurales y medio-ambientales generales existentes en nuestra localidad, en búsqueda de la solución más factible, se logró investigar que las tusas de maíz es desechado en su totalidad de manera improductiva, desperdiciando sus propiedades y desconociendo los múltiples usos que se le puede dar a esta biomasa. Mediante el análisis de cómo se lleva los procesos con respecto a la tusa de maíz, surgieron muchos cuestionamientos, los cuales llevaron a analizar una considerable cantidad de alternativas en posibles soluciones sobre cómo aprovechar la materia prima.

Por eso nos planteamos el siguiente problema de investigación.

¿Cuál es la resistencia a compresión de un mortero cuando se sustituye el cemento en un 5% y 10% por ceniza de tusa de maíz en la ciudad de Chimbote?

La conceptualización y Operacionalización de variables consta de lo siguiente:

Definición de mortero

Los morteros son mezclas plásticas aglomerantes, que resultan de la combinación de arena y agua con un cementante que puede ser cemento, cal yeso, o una mezcla de estos materiales. (Gabriel, 2014)

La dosificación de los morteros varía según los materiales y el destino de la mezcla, se elaboran comúnmente en forma manual, mecánicamente o bien, premezclados.

Es amplia la utilización de morteros, de cemento, de cal o mixtos; destacando su empleo en mamposterías, aplanados, recubrimientos y pegado de piezas diversas.

MORTERO= CEMENTO PORTLAND + AGREGADOS + AIRE + AGUA

El cemento y el agua reaccionan químicamente uniendo las partículas de los agregados constituyendo un material heterogéneo.

Propiedades de los morteros

Las propiedades principales del mortero de concreto deben entenderse en su relación con el producto terminado, que es el mortero.

Se pueden dividir en dos categorías mayores:

Propiedades en estado plástico

Manejabilidad: está relacionada con la consistencia, la cual se refiere al estado de fluidez del mortero, es decir que tan dura (seca) o blanda (fluida) es la mezcla cuando se encuentra en estado plástico (NTP 334.003)

En general, se acepta como medida de la manejabilidad, el valor de fluidez de la mezcla obteniendo en la mesa de flujo de acuerdo a la norma ASTM C-230 “Standard Specification for Flow for Use in Tests of Hydraulic Cement” (Especificación estándar de la mesa de flujo para el uso de ensayos de cemento hidráulico).

Retención de agua: es una medida de la habilidad del mortero para mantener su plasticidad cuando quede en contacto con una superficie absorbente, como una unidad de mampostería. La retención de agua incide en la velocidad de endurecimiento y la resistencia a compresión del mortero, ya que afecta la hidratación del cemento. (NTP 334.057)

Velocidad de endurecimiento

Los tiempos de fraguado inicial y final de mortero deben estar entre límites adecuados. Sin embargo, estos dependen de diversos factores como las condiciones del clima, la composición de la mezcla o la mano de obra, hoy en día son fácilmente controlables con el uso de aditivos. La norma ASTM C-403 “Standard Test Method for Time of Setting of Concrete Mixtures by Penetration Resistance” (Metodo de ensayo estándar para el tiempo de

fraguado de mezclas de concreto por la Resistencia a la penetración), da un método de ensayo para evaluar este parámetro. (NTP 334.006)

Propiedades en estado no plástico

Retracción: Es la pérdida de volumen del mortero, y se debe principalmente a reacciones químicas de hidratación de la pasta, sobre todo en aquellas con una alta relación agua-cemento.

Adherencia: (NTP 331.052): La propiedad más importante del mortero es su habilidad para adherirse a las piezas de mampostería o acero.

Resistencia a la compresión (NTP 334.051): Propiedad mecánica que le permite al mortero soportar a compresión.

Durabilidad: Es la resistencia a los agentes externos como las bajas temperaturas, la penetración del agua, desgaste por abrasión, retracción al secado, eflorescencias, agentes corrosivos, o choques térmicos, entre otros, sin deterioro de sus condiciones físico-químicas con el tiempo.

Permeabilidad: Es la característica de dejar filtrar ya sea aire o agua. Los morteros trabajables y uniformes, pueden hacer que la mampostería sea más resistente a la permeabilidad al agua.

Eflorescencia: Es la cristalización de las sales solubles y es causada por el movimiento de agua de adentro hacia fuera de la pared.

Apariencia: Un aspecto que tiene importancia en el mortero es su apariencia, especialmente es mampostería de bloques a la vista.

Clasificación de los morteros

Según la norma ASTM C 270, los morteros se clasifican de acuerdo a sus propiedades o sus proporciones, considerando que toda especificación se realizara solo por una de ellas, nunca ambas.

Características del Mortero Tipo "M":

Es un mortero de alta resistencia a la compresión.

Brinda mayor durabilidad en comparación de los otros tipos de morteros.

Uso destinado a mampostería sometida a grandes fuerzas de compresión, acompañada de congelamiento, grandes cargas laterales de tierra, vientos fuertes y temblores.

Se recomienda su uso en estructuras en contacto con el suelo, cimentaciones, muros de contención, etc.

Características del Mortero Tipo “S”:

Posee mayor adherencia que otros morteros.

Uso en estructuras sometidas a cargas de compresión normales, pero que a la vez requieran alta adherencia.

Debe usarse en casos donde el mortero es el único agente de adherencia con la pared como el revestimiento de cerámicos.

Tabla 1
Clasificación de los morteros de pega de mampostería simple según resistencia a la compresión a 28 días y según dosificación.

Tipo de mortero	Resistencia a la compresión (kg/cm ²)	Cemento portland	Cemento albañilería	Cal	Agregado Fino Suelto
M	175	1 1	1 -	0.25	
S	126	0.5	1	0.25 a 0.50	
N	53	1 -	- 1	0.50 a 1.25	Entre 2.25 y 3 veces la suma de cemento y cal utilizado
O	25	-	1	1.25 a 1.50	
K	5	1 1	- 1	2.50 a 4.00	

Fuente: Sánchez de Guzmán, Diego. Tecnología del concreto y el mortero (2001).

CEMENTO PORTLAND:

Definición:

El cemento es un conglomerante formado a partir de una mezcla de caliza y arcilla calcinadas y posteriormente molidas, que tienen la propiedad de endurecerse al contacto con el agua hasta este punto la molienda entre estas rocas es llamada Clinker, esta se convierte en cemento cuando se le agrega yeso, este le da la propiedad a esta mezcla para que pueda fraguar y endurecerse. (Sales. 2011)

Clinker

Es un producto artificial obtenido de la calcinación a elevadas temperaturas (1400 – 1450°C) de la mezcla en proporciones específicas de polvo de rocas arcillosas y calizas, Obteniéndose módulos de varios tamaños usualmente ¼” a 1” de diámetro de color negro característico, reluciente y duros al enfriarse.

Materias primas utilizadas en la elaboración de Cemento Portland

Los dos materiales principales con que se fabrica el cemento Portland son: la piedra caliza y arcilla.

Fabricación del Cemento Portland

Las materias primas, finamente molidas e íntimamente mezcladas, se calientan hasta principios de la fusión (1400 – 1450°C), usualmente en grandes hornos giratorios, que pueden llegar a medir más de 200m de longitud y 5.50m de diámetro.

El Clinker enfriado y molido a polvo muy fino, es lo que construye el cemento portland comercial. Durante la molienda se agrega una pequeña cantidad de yeso (3 o 5%), para regular la fragua de cemento.

Composición química del Cemento Portland

Como el cemento es una mezcla de muchos compuestos, resulta impráctica su representación con una formula y química. No obstante los compuestos químicos establecidos por primera vez por Le Chatelier en 1852, son los que definen el comportamiento del cemento hidratado.

Hay cuatro compuestos que constituyen más del 90% del peso del cemento y son:

Tabla 2
Composición química del cemento portland tipo 1.

COMPUESTO	SÍMBOLO
Silicato Tricálcico (3CaO SiO ₂)	C3S
Silicato Dicálcico (2CaO SiO ₂)	C2S
Aluminio Tricálcico (3CaO Al ₂ O ₃)	C3A
Aluminio Ferrita Tricálcico (4CaO Al ₂ O ₃ Fe ₂ O ₃)	C4AF

Fuente: IECA Componentes y propiedades del concreto (2013).

Cada uno de los cuatro compuestos principales del cemento portland contribuyen en el comportamiento del cemento, cuando pasa el estado plástico al endurecido después de la hidratación.

Silicato Tricálcico (C3S): Este compuesto químico define la resistencia inicial y tiene incidencia directa en el calor de hidratación.

Silicato Dicálcico (C2S): este compuesto define la resistencia a largo plazo, teniendo menos incidencia en el calor de hidratación.

Aluminio Tricálcico (C3A): Este compuesto por sí solo no incide en la revista del cemento, pero en combinación con los silicatos condiciona el fraguado violento actuando como catalizador, por lo que es necesario añadir yeso en el proceso de 3% a 6% para controlarlo.

Aluminio Ferrita Tricalcica (C4AF): Tiene trascendencia en la velocidad de hidratación y en menos incidencia en el calor de hidratación.

Oxido de Magnesio (MgO): Este componente tiene importancia para contenidos mayores del 5% pues genera problemas de expansión en la pasta hidratada y endurecida.

Oxido de Potasio y Sodio (K_2O y Na_2O): Son más importantes estos álcalis cuando entran en contacto con cierto tipo de agregados produciéndose reacciones químicas generando expansiones en los cementos y morteros.

Oxido de Magnesio y Titanio (Mn_2O_3 , TiO_2): El primero no tiene significación especial en las propiedades del cemento, salvo en su colocación, que tiende a ser marrón si se tiene contenidos mayores al 3% y se ha observado que para contenidos mayores del 5% existe disminución de las resistencias a largo plazo. El segundo componente influye en la resistencia, reduciéndola para contenido mayores del 5%.

Características del Cemento Portland.

El cemento portland es un polvo de color gris, más o menos verdoso. Se venden en bolsas que tienen un peso neto de 42.5kg. Y un pie cubico de capacidad. En aquellos casos en que no se conozca el valor real se considera para el cemento un peso específico de 3.15.

Cemento Portland Tipo I: es el cemento destinado a obras de concreto de uso general, donde no se requiere de propiedades especiales. Es el cemento que se utilizó para el desarrollo de la tesis de investigación.

El cemento empleado en la preparación del concreto deberá cumplir con algunos requisitos de las siguientes Normas INDECOPI.

AGUA:

Definición:

El agua es un elemento fundamental para la hidratación del cemento y el desarrollo de sus propiedades, por lo tanto este componente debe cumplir ciertos requisitos para llevar a cabo su función en la combinación química, sin ocasionar problemas colaterales si tiene ciertas sustancias que puedan dañar el concreto. El agua de mezcla en el concreto tiene tres funciones principales:

Reaccionar con el cemento para hidratarlo.

Actuar como lubricante para contribuir a la trabajabilidad del conjunto.

Procurar la estructura de vacíos necesarios en la pasta para que los productos de hidratación tengan espacio para desarrollarse. (Martínez 2012).

También deberá hacerse un ensayo de resistencia a la compresión a los 7 y 28 días, preparando testigos con agua destilada o potable y con el agua cuya calidad se quiere evaluar, considerándose como satisfactorias aquellas que arrojen una resistencia mayor o igual a 90% que la del concreto preparado con agua potable.

Un método rápido para conocer la existencia de ácidos en el agua, es por medio de papel tomasol, el que sumergido en agua ácida tomará un color rojizo. Así mismo para determinar la presencia de yeso y otro sulfato es por medio de cloruro de bario; se filtra el agua (unos 50gr) y se le hecha algunas gotas de ácido clorhídrico; luego más gotas de solución de cloruro de bario, si se forma un precipitado blanco (sulfato de bario) es señal de presencia de

sulfatos. Esta agua debe entonces mandarse a analizar a un laboratorio para saber su concentración y ver si está adentro del rango permisible.

Deberá entenderse que estos ensayos rápidos no pueden reemplazar a los de laboratorio, y solo se utilizan para tener indicios que posteriormente se comprobara en un laboratorio competente.

Agua recomendable:

No existe un patrón definitivo en cuanto a las limitaciones en composición química que debe tener el agua de mezcla, ya que incluso aguas no aptas para el consumo humano sirven para preparar concreto y por otro lado depende mucho del tipo de cemento y las impurezas de los demás ingredientes.

Como dato interesante, es una evidencia que en el Perú muy pocas “aguas potables” cumplen con las limitaciones nominales indicadas, sobre todo en lo que se refiere a los contenidos de sulfatos y carbonatos, sin embargo sirven para el consumo humano y consecuentemente para el concreto.

AGREGADOS:

Definición:

Se define como agregados al conjunto de partículas inorgánicas obtenidos o producidos a partir de rocas ígneas, sedimentarias o metamórficas, cuyas dimensiones están comprendidas entre los límites fijados en la NTP 400.011.

Llamados también áridos, son materiales inertes que se combinan con los aglomerantes (cemento, cal, etc.) y el agua formando los concretos y morteros. (Boggs 2009).

El Agregado en el Concreto:

El concreto es una masa endurecida de materiales heterogéneas como son el cemento, el agua y los agregados y a veces algunos aditivos; de estos materiales el que en mayor proporción interviene en la formación del concreto son los agregados, material que no se puede considerar como un simple relleno sino que su selección y empleo debe de estar de acuerdo con las normas establecidas, ya que también las proporciones del concreto dependen de las propiedades de los agregados. Los agregados ocupan comúnmente el 60% a 75% del volumen del concreto (70% a 85% en peso), e influyen notablemente en las propiedades del

concreto cuando este es recién mezclado y endurecido, en las proporciones de la mezcla, y en la economía.

Función del agregado en el concreto:

Las tres principales funciones del agregado son:

Proporcionar una masa de partículas capaz de resistir las acciones mecánicas de desgaste o de intemperismo, que puedan actuar sobre el concreto.

Reducir el cambio de volumen resultante de los procesos de fraguado y endurecimiento: de humedecimiento y secado o de calentamiento de la pasta.

Proporcionar un relleno natural de bajo costo adecuado a la pasta, reduciendo el contenido de esta unidad de volumen y por lo tanto, tener un costo por unidad de volumen de concreto no elevado.

Función del agregado en el concreto:

Además de la consideración de la composición mineral y las características superficiales de las partículas de agregado, la buena gradación granulométrica de estos agregados es de vital importancia en el diseño e interacción de la mezcla ya que esta propiedad así como la superficie específica, módulo de fineza y tamaño máximo influyen fundamentalmente sobre las propiedades del concreto en su estado no endurecido y maximiza la densidad logrando una reducción de varios con la que se estaría optimizando el concreto.

Materiales perjudicables al concreto contenidos en los agregados:

Los límites permisibles son:

Tabla 3

Límites permisibles.

MATERIAL	PORCENTAJE
Arcilla	0.25%
Partículas blandas	5%
Materias más finas que la malla N°200	1%
Carbón y lignío	1%

Fuente: Gonzales Sandoval, Federico. Supervisor de obras de concreto (2009)

Agregados para concreto de diversos pesos unitarios:

Una característica importante del concreto es su peso unitario, porque es el indicador de las propiedades que a su vez influyen decisivamente en el ejemplo que se le da. Como es evidente, dicha característica del concreto depende principalmente del peso específico de los agregados que lo integran. Las clases de concreto según su peso unitario son:

Baja Densidad: son concretos de baja densidad cuyo peso es menos de 70kg/cm² dicho concreto es usado para aislamiento térmico y acústico de muy baja resistencia.

Ligero Intermedio: Son concretos de peso ligero intermedio que varía entre de 70 a 175kg/cm², dicho concreto no es de uso estructural, de baja resistencia.

Ligero Estructural: Son concretos ligeros cuyo peso es de 175-500kg/cm², dicho concreto es de uso estructural de mediana y alta resistencia.

Peso Normal: Son concretos normales, cuyo peso varía desde (de 500 hasta 1200kg/cm² e inclusive mas), el cual puede ser de uso no estructural, desde muy baja hasta alta resistencia.

Pesado: Son concretos cuyo peso varía entre 2600-5500kg/cm³ y es usado frecuentemente para blindaje contra radiaciones, contrapesos de puentes levadizos y otras aplicaciones especiales, con diversos requisitos de resistencia.

AGREGADO FINO:

Definición:

El agregado fino es un material que se obtiene de la desintegración natural o artificial de otros agregados de mayor tamaño. Esta comprendido por todos los tamaños que pasan por la malla 3/8" y quedan retenidas en la malla N°200, para ser utilizado en la proporción de concreto deberá cumplir con ciertas propiedades físicas controladas por normas de calidad. (William 20013)

Propiedades Físicas del Agregado Fino:

El agregado fino a utilizarse en el concreto debe cumplir ciertos requisitos mínimos de calidad según las especificaciones de las Normas Técnicas Peruanas NTP.

