

UNIVERSIDAD SAN PEDRO
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



**Resistencia de un concreto $f'c=210$ kg/cm² con sustitución de
cemento en 5% y 10% por ceniza de hoja de maíz**

Tesis para obtener el título profesional de ingeniero civil

Autor

Caro Briceño, Jose Ivan

Asesor

Solar Jara, Miguel

Chimbote – Perú
2018

PALABRAS CLAVES:

Tema	Resistencia de Concreto
Especialidad	Tecnología del concreto

KEYWORDS:

Topic	Concrete Resistance
Specialty	Concrete Technology

LINEA DE INVESTIGACIÓN:

Código	Línea
01.	Ingeniería
02.	Ingeniería y Tecnología
02.01	Ingeniería Civil

Resistencia de un concreto $f'c=210$ kg/cm² con sustitución de cemento en 5% y 10% por ceniza de hoja de maíz.

RESUMEN

El presente trabajo de grado evaluó el uso de las cenizas de Hojas de Maíz para mezclas de concreto como sustituto parcial del cemento Portland en 5% y 10% de su proporción y su influencia en la resistencia, diseñadas en base a una resistencia de 210 Kg/cm².

Se obtuvo la pérdida de masa y calorimetría mediante un Análisis Térmico lográndose determinar la temperatura de calcinación de las hojas de maíz a 400c°.

El análisis químico de las Cenizas de Hoja de Maíz activadas se realizó con el método de Fluorescencia de Rayos X, los resultados muestran un 55.355% de material cementante en la suma de óxidos ($\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{CaO}$) que es un valor importante. Se realizó el pH a las cenizas de Hoja de Maíz logrando obtener un pH = 10.93, es decir es material alcalino.

El concreto con sustitución del cemento por ceniza de hoja de maíz en 5% obtuvo una resistencia a la compresión de 80.97 %, 93.32% y 110.73% a 7,14 y 28 días de edad. Y con el 10% obtuvo una resistencia de 83.80%, 97.16%, 122.60% a 7, 14 y 28 días de edad.

Los resultados indican que podría utilizarse las cenizas de hojas de maíz, como sustituto parcial del cemento Portland en mezclas de concreto en sustituciones del 5% y 10%.

ABSTRACT

The present work of degree evaluated the use of the ashes of Corn leaves for concrete mixtures as partial substitute of the Portland cement in 5% and 10% of its proportion and its influence in the resistance, designed on the basis of a resistance of 210 Kg. / cm².

The loss of mass and calorimetry was obtained by means of a Thermal Analysis, being able to determine the calcination temperature of the corn leaves at 400 ° C.

The chemical analysis of the Activated Corn Leaf Ashes was done with the X-Ray Fluorescence method, the results show 55.355% of the cementing material in the sum of oxides (SiO₂ + Al₂O₃ + CaO) which is an important value. The pH was made to the ashes of Maize Leaf obtaining a pH = 10.93, that is, it is alkaline material.

Concrete with cement substitution by corn leaf ash in 5% obtained a resistance to compression of 80.97%, 93.32% and 110.73% at 7, 14 and 28 days of age. And with 10% obtained a resistance of 83.80%, 97.16%, 122.60% at 7, 14 and 28 days of age.

The results indicate that maize leaf ashes could be used as a partial substitute for Portland cement in concrete mixtures in substitutions of 5% and 10%.

INDICE

PALABRAS CLAVES.....	i
TITULO.....	ii
RESUMEN.....	iii
ABSTRACT	iv
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II.METODOLOGÍA DEL TRABAJO	27
III.RESULTADOS.....	39
IV.ANÁLISIS Y DISCUSIÓN.....	57
V.CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	61
VI.AGRADECIMIENTOS	63
VII.REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	64
VIII.APENDICE Y ANEXOS	67

INDICE DE TABLAS

Contenido	Pág.
Tabla 1. Resistencia a la Compresión de las Cenizas de Hojas de Maíz (águila & sosa,2008)	1
Tabla 2. Resistencia a la Compresión de las Cenizas de Hojas de Maíz (Fernández ,2009)	2
Tabla 3. Componentes Químicos del Cemento Portland.....	3
Tabla 4. Compuestos Químicos del Cemento Portland.....	6
Tabla 5. Componentes químicos del cemento Pacasmayo Tipo I.....	9
Tabla 6. Propiedades físicas del cemento Pacasmayo Tipo I.....	9
Tabla 7. Relación Agua/Cemento por Resistencia.....	14
Tabla 8. Tolerancias de Ensayos de los Especímenes.....	18
Tabla 9. Características Químicas de las Cenizas de Hojas de Maíz.....	22
Tabla 10. Producción de Maíz a Nivel Nacional.....	23
Tabla 11. Producción de Maíz a Nivel Local.....	24
Tabla 12. Operalización de Variables.....	25
Tabla 13. Técnicas e Instrumentos.....	29
Tabla 14. Resultados Composición Química en Óxidos de la ceniza de Hoja de Maíz.....	40
Tabla 15. Resultados pH de los Materiales Cementantes.....	40
Tabla 16. Granulometría del Agregado Fino.....	41
Tabla 17. Granulometría del Agregado Grueso.....	41
Tabla 18: Peso Unitario Suelto del Agregado Fino.....	42
Tabla 19: Peso Unitario Suelto del Agregado Grueso.....	42
Tabla 20. Peso Unitario Compactado del Agregado Fino.....	43
Tabla 21. Peso Unitario Compactado del Agregado Grueso.....	43
Tabla 22. Gravedad Especifica y Absorción del Agregado Grueso.....	43
Tabla 23. Gravedad Especifica y Absorción del Agregado Fino.....	44
Tabla 24. Contenido de Humedad del Agregado Fino.....	44
Tabla 25. Contenido de Humedad del Agregado Grueso.....	44
Tabla 26. Peso Específico Cemento 95% +Ceniza de Hoja de Maíz 5%.....	45
Tabla 27. Peso Específico Cemento 90% +Ceniza de Hoja de Maíz 10%.....	45
Tabla 28. Peso Específico Cemento de la Ceniza de Hoja de Maíz	45
Tabla 29. Ensayo a Compresión 7 días (Patrón).....	49
Tabla 30. Ensayo a Compresión 14 días (Patrón).....	49
Tabla 31. Ensayo a Compresión 28 días (Patrón).....	50
Tabla 32. Resumen de Resistencias del Concreto Patrón.....	50
Tabla 33. Ensayo a Compresión 7 días (Experimental 5%).....	51
Tabla 34. Ensayo a Compresión 14 días (Experimental 5%).....	51
Tabla 35. Ensayo a Compresión 28 días (Experimental 5%).....	52
Tabla 36. Resumen de Resistencias del Concreto Experimental 5%.....	52
Tabla 37. Ensayo a Compresión 7 días (Experimental 10%).....	53
Tabla 38. Ensayo a Compresión 14 días (Experimental 10%).....	53
Tabla 39. Ensayo a Compresión 28 días (Experimental 10%).....	54