La determinación de estos requisitos denominadas propiedades físicas nos permitirán obtener los valores que serán utilizadas para los diseños de mezclas de concretos a estudiar. Las propiedades físicas a determinar son: peso específico, peso unitario, granulometría, módulo de finura, porcentajes de finos que pasa la malla N°200, contenido de humedad y absorción.

A continuación presentamos las propiedades físicas estudiadas.

Peso Específico (N.T.P. 400.022 / A.S.T.M. C-128)

Peso específico de masa; es la relación del peso al aire de un volumen unitario de un agregado incluyendo los vacíos al peso en aire de igual densidad de un volumen igual de agua destilada, se puede emplear agua potable libre de gas a la temperatura establecida.

Se usa en los diseños de mezclas y en la determinación del peso sólido y volumen absoluto. La norma ASTM C-128 indica el procedimiento para determinar el peso específico del agregado fino.

Teniendo comúnmente el siguiente rango para concreto normales: peso unitario de 2200kg/m³ a 2550kg/m³ y un peso específico de los agregados de 2.4gr/cm³ a 2.8gr/cm³.

Peso específico aparente; Es la relación del peso en aire de volumen unitario de un agregado al peso en aire de igual densidad de un volumen igual de agua destilada o agua potable libre de gas a la temperatura establecida.

Es necesario para la dosificación de la mezcla, para el cálculo de los volúmenes absolutos del material.

Peso Unitario (N.T.P. 400.017 / A.S.T.M C-29)

El peso unitario de un agregado es el peso que alcanza un determinado volumen unitario, considerando los vacíos que se encuentran en su interior, se expresa en kilogramos por metro cúbico.

El peso unitario se expresa en dos formas: el suelto y el compactado.

Peso Unitario Suelto:

El agregado se llena continuamente hasta completar un volumen establecido sin ningún tipo de compactación.

Peso Unitario Compactado:

El agregado se llena en tres partes iguales, aplicando compactación por varillado a cada capa de acuerdo a la especificación de la norma. El peso unitario está influenciado por su:

Gravedad específica.

Granulometría.

Perfil y textura superficial.

Condición de humedad.

Grado de compactación de masa.

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

Esta propiedad caracteriza al agregado en base a la densidad de tamaños de sus partículas que lo conforman. Para esta caracterización de tamaños debe analizar mediante su separación en 7 fracciones, pasándola a través de la mallas normalizadas como “serie estándar” cuyas aberturas se duplican sucesivamente a partir de la más reducida que es igual a 0.150mm (ASTM N°100) y cuyo procedimiento de ensayo está dado por la norma indicada. La importancia de esta propiedad es de acuerdo a la forma como están distribuidos sus tamaños, tienen influencia directa sobre el comportamiento del cemento fresco y endurecido.

Tabla 4

Granulometría de la arena gruesa

MALLA ASTM	% QUE PASA
N°4(4.75mm)	100
N°8(2.36mm)	95 a 100
N°16(1.18mm)	70 a 100
N°30(0.60mm)	40 a 75
N°50(0.30mm)	10 a 35
N°100(0.15mm)	2 a 15
N°200(0.075mm)	menos de 2

Fuente: NTP 399.607.

Superficie Específica:

Se define como la suma total de las áreas superficial por unidad de peso del agregado fino. Se asume generalmente para fines de cálculo y simplificación que todas las partículas son de forma esférica, y además que el diámetro es el promedio entre los 2 tamices: el inferior y el superior inmediato, lo cual introduce error, además que no tiene el sustento experimental del módulo de fineza, por lo que no se usa mucho salvo a nivel de investigación.

Módulo de Fineza (N.T.P 400.011 / AS.T.M C-125)

Siendo igual a la centésima parte de la suma de los porcentajes retenidos acumulados en cada una de las mallas de la serie estándar, el valor del módulo de fineza para la fabricación del concreto debe estar comprendido entre $2.30 \leq mf \leq 3.10$.

Las áreas que presentan un m.f. inferior a 2.30 se consideran demasiadas finas e inconvenientes para el concepto porque suelen requerir mayor consumo de cemento, lo cual repercute en el aspecto económico y en los cambios volumétricos. Si son mayores a 3.10 resultan demasiados gruesos y también se les juzga inadecuada ya que producen mezclas ásperas y segregables.

El módulo de finura del agregado fino se calcula mediante la sumatoria de los porcentajes retenido acumulados de los tamices: N°4, 8, 16, 30, 50 y 100, dividiendo entre 100; del ensayo granulométrico.

De la forma siguiente:

$$M. F = \frac{N^{\circ}4 + N^{\circ}8 + N^{\circ}16 + N^{\circ}30 + N^{\circ}50 + N^{\circ}100}{100} \dots \dots (1)$$

Material fino que pasa la malla N°200

Este ensayo nos permite determinar en porcentaje la cantidad de material de tamaño menor que la malla N°200, que se encuentra adherido a las paredes del agregado o que se encuentra como material suelto mezclado con el agregado fino.

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

Este valor indica el porcentaje de agua que posee el agregado y se obtiene al determinar el contenido de agua de una muestra húmeda secada al horno a 110°C, entre el peso de la materia; y se multiplica por 100.

Los agregados usualmente son considerados en un estado saturado y superficialmente seco, es decir con todos sus poros abiertos, llenos de agua y libre de humedad superficial, siendo una condición ideal para fines prácticos de diseño y dosificación ya que se supone que los agregados no añaden ni quitan agua a la mezcla.

Porcentaje de absorción (N.T.P 400.011 / A.S.T.M C-125)

La absorción de un agregado se indica por el porcentaje total de agua interna que le es necesario tomar a un agregado para llegar a la condición de saturarlo con superficie seca;

Condición de equilibrio

Es una medida de la porosidad del agregado y su valor máximo permite saber cuánto de agua necesitara el agregado en la mezcla de concreto. La absorción en el agregado fino no suele exceder del 5%.

Requisitos de uso:

El agregado fino será arena natural. Sus partículas serán limpias, de perfiles preferentemente angulares, duros, compactos y resistentes.

El agregado fino deberá estar libre de cantidades perjudiciales de polvo, terrones partículas escamosas o blandas, requisitos, pizarras, álcalis, materia orgánica, sales y otras sustancias perjudiciales.

Deben cumplir las normas sobre su granulometría.

Características del Mortero

Las propiedades del concreto son sus características o cualidades básicas, están son:

TRABAJABILIDAD:

Facilidad de colocación de la mezcla. Se utiliza como medida de la manejabilidad, la fluidez de la mezcla medida en el ensayo de la mesa de flujo. De los factores que incluyen en la fluidez se puede nombrar los siguientes: (NTP 334.057)

Relación agua / cemento, relación cemento / arena y granulometría de la arena, entre otros. NTP 334.003 / ASTM C-230 “Standard Specification for Flow Table for Use in Test of Hydraulic Cement” (Especificación estándar de la mesa de flujo para el uso en ensayos de cemento hidráulico)

Tabla 5
Aplicaciones de Morteros según Fluidez.

CONSISTENCIA	FLUID %	CONDICIONES DE COLOCACIÓN
Dura (Seca)	80 a 100	Secciones sujetas a vibraciones
Media (Plástica)	100 a 120	Sin vibración
Fluida (Húmeda)	120 a 150	Sin vibración

Fuente: Sánchez de Guzmán, Diego. Tecnología del concreto y el mortero. 2001

FLUIDEZ:

El agua contenida en el mortero hidráulico le confiere cierta fluidez, hay morteros que requieren cierto nivel especificado de fluidez el mismo que se mide por el incremento del diámetro de la base mayor del molde que contiene al mortero. (MTC E 617-200)

Ensayo de fluidez del Mortero:

OBJETO: Determinar la fluidez de morteros de cemento hidráulico, utilizando la mesa de flujo.

FINALIDAD Y ALCANCE: El agua contenida en el mortero hidráulico le confiere cierta fluidez, hay morteros que requieren cierto nivel especificado de fluidez, el mismo que se mide por el incremento del diámetro de la base mayor del molde que contiene al mortero.

Este ensayo no pretende considerar los problemas de seguridad asociados con su uso. Es responsabilidad de quien la emplee establecer prácticas apropiadas de seguridad y salubridad correspondientes y determinar las obligaciones de su uso e interpretación.

REFERENCIA NORMATIVA

NTP 334.057: CEMENTOS. Método de ensayo para determinar la fluidez de morteros de cemento Portland.

ASTM C 230: "Standard Specification for Table for Use in Test of Hydraulic Cement".

EQUIPOS, MATERIALES E INSUMOS

EQUIPOS

Mesa de flujo, consta básicamente de los siguientes: un soporte, un árbol y una plataforma circular. La plataforma o mesa de forma circular, de $254\text{mm} \pm 2,54\text{mm}$ ($10'' \pm 0,1''$) de diámetro y $7,62\text{ mm}$ ($0,3''$) de espesor; de bronce o latón de dureza Rockwell no menos de 25 B, la cara inferior reforzada con 6 nervios integrales dispuestos radialmente. La cara superior plana, pulida y libre de defectos superficiales.

El árbol es un elemento que va unido perpendicularmente al centro de la plataforma por medio de una rosca, y que a su vez se montara rígidamente en el soporte, de tal forma que pueda bajar y subir verticalmente dentro de una altura determinada, por medio de una leva rotativa. La tolerancia para la altura es de $\pm 0,13\text{ mm}$ ($\pm 0,005''$) para mesas nuevas, y de $\pm 0,38\text{ mm}$ ($\pm 0,015''$) para mesas en uso.

La leva y el árbol deben ser de acero semiduro; el acero del árbol debe ser endurecido por templado. El árbol debe ser recto. La tolerancia entre el diámetro del cilindro del soporte y el árbol, estará comprendida entre $0,05\text{ mm}$ y $0,08\text{ mm}$ ($0,002''$ y $0,003''$) para mesas nueva, y entre $0,05\text{ mm}$ y $0,25\text{ mm}$ ($0,002''$ y $0,010''$) para meas usadas. La leva debe tener forma de espiral, con un radio que aumenta de $12,7\text{mm}$ a $31,75\text{ mm}$ ($\frac{1}{2}''$ a $\frac{1}{4}''$) en 360 grados. El externo del árbol no debe golpear la leva en el punto de caída, debe hacer contacto con esta suavemente antes de 120 grados, contados a partir de dicho punto. La leva y el árbol deben diseñarse en tal forma que la plataforma no rote más de una vuelta en 25 caídas. Las superficies de la cara superior del soporte y del resalte del árbol, deben hacer contacto

perfecto en el momento de la caída de la plataforma; para esto, deben mantenerse pulidas, planas y paralelas a la cara superior de la plataforma.

El soporte debe ser de hierro fundido de grano fino de alta calidad y debe tener tres (3) nervios de refuerzo integral, a lo largo de toda la altura, separados 120 grados. Un mínimo de 6,35mm (1/4") de la cara superior del soporte, deben endurecerse por templado.

La mesa de flujo debe ser accionada por un motor de 0.3 W (1/20 HP) como mínimo, conectado al eje de la leva por medio de un engranaje helicoidal blindado, que reduzca la velocidad. La velocidad de la leva debe ser de 100 rpm. El motor no debe montarse o soportarse en la base del soporte, ni en el árbol.

Fundido de la mesa de flujo. El soporte de la mesa se atornillara firmemente a una platina de hierro o acero, de 254 mm (10") de lado y 25,4 mm (1") de espesor, cuya cara superior sea fresada hasta obtener una superficie plana y pulida. La placa debe anclarse a un pedestal de concreto por medio de cuatro (4) pernos de 12,7 mm (1/2") de diámetro, emprendidos en el pedestal un mínimo de 152,4 mm (6"). La base del pedestal y la cara inferior de la placa deben hacer contacto en todos sus puntos. El pedestal será un tronco piramidal monolítico, de 635mm a 762mm (10" a 11") y cuya base cuadrada que tiene como lado entre 381mm y 406mm (15" y 16").

Bajo cada esquina del pedestal debe colocarse un empaque cuadrado de corcho de 100mm (4") de lado, por 12,7mm (1/2") de espesor. Se debe controlar frecuentemente el nivel de la mesa, la firmeza del pedestal y el ajuste de los pernos de anclaje. Una vez que ha sido montado el árbol en el pedestal, la plataforma deberá nivelarse en las posiciones alta y baja a lo largo de diámetros perpendiculares entre si. El árbol de la mesa de flujo, debe mantenerse limpio y cuidadosamente lubricado con aceite liviano, tipo (SAE-10), lo mismo que la leva, para disminuir el desgaste. Cuando la mesa no haya sido usada durante algún tiempo, debe levantarse y dejarse caer la plataforma por lo menos 12 veces antes de empezar los ensayos.

Molde. Será de bronce o latón, de dureza Rockwell no inferior a 25 B, su peso no será inferior a 907 gr. y su espesor mínimo de 5,1 mm(0,2"); su forma es de tronco de cono recto,

con base superior de $69,8 \text{ mm} \pm 0,5 \text{ mm}$ ($2,75'' \pm 0,02''$) de diámetro para moldes nuevos y $69,8 \text{ mm} \pm 1,3 \text{ mm}$ ($2,75 \pm 0,05''$) de diámetro, para moldes usados; la base inferior será de $100 \text{ mm} \pm 0,5 \text{ mm}$ ($4'' \pm 0,02''$) de diámetro y altura de $50 \pm 0,5 \text{ mm}$ ($2 \pm 0,02''$). La base menor estará provista de un collar integral para facilitar su remoción en la base inferior del molde, debe colocarse una corona de un material resistente a la acción corrosiva del mortero y unos 254 mm de diámetro mayor y 100 mm de diámetro menos, con el objetivo de evitar que el mortero quede fuera del molde, cuando esté lleno, caiga sobre la plataforma.

Calibrador. Se usara para medir los diámetros de la base del mortero.

Compactador. Sera de material no absorbente, no abrasivo, ni quebradizo, como caucho de dureza media o madera (roble curado). La sección transversal debe ser rectangular, de unos $13\text{mm} \times 16\text{mm}$ ($1/2'' \times 0,6''$) y una longitud entre 130 mm y 150 mm ($5''$ y $6''$)

MATERIALES

Probeta graduada de $250 \text{ mL} \pm 1 \text{ mL}$ a 20°C .

Espátula o badilejo de acero, cuya paleta tenga de 100mm a 150mm de longitud.

Guantes de jebe.

INSUMOS

Agua desionizada o destilada (la temperatura del agua durante la mezcla será de $23 \pm 1,7^\circ\text{C}$, dentro del rango del ambiente de mezclado, $20^\circ\text{C} - 28^\circ\text{C}$ y la humedad relativa en el laboratorio no debe ser menos de 50%).

MUESTRA

Pesar $650\text{g} \pm 0.1 \text{ g}$ de cemento

Colocar toda el agua (agua desionizada o destilada, de no disponer puede ser agua potable limpia) en el recipiente de mezclado.

Agregar el cemento al agua para permitirle la absorción durante 30 segundos.

Encender la mezcladora y mezclar a velocidad lenta ($140 \text{ rpm} \pm 5 \text{ rpm}$), durante 30 segundos.

Detener la mezcladora durante 15 segundos, en este tiempo se raspa la pasta que pueda haber quedado adherido a las paredes del recipiente y se incorpora al resto de la pasta.

Encender la mezcladora, nuevamente a velocidad media ($285 \text{ rpm} \pm 10 \text{ rpm}$) y mezclar durante 1 minuto para obtener la pasta.

Procedimiento

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 25mm (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 esta alrededor de la base del molde. Después de un minuto de terminada la operación de mezclado, retirar el molde, levantándolo e inmediatamente dejar caer la mesa de flujo desde una altura de 12,7mm (1/2") 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.

CÁLCULOS E INFORMES

Cálculos

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 formula:

$$\% \text{ fluidez} = \frac{\text{Diámetro Promedio} - 10.16 \text{ cm}}{10.16 \text{ cm}} \times 100 \dots (2)$$

Precisión y Dispersión

PRECISIÓN

Para un operador de laboratorio, se ha establecido la desviación normal en 4%.

Luego de dos ensayos realizados por el mismo operador con tandas similares, no deben diferir en más de 11% (Nota 1) La desviación estándar multilaboratorio, ha sido establecida en 11%. Luego, los resultados de dos diferentes laboratorios con tandas similares, no deben diferir en más de 31% (Nota1).

Nota 1: Los valores obtenidos cuando se varía el contenido de agua para obtener una fluidez dada, no son aplicables para la precisión.

VELOCIDAD DE ENDURECIMIENTO

Los tiempos de fraguado final e inicial de un mortero están entre 2 y 24 horas; dependen de la composición de la mezcla y de las condiciones ambientales como el clima y humedad. (NTP 334.006)

La normal ASTM C-403 “Estándar Test Method for Time of Setting of Concrete Mixtures by Penetration Resistance” (Método de ensayo estándar para el tiempo de fraguado de mezclas de concreto por la Resistencia a la penetración), da un método de ensayo para evaluar este parámetro.

Tasa de evaporación del agua de la mezcla en función del tiempo. Varían según:

Tipo de curado

Humedad de la mezcla

Diseño de la mezcla

Humedad del ambiente

OBTENCIÓN DE LA MEZCLA (NTP 334.003:2008): Establece el método para obtener morteros de consistencia plástica por mezcla mecánica.

TIPO DE CEMENTO A USAR (NTP 334.147:2017).

CONTENIDO DE IONES CLORURO SOLUBLES EN AGUA (NTP 339.076:2009)

TAZA DE ABSORCIÓN DE AGUA (NTP 399.631:2010).

CONTENIDO DE AIRE (NTP 334.048:2003)

LOS ADITIVOS PARA MORTEROS (NTP 399.632:2010)

TUSA DE MAÍZ.

El maíz es un ejemplo de una planta que ha sido modificada por los humanos para hacerla más grande y nutritiva, es un proceso que ha durado miles de años y ha implicado el trabajo de cientos de generaciones de agricultores.

La planta del maíz puede llegar a medir de unos 270 a 290 centímetros como promedio, aunque en algunas especies y cultivadas en lugares muy específicos puede llegar a medir más de 3 metros.

PRODUCCIÓN DE MAÍZ:

A NIVEL NACIONAL:

La producción de maíz amarillo ha venido creciendo a una tasa promedio de 1.8% en los últimos nueve años, el mismo que se viene sustentando por una mayor área cosechada en el año 2009 de 301.2 miles de hectáreas. En el año 2011 la producción de Maíz Amarillo Duro fue cercano a los 1,262 miles de toneladas métricas, lo que generó un valor bruto de la producción de 512.9 millones de nuevos soles.

Uso de la tusa de maíz

El maíz se utiliza para consumo humano pero principalmente para alimentar el ganado (cerdos, ganado vacuno y aves de corral). Además tiene un gran número de aplicaciones industriales como la producción de glucosa, alcohol o la obtención de aceite y harina.

La mazorca de maíz y sus desechos, hojas, tallos, raíces y orujos contiene gran cantidad de furfural, un líquido utilizado en la fabricación de fibras de nylon y plásticos de fenol-formaldehído. (Tagnit-Hamou, 2015).

En la siguiente investigación se determinó las variables de estudio, las cuales se define de la siguiente manera.

La variable dependiente es la resistencia del mortero, Es el esfuerzo máximo que puede soportar un material bajo una carga de aplastamiento. Es el esfuerzo máximo que puede soportar una probeta de mortero bajo una carga capaz de cumplir con las condiciones indicadas en la norma N.T.P.

La variable independiente es la sustitución de 5 y 10% de cemento por ceniza de tusa de maíz. Sustitución de 5 y 10% de cemento por ceniza de tusa de maíz en comparación a un diseño convencional de mortero. 5 y 10% de ceniza de tusa de maíz.

En la presente investigación se formuló la siguiente hipótesis: La sustitución de 5 y 10% de cemento por ceniza de tusa de maíz incrementaría la resistencia a la compresión de un mortero en la ciudad de Chimbote – 2017

En la presente investigación se formuló la siguiente hipótesis: La sustitución de 5 y 10% de cemento por ceniza de tusa de maíz incrementaría la resistencia a la compresión de un mortero en la ciudad de Chimbote – 2017

El objetivo general del presente estudio: Determinar la resistencia a la compresión de un mortero, después de la sustitución de 5 y 10% de cemento por ceniza de tusa de maíz. Y como objetivos específicos:

Determinar el rango de activación de la ceniza de tusa de maíz del Distrito de Santa – Provincia de Santa mediante la Activación Termica Diferencial.

Determinar la composición química mediante la fluorescencia de rayos x de la ceniza de tusa de maíz, activado térmicamente.

Determinar el grado de alcalinidad (PH) de la ceniza de tusa de maíz y de las mezclas de 5 y 10% con cemento.

Determinar la relación agua/cemento del mortero patrón y del experimental según ensayo de fluidez, con sustitución de 5 y 10% de ceniza de tusa de maíz.

Determinar la resistencia a compresión de los morteros patrón y experimental y comparar resultados.

Determinar la Diferencia Estadística.

II). METODOLOGÍA:

En la formulación de la presente tesis, el tipo de investigación que se utilizó es aplicada y explicativa, porque los resultados obtenidos servirán para la solución de problemas relacionados a la construcción, y explicativa porque se evaluó la resistencia que se logra cuando se sustituye un porcentaje de cemento por ceniza de tusa de maíz.

El enfoque de la presente investigación es cuantitativo, porque se estudió las variables y sus indicadores objetivamente midiendo y registrando sus valores en los instrumentos de recolección de datos (guías de observación).




























Es un diseño experimental porque es un proceso en el cual estudiamos un diseño tipo en bloque completo al azar porque mediante la aplicación del método de la experimentación y de la observación científica determinaremos los resultados de las resistencias del concreto en donde se va a comparar tres grupos de estudio realizando el control y manipulación de la variable independiente en la resistencia del mortero sustituyendo el cemento en 5 y 10% por ceniza de tusa de maíz, obteniendo resultados a través de las resistencias de las probetas de mortero, se comparará las probetas experimentales de 5% y 10% de sustitución con las probetas patrón de acuerdo al ensayo de Resistencia a la compresión que medirá cada probeta de mortero.

En la cual se procedió a hacer probetas para ver la resistencia del mortero con las sustituciones del cemento de 5% y 10% por ceniza de tusa de maíz, ambos ensayos se ejecutaron en el Laboratorio de la Universidad San Pedro de Chimbote, observando y debatiendo los resultados con técnicos profesionales en el ámbito de diseño del mortero.

Por lo tanto se formó dos grupos de estudios, un grupo experimental y otro grupo de control. Ambos grupos se formaron de acuerdo a lo establecido en la Norma Técnica Peruana (NTP) la cual indica que como mínimo se deben hacer dos repeticiones por ensayo.

Tabla 6

Diseño en bloque completo al azar

Días de curado	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE UN MORTERO CON 5% Y 10% DE SUSTITUCIÓN DE CEMENTO POR CENIZA DE TUSA DE MAÍZ.		
	PATRÓN	5%	10%
3	P1 	E1 	E1 
	P2 	E2 	E2 
	P3 	E3 	E3 
7	P1 	E1 	E1 
	P2 	E2 	E2 
	P3 	E3 	E3 
28	P1 	E1 	E1 
	P2 	E2 	E2 
	P3 	E3 	E3 

Fuente: Elaboración propia.

Población:

La finalidad de este estudio es el comportamiento que tiene la mezcla de elementos al ser utilizados en la elaboración de un mortero cemento-arena. El 5% y 10% de ceniza de tusa de maíz será utilizado como aditivo. La manera en que se utilizara en la mezcla será a base de una sustitución porcentual entre los elementos que lo conforman.

Esto nos da a saber que se realizó dos tipos de mortero cemento-arena, uno de los cuales se elaboró de muestras con el elemento ya mencionando en el proceso de investigación y una más de manera convencional que sirvió como parámetro de comparación, el cual se manejó sin ninguna modificación en sus componentes, para determinar las resistencias.

Para la elaboración de los especímenes (cubos de mortero cemento-arena) se utilizaron las siguientes referencias:

La tusa de maíz se trajo del sector agrícola La Carbonera, ubicado en el distrito de Nuevo Chimbote, provincia del Santa.

El agregado fino se obtuvo de la cantera Vesique.

Se utilizó cemento portland tipo I, el cual es un cemento de uso general en la construcción, que se emplea en obras que no requiere propiedades especiales.

Muestra:

Se trabajó con la cantidad de la población que consta de 27 especímenes de mortero (9 patrón, 9 experimentales de 5% y 9 experimentales de 10%).

La norma NTP 334.051 indica que, como mínimo se pueden realizar 2 especímenes por cada edad de ensayo, entonces en este caso se trabajaron con 3, ya que los moldes están estandarizados para ser elaborados de 3 en 3 especímenes, especificando de la siguiente manera: Patrón (3 especímenes a los 3 días de curado; 3 a los 7 y 3 a los 28 días), experimental al 5% (3 especímenes a los 3 días de curado; 3 a los 7 días y 3 a los 28 días) y experimental al 10% (3 especímenes a los 3 días de curado; 3 a los 7 días y 3 a los 28 días).

Las técnicas e instrumentos de investigación se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 7
Técnicas e instrumentos de investigación.

TÉCNICA	INSTRUMENTO	AMBITO (2 GRUPOS)
Observación Científica	Guía de observación resumen. Fichas técnicas del laboratorio de las pruebas a realizar	Grupo control (Muestra de diseño de mezcla convencional) Grupo Experimental (Muestra de diseño de Mezcla con adición de ceniza de tusa de maíz)

Fuente: Elaboración propia.

Para esto se utilizó como instrumento una guía de observaciones resumen porque nos permitió elaborar sistemas de organización y clasificación de la información de los diversos ensayos y de la resistencia a la compresión.

Proceso y análisis de los datos

La tusa de maíz se obtuvo del Sector La Carbonera ubicado en el distrito de Nuevo Chimbote.

Se empezó con la elección del lugar de extracción de la tusa de maíz para luego hacer el limpiado de material y posteriormente una pulverización y tamizado para ser pasado por la malla N°200 y así proceder a pesar 1gr de ceniza de tusa de maíz y colocarlo dentro del analizador térmico TG_DTA_DSC en el laboratorio de Polímeros de la Universidad Nacional de Trujillo.

Se procedió a calcinar la tusa de maíz a 670°C durante 2 horas como valor referencial, luego se dejó enfriar durante 24 horas en la mufla del laboratorio de Mecánica de suelos de la Universidad San Pedro para así proceder a separar 30gr de muestra para colocar en el espectrómetro en el laboratorio de ARQUEOMETRIA en la Universidad Nacional Mayor de San Marcos.

Se procede a pesar 10gr de cada muestra, luego determinamos los grados de alcalinidad mediante el potenciómetro en el laboratorio COLECBI en el Distrito de Nuevo Chimbote.

Se prosigue a hallar el porcentaje de arena grada para 9 especímenes de mortero para diseño patrón y experimentales en el laboratorio de Mecánica de Suelos de la Universidad San Pedro, seguido se determinó el porcentaje de cemento para 9 especímenes en el diseño patrón, luego se determinó el porcentaje de cemento para 9 especímenes en el diseño experimental de 5% y 9 especímenes en el diseño experimental de 10% y por último se determinó el porcentaje de agua a través del Fluidímetro para mortero patrón y experimental.

Primero para ensayar los especímenes de mortero patrón y experimental a las diferentes edades (3,7 y 28 días) y para comparar sus resultados, primero se procedió a elaborar los cubos de mortero sin adicionar ceniza de tusa de maíz, luego se elaboró especímenes de mortero adicionando el 5% y 10% de ceniza de tusa de maíz, una vez vaciados, se esperó 24 horas y se sumergió en agua para efectuar el curado respectivo, consiguiente a ello se realizó

el ensayo a compresión para hallar su resistencia de cada cubo a diferentes edades, todo esto se elaboró en el Laboratorio de Mecánica de Suelos de la Universidad San Pedro.

III). RESULTADOS

Los resultados obtenidos en diversos laboratorios, se muestran a continuación:

Caracterización química

Tabla 8:
Fluorescencia de Rayos X de la ceniza de tusa de maíz

Oxido	(% Óxidos)	(% Normalizado)
SiO ₂	36.293	38.559
P ₂ O ₃	9.303	9.884
SO ₂	1.874	1.991
ClO ₂	11.607	12.331
K ₂ O	31.303	33.258
CaO	1.695	1.800
TiO	0.140	0.149
V ₂ O ₅	0.003	0.003
Cr ₂ O ₃	0.010	0.011
MnO	0.049	0.052
Fe ₂ O ₃	1.529	1.625
Ni ₂ O ₃	0.006	0.006
CuO	0.014	0.015
ZnO	0.226	0.240
Rb ₂ O	0.040	0.043
SrO	0.019	0.021
Y ₂ O ₃	0.006	0.006
ZrO ₂	0.005	0.005

Fuente: Laboratorio de Arqueometría de la UNMSM.

Potencial de Hidrógeno

Tabla 9:
pH de la Ceniza de Tusa de Maíz

Muestras	Resultados	Método Utilizado
Cemento Portland Tipo I: 1gr	13.67	
Ceniza de Tuza de Maíz: 1gr	14.78	Reacción química
Cemento + 5% de recalcinación de tuza de maíz- 1 gr	13.87	
Cemento + 10% de recalcinación de tuza de maíz- 1 gr	13.81	

Fuente: Laboratorio de Ensayos químicos COLECBI

Análisis Termo Gravimétrico de Ceniza de Tusa de Maíz

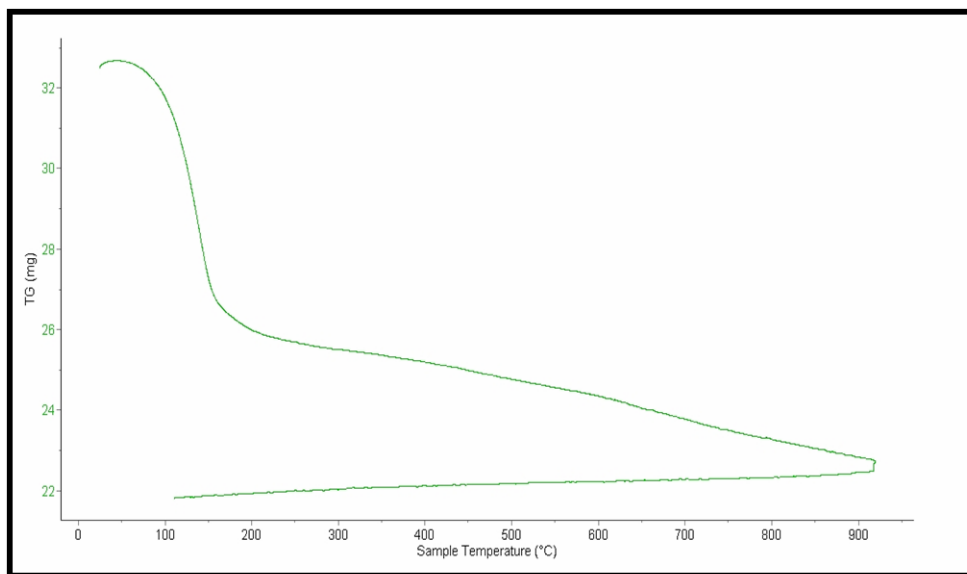


Figura N° 1: CURVA DE PERDIDA DE MASA

Fuente: Laboratorio de Polímeros de la UNT

CURVA CALORIMETRICA (ATD) DE CENIZA DE TUSA DE MAÍZ

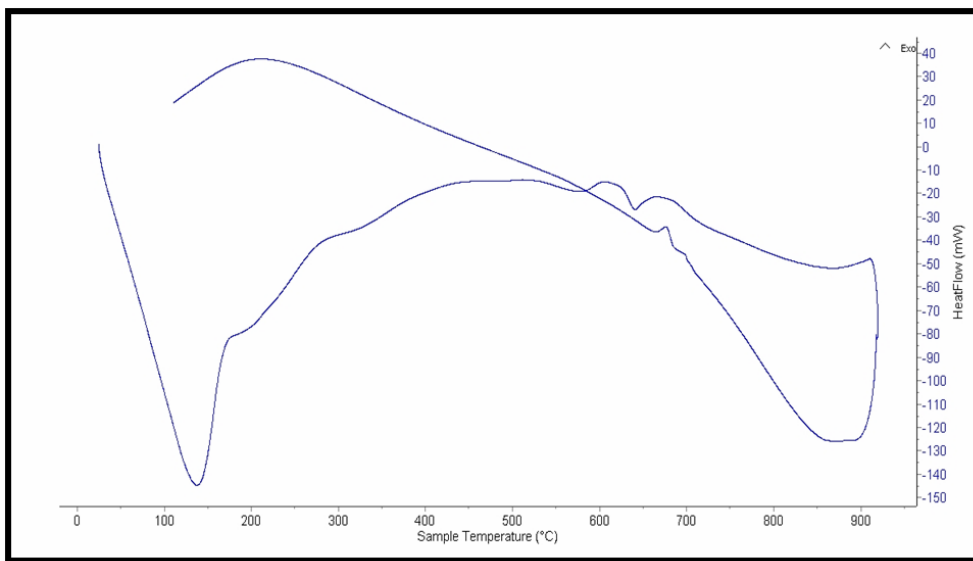


Figura N° 2: CURVA CALORIMETRICA
Fuente: Laboratorio de Polímeros de la UNT

Caracterización del Agregado

Tabla 10:
Contenido de humedad agregado fino (ASTM D-2216)

PRUEBA N°	01	02
TARA N°		
TARA + SUELO HUMEDO(gr)	725.5	546.6
TARA + SUELO SECO (gr)	721.3	544.3
PESO DE AGUA (gr)	4.2	2.3
PESO DE LA TARA (gr)	167.7	209.7
PESO DEL SUELO SECO (gr)	553.6	334.6
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	0.76	0.69
PROM. CONTENIDO HUMEDAD (%)	0.72	

Fuente: Laboratorio Mecánica de Suelos de USP

Tabla 11:
Gravedad Específica y Absorción Agregado Fino (Según Norma ASTM C-127)

A	Peso de material saturado superficialmente seco	gr	300.00	300.00
B	Peso de picnómetro + agua	gr	669.20	669.20
C	Volumen de masa + volumen de vacíos (A+B)	cm ³	969.20	969.20
D	Peso de picnómetro + agua + material	gr	859.10	859.10
E	Volumen de masa + volumen de vacíos (C-D)	cm ³	110.10	110.10
F	Peso de material seco en estufa	gr	297.80	297.80
G	Volumen de masa (E- (A-F))		107.90	107.90
H	P.e Bulk (Base seca) F/E		2.705	2.705
I	P.e Bulk (Base saturada) A/E J		2.725	2.725
	P.e Bulk (Base seca) F/E		2.760	2.760
K	Absorción (%) $((D-A)/A) \times 100$		0.74	0.74

Fuente: Laboratorio Mecánica de Suelos de USP

Tabla 12:
Peso Unitario Suelto del Agregado Fino

Ensayo N°	01	02	03
Peso de molde + muestra	7720	7750	7700
Peso de molde	3326	3326	3326
Peso de muestra	4374	4324	4374
Volumen de molde	2780	2780	2780
Peso Unitario (kg/cm ³)	1573	1591	1573
Peso unitario promedio(kg/cm ³)		1579	
CORREGIDO POR HUMEDAD		1568	

Fuente: Laboratorio Mecánica de Suelos de USP

Tabla 13:
Peso Unitario Compactado del Agregado Fino

Ensayo N°	01	02	03
Peso de molde + muestra	8300	8350	8300
Peso de molde	3326	3326	3326
Peso de muestra	4974	5024	4974
Volumen de molde	2780	2780	2780
Peso Unitario (kg/cm ³)	1789	1807	1789
Peso unitario promedio(kg/cm ³)		1795	
CORREGIDO POR HUMEDAD		1782	

Fuente: Laboratorio Mecánica de Suelos de USP.