Tabla 40. Resumen de Resistencias del Concreto Experimental 10%	54
Tabla 41. Resistencias a la Compresión de los Concretos.....	55
Tabla 42. Comparación del Contenido de Potasio en la Ceniza.....	58

INDICE DE FIGURAS

Contenido	Pág.
Figura 1. Molde para Determinar el Asentamiento.....	16
Figura 2. Tipos de Fallas en Especímenes.....	19
Figura 3. Cantidad de Probetas de la Investigación.....	28
Figura 4: Curva de Pérdida de Masa.....	39
Figura 5. Curva Calorimétrica.....	39
Figura 6. Gráfica de las Resistencias del Concreto Patrón vs las Edades de Curado.....	50
Figura 7. Gráfica de las Resistencias del Experimental 5% vs las Edades de Curado.....	52
Figura 8. Gráfica de las Resistencias del Experimental 10% vs las Edades de Curado.....	54
Figura 9. Resistencias Patrón Vs Experimentales.....	59

I.INTRODUCCION

Los antecedentes citados para esta Investigación son los siguientes

Águila & Sosa (2008), en su investigación concluye que la ceniza de hoja de maíz se puede utilizar como sustituto parcial del cemento Portland en la elaboración de concretos ordinarios. La Ceniza de Hoja de Maíz presentó cerca de un 48 % de Sílice, que si bien no es muy alto, es un valor Importante. La ceniza de Hoja de Maíz experimentó un ligero incremento en su resistencia a compresión para pequeños porcentajes de sustitución y en general se puede apreciar que se logra hasta el 10 % sin afectaciones mayores de la resistencia.

Tabla 1: Resultados de Resistencia a la Compresión de las Cenizas de Hojas de Maíz.

Muestra	% De Ceniza	Resistencia 28 Días (Kg/Cm2)	
Cemento 100%	0	413	
	10	425	
	15	397	
	Cemento Ceniza de Hoja De Maíz	20	398
		25	381
		30	367

Fuente: **Águila & Sosa (2008)**

Fernández (2009), señala que el porcentaje óptimo de sustitución de cemento por ceniza de hoja de maíz es de 10 %, debido a que con el mismo se obtuvo un incremento en la resistencia compresión de 1,10 % en función de la mezcla patrón diseñada para una resistencia a la compresión de 350 kg/cm2 a los 28 días. En segunda instancia la sustitución del 15 % de cemento por ceniza de hoja de maíz es aplicable, generó resultados de resistencia a compresión bastante cercanos a los de la mezcla patrón, sólo se vio disminuida en un 2,01 %. La mezcla con sustitución 20 % de cemento por ceniza de hoja de maíz obtuvo los resultados menos favorables, con una disminución del 10 % de la resistencia a compresión respecto a la mezcla patrón, razón por la cual no es recomendable.

Con la sustitución parcial de cemento Portland por ceniza de hoja de Maíz, obtenida mediante la metodología descrita en este trabajo especial de grado y con las proporciones aquí mencionadas, se obtienen mezclas de concreto con un índice de actividad puzolánica aceptable.

Tabla 2: Resultados de Resistencia a la Compresión de las Cenizas de Hojas de Maíz.

Mezcla	Resistencia a la Compresión(kg/cm ²)	
	14 días	28 días
Patrón	340	348
10 % ceniza	350	352
15% ceniza	339	341
20% ceniza	316	313

Fuente: Fernández (2009)

-Escalera, Paya, Borrachero, Soriano & Monzo (2012) empleó las cenizas de maíz a un 10% para sustitución del cemento en una mezcla de mortero en la que se obtuvo una cierta reactividad puzolánica que ha logrado obtener resistencias a la compresión muy cercanos al patrón. Con los resultados experimentales de las amasadas de morteros, se ha confirmado el carácter puzolánico de las cenizas. Además, nos indica que el fenómeno de sinterización se ve favorecido a temperaturas superiores a 600°C.

- La justificación para la elaboración de esta investigación fue la siguiente:

El presente trabajo de investigación busca una alternativa de reemplazo para los materiales que se utilizan en la construcción, en este caso aplicado a mezclas de concreto con sustitución de la proporción del cemento por ceniza de hoja de maíz, con el fin de mejorar su resistencia a partir de residuos de la industria agrícola.

Este estudio beneficiará a nuestra localidad dando la posibilidad de emplear concretos con contenido de hojas de maíz como sustituto parcial del cemento Portland en elementos estructurales es una opción a considerar para la construcción de viviendas de interés social, mejorando las construcciones tanto estructuralmente como económicamente.

La elaboración de esta investigación servirá para determinar si es conveniente el uso de las cenizas de hojas de Maíz de la zona de Cambio Puente, en la mejora de la resistencia a la compresión de probetas de concreto, teniendo en cuenta que el maíz se produce en gran cantidad a nivel local y nacional, con lo cual podrá emplearse este residuo agrícola por la población para la elaboración de concreto y ahorrar en cemento. Por lo tanto, no solo se justifica esta investigación en beneficio del campo de la construcción en la mejora de la resistencia de las estructuras de concreto, sino también la comunidad en el aprovechamiento de este residuo agrícola obteniendo un material económico y amigable con el medio ambiente.