Tabla 14:

Requisitos Físicos de Gradación para elaborar los Especímenes.

TAMIZ	Peso retenido	% ret. Parcial	% ret. Acum.	% que pasa
N° 4	0	0.00	0.00	100.00
N°8	16.50	2.4	2.4	97.60
N°16	155.38	22.6	25.0	75.0
N°30	171.88	25.0	50.0	50.0
N°50	123.76	18.0	68.0	32.0
N°100	48.13	7.0	75.0	25.0
N°200	116.88	17.0	92.0	8.00
PLATO	55.00	8.0	100.00	0.00
TOTAL	687.5			

Fuente: Laboratorio mecánica de suelos de USP

Para elaborar los especímenes de mortero patrón y experimentales se realizaron en tres tandas para obtener las 9 muestras de mortero para ser ensayadas a 3, 7 y 28 días

Determinar relación agua cemento del mortero patrón

La relación agua cemento para el mortero patrón utilizando el fluidímetro es A/C: 0.61.

Tabla 15:

Proporciones de material requerido para el mortero patrón

MATERIALES	N° DE ESPECIMENES		
	3 DÍAS	6 DÍAS	9 DÍAS
Cemento (gr)	250	500	750
Arena (gr)	687.5	1375	2062.5
Agua (ml)	160	320	480

Fuente: Laboratorio de Mecánica de Suelos de USP

Análisis: La relación agua/cemento para el patrón es 0.61 para obtener una fluidez optima

Relación agua cemento del mortero experimental

La relación agua cemento para el mortero experimental al 5% utilizando el fluidímetro es A/C: 0.61

Tabla 16:

Proporciones de material requerido para el mortero experimental

MATERIALES	N° DE ESPECIMENES		
	3 DÍAS	6 DÍAS	9 DÍAS
Cemento (gr)	250	500	750
Arena (gr)	687.5	1375	2062.5
Agua (ml)	172.5	345	517.5
Ceniza de cáscara de maní (gr)	12.5	25	37.5

Fuente: Laboratorio de Mecánica de Suelos de USP

Análisis: La relación agua/cemento para el patrón es 0.61 para obtener una fluidez optima según N.T.P 334.051

La relación agua cemento para el mortero experimental al 10% utilizando el fluidímetro es A/C: 0.605

Tabla 17:

Proporciones de material requerido para el mortero experimental

MATERIALES	N° DE ESPECIMENES		
	3 cubos	6 cubos	9 cubos
Cemento (gr)	250.	500	750
Arena (gr)	687	1375	2062.5
Agua (ml)	180	360	540
Ceniza de cáscara de maní (gr)	25	50	75

Fuente: Laboratorio de Mecánica de Suelos de USP

Análisis: La relación agua/cemento para el patrón es 0.61 para obtener una fluidez optima según N.T.P. 334.051

Peso de muestras

Tabla 18:
Características de los pesos de especímenes de mortero PATRÓN

Patrón	Peso Seco	Peso Saturado	Área (cm ²)	Edades
P-1	289.9	295.1	25.15	3 Días
P-2	291.1	295.9	25.35	3 Días
P-3	293.6	298.7	25.25	3 Días
P-1	299.3	302.9	25.40	7 Días
P-2	301.1	305.6	25.30	7 Días
P-3	301.4	305.7	25.30	7 Días
P-1	288.4	295	25.30	28 Días
P-2	288.4	294.8	25.40	28 Días
P-3	289.1	295.4	25.30	28 Días

Fuente: Laboratorio de Mecánica de Suelos de la USP

Tabla 19:
Características de los pesos de especímenes de mortero EXPERIMENTAL 5%

Exp. 5%	Peso Seco	Peso Saturado	Área (cm ²)	Edades
E-1	271.1	275.4	25.50	3 Días
E-2	270.2	275.6	25.40	3 Días
E-3	271.6	276.9	25.30	3 Días
E-1(*)	284.8	289.2	25.55	7 Días
E-2(*)	290.5	295.1	25.45	7 Días
E-3(*)	288.6	292.4	25.25	7 Días
E-1	299.1	303.6	25.70	28 Días
E-2	299.3	304.1	25.70	28 Días
E-3	299.5	303.9	25.65	28 Días

Fuente: Laboratorio de Mecánica de Suelos de la USP.

(*) Ensayo repetido con fecha 16-02-2018.

Tabla N°20:

Características de los pesos de especímenes de mortero EXPERIMENTAL 10%

Exp. 10%	Peso Seco	Peso Saturado	Área (cm ²)	Edades
E-1	274.1	278.9	25.30	3 Días
E-2	276.8	281.3	25.40	3 Días
E-3	277.6	282.1	25.35	3 Días
E-1	291.3	290.1	25.45	7 Días
E-2	292.4	293.6	25.45	7 Días
E-3	293.7	285.5	25.45	7 Días
E-1	282.4	299.8	25.55	28 Días
E-2	282.8	300.6	25.45	28 Días
E-3	283.7	301.3	25.50	28 Días

Fuente: Laboratorio de Mecánica de Suelos de la USP

Porcentaje de fluidez

Tabla 21:

Porcentaje de fluidez – patrón y experimental (3 especies)

	PATRON		EXPERIMENTAL
MUESTRA	0%	5%	10%
Relación A/C	0.61	0.61	0.605
% FLUIDEZ(%)	114.86	105.98	114.99

Fuente: Laboratorio de Mecánica de Suelos de USP

Ensayos de compresión

Ensayo a la resistencia a la compresión (kg/cm²) obtenidas según morteros patrones

Tabla 22:

Resultados de ensayos a COMPRESIÓN PATRÓN

DISEÑO PATRÓN								
3 DIAS			7 DIAS			28 DIAS		
AREA CARGA RESIST.			AREA CARGA RESIST.			AREA CARGA RESIST.		
(cm ²)	(kg.f)	(kg/cm ²)	(cm ²)	(kg.f)	(kg/cm ²)	(cm ²)	(kg.f)	(kg/cm ²)
25.15	5053	200.91	25.40	5833	229.63	25.30	6600	260.86
25.35	5475	215.97	25.30	6009	237.50	25.40	6600	259.83
25.25	5537	219.28	25.30	6014	237.70	25.30	7030	277.86

Fuente: Laboratorio de Mecánica de Suelos USP

RESISTENCIA MORTERO PATRÓN

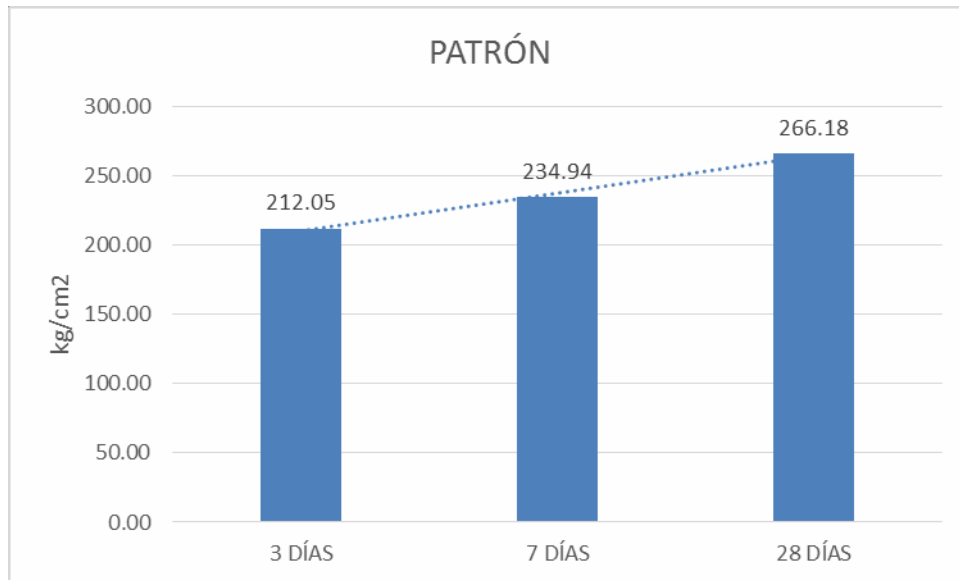


Figura N° 3: Resistencia a la compresión (kg/cm²) Vs Edad (Días)

Fuente: Prueba de compresión LABORATORIO DE MATERIALES USP

INTERPRETACIÓN: Según se aprecia en la gráfica, indica que el mortero patrón de 3 días alcanzo el 79.66% de su máxima resistencia; y el mortero de 7 días alcanzo un 88.26% de su máxima resistencia. El mortero de 28 días alcanzo una resistencia de 266.18 kg/cm² (100%).

Ensayo de resistencias a la compresión (kg/cm²) obtenidas según morteros experimentales

Tabla N°23:

Resultados de ensayos a COMPRESIÓN EXPERIMENTAL 5%

DISEÑO EXPERIMENTAL 5%								
3 DÍAS			7 DÍAS(*)			28 DÍAS		
ÁREA CARGA		RESIST.	ÁREA CARGA		RESIST.	ÁREA CARGA		RESIST.
(cm ²)	(kg.f)	(kg/cm ²)	(cm ²)	(kg.f)	(kg/cm ²)	(cm ²)	(kg.f)	(kg/cm ²)
25.50	5832	228.68	25.55	6300	246.55	25.70	8137	316.56
25.40	5861	230.73	25.45	6550	257.35	25.70	8152	317.14
25.30	5607	221.61	25.25	6290	249.10	25.65	7750	302.10

Fuente: Laboratorio de Mecánica de Suelos USP.

(*) Ensayo repetido con fecha 16-02-2018.

RESISTENCIA MORTERO EXPERIMENTAL 5%

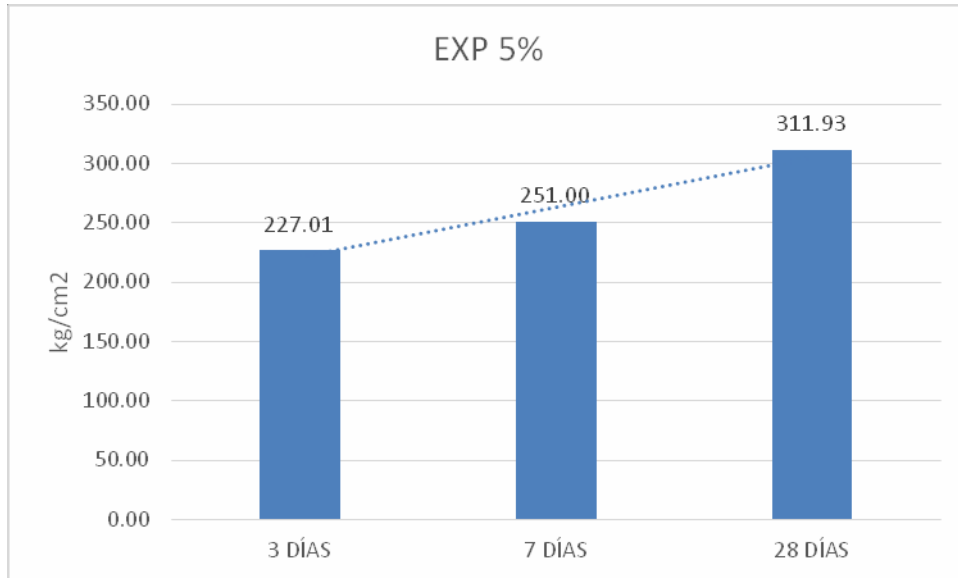


Figura N° 4: Resistencia a la compresión (kg/cm²) Vs Edad (Días)
Fuente: Prueba de compresión LABORATORIO DE MATERIALES USP

INTERPRETACIÓN: Según se observa en la gráfica, indica que el mortero experimental de 3 días alcanzo el 95.25% de su máxima resistencia; y el mortero expe. de 7 días alcanzo un 94.30% de su máxima resistencia. El mortero expe. de 28 días supero en un 17.19% al mortero patrón 266.18 kg/cm² (100%).

Tabla N°24:

Resultados de ensayos a COMPRESIÓN EXPERIMENTAL 10%

DISEÑO EXPERIMENTAL 10%								
3 DÍAS			7 DÍAS			28 DÍAS		
ÁREA CARGA RESIST.			ÁREA CARGA RESIST.			ÁREA CARGA RESIST.		
(cm ²)	(kg.f)	(kg/cm ²)	(cm ²)	(kg.f)	(kg/cm ²)	(cm ²)	(kg.f)	(kg/cm ²)
25.30	5414	213.98	25.45	5535	217.47	25.55	5971	233.67
25.35	5402	212.66	25.45	5584	219.40	25.45	5537	217.55
25.45	5859	231.11	25.45	6036	237.15	25.50	6004	235.43

Fuente: Laboratorio de Mecánica de Suelos USP

RESISTENCIA MORTERO EXPERIMENTAL 10%

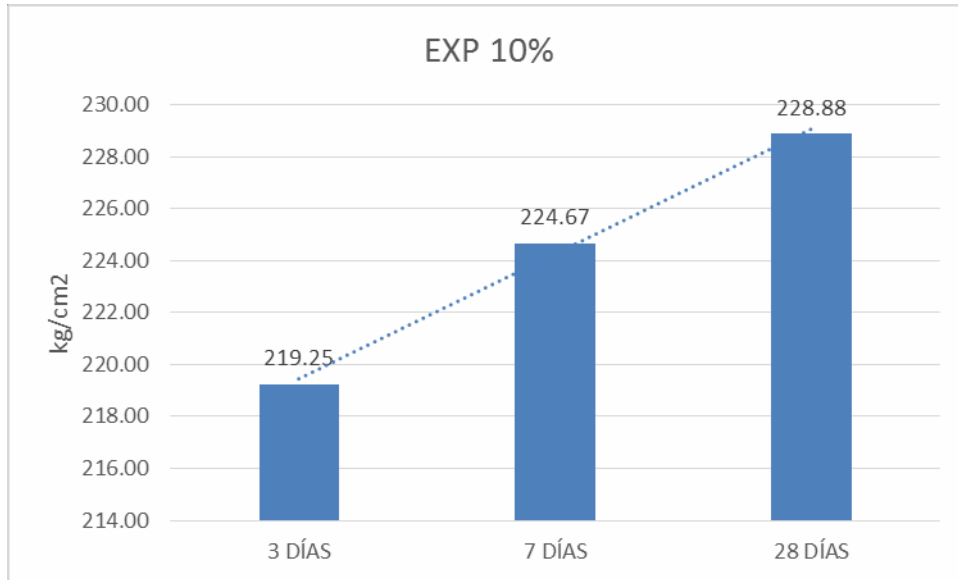


Figura N° 5: Resistencia a la compresión (kg/cm²) Vs Edad (Días)
Fuente: Prueba de compresión LABORATORIO DE MATERIALES USP

INTERPRETACIÓN: Según se observa en la gráfica, indica que el mortero experimental de 3 días alcanzó el 82.40% de su máxima resistencia con respecto al mortero patrón, el mortero expe. de 7 días alcanzó un 84.41% de su máxima resistencia con respecto al mortero patrón y el mortero expe. de 28 días no alcanzó en un 14.01% al mortero patrón 266.18 kg/cm² (100%).