-La problemática encontrada para la realización de esta investigación, fue la siguiente:

El concreto es el material que tiene el mayor uso en la construcción de edificios e infraestructura y diversas obras de construcción civil a nivel mundial. El constante crecimiento de la población, que a su vez demanda infraestructura de vivienda, Para dicha demanda, es necesario encontrar otras alternativas para la mejora de las construcciones.

En el Perú en la actualidad la autoconstrucción de viviendas de albañilería confinada es alta con tendencia a incrementarse , y uno de los elementos más usados en la construcción de viviendas es el concreto esto origina que la mayoría de la población compre sus materiales donde el cemento es el principal elemento para la elaboración de concreto en la construcción, Para los sectores de altos ingresos hay actualmente una sobreoferta de viviendas mientras que para los sectores de menos recursos la vivienda es inaccesible; en estos últimos sectores es donde se ven afectados por los precios de los materiales de construcción, la autoconstrucción sigue siendo la alternativa constructiva más factible, sin embargo, debe contar con el apoyo técnico y financiero adecuado, permitiendo elevar el nivel de vida de la población con menos recursos.es por eso innovar en nuevos materiales que cumplan con los estándares para la construcción y a la vez sean económicos

En nuestra localidad es muy común la construcción albañilería confinada la cual tiene una gran demanda de cemento para la elaboración del concreto en las estructuras y a la vez se practica mucho la autoconstrucción en las viviendas ,la población tiende a comprar materiales que cuentan con un costo elevado en el mercado por eso que se plantea la búsqueda de nuevos materiales en este caso un cemento puzolanico agrícola que cumplan con los estándares de calidad con el fin de mejorar las viviendas y además utilizar los residuos agrícolas que se genera en nuestra localidad disminuyendo el impacto ambiental.

Es por ello que planteamos el siguiente problema de investigación:

¿Cuál será la resistencia de un concreto $f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$ cuando se sustituye el cemento en 5% y 10% por Ceniza de Hoja de Maíz?

Después de haber identificado la problemática, se procedió a la conceptualización y Operación de variables.

concreto

El concreto, es una mezcla homogénea de cemento, agua, arena y grava y en algunos casos de aditivos. Es actualmente el material más empleado en la industria de la construcción por su duración, resistencia, impermeabilidad, facilidad de producción y economía. El concreto es una roca fabricada por el hombre, diseñada y producida de acuerdo a normas establecidas para fines y aplicaciones que se requieren en un proyecto determinado y con las características de economía, facilidad de colocación, velocidad de fraguado y apariencia adecuada según su aplicación. El concreto presenta como las piedras naturales una alta resistencia a la compresión, pero una baja resistencia a la tracción (generalmente es el 10% de su resistencia a los esfuerzos de compresión) por lo cual se refuerza con varillas de acero, para que sean éstas las que soporten tales esfuerzos (concreto armado).Se ha considerado que en la determinación de la calidad de concreto intervienen aproximadamente 200 variables de las cuales unas son inherentes al diseño y otras al proceso de fabricación; por lo anterior, la dosificación y producción del concreto es un trabajo complejo en el que se deben seguir las normas establecidas respecto a dosificación y calidad del agregado y proceso

de fabricación; y en la medida en que se adapten tecnologías foráneas a las condiciones propias de la región, empleando materiales nativos y soluciones autóctonas, se ganará en economía. (Gutiérrez, 2003 p.33)

Componentes del Concreto

- Cemento

El cemento portland es un polvo finamente molido, compuesto principalmente por silicatos de calcio y, en menor proporción, por aluminatos de calcio, que, mezclado con agua se combina, fragua y endurece a temperatura ambiente, tanto al aire como bajo el agua.

El cemento es un material básico para la edificación y la ingeniería civil.

Su principal propiedad es la de formar masas pétreas resistentes y duraderas cuando se mezcla con áridos y agua. El endurecimiento de la mezcla ocurre transcurrido un cierto tiempo desde el momento en que se realiza la mezcla, lo que permite dar forma (moldear) la piedra artificial resultante. Estas tres cualidades (moldeable, resistente, duradera) hacen que los productos derivados del cemento tengan una gran aplicación en la construcción de infraestructuras y otros elementos constructivos. (San Juan & Chinchón, 2014, p.4)

Componentes Químicos del cemento Portland

Los componentes químicos del cemento Portland según (Torre,2004) se expresan por el contenido de óxidos, en porcentajes. Los principales óxidos son: la cal, sílice, alúmina y el óxido férrico, siendo el total de éstos del 95% al 97%. En pequeñas cantidades también se presentan otros óxidos: la magnesia, el anhídrido sulfúrico, los álcalis y otros de menor importancia. Así tenemos:

Tabla 3: Componentes Químicos del Cemento Portland

Oxido Componente	Porcentaje	Abreviatura
CaO	58% - 67%	C
SiO ₂	16% - 26%	S
Al ₂ O ₃	4% - 8%	A
Fe ₂ O ₃	2% - 5%	F
SO ₃	0.1% - 2.5%	
MgO	1% - 5%	
K ₂ O y Na ₂ O	0% - 1%	
Mn ₂ O ₃	0% - 3%	
TiO ₂	0% - 0.5%	
P ₂ O ₅	0% - 1.5%	
Perdida por calcinación	0.5% - 3%	

Fuente: Torre (2004)

Compuestos Químicos del Cemento Portland

Durante la calcinación en la fabricación del Clinker de cemento Portland los óxidos se combinan con los componentes ácidos de la materia prima entre si dando lugar a cuatro importantes compuestos. Los principales compuestos que constituyen aproximadamente el 90-95% del cemento, también se presentan en menores cantidades, otros compuestos secundarios. (torre,2004, pag.10)

Tabla 4: Compuestos Químicos del Cemento Portland

Compuestos	Formula	Abreviatura	Porcentaje
Silicato tricálcico	3 CaO.SiO ₂	C3S	30% a 50%
Silicato dicálcico	2 CaO.SiO ₂	C2S	15% a 30%
Aluminato tricálcico	3 CaO.Al ₂ O ₃	C3A	4% a 12%
Aluminoferrito tetracálcico	4 CaO.Al ₂ O ₃ .Fe ₂ O ₃	C4AF	8% a 13%
Cal Libre	CaO		
Magnesia Libre	MgO		

Fuente: Torre (2004)

Según La Torre 2004 estos compuestos en presencia del agua se hidratan y forman nuevos compuestos que forman la infraestructura de la pasta de cemento endurecido en el concreto y son:

Silicato Tricálcico (C3S), conocido también como alita.

- Se hidrata y endurece rápidamente
- Es el más importante de los compuestos del cemento
- Determina la rapidez o velocidad de fraguado
- Determina la resistencia inicial del cemento
- Libera gran cantidad de calor de hidratación es equivalente a 120 cal/gr. Este compuesto tiene mucha importancia en el calor de hidratación de los cementos
- Contribuye una buena estabilidad de volumen
- Contribuye a la resistencia al intemperismo.

Silicato Dicálcico (C2S), conocido también como belita.

- Contribuye con las resistencias a edades mayores a una semana
- Por su porcentaje en el clinker es el segundo en importancia
- Se hidrata y endurece con lentitud
- Alcanza elevada resistencia a la compresión a largo plazo (después de prolongado endurecimiento)
- El valor de hidratación es equivalente a 63 cal/gr
- Contribuye a la resistencia al intemperismo junto al C3S
- Su contribución a la estabilidad de volumen es regular

Aluminato Tricálcico (C3A)

- Es el primero en hidratarse, o sea fragua con mucha rapidez (hidratación violenta).
- Libera gran cantidad de calor durante los primeros días de la hidratación
- Incide levemente en la resistencia mecánica
- Tiene baja resistencia al intemperismo (acción del hielo y deshielo)
- Tiene mala estabilidad de volumen
- Escasa resistencia a la acción del ataque de los sulfatos y ataques químicos

- Calor de hidratación equivalente a 207 cal /gr.

Ferro Aluminato Tetracalcico (C4AF)

- Reduce la temperatura de formación del clinker
- Rápida velocidad de hidratación
- El calor de hidratación es equivalente a 100 cal/gr (moderado)
- En la resistencia mecánica no esta definida su influencia
- La estabilidad de volumen es mala
- Influye en el color final del cemento

El Silicato Tricálcico (C3S) y el Silicato Dicálcico (C2S) constituye el 75% del cemento. Por eso la resistencia mecánica se debe a éstos dos compuestos.

Propiedades Físicas del Cemento

Las propiedades físicas del cemento Portland permiten conocer su bondad como material cementante.

-Peso Específico: (ASTM C 188-95) El peso específico del cemento se determina generalmente con el frasco de Le Chatelier. Este frasco permite determinar el volumen correspondiente a un cierto peso de cemento por el desplazamiento un líquido colocado dentro del frasco.

El líquido empleado es el petróleo o gasolina, ya que no es posible emplear agua pues el cemento iniciaría sus reacciones de fraguado.

El peso específico del cemento varía entre límites estrechos, siendo su valor de 2.90 a 3.15 g/cm³.

-Finura: La finura del cemento es un factor que junto con la composición química tiene influencia definitiva en la mayor parte de las propiedades del cemento, principalmente en lo que se refiere a resistencia. El aumento de la finura incrementa la velocidad de hidratación del cemento y produce mayor resistencia inicial y más rápida generación de calor. Como la finura tiene una influencia definitiva sobre muchas de las propiedades del cemento, al aumentarla se incrementa la resistencia mecánica, particularmente las resistencias a corta edad, disminuye la expansión en

autoclave, aumenta la trabajabilidad y cohesión del concreto, aumenta la impermeabilidad y la resistencia al congelamiento y deshielo.(Aguilar ,s.f ,p.32)

Cemento Portland Tipo I:De acuerdo a lo recomendado por la Norma ASTM C 150.

- **Tipo I:** destinado a obras en general, que le exigen propiedades especiales.

El cemento empleado para la presente investigación fue el cemento Portland Tipo I Pacasmayo.

Tabla 5: Componentes químicos del cemento Pacasmayo Tipo I

Componentes		CPSAA	Requisitos NTP. 334.009 / ASTM C150
MgO	%	2.2	Máximo de 6.0
SO ₃	%	2.8	Máximo de 3.0
Perdida por Ignición	%	3.0	Máximo de 3.5
Residuos Insolubles	%	0.73	Máximo de 1.5

Fuente: Cementos Pacasmayo S.A.A. (2016)

Tabla 6: Propiedades físicas del cemento Pacasmayo Tipo I

Componentes		CPSAA	Requisitos NTP. 334.009 / ASTM C150
Contenido de Aire	%	8	Máximo de 12
Expansión en Autoclave	%	0.10	Máximo de 0.80
Superficie Especifica	cm ² /g	3770	Mínimo de 2800
Densidad	g/ml	3.12	No especifica

Fuente: Cementos Pacasmayo S.A.A. (2016)

Agua para la Mezcla

El agua es un componente esencial en las mezclas de concreto, pues permite que el cemento desarrolle su capacidad ligante. Para cada cuantía de cemento existe una cantidad de agua del total de la agregada que se requiere para la hidratación del cemento; el resto del agua sólo sirve para aumentar la fluidez de la pasta para que cumpla la función de lubricante de los agregados y se pueda obtener la manejabilidad adecuada de las mezclas frescas. El agua utilizada en la elaboración del concreto debe ser apta para el consumo humano, libre de sustancias como aceites, ácidos, sustancias alcalinas y materias orgánicas.