Tabla N°25:
Resultados de RESISTENCIAS PROMEDIO

Resistencias Promedio								
3 DÍAS		7 DÍAS		28 DÍAS				
PATRÓN 5%	10%	PATRÓN 5%	10%	PATRÓN 5%	10%			
212.05	227.01	219.25	234.94	250.09	224.67	266.18	311.93	228.88

Fuente: Laboratorio de Mecánica de Suelos – Universidad San Pedro

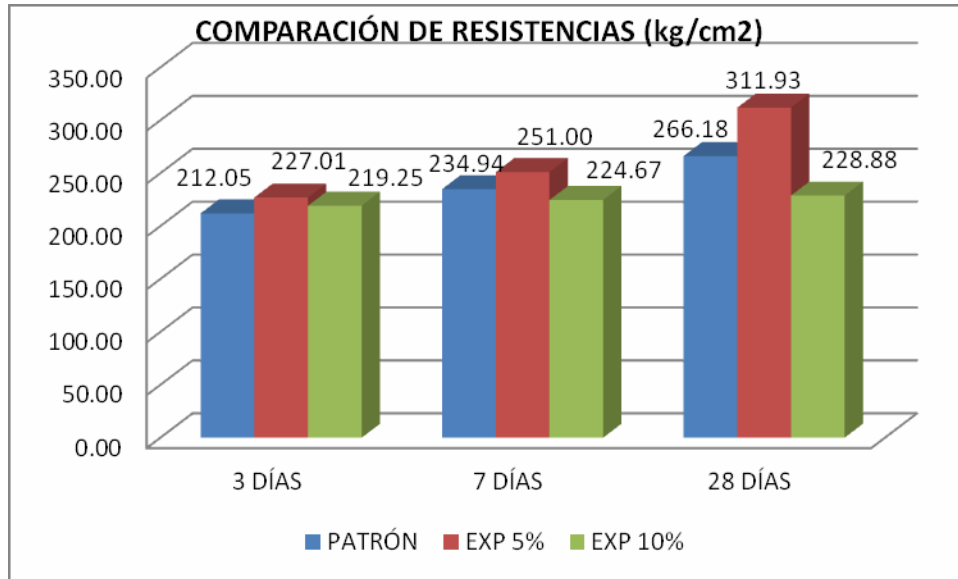


Figura N° 6: Resistencia a la compresión (kg/cm²) Vs Edad (Días) Fuente: Prueba de compresión LABORATORIO DE MATERIALES USP

INTERPRETACIÓN: Según el gráfico de barras, la resistencia a los 3 días obtenidas en los especímenes de mortero experimentales al 5% y 10% han aumentado en 5.61% y 2.74% respectivamente.

También podemos observar que a la edad de 7 días, el mortero experimental con 5% aumento en 6.04% con respecto al mortero patrón y el de 10% de adición disminuyó en 3.85%, respectivamente con respecto al mortero patrón.

Por último, apreciamos que a la edad de 28 días, el mortero experimental de 5% llega a superar al mortero patrón en un 17.19% y el mortero experimental de 10% no logra superar al mortero patrón en un 14.01%.

Resultado de prueba de hipótesis ANOVA

Tabla 26:
Resistencias a la compresión de los especímenes de mortero con un porcentaje de cemento sustituido por ceniza de tuza de maíz según días de curado

Días de curado	Resistencia de mortero con ceniza de tuza de maíz		
	Patrón	Experimental 5%	Experimental 10%
3	198,90	213,83	219,26
7	234,88	220,66	229,91
28	266,18	311,93	246,27

Fuente: Resultados de los ensayos del laboratorio de la USP

En la tabla se puede apreciar que las resistencias a la compresión de los especímenes de mortero son mayores a los 28 días de curado.

Después de verificar el cumplimiento de los supuestos de normalidad (Shapiro – Wilk) y homogeneidad de varianzas de las resistencias medias obtenidas en los especímenes de mortero para cada tratamiento (sustitución de un porcentaje de cemento por ceniza de tuza de maíz) se procedió a realizar la prueba ANOVA

Tabla 27:
Cálculo de la prueba ANOVA para verificar las diferencias entre las medias de las resistencias a la compresión de las probetas de concreto.

Origen	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig
Sustitución	725,789	2	362,895	,533	,624
Días de curado	5766,386	2	2883,193	4,231	,103
Error	2725,761	4	681,440		
Total	9217,937	8			

Fuente: Resultados de los ensayos del laboratorio de la USP

IV). ANÁLISIS Y DISCUSIÓN

De los ensayos realizados, se puede mencionar:

Del estudio realizado de Águila y Sosa (2008), constatamos que los morteros experimentales a los 28 días de 5% de sustitución logran obtener una resistencia mayor a los morteros experimentales de 10% a 28 días, por lo tanto al 5% de sustitución de ceniza de tusa de maíz se tendrá el potencial necesario para la elaboración de morteros ya que mejora su resistencia a los 28 días en comparación a la sustitución de 10% por ceniza de tusa de maíz, dado que mientras más sustitución de ceniza de tusa de maíz tenga el mortero, menor será su resistencia debido a los componentes químicos que tiene.

De la tabla N° 10, según el ensayo de fluorescencia de rayos X aplicada a la materia prima de puede observar que el contenido de (SiO_2) con un 36.29% de masa; este componente tiene la característica de otorgar resistencia y durabilidad a las pastas de mortero. También está presente el (ClO_2) con un 11.61% de masa; los porcentajes de cloruros puede ser acelerantes o retardantes en el fraguado de la pasta de mortero. Otro de los componentes que contiene es el (K_2O) con 31.30% de masa; este componente tiene la característica de ser delicuescente (que tienen una fuerte afinidad química por la humedad y que absorben cantidades relativamente altas de agua si son expuestos a la atmosfera), a largo plazo de edades tienden a generar agrietamiento internos en la estructura de la pasta de mortero generando fisuración. También otro componente es el (P_2O_3) con 9.30% de masa; este genera eflorescencia (sales minerales) que dañan la estructura de la pasta de mortero.

En la tabla N° 9, observamos que el valor del pH de la ceniza de tusa de maíz tiene un valor de 14.78, de las mezclas de cemento con ceniza de tusa de maíz en 5% y 10% es 13.87 y 13.81, es altamente alcalino, lo cual es favorable en una reacción aglomerante, esto explica los resultados de resistencia en los primeros días de curado (3 días), la resistencia experimentales superan a la resistencia patrón.

De la figura N° 1; se observa; según el análisis termo gravimétrico se muestra la pérdida de masa en función a la temperatura indicando algunas pérdidas acentuadas en los siguientes

rangos de temperatura entre 90 y 140°C posteriormente se muestra una pérdida lenta de la masa del material conforme aumenta la temperatura.

El material llega a perder un aproximado de 26% de masa, respecto a su masa inicial a la temperatura de ensayo.

En la figura N° 2; se aprecia; de acuerdo al análisis calorimétrico, la curva muestra un pico de absorción térmica a aproximadamente 140°C, posteriormente se muestra dos picos exotérmicos a 600°C y 670°C lo que podría demostrar posibilidad de existir algún cambio estructural del material o activación de las propiedades puzolanas.

Con respecto a la relación a/c y su fluidez para la elaboración de mortero experimental cumple con los parámetros de la N.T.P 334.051 siendo este de 0.61 con una fluidez de 105.98% y 0.605 con una fluidez de 114.99% siendo este trabajable, y el patrón con 0.61 con una fluidez de 114.86%.

En la figura N° 6: se puede ver las resistencias de los especímenes de morteros, dado a conocer que el mortero experimental de 5% de 3 días tiene una resistencia promedio de 227.01 kg/cm² y el mortero experimental de 10% de 3 días tiene una resistencia promedio de 219.25 kg/cm², dando a entender que ha superado en un 5.61% y 2.74% a la resistencia del espécimen patrón de 3 días respectivamente, que alcanzo una resistencia de 212.05 kg/cm². También se observa que el mortero patrón a la edad de 7 días tiene una resistencia de 234,94 kg/cm², que ha sido superado por el mortero experimental de 5% con 6.04% con una resistencia total de 251.00 kg/cm², por otro lado el mortero experimental de 10% disminuyo en 3.85% obteniendo una resistencia menor a la del patrón de 224.67 kg/cm². Por ultimo a la edad de 28 días, el mortero experimental de 5% supero al mortero patrón en 17.19% obteniendo una resistencia de 311.93 kg/cm², en cambio el mortero experimental de 10% no llego a alcanzar al mortero patrón en 14.01% obteniendo una resistencia de 228.88 kg/cm².

Con respecto a la tabla 27; En la tabla se puede visualizar que el $p\text{-value} > \alpha$ (0.624 > 0.05) entonces podemos decir que los datos muestran suficientes evidencias para aceptar la hipótesis nula. Por lo que podemos concluir que con nivel de 5% de significancia las

resistencias medias en kg/cm² logradas en los especímenes de mortero, con sustitución de cemento en 0%, 5% y 10% por ceniza de tuza de maíz, son iguales (no existe diferencia significativa).

También se tienen que para los días de curado $p\text{-value} > \alpha$ ($0.103 > 0.05$) entonces podemos decir que las resistencias medias de los especímenes de mortero son iguales a consecuencias de los día de curado (no existe un efecto significativo por la edad).

V). CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En la presente investigación se llegó a las siguientes conclusiones:

La temperatura de activación de la ceniza de tusa de maíz fue de 670°C durante 2 horas.

En la temperatura de activación se encontró que la ceniza de tusa de maíz es un material con alto porcentaje en óxidos de Silicio como también un alto contenido de Potasio que es perjudicial por su carácter expansivo dentro de la mezcla por su aridez.

El PH del cemento, ceniza de tusa de maíz y las mezclas de ambos es altamente alcalino, lo cual es favorable en una reacción aglomerante.

La relación Agua/Cemento según el fluidímetro para el mortero patrón, experimental 5% y experimental 10% fue de 0.61, 0.61 y 0.605.

En las resistencias de los morteros experimentales (5% y 10%) obtenidas en las primeras edades, se observa que el cloro (11.61%) cambio los tiempos de fraguados en las pastas de mortero, se observa que con respecto a la adición de mortero experimental de 5% trabajo de manera acelerante y en con respecto al mortero experimental de 10% su efecto su retardante en el fraguado, esto se debe a las características del cloro, que puede cambiar los tiempos de fraguados.

La sustitución del 5% de cemento por ceniza de tusa de maíz resulto favorable ya que tuvo un incremento considerable respecto al espécimen patrón de 28 días, incremento en un 17.19%, esto se debe al alto contenido de Sílice (36.293%) y a la intervención del Cloro (11.61%) que funciono retardando el fraguado para así a mayor edad de curado, obtuvo mayor resistencia.

La sustitución de 10% de cemento por ceniza de tusa de maíz no obtuvo resultados favorables a comparación del patrón de 28días (100%), la resistencia no llevo a alcanzar en un 14.01%, esto es debido al potasio en la mezcla que causa expansiones anormales fisurando la estructura de mortero con respecto a mayor tiempo de edades y al Fosforo que tuvo un efecto de eflorescencia en la pasta de mortero, dañándola internamente.

Según la prueba de Hipótesis ANOVA nos indica que los tiempos de curados deben ser mayores a 28 días para poder apreciar mejor las diferencias de resistencias producto de la adición de ceniza de tusa de maíz.

Se considera las siguientes recomendaciones:

Por su alto contenido de potasio se podría recomendar su potencial uso en el sector agrícola.

Se recomienda realizar un estudio más detallado a la ceniza de tusa de maíz por sus contenidos de sales minerales.

Se recomienda realizar ensayos a especímenes de morteros patrón y experimental a compresión a las edades de 60 y 90 días para poder analizar de manera más detallada los efectos que tienen las propiedades de la ceniza de tusa de maíz en los morteros experimentales.

Se recomienda reducir el Potasio de la ceniza de tusa de maíz antes de ser utilizado, a través de algún aditivo como por ejemplo el Litio.

Finalmente se destaca que esta investigación no agota el tema, solo da una importante apertura al desarrollo de materiales alternativos de construcción, por lo que se invita a continuar profundizando en esta línea de investigación, para lograr mayores avances en esta tecnología.

VI. AGRADECIMIENTOS

Agradecer a DIOS por las capacidades y habilidades que me brindo para realizar este trabajo, a la universidad San Pedro, a los docentes e ingenieros que nos inculcaron las enseñanzas correspondientes para el óptimo desarrollo de nuestra formación académica en varios de sus alumnos y en mí, por eso muchas gracias a ustedes mis maestros.

También quisiera agradecer al grupo del comité de jurados y a mi asesor que nos brindaron sus valiosas aportaciones que nos hicieron para mejorar la presente investigación.

VII) REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Abanto, F. (2003). Tecnología del Concreto. Editorial San Marcos, Perú.

Adensaya, D.; Raheem, A. (2007) Estudio de las características de trabajabilidad y resistencia a la compresión de concreto mezclado con cenizas de mazorca de maíz. Departamento de Ingeniería Civil, Ladoke Akintola Universidad de Tecnología, Ogbomoso, Nigeria.

Adensaya, D.; Raheem, A. (2007). Materiales de construcción. Departamento de Ingeniería Civil, Ladoke Akintola Universidad de Tecnología, Ogbomoso, Nigeria.

Delrieu, A. (2005) La Industria del cemento en Colombia, determinantes y comportamiento de la demanda. Pontificia Universidad Javeriana, Colombia.

Anderson, D.; Millar, J.; Weiping, W. (1991). Gum Arabic (Acacia senegal) from Niger- Comparison with other sources and potential agroforestry development.

Arezki, T. (2013). Valorización a nivel local de desechos disponibles industriales y agroindustriales en hormigón: una solución sostenible – una revisión de la literatura. Universidad de Sherbrooke, Canadá.

Artidoro, P. (2008). Mejora de la adherencia mortero-Ladrillo de concreto, Pontificia Universidad Católica Del Perú, Perú.

Águila, I.; Sosa, M. (2008). “Evaluación físico química de cenizas de cascarilla de arroz, bagazo de caña y hoja de maíz y su influencia en mezclas de mortero, como materiales puzolanicos”. Revista de la Facultad de Ingeniería U.C.V., vol, 23 n°4, Caracas, Venezuela.

Biochemical Systematics and Ecology, 19(6), 447–452.

Boggs, S. (2009) (en inglés). Petrology of Sedimentary Rocks. Cambridge University Press. Recuperado de: https://www.sepm.org/CM_Files/SedRec-Book%20Reviews/006-SR-review-Boggs-hh.pdf

Bryan, D.; Hugger, J.; Horstam, M.; Voss, E. (2008). Nuevos Desarrollos en la Tecnología del Concreto, PHI- Planta de Hormigón Internacional. Recuperado de <http://www.imcyc.com/ct2008/dic08/dic08/tecnologia.htm>.

Cardona, D. (2013). “Caracterización de la ceniza de hojas de bambú y su influencia como material puzolanico en el concreto”. Escuela de ingeniería, Universidad EAFIT, Medellín, Colombia.

Gabriel, A. (2014). Morteros en la construcción. Recuperado de: <https://prezi.com/login/?next=/fxmld21rcxys/morteros/>

Gonzales, M. (1962), "Tecnología Del Concreto Diseño De Mezclas." Universidad Nacional de Ingeniería, Perú.

León, L.; Vásquez, A. (2012) Estudio del surgimiento y desarrollo de los morteros en la construcción. Universidad de Matanzas “Camilo Cienfuegos”, Cuba.

Marroquín, J. (2008) Efecto de la activación química, con un aditivo, de las puzolanas en morteros endurecidos de cemento. UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA.

Martínez, L. (2012). “Definición empírica de la relación agua/cemento efectiva en morteros con árido reciclado en función de la absorción”, Universidad de A Coruña, A Coruña, España.

MTC E 617-200. Fluides de morteros de cemento hidráulico (mesa de flujo).

NTP 334.051. (2013). Ensayo de Compresión en Morteros (c/cubo).

NTP 334.057. (2002). “Métodos de ensayo para determinar la fluides de morteros de cemento Portland”

NTP 344.147. (2017). Cementos. Cemento para mortero.

NTP 399.607. (2013). Unidades de Albañilería, Especificación normalizada de agregados para mortero.

NTP 399.631. (2010). Unidades de albañilería. Método de ensayo normalizado para la tasa de absorción del agua de morteros de albañilería.

NTP 399.632. (2010). Unidades de albañilería. Aditivos para morteros de albañilería.

NTP 400.011 (2008). Agregados. Definición y clasificación de agregados para uso en morteros y hormigones (concretos).

NTP 400.012. (2001). Agregados. Análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global.

NTP 400.017 (2011) Agregados. Método de ensayo normalizado para determinar la masa por unidad de volumen o densidad (peso unitario) y los vacíos en los agregados.

NTP 400.022 (2013). Agregados. Método de ensayo normalizado para la densidad, la densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado fino.

Osman, M.; Williams, P.; Menzies, A.; Phillips, G. (1993). Characterization of Commercial Samples of Gum Arabic, 71 – 77.

Ossa, M.; Joquera, S. (1998) Cementos con cenizas volantes. Universidad de Chile, Chile.

Pérez, S. (2011): “Obtención y caracterización de zeolitas a partir de la ceniza de la tusa de maíz”. Universidad de oriente núcleo. Cumaná.

Real Academia Española (2014). «resina». Diccionario de la lengua española (23.^a edición). Madrid: Espasa.

Rivva, E. (1999). Diseño de Mezclas. Editorial Hozlo S.C.R.L, Perú.

Robert, S. (2015). Propiedades fisicoquímicas y funcionales de las gomas de Acacia cochliacantha y Acacia Farnesiana. Instituto Politécnico Nacional, Yautepec, Morelos,

Sales, A. (2010). “Estudio de durabilidad y corrosión en morteros armados adicionados con toba volcánica y ceniza de bagazo de caña de azúcar”, Universidad del Valle, Cali, Colombia.

Sánchez, D. (2001), "Tecnología Del Concreto Y Del Mortero", Bhandar Editores, Colombia.

Sucre. NTP 334.005 Peso específico.

Tagnit-Hamou, A.; Tognonvi, M. (2015). Valorization of Locally Available Industrial and Agro-Industrial Wastes in Concrete: A Sustainable Solution. Universite Sherbrooke, Sherbrooke.

William, G. (2013). Granulometría del agregado para concreto. Recuperado de: https://issuu.com/williamgamboa/docs/granulometr_a

VIII). APENDICES Y ANEXOS

**ANEXO N°1: ENSAYO DEL
AGREGADO FINO**



UNIVERSIDAD SAN PEDRO

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO AGREGADO FINO (ASTM C 136-06)

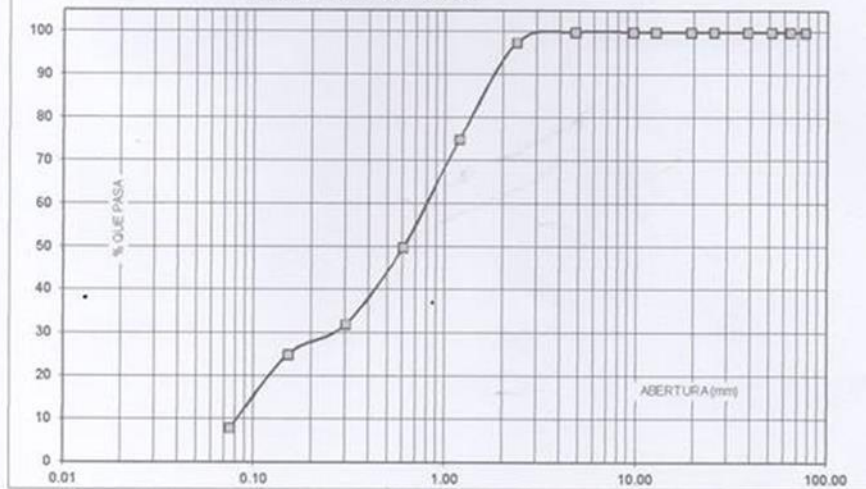
SOLICITA : BACH. BOCANEGRA LOPEZ CESAR HUMBERTO
 TESIS : SUSTITUCION DE 5 Y 10 % DE CEMENTO POR CENIZA DE TUSA DE MAIZ EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DE UN MORTERO
 LUGAR : CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - ANCASH
 CANTERA : VESIQUE
 MATERIAL : ARENA GRUESA
 FECHA : 18/08/2017

TAMIZ	Abert.(mm)	Peso retenido (gr.)	% ret. Parcial (%)	% ret. Acumu. (%)	% Que pasa (gr.)
N° 3"	76.20	0.0	0.0	0.0	100.0
2 1/2"	63.50	0.0	0.0	0.0	100.0
2"	50.80	0.0	0.0	0.0	100.0
1 1/2"	38.10	0.0	0.0	0.0	100.0
1"	25.40	0.0	0.0	0.0	100.0
3/4"	19.10	0.0	0.0	0.0	100.0
1/2"	12.50	0.0	0.0	0.0	100.0
3/8"	9.52	0.0	0.0	0.0	100.0
N° 4	4.76	0.0	0.0	0.0	100.0
N° 8	2.36	16.50	2.4	2.4	97.6
N° 16	1.18	155.38	22.6	25.0	75.0
N° 30	0.60	171.88	25.0	50.0	50.0
N° 60	0.30	123.76	18.0	68.0	32.0
N° 100	0.15	48.13	7.0	75.0	25.0
N° 200	0.08	116.88	17.0	92.0	8.0
PLATO ASTM C-117-04		55.00	8.0	100.0	0.0
TOTAL		687.5	100.0		

PROPIEDADES FISICAS	
Módulo de Fineza	2.20

OBSERVACIONES
La Muestra tomada identificada por el solicitante.

CURVA GRANULOMETRICA



Finos Limo y Arcilla	Fina	Medio	Gruesa	Fina	Grava
----------------------	------	-------	--------	------	-------

UNIVERSIDAD SAN PEDRO
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
 Laboratorio de Mecánica de Suelos y Ensayo de Materiales
 JEFATURA
 Jorge Montañez Reyes
 JEFE



UNIVERSIDAD SAN PEDRO

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES

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

SOLICITA : BACH. BOCANEGRA LOPEZ CESAR HUMBERTO
 TESIS : SUSTITUCION DE 5 Y 10 % DE CEMENTO POR CENIZA DE TUSA DE MAIZ EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DE UN MORTERO
 LUGAR : CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - ANCASH
 CANTERA : VESIQUE
 MATERIAL : ARENA GRUESA
 FECHA : 18/08/2017

PESO UNITARIO SUELTO

Ensayo N°	01	02	03
Peso de molde + muestra	7700	7750	7700
Peso de molde	3326	3326	3326
Peso de muestra	4374	4424	4374
Volumen de molde	2780	2780	2780
Peso unitario (Kg/m ³)	1573	1591	1573
Peso unitario prom. (Kg/m³)	1579		
CORREGIDO POR HUMEDAD	1688		

PESO UNITARIO COMPACTADO

Ensayo N°	01	02	03
Peso de molde + muestra	8300	8350	8300
Peso de molde	3326	3326	3326
Peso de muestra	4974	5024	4974
Volumen de molde	2780	2780	2780
Peso unitario (Kg/m ³)	1789	1807	1789
Peso unitario prom. (Kg/m³)	1795		
CORREGIDO POR HUMEDAD	1782		



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



UNIVERSIDAD SAN PEDRO

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES

CONTENIDO DE HUMEDAD AGREGADO FINO (ASTM D-2216)

SOLICITA : BACH. BOCANEGRA LOPEZ CESAR HUMBERTO
TESIS : SUSTITUCION DE 5 Y 10 % DE CEMENTO POR CENIZA DE TUSA DE MAIZ EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DE UN MORTERO
LUGAR : CHIMBOTE – PROVINCIA DEL SANTA – ANCASH
CANTERA : VESIQUE
MATERIAL : ARENA GRUESA
FECHA : 18/08/2017

PRUEBA N°	01	02
TARA N°		
TARA + SUELO HUMEDO (gr)	725.5	546.6
TARA + SUELO SECO (gr)	721.3	544.3
PESO DEL AGUA (gr)	4.2	2.3
PESO DE LA TARA (gr)	167.7	209.7
PESO DEL SUELO SECO (gr)	553.6	334.6
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	0.76	0.69
PROM. CONTENIDO HUMEDAD (%)	0.72	



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



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

SOLICITA : BACH.BOCANEGRA LOPEZ CESAR HUMBERTO
 TESIS : SUSTITUCION DE 5 Y 10 % DE CEMENTO POR CENIZA DE TUSA DE MAIZ EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DE UN MORTERO
 LUGAR : CHIMBOTE – PROVINCIA DEL SANTA – ANCASH
 CANTERA : VESIQUE
 MATERIAL : ARENA GRUESA
 FECHA : 18/08/2017

A	Peso de material saturado superficialmente seco (aire) gr.	300.00	300.00
B	Peso de picnometro + agua gr.	669.20	669.20
C	Volumen de masa + volumen de vacios (A+B) cm ³	969.20	969.20
D	Peso de picnometro + agua + material gr.	859.10	859.10
E	Volumen de masa + volumen de vacios (C-D) cm ³	110.10	110.10
F	Peso de material seco en estufa gr.	297.80	297.80
G	Volumen de masa (E-(A-F))	107.90	107.90
H	P.e. Bulk (Base Seca) F/E	2.705	2.705
I	P.e. Bulk (Base Saturada) A/E	2.725	2.725
J	P.e. Aparente (Base Seca) F/E	2.760	2.760
K	Absorción (%) ((D-A/A)x100)	0.74	0.74

P.e. Bulk (Base Seca) : 2.705
 P.e. Bulk (Base Saturada) : 2.725
 P.e. Aparente (Base Seca) : 2.760
 Absorción (%) : 0.74



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

**ANEXO N°2: ENSAYO DE
ALCALINIDAD (pH) DE LA
CENIZA DE TUSA DE MAÍZ**



CORPORACIÓN DE LABORATORIOS DE ENSAYOS CLÍNICOS, BIOLÓGICOS E INDUSTRIALES
“COLECBI” S.A.C.

REGISTRADO EN LA DIRECCIÓN GENERAL DE POLÍTICAS Y DESARROLLO PESQUERO - PRODUCE

INFORME DE ENSAYO N° 20170816-009

Pág. 1 de 1

SOLICITADO POR : CESAR HUMBERTO BOCANEGRA LÓPEZ
DIRECCIÓN : Av. Brasil Los Álamos A - 5 Nuevo Chimbote.
PRODUCTO DECLARADO : **ABAJO INDICADOS.**
CANTIDAD DE MUESTRA : 04 muestras
PRESENTACIÓN DE LA MUESTRA : En bolsa de polietileno transparente cerrada.
FECHA DE RECEPCIÓN : 2017-08-16
FECHA DE INICIO DEL ENSAYO : 2017-08-16
FECHA DE TERMINO DEL ENSAYO : 2017-08-16
CONDICIÓN DE LA MUESTRA : En buen estado.
ENSAYOS REALIZADOS EN : Laboratorio de Físico Químico.
CÓDIGO COLECBI : **SS 170816-7**

RESULTADOS
"SUSTITUCIÓN DE 5% Y 10% DE CEMENTO POR CENIZA DE TUZA DE MAÍZ EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE UN MORTERO"

MUESTRA	ENSAYOS
	pH
Cemento Portland Tipo 1	13,67
Ceniza de Tusa de Maíz	14,78
Cemento 95% + 5% de Recalcinación de Tusa de Maíz	13,87
Cemento 90% + 10% de Recalcinación de Tusa de Maíz	13,81

METODOLOGÍA EMPLEADA

pH : Potenciométrico.

NOTA:

- Informe de ensayo emitido en base a resultados realizados por COLECBI S.A.C.
- Los resultados presentados corresponden sólo a la muestra ensayada.
- Estos resultados de ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce

Fecha de Emisión : Nuevo Chimbote, Agosto 17 del 2017.

GVR/jms

A. Gustavo Vargas Ramos
 Gerente de Laboratorios
 C.B.P. 326
 COLECBI S.A.C.

LC-MP-HRIE
 Rev. 04
 Fecha 2015-11-30

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DE ESTE INFORME SIN LA AUTORIZACIÓN ESCRITA DE COLECBI S.A.C.

Urb. Buenos Aires Mz. A - Lt. 7 | Etapa - Nuevo Chimbote - Telefax: 043-310752
 Nextel: 839*2893 - RPM # 902995 - Apartado 127
 e-mail: colecbi@speedy.com.pe/ medioambiente_colecbi@speedy.com.pe
 Web: www.colecbi.com

**ANEXO N°3: ENSAYO DE
FLUIDEZ**



**UNIVERSIDAD
SAN PEDRO**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES**

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

SOLICITA : BACH. BOCANEGRA LOPEZ CESAR HUMBERTO
 TESIS : SUSTITUCION DE 5 Y 10 % DE CEMENTO POR CENIZA DE TUSA DE MAIZ EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DE UN MORTERO
 LUGAR : CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - ANCASH
 MATERIAL : ARENA GRUESA
 FECHA : 18/08/2017
 RELACION AC : 0.61

D(FLUIDEZ)	DIAMETRO PROMEDIO	DIAMETRO INICIAL	FLUIDEZ %
22.22	21.83	10.16	114.86
21.58			
21.84			
21.68			

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



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



**ENSAYO PARA LA DETERMINACION DE FLUIDEZ DE LAS PASTAS DE
MORTERO-EXPERIMENTAL 5%
(MTC E 616-NTP 334.126)**

SOLICITA : BACH. BOCAÑEIRA LÓPEZ, CESAR HUMBERTO
TESIS : SUSTITUCIÓN DE 5 Y 10 % DE CEMENTO POR CENIZA DE TUSA DE MAÍZ EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE UN MORTERO
LUGAR : CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - ANCASH
MATERIAL : ARENA GRUESA
FECHA : 18/09/2017
RELACION AC : 0.61

D(FLUIDEZ)	DIAMETRO PROMEDIO	DIAMETRO INICIAL	FLUIDEZ %
20.92	20.93	10.16	105.98
20.82			
20.91			
21.06			

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



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



**UNIVERSIDAD
SAN PEDRO**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES**

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

SOLICITA : BACH BOCANEGRA LÓPEZ CESAR HUMBERTO
TESIS : SUSTITUCION DE 5 Y 10 % DE CEMENTO POR CENIZA DE TUSA DE MAIZ EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DE UN MORTERO
LUGAR : CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - ANCASH
MATERIAL : ARENA GRUESA
FECHA : 18/08/2017
RELACION AC : 0.605

D(FLUIDEZ)	DIAMETRO PROMEDIO	DIAMETRO INICIAL	FLUIDEZ %
21.19	21.84	10.16	114.99
21.56			
22.43			
22.19			

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



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

**ANEXO N°4: ENSAYO DE
FLUORESCENCIA DE RAYOS X**



UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS

(Universidad del Perú, Decana de América)

FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS

Laboratorio de Arqueometría

Informe N°26-LAQ/2017

Análisis de una muestra de ceniza de tusa de maíz por FRXDE

Introducción.

Se analizó por fluorescencia de rayos-X dispersiva en energía (FRXDE) una muestra de ceniza de tusa de maíz a pedido del Sr. **César Humberto Bocanegra López**, alumno de la Universidad San Pedro, sede Chimbote, y como parte de su proyecto de tesis titulada:

“Sustitución de 5 y 10% de cemento por ceniza de tusa de maíz en la resistencia a la compresión de un mortero”

La muestra es de forma de polvo y color gris oscuro.

Arreglo experimental.

Se utilizó un espectrómetro de FRXDE marca Amptek con ánodo de oro que operó a un voltaje de 30 kV y una corriente de 10 μ A. Los espectros se acumularon durante un intervalo neto de 300 s utilizando 2048 canales, con ángulos de incidencia y salida de alrededor de 45°; distancia muestra a fuente de rayos-X de 4 cm y distancia de muestra a detector de 2 cm. La tasa de conteo, la cual depende de la geometría del arreglo experimental y de la composición elemental de la muestra, fue de alrededor de 3800cts/s

Esta técnica permite detectar la presencia de elementos químicos de número atómico Z igual y mayor que 13 mediante la detección de los rayos-X característicos que emiten los átomos. Las energías de estos rayos-X característicos aumentan con el valor de Z y pueden ser detectados siempre y cuando posean suficiente energía para poder penetrar la ventana del detector. Por esta limitación los picos de Mg (Z=12) no pueden ser registrados en el espectro.

Teniendo en cuenta referencias sobre la composición de las cenizas se supone que los componentes principales de esta muestra sean el Si, K y Ca. Estos datos son importantes para iniciar el proceso de interpretación del espectro e interpretación de los resultados.

La fuente de rayos-X utilizada emite rayos-X en dos componentes: un espectro con una distribución continua de 0 a 30 keV, y la otra que contiene los rayos-X característicos del tipo K y M de oro que se producen por el bombardeo del ánodo por electrones energéticos. Como consecuencia de esto, los espectros de FRXDE poseen tres componentes principales: una componente continua que es consecuencia de la dispersión por la muestra de los rayos-X de la componente continua de la fuente, un espectro discreto producido por la dispersión en la muestra de los rayos-X característicos de oro de la fuente, y el espectro discreto de los rayos-X característicos emitidos por los elementos que contiene la muestra.