Algunas de las sustancias que con mayor frecuencia se encuentran en las aguas y que inciden en la calidad del concreto son:

- Las aguas que contengan menos de 2.000 p.p.m. de sólidos disueltos generalmente son aptas para hacer concretos; si contiene mas de esta cantidad deben ser ensayadas para determinar sus efectos-sobre la resistencia del concreto.
- Si se registra presencia de carbonatos y bicarbonatos de sodio o de potasio en el agua de la mezcla, estos pueden reaccionar con el cemento produciendo rápido fraguado; en altas concentraciones también disminuyen la resistencia del concreto.
- Un alto contenido de cloruros en el agua de mezclado puede producir corrosión en el acero de refuerzo o en los cables de tensionamiento de un concreto preesforzado.
- El agua que contenga hasta 10.000 p.p.m de sulfato de sodio puede ser usada sin problemas para el concreto.
- Las aguas ácidas con PH por debajo de 3 pueden crear problemas en el manejo y deben ser evitadas en lo posible.
- Cuando el agua contiene aceite mineral (petróleo) en concentraciones superiores a 2%, puede reducir la resistencia del concreto en un 20%.(Gutierrez,2013, pag.46)

Agregados

Conjunto de partículas de origen natural o artificial, que pueden ser tratados o elaborados, y cuyas dimensiones están comprendidas entre los límites fijados. Se les llama también áridos. (NTP.400.011)

Agrega Fino:

Es el agregado proveniente de la desintegración natural o artificial, que pasa el tamiz normalizado 9,5 mm (3/8 pulg) y queda retenido en el tamiz normalizado 74 μ m N° 200 (NTP.400.011); deberá cumplir con las siguientes propiedades:

- **Peso Unitario:** 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 cubico. (N.T.P 400.017)

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 validación 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:** 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, cribándola a través de las 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 que de acuerdo a la forma como están distribuidos sus tamaños tienen influencia directa sobre el comportamiento del cemento fresco y endurecido. (N.T.P 400.012)
- **Módulo de Fineza** 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 -3.10. Las arenas 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 retenidos acumulados de los tamices: N°4, 8, 16, 30, 50 y 100, dividiendo entre 100; del ensayo granulométrico. de la forma siguiente:

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

- **Contenido de Humedad:** 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 a este coincide se multiplica por 100. Los agregados usualmente son considerados en un estado saturado y superficialmente seco, es decir con todos sus poros abiertos y llenos de agua y libre de humedad superficial, siendo una condición ideal para fines prácticas de diseño y dosificación ya que se supone que los agregados no añaden ni quitan agua a la mezcla. (ASTM D-2216)
- **Gravedad Específica y Absorción:** 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 saturado con superficie seca; condición del equilibrio. Es una medida de la porosidad del agregado y su valor máximo permite saber cuánto de agua tomara el agregado en la mezcla del concreto. La absorción en el agregado fino no suele exceder del 5%. (N.T.P. 400.022)

Agregado Grueso:

Es el agregado retenido en el tamiz normalizado 4,75mm (N° 4) proveniente de la desintegración natural o mecánica de la roca. (NTP.400.011), debe cumplir con las siguientes propiedades:

- **Peso específico:** Esta propiedad es un indicador de la calidad del agregado; el peso específico no será menor de 2.6, correspondientes a agregados de buena calidad, mientras que valores que el menor indicado son de mala calidad (porosos, débiles y absolutamente con mayor cantidad de agua, etc). La norma ASTM C-127 indica el procedimiento para determinar el peso específico del agregado grueso.

- **Peso unitario:** El peso unitario de un agregado es el peso de un volumen establecido, considerando los vacíos que se encuentran en su interior; se expresa como el peso de material por cubo. El peso unitario se expresa en dos formas: el suelto y el compactado, generalmente se expresa en kilos por metro cubico. Su cálculo tanto para suelto como para compactado lo determina la norma en mención. (N.T.P. 400.017)

Peso unitario suelto: el agregado se llena continuamente hasta completar un volumen establecido sin ningún tipo de compactación. El peso unitario varía con el contenido de humedad. Este incrementa en el agregado grueso cuando incrementa su contenido de humedad.

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.

- **Granulometría:** el agregado grueso deberá estar graduado dentro de los límites establecidos en la Norma, la granulometría seleccionada deberá ser perfectamente continua y deberá permitir obtener la máxima densidad del concreto con una adecuada trabajabilidad en función de las condiciones de colocación de la mezcla. (N.T.P. 400.012)

- **Contenido de humedad:** 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 en 110°C, entre el peso de la materia; y a este cociente se multiplica por 100. (ASTM D-2216)

- **Gravedad Específica y Absorción:** Una muestra de agregado es sumergida en agua por aproximadamente 24 horas para esencialmente llenar los poros. Después la muestra se retira del agua, se seca la superficie de las partículas y se determina su masa, enseguida el volumen de la muestra se determina por el método de desplazamiento de agua. Finalmente, la muestra se seca en el horno y se determina su masa. Usando las masas obtenidas y las fórmulas de este método de prueba, es posible calcular la densidad, densidad relativa (gravedad específica) y la absorción. La gravedad específica es usada para calcular el volumen ocupado por el agregado

en mezclas que contienen agregados. Los valores de absorción son usados para calcular el cambio en la masa de un agregado debido al agua absorbida en los espacios internos de los poros de las partículas, comparados con la condición seca, cuando es considerado que el agregado ha estado en contacto con agua lo suficiente para aprovechar al máximo el potencial de absorción. (ASTM C-127)

Requisitos de uso:

El agregado grueso deberá estar conformado por partículas limpias, de perfil preferente angular o semi-agunlar, duras, compactas, resistentes, y de textura preferentemente rugosa.

Las partículas deben estar de tierra, polvo limo, humos, escamas materia orgánica, sales u otras sustancias dañinas.

Relación Agua Cemento(A/C):

Existen dos criterios (por resistencia, y por durabilidad) para la selección de la relación a/c, de los cuales se elegirá el menor de los valores, con lo cual se garantiza el cumplimiento de los requisitos de las especificaciones. Es importante que la relación a/c seleccionada con base en la resistencia satisfaga también los requerimientos de durabilidad. (Laura ,2006)

Por Resistencia: Para concretos preparados con cemento Portland Tipo I o cementos comunes, puede tomarse la relación a/c de la tabla N°7.

Tabla 7: Relación Agua/Cemento por Resistencia.

Resistencia a la compresión a los 28 días (kg / cm2) f'cr	Relación Agua / Cemento De Diseño En Peso	
	Concreto sin Aire Incorporado	Concreto con Aire Incorporado
150	0.80	0.71
200	0.70	0.61
250	0.62	0.53
300	0.55	0.46
350	0.48	0.40
400	0.43	---
450	0.38	---

Fuente: ACI

Propiedades Del Concreto

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

-Trabajabilidad:

La resistencia del hormigón se ve seriamente afectada por el grado de compactación por ello la consistencia de la mezcla debe permitir su transporte, colocación y terminación sin segregación y eliminar las burbujas de aire atrapado en la hormigonera.