La presencia en el espectro de los rayos-X de oro dispersados por la muestra interfiere con la detección de los rayos-X característicos de elementos como germanio, selenio y bromo, a menos que se encuentren en altas concentraciones.



UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS
(Universidad del Perú, Decana de América)

FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS
Laboratorio de Arqueometría

El análisis elemental de las muestras se hace primero de manera cualitativa para identificar la presencia de elementos en la muestra. Para el análisis cuantitativo se utiliza un programa que se basa en el método de parámetros fundamentales y simula todo el arreglo experimental incluyendo: composición elemental de la muestra, geometría experimental, distribución espectral de los rayos-X que emite la fuente y su interacción con la muestra y el proceso de detección. En esta etapa se puede identificar la presencia de picos de rayos-X característicos que pudieron haber pasado inadvertidos en la parte cualitativa por superponerse a picos más intensos. Este programa se calibra usando una muestra de referencia certificada denominada "Suelo de San Joaquín" adquirida de la NIST.

Resultados.

La Figura 1 muestra el espectro de FRXDE de la muestra en línea roja en escala semi-logarítmica. La línea azul representa el espectro simulado. Cubre el rango de energías de 1 a 18 keV que es el rango de interés en este estudio. En el espectro se puede observar la presencia del pico de argón, que es un gas inerte presente en el aire que respiramos. A pesar que las concentraciones de Si y P son relativamente altas, sus picos característicos son débiles debido a su bajo número atómico y la baja energía de sus rayos-X característicos.

La Tabla 1 muestra los resultados del análisis elemental de la muestra de ceniza de tusa de maíz. Las concentraciones están dadas en % de la masa total en términos de los óxidos de los elementos presentes y normalizadas al 100%. Pero debe de recalarse que la técnica da directamente la concentración de los elementos químicos. Estos resultados se utilizan luego para determinar la concentración de los óxidos.

Tabla 1. Composición elemental de la muestra de ceniza de tusa de maíz.

Óxido	(% Óxidos)	(% Normalizado)
SiO ₂	36.293	38.559
P ₂ O ₃	9.303	9.884
SO ₂	1.874	1.991
ClO ₂	11.607	12.331
K ₂ O	31.303	33.258
CaO	1.695	1.800
TiO	0.140	0.149
V ₂ O ₅	0.003	0.003
Cr ₂ O ₃	0.010	0.011
MnO	0.049	0.052
Fe ₂ O ₃	1.529	1.625
Ni ₂ O ₃	0.006	0.006
CuO	0.014	0.015
ZnO	0.226	0.240
Rb ₂ O	0.040	0.043
SrO	0.019	0.021
Y ₂ O ₃	0.006	0.006
ZrO ₂	0.005	0.005
Totales	94.122	100.00



UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS
(Universidad del Perú, Decana de América)

FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS
Laboratorio de Arqueometría

La suma de las concentraciones de los óxidos es menor que 100% indicando que no se ha detectado picos de algunos elementos livianos como Na y Mg, o hay una deficiencia en la calibración del instrumento. También puede deberse a que los elementos estén formando compuestos diferentes de óxidos.

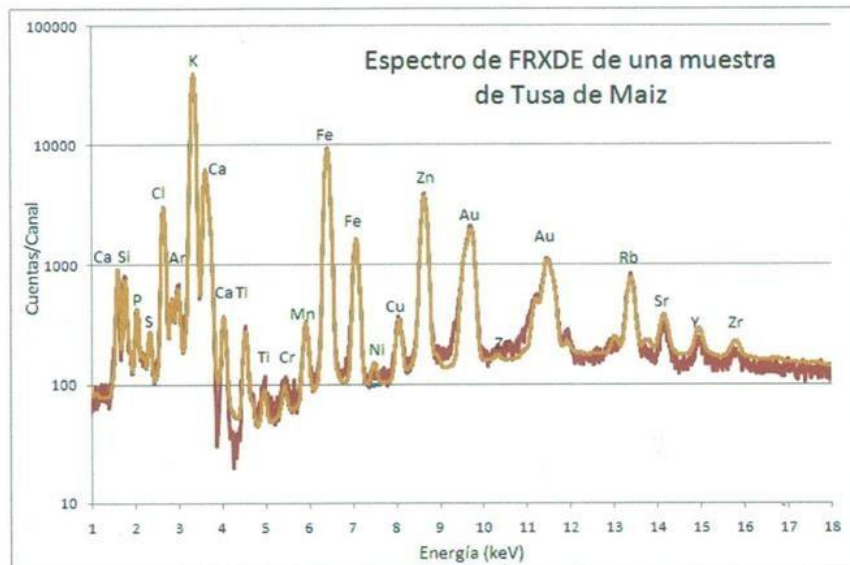


Figura 1. Espectro de FRXDE de una muestra de cenizas de tusa de maíz. Incluye el pico de Ar del aire y los picos de rayos-X de Au dispersados por la muestra. La línea continua de color marrón representa el espectro simulado.

Investigador Responsable

Dr. Jorge A. Bravo Cabrejos
Laboratorio de Arqueometría

Lima, 02 de agosto del 2017

**ANEXO N°5: ENSAYO DE
ANÁLISIS TÉRMICO
DIFERENCIAL (ATD)**



Trujillo, 02 de junio del 2017

INFORME N° 74 - JUN 17

Solicitante: Bocanegra López Cesar - Universidad San Pedro

RUC/DNI:

Supervisor:

1. MUESTRA: Ceniza tusa de maíz (1 gr)

N° de Muestras	Código de Muestra	Cantidad de muestra ensayada	Procedencia
1	CTM-74M	33.7 mg	-----

2. ENSAYOS A APLICAR

- Análisis térmico por calorimetría diferencial de barrido DSC/ Análisis térmico Diferencial DTA.
- Análisis Termogravimétrico TGA.

3. EQUIPO EMPLEADO Y CONDICIONES

- Analizador Térmico simultáneo TG_DTA_DSC Cap. Máx.: 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: Nitrógeno, 10 ml/min
- Rango de Trabajo: 25 – 900 °C.
- Masa de muestra analizada: 33.7 mg.

Jefe de Laboratorio: Ing. Danny Chávez Novoa

Analista responsable: Ing. Danny Chávez Novoa

Danny M. Chávez Novoa
ING. MATERIALES
R 712 84097

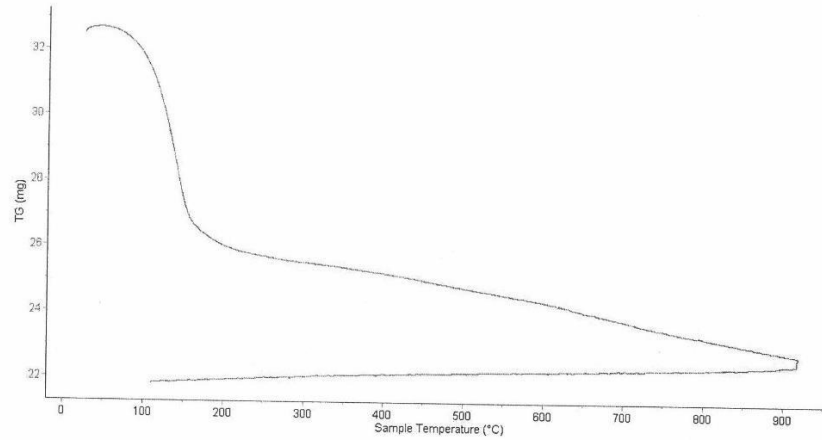


Trujillo, 02 de Junio del 2017

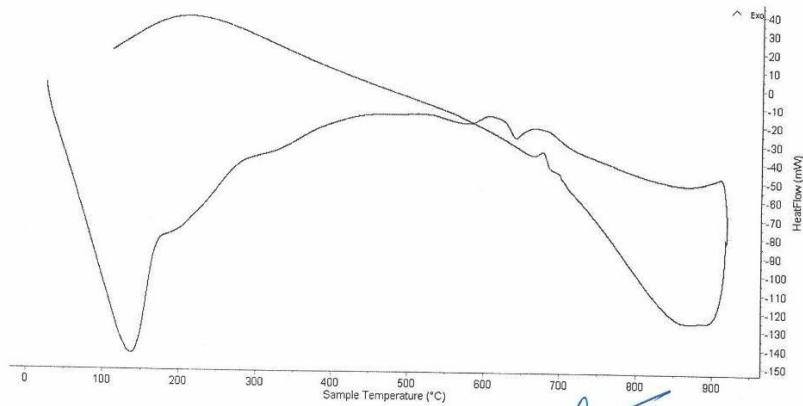
INFORME N° 74 - JUN 17

4. Resultados:

I- Curva de pérdida de masa - Análisis Termo gravimétrico.



II- Curva Calorimétrica ATD



Danny M. Chávez Novr
DANNY M. CHÁVEZ NOVRA
ING. MATERIALES
R. PIP. RUREC

Tel.: 44-203510/949790880/958669003 danchavez@hotmail.com / Av. Juan Pablo II s/n - Ciudad Universitaria / Trujillo - Perú



Trujillo, 02 Junio del 2017

INFORME N° 74 - JUN 17

5. CONCLUSION:

1. Según el análisis Termo gravimétrico se muestra la pérdida de masa en función a la temperatura indicando algunas pérdidas acentuadas en los siguientes rangos de temperatura entre 90 y 140°C posteriormente se muestra una pérdida lenta de la masa del material conforme aumenta la temperatura. El material llega a perder un aproximado de 26 % de masa, respecto a su masa inicial a la temperatura máxima de ensayo.
2. De acuerdo al análisis calorimétrico, la curva muestra un pico de absorción térmica a aproximadamente 140°C, posteriormente se muestra dos picos exotérmicos a 600°C y 670 lo que podría demostrar posibilidad de existir algún cambio estructural del material.

Trujillo, 02 de Junio del 2017



Ing. Danny Mesías Chávez Novoa
Jefe de Laboratorio de Polímeros
Departamento Ingeniería de Materiales - UNT

Danny M. Chávez Novoa
ING. MATERIALES
R. CIP. 41493

**ANEXO N°6: ENSAYO DE
RESISTENCIA A LA
COMPRESIÓN**



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

SOLICITA : BACH:BOCANEGRA LOPEZ CESAR HUMBERTO
 TESIS : SUSTITUCION DE 5 Y 10 % DE CEMENTO POR CENIZA DE TUSA DE MAIZ EN LA RESISTENCIA A LA
 COMPRESION DE UN MORTERO
 LUGAR : CHIMBOTE-SANTA-ANCASH
 FECHA : 18/08/2017

TESTIGO		FECHA DE ROTURA	Peso Muestra (gr)	Densidad (gr/cm ³)	Longitud (a) (cm)	Longitud (b) (cm)	Longitud (c) (cm)	Area (a*b) (cm ²)	Carga Maxima (kg)	Resistencia f _c (kg/cm ²)
Nº	ELEMENTO									
01	PATRON 3 DIAS	9/06/2017	295.1	2.328	5.02	5.01	5.04	25.15	5053.00	200.91
02	PATRON 3 DIAS	9/06/2017	295.9	2.320	5.04	5.03	5.03	25.35	5475.00	215.97
03	PATRON 3 DIAS	9/06/2017	298.7	2.361	5.02	5.03	5.01	25.25	5537.00	219.28
04	PATRON 7 DIAS	24/07/2017	302.9	2.361	5.03	5.05	5.05	25.40	5833.00	229.63
05	PATRON 7 DIAS	24/07/2017	305.6	2.406	5.03	5.03	5.02	25.30	6009.00	237.50
06	PATRON 7 DIAS	24/07/2017	305.7	2.397	5.01	5.05	5.04	25.30	6014.00	237.70
07	PATRON 28 DIAS	28/06/2017	295.0	2.323	5.01	5.05	5.02	25.30	6600.00	260.86
08	PATRON 28 DIAS	28/06/2017	294.8	2.307	5.05	5.03	5.03	25.40	6600.00	259.83
09	PATRON 28 DIAS	28/06/2017	295.4	2.330	5.03	5.03	5.01	25.30	7030.00	277.86

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



**UNIVERSIDAD
SAN PEDRO**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES**

ENSAYO A LA COMPRESION DE CUBOS 5.08 cm-EXPERIMENTAL 5%
(ASTM C 109)

SOLICITA : BACH:BOCANEGRA LOPEZ CESAR HUMBERTO
 TESIS : SUSTITUCION DE 5 Y 10 % DE CEMENTO POR CENIZA DE TUSA DE MAIZ EN LA RESISTENCIA A LA
 COMPRESION DE UN MORTERO
 LUGAR : CHIMBOTE-SANTA-ANCASH
 FECHA : 18/08/2017

TESTIGO	FECHA DE ROTURA	Peso Muestra	Densidad	Longitud (a)	Longitud (b)	Longitud (c)	Area (a*b)	Carga Maxima	Resistencia f _c	
N°	ELEMENTO	(gr)	(gr/cm ³)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm ²)	(kg)	(kg/cm ²)	
01	EXPERIMENTAL 3 DIAS	24/07/2017	275.4	2.143	5.06	5.04	5.04	25.50	5832.00	228.68
02	EXPERIMENTAL 3 DIAS	24/07/2017	275.6	2.157	5.05	5.03	5.03	25.40	5861.00	230.73
03	EXPERIMENTAL 3 DIAS	24/07/2017	276.9	2.159	5.03	5.03	5.07	25.30	5607.00	221.61
04	EXPERIMENTAL 7 DIAS	20/07/2017	302.3	2.343	5.06	5.05	5.05	25.55	5297.00	207.29
05	EXPERIMENTAL 7 DIAS	20/07/2017	301.6	2.347	5.04	5.07	5.03	25.55	5756.00	225.26
06	EXPERIMENTAL 7 DIAS	20/07/2017	302.4	2.353	5.07	5.03	5.04	25.50	5306.00	208.06
07	EXPERIMENTAL 28 DIAS	11/08/2017	303.6	2.339	5.09	5.05	5.05	25.70	8137.00	316.56
08	EXPERIMENTAL 28 DIAS	11/08/2017	304.1	2.338	5.07	5.07	5.06	25.70	8152.00	317.14
09	EXPERIMENTAL 28 DIAS	11/08/2017	303.9	2.346	5.05	5.08	5.05	25.65	7750.00	302.10

UNIVERSIDAD SAN PEDRO
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES
 CHIMBOTE
 Ing. Jorge Montañez Reyes
 JEFE

www.usanpedro.edu.pe

Ciudad Universitaria - Urb. Los Pinos Mz. B s/n - Chimbote
 Cel. 990579937

Email: lmsyem@usanpedro.edu.pe



**ENSAYO A LA COMPRESION DE CUBOS 5.08 cm-EXPERIMENTAL 10%
(ASTM C 109)**

SOLICIT. : BACH:BOCANEGRA LOPEZ CESAR HUMBERTO
 TESIS : SUSTITUCION DE 5 Y 10 % DE CEMENTO POR CENIZA DE TUSA DE MAIZ EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DE UN MORTERO
 LUGAR : CHIMBOTE-SANTA-ANCASH
 FECHA : 18/08/2017

TESTIGO	FECHA DE ROTURA	Peso Muestra (gr)	Densidad (gr/cm ³)	Longitud (a) (cm)	Longitud (b) (cm)	Longitud (c) (cm)	Area (a*b) (cm ²)	Carga Maxima (kg)	Resistencia Rc (kg/cm ²)
01 EXPERIMENTAL 3 DIAS	11/08/2017	278.9	2.187	5.03	5.03	5.04	25.30	5414.00	213.98
02 EXPERIMENTAL 3 DIAS	11/08/2017	281.3	2.202	5.04	5.04	5.03	25.40	5002.00	196.92
03 EXPERIMENTAL 3 DIAS	11/08/2017	282.1	2.204	5.03	5.04	5.05	25.35	6259.00	246.89
04 EXPERIMENTAL 7 DIAS	20/07/2017	290.1	2.257	5.05	5.04	5.05	25.45	5535.00	217.47
05 EXPERIMENTAL 7 DIAS	20/07/2017	293.6	2.280	5.06	5.03	5.06	25.45	5584.00	219.40
06 EXPERIMENTAL 7 DIAS	20/07/2017	285.5	2.217	5.05	5.04	5.06	25.45	6436.00	252.87
07 EXPERIMENTAL 28 DIAS	11/08/2017	299.8	2.328	5.06	5.05	5.04	25.55	6871.00	268.89
08 EXPERIMENTAL 28 DIAS	11/08/2017	300.6	2.339	5.05	5.04	5.05	25.45	5537.00	217.55
09 EXPERIMENTAL 28 DIAS	11/08/2017	301.3	2.344	5.05	5.05	5.04	25.50	6004.00	235.43



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

**ANEXO N°7: ENSAYO REPETIDO
MORTERO EXPERIMENTAL 5% CON
FECHA 16-02-2018 (*)**



ENSAYO A LA COMPRESION DE CUBOS 5.08 cm-EXPERIMENTAL 5%
(ASTM C 109)

SOLICITA : BACH:BOCANEGRA LOPEZ CESAR HUMBERTO
TESIS : SUSTITUCION DE 5 Y 10 % DE CEMENTO POR CENIZA DE TUSA DE MAIZ EN LA RESISTENCIA A LA
COMPRESION DE UN MORTERO
LUGAR : CHIMBOTE-SANTA-ANCASH
FECHA : 02/05/2018

TESTIGO		FECHA DE ROTURA	Peso	Densidad	Longitud	Longitud	Longitud	Area	Carga	Resistencia
Nº	ELEMENTO		Muestra	(gr/cm ³)	(a) (cm)	(b) (cm)	(c) (cm)	(a*b) (cm ²)	Maxima (kg)	f _c (kg/cm ²)
04	EXPERIMENTAL 7 DIAS	16/02/2018	289.2	2.237	5.05	5.06	5.06	25.55	6300.00	246.55
05	EXPERIMENTAL 7 DIAS	16/02/2018	295.1	2.310	5.04	5.05	5.02	25.45	6550.00	257.35
06	EXPERIMENTAL 7 DIAS	16/02/2018	292.4	2.307	5.01	5.04	5.02	25.25	6290.00	249.10


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

**ANEXO N°8: CALCULO DE
HIPÓTESIS ANOVA**

```

GET
FILE='E:\RACSO 2017\PROCESO DATOS ING. CIVIL - ANOVAS - 17-12-16\BOCANEGRA LOPEZ.sav'.
DATASET NAME Conjunto_de_datos1 WINDOW=FRONT.

SAVE OUTFILE='E:\RACSO 2017\PROCESO DATOS ING. CIVIL - ANOVAS - 17-12-16\BOCANEGRA LOPEZ BB.sav'
/COMPRESSED.
EXAMINE VARIABLES=T_PATR_RE T_EXP_RE_5 T_EXP_RE_10
/PILOT BOXPLOT STEMLBAR NPPILOT
/COMPARE GROUPS
/STATISTICS DESCRIPTIVES
/CINTERVAL 95
/MISSING LISTWISE
/NOTOTAL.