Definición de Trabajabilidad: Es la cantidad de trabajo interno útil que se necesita para producir una compactación completa de la mezcla de hormigón. Se habla de trabajo útil porque parte de la energía se gasta en vibrar los encofrados, capas de hormigón ya compactadas o endurecidas. Para describir el estado fresco del hormigón se emplea el término "consistencia" que es la relativa movilidad o habilidad del hormigón o mortero para fluir. Los términos trabajabilidad y consistencia tienen parecido, pero miden distintas características. Dos hormigones de igual consistencia (igual asentamiento) pueden tener distinta trabajabilidad en el caso que uno contenga canto rodado y otro piedra partida. Este último será menos trabajable porque su forma y textura originan una mayor fricción interna, que dificulta su movilidad y compactación. También esto se cumple en el caso de hormigones con y sin aire intencionalmente incorporado. Las burbujas de aire incorporado disminuyen la fricción interna de la mezcla. (carrasco,2013, pag.5)

- Asentamiento del Concreto Slump (MTC E 705):

Equipos:

- Molde: Debe ser metálico, inatacable por el concreto, con espesor de lámina no inferior a 1,14 mm (0,045"). Su forma interior debe ser la superficie lateral de un tronco de cono de 203 ± 2 mm ($8" \pm 1/8"$) de diámetro en la base mayor, 102 ± 2 mm ($4" \pm 1/8"$) de diámetro en la base menor y 305 ± 2 mm ($12" \pm 1/8"$) de altura. Las bases deben ser abiertas, paralelas entre sí y perpendiculares al eje del cono. El molde debe estar provisto de agarraderas y de dispositivos para sujetarlo con

los pies, como se indica en la Figura N°01. La costura de la lámina debe ser esencialmente como la indicada en la Figura N°01. El interior del molde debe estar libre de abolladuras, ser liso y sin protuberancias.

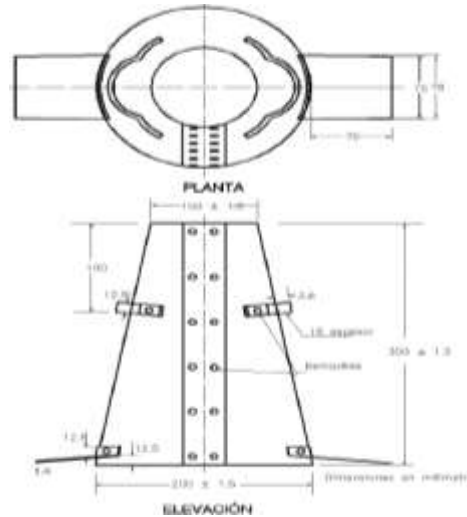


Figura 1: Molde para Determinar el Asentamiento.

- Varilla compactadora – Debe ser de hierro liso, cilíndrica, de 16 mm (5/8") de diámetro y de longitud aproximada de 600 mm (24"); el extremo compactador debe ser hemisférico con radio de 8 mm(5/16").
- Wincha.

Procedimiento:

1. Se humedece el molde y se coloca sobre una superficie horizontal rígida, plana, húmeda y no absorbente. Se sujeta firmemente con los pies y se llena con la muestra de concreto en tres capas, cada una de ellas de un tercio del volumen del molde, aproximadamente. Un tercio del volumen del molde corresponde, aproximadamente, a una altura de 67 mm; dos tercios del volumen corresponden a una altura de 155 mm.
2. Cada capa debe compactarse con 25 golpes de la varilla, distribuidos uniformemente sobre su sección transversal. Para la capa del fondo es necesario inclinar ligeramente la varilla dando aproximadamente la mitad de los golpes cerca del perímetro y avanzando con golpes verticales en forma de espiral, hacia el centro. La capa del fondo se debe compactar en todo su espesor; las capas

intermedia y superior en su espesor respectivo, de modo que la varilla penetre ligeramente en la capa inmediatamente inferior.

3. Al llenar la capa superior se debe apilar concreto sobre el molde antes de compactar. Si al hacerlo se asienta por debajo del borde superior, se debe agregar concreto adicional para que en todo momento haya concreto sobre el molde. Después que la última capa ha sido compactada se debe alisar a ras la superficie del concreto. Inmediatamente el molde es retirado, alzándolo cuidadosamente en dirección vertical. El concreto del área que rodea la base del cono debe ser removido para prevenir interferencia con el proceso de asentamiento. El alzado del molde debe hacerse en un tiempo aproximado de 5 ± 2 segundos, mediante un movimiento uniforme hacia arriba, sin que se imparta movimiento lateral o de torsión al concreto.

La operación completa, desde que se comienza a llenar el molde hasta que se retira, se debe hacer sin interrupción en un tiempo máximo de 2 minutos 30 segundos.

El ensayo de asentamiento se debe comenzar a más tardar 5 minutos después de tomada la muestra.

4. Inmediatamente después, se mide el asentamiento, determinando la diferencia entre la altura del molde y la altura medida sobre el centro original de la base superior del espécimen.

Si ocurre un derrumbamiento pronunciado o desprendimiento del concreto hacia un lado del espécimen, se debe repetir el ensayo sobre otra porción de la muestra. Si dos ensayos consecutivos sobre una muestra de concreto dan este resultado, el concreto carece probablemente de la plasticidad y cohesión necesarias para que el ensayo de asentamiento sea aplicable.