```

Explorar

Notas

Resultados creados	18-AUG-2017 12:48:05
Comentarios	E:\RACSO 2017\PROCESO DATOS ING. CIVIL - ANOVAS - 17-12-16\BOCANEGRA LOPEZ BB.sav
Entrada	Datos Conjunto de datos activo Filtro Peso Dividir archivo Núm. de filas del archivo de trabajo
Manipulación de los valores perdidos	Definición de los perdidos Los valores perdidos definidos por el usuario para las variables dependientes serán tratados como perdidos.


 OSCAR ROBLES VILLANUEVA.

Casos utilizados		Los estadísticos se basan en los casos que no incluyan valores perdidos en ninguna variable dependiente o factor utilizados: EXAMINE VARIABLES=T_PATR_RE T_EXP_RE_5 T_EXP_RE_10 /PLOT BOXPLOT STEMLEAF NPLOT /COMPARE GROUPS /STATISTICS DESCRIPTIVES /CINTERVAL 95 /MISSING LISTWISE /NOTOTAL.
Sintaxis		
Recursos	Tiempo de procesador 00:00:02.62 Tiempo transcurrido 00:00:02.21	

[Conjunto_de_datos1] E:\RACSO 2017\PROCESO DATOS ING. CIVIL - ANOVAS - 17-12-16\BOCANEGRA LOPEZ BB.SAV

Resumen del procesamiento de los casos

	Causos		Perdidos		Total	
	N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
T_PATR_RE	3	33.3%	6	66.7%	9	100.0%
T_EXP_RE_5	3	33.3%	6	66.7%	9	100.0%
T_EXP_RE_10	3	33.3%	6	66.7%	9	100.0%

Descriptivos

	Estadístico	Error ttp.
Media	233,2400	19,58731
Intervalo de confianza para la media al 95%	148,9626	
Mediana	317,5174	
Media recortada al 5%		
Varianza	234,7800	
Desv. ttp.	1150,989	
Mínimo	33,92622	
Máximo	198,57	
Rango	266,37	
Amplitud intercuantil	67,80	
Asimetría	-204	1,225
Currosis		
Media	248,7867	31,82857
Intervalo de confianza para la media al 95%	111,8394	
Mediana	385,7339	
Varianza	220,3100	
Desv. ttp.	3039,173	
Mínimo	55,12870	
Máximo	213,72	
Rango	312,33	
Amplitud intercuantil	98,61	
Asimetría	1,704	1,225

Handwritten signature

Curtoosis					
Media			227,5367		4,31708
Intervalo de confianza para la media al 95%			208,9618		
			246,1116		
Media recortada al 5%					
Mediana			229,5800		
Varianza			55,912		
Desv. tip.			7,47741		
Mínimo			219,25		
Máximo			233,78		
Rango			14,53		
Amplitud intercuartil					
Asimetría					
Curtoosis			-1,138		1,225

A. M. P. M.

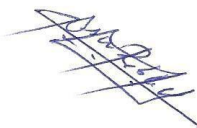
Pruebas de normalidad

	Kolmogorov-Smirnov			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
T_PATR_RE	,185	3	.	,998	3	,925
T_EXP_RE_5	,364	3	.	,800	3	,114
T_EXP_RE_10	,274	3	.	,944	3	,544


UNIAOVA RESISTENCIA BY SUSTITUCION DIAS_CURADO
 /METHOD=SSTYPE (3)
 /INTERCEPT=INCLUDE
 /POSTHOC=SUSTITUCION(TUKEY DUNCAN)
 /CRITERIA=ALPHA (0,05)
 /DESIGN=SUSTITUCION DIAS_CURADO.

Análisis de varianza univariante

Resultados creados		Notas
Comentarios		18-AUG-2017 12:49:02 E:\RACSO 2017\PROCESO DATOS ING. CIVIL - ANDOVAS - 17-12-16\BOCCANEGRA LOPEZ BB.sav
Entrada	Datos Conjunto de datos activo Filtro Peso Dividir archivo Núm. de filas del archivo de trabajo	<ninguno> <ninguno> <ninguno> <ninguno> 9
Tratamiento de los datos perdidos	Definición de perdidos Casos utilizados	Los valores perdidos definidos por el usuario se tratarán como perdidos. Los estadísticos se basan en todos los casos que incluyen datos válidos para las variables del modelo.



Sintaxis	<pre> UNIANOVA RESISTENCIA BY SUSTTUCION DIAS_CURADO /METHOD=SSTYPE(3) /INTERCEPT=INCLUDE /POSTHOC=SUSTTUCION(TUKEY DUNCAN) /CRITERIA=ALPHA(0.05) /DESIGN=SUSTTUCION DIAS_CURADO. </pre>
Recursos	<pre> Tiempo de procesador 00:00:00.03 Tiempo transcurrido 00:00:00.19 </pre>



[Conjunto_de_datos1] E:\RACSO 2017\PROCESO DATOS ING. CIVIL - ANOVAS - 17-12-16\BOCANEGRA LOPEZ BB.sav

Factores inter-sujetos

	Etiqueta del valor	N
SUSTTUCION	1 PATRON	3
	2 EXPERIMENTAL	3
	3 EXPERIMENTAL	3
DIAS_CURADO	1 3 DIAS	3
	2 7 DIAS	3
	3 28 DIAS	3

Pruebas de los efectos inter-sujetos

Variable dependiente: RESISTENCIA

Origen	Suma de cuadrados tipo III	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	6492,176	4	1623,044	2,382	,211
Intersección	503480,124	1	503480,124	738,847	,000
SUSTTUCION	725,789	2	362,895	,533	,624
DIAS_CURADO	5766,386	2	2883,193	4,231	,103
Error	2725,761	4	681,440		
Total	512698,061	9			
Total corregida	9217,937	8			

Pruebas post hoc
SUSTTUCION

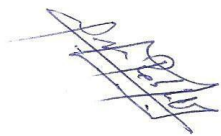
Comparaciones múltiples

Variable dependiente: RESISTENCIA

(I)SUSTTUCION	(J)SUSTTUCION	Diferencia de medias (I-J)	Error tip.	Sig.	Intervalo de confianza 95%	
					Límite inferior	Límite superior
PATRON	EXPERIMENTAL_5	-15,5467	21,31416	,761	-91,5101	60,4168
	EXPERIMENTAL_10	5,7033	21,31416	,962	-70,2601	81,6668
	PATRON	15,5467	21,31416	,761	-60,4168	91,5101
DHS de Tukey	EXPERIMENTAL_5	21,2500	21,31416	,617	-54,7134	97,2134
	EXPERIMENTAL_10	-5,7033	21,31416	,962	-81,6668	70,2601
	PATRON	-21,2500	21,31416	,617	-97,2134	54,7134

Subconjuntos homogéneos

RESISTENCIA		N	Subconjunto
			1
DHS de Tukey	EXPERIMENTAL_10	3	227,5367
	PATRON	3	233,2400
	EXPERIMENTAL_5	3	248,7867
	Sig.		,617
	EXPERIMENTAL_10	3	227,5367
	PATRON	3	233,2400
Duncan	EXPERIMENTAL_5	3	248,7867
	Sig.		,381



**ANEXO N°9: PANEL
FOTOGRAFICO**

RECOLECCIÓN DE MATERIAL



Foto N° 01: Visita al Sector La Carbonera, ubicado en el Distrito de Nuevo Chimbote, Provincia del Santa, para la recolección de la tusa de maíz.



Foto N°02: Proceso de pre-quemado de la tusa de maíz.



Foto N°03: Proceso de calcinación de la ceniza pre-quemada de tusa de maíz en la mufla a 670°C por 2 horas (según ensayo de la curva Calorimétrica ATD), en el Laboratorio de Mecánica de Suelos – USP)



Foto N°04: Proceso de molido de partículas grandes formadas por el fenómeno de cristalización (cambio brusco de temperatura) en la ceniza de tusa de maíz.



Foto N°05: Se procede a tamizar por la malla N°200 la ceniza calcinada de tusa de maíz, para eliminar impurezas.



Foto N°06: Obtención del agregado fino de la Cantera Vesique.



Foto N° 07: Agregado fino a utilizar en los ensayos correspondientes (50 kg).



Foto N°08: Se realizó el ensayo de Peso Unitario del agregado fino.



Foto N° 09: Tamices para el ensayo de granulometría del agregado fino.



Foto N° 10: Muestras del agregado fino, para proceder al ensayo de contenido de humedad del agregado fino.



Foto N° 11: Se procede a hacer el ensayo de absorción para eliminar el aire contenido en el agregado fino.

PROCESO DE ELABORACIÓN DE ESPECIMENES DE MORTEROS



Foto N° 12: Se pesó cemento, arena y agua para la elaboración del mortero



Foto N° 13: Se prosiguió a mezclar los materiales pesados durante un tiempo indicado en la NTP.



Foto N° 14: Se hace el ensayo de fluidez de la mezcla de mortero para determinar la trabajabilidad.



Foto N° 15: Se procede a la toma de datos para determinar el % de fluidez con el cual se trabajará el mortero.



Foto N° 16: Se alista el molde, para proceder al vaciado de mezcla.



Foto N° 17: Se elabora el mezclado de materiales según sus pesos correspondientes.



Foto N° 18: Se procede a vaciar la mezcla de mortero en el molde, y con el apisonador de madera se compacta 32 veces por cada cubo, en dos capas de vaciado.



Foto N° 19: Se hizo el vibrado para hacer uniformizar el vaciado y eliminar las burbujas de aire dentro de la mezcla



Foto N° 20: Se dejó encofrado los especímenes de mortero por 24 horas.



Foto N° 21: Después de haber transcurrido las 24 horas, se hizo el desencofrado de maneras cuidadosa, para así evitar daños en los especímenes de mortero.



Foto N° 22: Se prosiguió a hacer el curado de los especímenes de mortero, según las edades correspondientes.

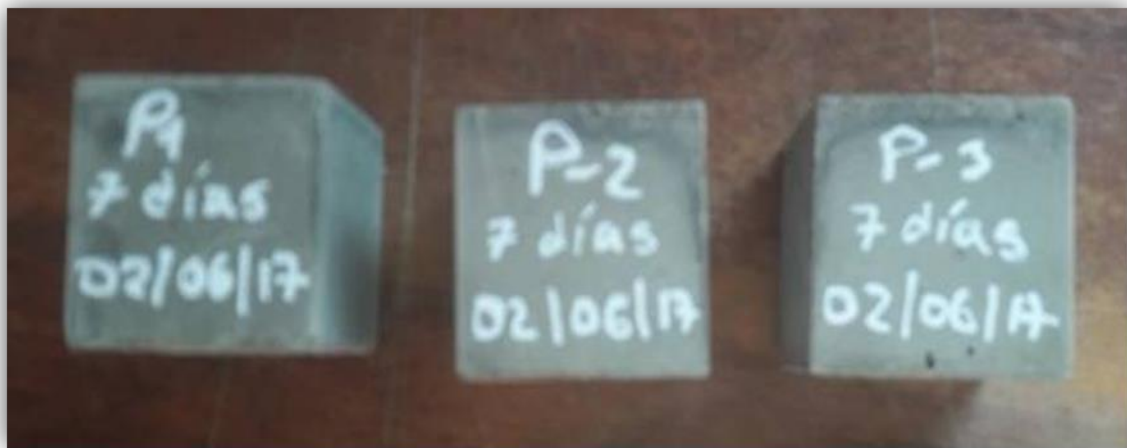


Foto N° 23: Especímenes de mortero patrón listos para los ensayos de rotura a la compresión.

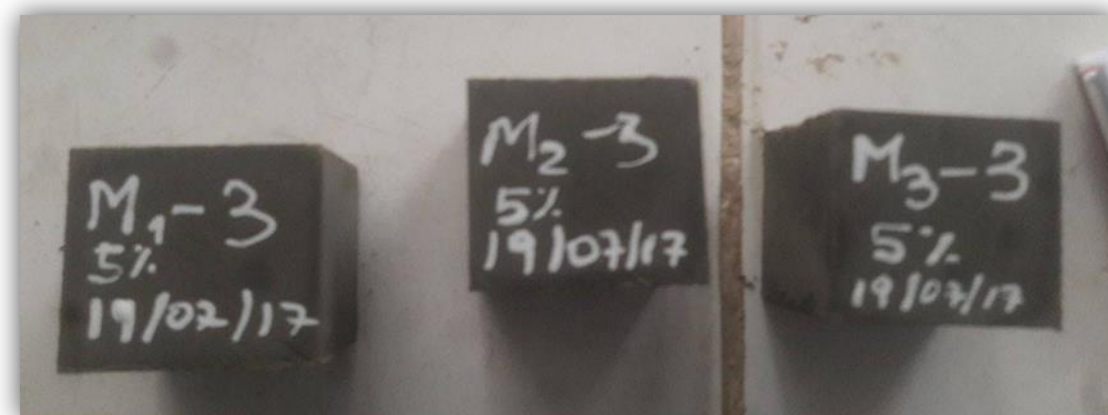


Foto N° 24: Especímenes de mortero experimental con 5% de adición de ceniza de tusa de maíz, listos para los ensayos de rotura a la compresión.

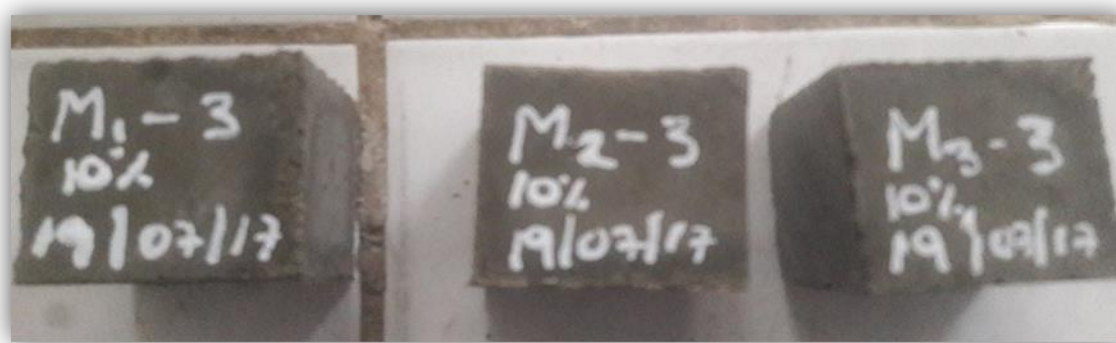


Foto N° 25: Especímenes de mortero experimental con 10% de ceniza de tusa de maíz, listos para los ensayos de rotura a la compresión.



Foto N° 26: Rotura a compresión de espécimen de mortero



Foto N° 27: Prensa donde se realizó las roturas de los especímenes de mortero (Laboratorio de Mecánica de Suelos y Ensayos de Materiales – USP)