Resistencia a la Compresión

La resistencia mecánica del concreto frecuentemente se identifica con su resistencia a compresión, debido a que por un lado es la propiedad mecánica más sencilla y practica de determinar y por otro, esta representa la condición de carga en la que el concreto exhibe mayor capacidad para soportar esfuerzos, de modo que la mayoría de las veces los elementos estructurales se diseñan con el fin de obtener el mayor provecho a esta propiedad. (López & Montejo,2001, pág. .38)

Resistencia a la Compresión de Testigos Cilíndricos (MTC 704)

1. El ensayo de compresión de muestras curadas en agua se debe hacer inmediatamente después de que éstas han sido removidas del lugar de curado.
2. Las muestras se deben mantener húmedas utilizando cualquier método conveniente, durante el período transcurrido desde su remoción del lugar de curado hasta cuando son ensayadas. Se deberán ensayar en condición húmeda.
3. Todos los especímenes de una edad determinada, se deben romper dentro de las tolerancias indicadas a continuación:

Tabla 8: Tolerancias de Ensayos de los Especímenes

Edad de Ensayo	Edad de Ensayo
12 horas	0.25 ó 2.1%
24 horas	±0.5 horas ó 2.1%
3 días	2 horas ó 2.28%
7 días	6 horas ó 3.6%
28 días	20 horas ó 3.0%
56 días	40 horas ó 3.0%
90 días	2 días ó 2.2%

Fuente: MTC-704

4. Colocación de la Muestra: Se coloca el bloque de carga inferior sobre la plataforma de la máquina de ensayo, directamente debajo del bloque superior. Se limpian con un paño las superficies de los bloques superior e inferior y se coloca el espécimen sobre el bloque inferior.

Se alinea cuidadosamente el eje del espécimen con el centro de presión del bloque superior. El bloque con rótula se debe rotar inmediatamente antes de proceder al ensayo, para asegurar la libertad de movimiento requerida.

Antes de ensayar el espécimen se debe verificar que el indicador de carga esté ajustado en cero.

5. Velocidad de Carga: Se aplica la carga continuamente sin golpes bruscos. La carga se deberá aplicar a una velocidad correspondiente a una tasa de aplicación de carga comprendida en el rango de $0,25 \pm 0,05$ MPa/s (35 ± 7 psi/s). La velocidad escogida se debe mantener, al menos, durante la segunda mitad del ciclo de ensayo, para la fase de carga prevista. Sin embargo, no se deberá ajustar la velocidad de movimiento a medida que se está alcanzando la carga última y la tasa de aplicación de carga decrece debido al agrietamiento del cilindro.

Durante la aplicación de la primera mitad de la fase de carga prevista, se permite una velocidad de carga mayor, siempre que ésta se controle para evitar cargas por impacto

6. Se aplica la carga hasta que el indicador señale que ella comienza a decrecer de manera continua y el cilindro muestra un patrón de falla bien definido. (Fig.2)

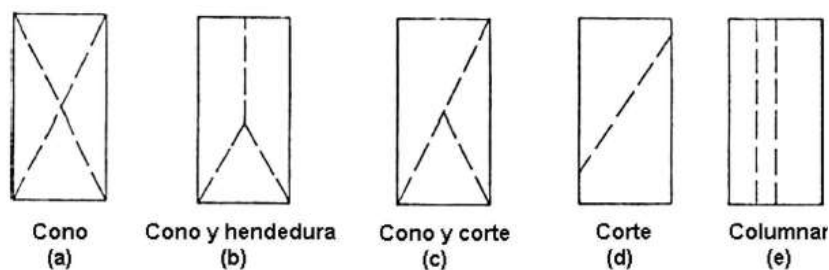


Figura 2: Tipos de Fallas en Especímenes

Fuente: MTC-704

Si se usa una máquina equipada con un detector de rotura del espécimen no se permitirá su reconexión hasta que la carga haya caído a un valor menor de 95% de la máxima. Cuando se ensayan cilindros sin refrentar, puede ocurrir una fractura de esquina antes de alcanzar la carga última; en tal caso se debe continuar la compresión hasta que se tenga la certeza de haber alcanzado la carga última.

Se registra la carga máxima soportada por el cilindro durante el ensayo y se anota el patrón de falla de acuerdo con los modelos de la Figura N°02, si se ajusta a alguno de ellos. En caso contrario se harán un dibujo y una descripción del tipo de falla producido.

Si la resistencia medida es muy inferior a la esperada, se examina el cilindro para detectar zonas con vacíos o con evidencias de segregación o si la fractura atraviesa partículas del agregado grueso y se verifican, también, las condiciones del refrentado.

Maíz

El maíz es una planta cultivada desde la antigüedad, hace más de 7000 años. Su origen parece situarse en la zona de México, donde se han encontrado los vestigios más antiguos. El maíz es una planta anual, de verano, de porte robusto y con un rápido desarrollo. En nuestro entorno se siembra normalmente entre abril y junio y se cosecha en otoño, a partir de octubre. Respecto a sus características botánicas, el maíz pertenece a las monocotiledóneas gramíneas.

Las raíces son fasciculadas y robustas y su misión es, además de aportar alimento a la planta, ser un perfecto anclaje de la planta que se refuerza con la presencia de raíces adventicias. El tallo tiene aspecto de caña, con los entrenudos rellenos de una médula esponjosa, erecto, sin ramificaciones y de elevada longitud pudiendo alcanzar los 4 metros de altura. El maíz tiene escasa capacidad de ahijamiento, de hecho la aparición de algún hijo es un efecto no deseado que perjudica la capacidad productiva. Las hojas son alternas, paralelinervias y provistas de vaina que nace de cada nudo (gramínea). El número de hojas depende de la variedad y del ciclo, de la época de siembra, etc.pero, aunque podrían llegar hasta 30, lo normal en nuestras condiciones es que haya un máximo de 15 hojas. Parece que el número de hojas está relacionado con el potencial de producción.

El maíz es una planta monoica, tiene flores masculinas y flores femeninas separadas pero en el mismo pie. La flor masculina tiene forma de panícula y está situada en la parte superior de la planta. La flor femenina, la futura mazorca, se

sitúa a media altura de la planta. La flor está compuesta en realidad por numerosas flores dispuestas en una ramificación lateral, cilíndrica y envuelta por falsas hojas, brácteas o espatas. Los estilos de cada flor sobresalen de las brácteas formando las sedas. Cada flor fecundada formará un grano que estará agrupado en torno a un eje grueso o zulo. El número de granos y de filas de la mazorca dependerá de la variedad y del vigor del maíz. (ortaz,2008,pag 1)

Propiedades Físicas De Las Hojas De Maiz

Del análisis físico realizados por Águila & Sosa (2008) de la universidad central Venezuela, observa que las cenizas de hoja de maíz tienen una gravedad específica o peso específico mucho menor que el cemento. La baja gravedad específica de las cenizas puede llevar a una ligera reducción en el peso del concreto, lo cual podría representar una ventaja económica y constructiva al tener concretos livianos. Por otra parte, la ceniza de hoja de maíz mostró una superficie específica superior a la del cemento, nos dan un índice de la que se necesita menos tiempo de molienda a diferencia del cemento convencional. Esta finura es importante a la hora de medir la reactividad del material.

Propiedades Químicas De Las Hojas De Maíz

Del análisis químico realizado por Águila & Sosa (2008) de la universidad central de Venezuela, el elemento más importante es el porcentaje de sílice en la ceniza, pues es éste el que le otorga la capacidad puzolánica a la ceniza. Se presenta 47,62% de sílice, la ceniza de hoja de maíz presentó cerca de un 48 % de sílice, que si bien no muy alto, es un valor aceptable. Se aprecian porcentajes relativamente altos de humedad (4,53%) y pérdida al fuego (17,67%). Estos valores podrían reducirse si se perfeccionan los procesos de producción del material, con lo cual se incrementaría apreciablemente el porcentaje de sílice.

Como elemento negativo se aprecia un porcentaje relativamente alto de álcalis, lo cual puede convertirse en un problema cuando se utilicen agregados que tengan capacidad

de reacción con ellos. Si bien el Na₂O se mantiene en valores bajos, el K₂O se presenta en un 9,51%, un nivel considerable, sobre todo si se compara con el del cemento.

Tabla 9: Características Químicas de las Cenizas de Hojas de Maíz

OXIDOS	%
SiO ₂	47.62
Al ₂ O ₃	0.00
Fe ₂ O ₃	1.58
CaO	5.16
MgO	4.12
SO ₃	0.90
K ₂ O	9.51
Na ₂ O	0.33
ZnO	0.06
MnO	0.28

Fuente: Águila & Sosa (2008)

Se observa porcentajes de óxido de silicio (47.62%), óxido de calcio (5.16%) como componentes puzolánicos, al sumar estos componentes se tendría un total de 52.78 % de material cementante que es un valor importante.

Además, se percibe que presenta el componente Óxido de Potasio con un porcentaje de 9.51%, lo cual sería un elemento perjudicial para el concreto porque afecta a la durabilidad al reaccionar el potasio con los agregados y formar la reacción álcali-sílice.

Se consideró que los otros componentes no afectarían la sustitución del cemento por ceniza de hoja de maíz debido a que representan porcentajes por debajo del 1%.

Producción de Maíz a Nivel Nacional

La producción nacional de maíz para el año 2016 fue de 1232383 toneladas, a nivel nacional sobresalen Lima (17%) siendo uno de los principales, seguido Ica (14%), La Libertad (13%), Áncash (9%), Loreto (9%) Lambayeque (8%), San Martín (8%), y otros departamentos (22%). La producción nacional de maíz se concentra en quince departamentos (98%) y se presume que deberá mantenerse esta tendencia en los próximos años.

Tabla 10: Producción de Maíz a Nivel Nacional

Región	Superficie cosechada (ha)				Producción (t)				Rendimiento (t/ha)		
	2015	2016	Var. %	Part % 2016	2015	2016	Var. %	Part % 2016	2015	2016	Var. %
Nacional	297,588	267,576	-10	100	1,438,562	1,232,383	-14	100	5	5	-5
Amazonas	11,754	12,171	4	5	27,843	27,938	0	2	2	2	-3
Ancash	16,251	16,440	1	6	118,914	107,605	-10	9	7	7	-11
Apurímac	1,164	2,157	85	1	2,222	3,963	78	0	2	2	-4
Arequipa	164	194	18	0	1,305	1,367	5	0	8	7	-11
Ayacucho	897	863	-4	0	2,079	1,919	-8	0	2	2	-4
Cajamarca	19,346	18,507	-4	7	63,323	61,636	-3	5	3	3	2
Cusco	2,743	2,866	4	1	4,659	4,680	0	0	2	2	-4
Huancavelica	265	268	1	0	393	411	5	0	1	2	3
Huánuco	11,447	10,864	-5	4	42,054	43,096	2	3	4	4	8
Ica	17,675	17,741	0	7	181,321	167,414	-8	14	10	9	-8
Junín	5,999	5,588	-7	2	17,863	17,893	0	1	3	3	8
La Libertad	27,219	19,083	-30	7	233,056	165,517	-29	13	9	9	1
Lambayeque	23,604	16,532	-30	6	138,890	101,809	-27	8	6	6	5
Lima	26,550	21,567	-19	8	255,108	205,482	-19	17	10	10	-1
Lima Metrop.	180	59	-67	0	1,629	513	-69	0	9	9	-4
Loreto	35,959	36,446	1	14	104,857	106,771	2	9	3	3	0
Madre de Dios	5,292	4,135	-22	2	12,612	10,543	-16	1	2	3	7
Moquegua	67	51	-24	0	265	179	-32	0	4	4	-11
Pasco	4,611	3,911	-15	1	8,205	6,562	-20	1	2	2	-6
Piura	16,543	16,608	0	6	65,010	61,666	-5	5	4	4	-6
Puno	2,368	2,435	3	1	4,002	4,124	3	0	2	2	0
San Martín	53,883	46,616	-13	17	122,233	102,265	-16	8	2	2	-3
Tacna	10	21	110	0	28	52	86	0	3	2	-12
Tumbes	908	1,024	13	0	2,585	3,186	23	0	3	3	9
Ucayali	12,691	11,429	-10	4	28,106	25,790	-8	2	2	2	2

Fuente: SIEA

Producción de Maíz a Nivel Local

El cultivo en el valle del Santa, cuya producción se orienta a la agroindustria de alimentos balanceados. En el 2016 en Ancash se cultivaron 16.4 mil hectáreas que dieron una producción de 107.61 mil toneladas, representando el 9 por ciento del total nacional.

Tabla 11: Producción de Maíz a Nivel Local

Región	Superficie cosechada (ha)				Producción (t)				Rendimiento (t/ha)		
	2015	2016	Var. %	Part % 2016	2015	2016	Var. %	Part % 2016	2015	2016	Var. %
Ancash	16,251	16,440	1	6	118,914	107,605	-10	9	7	7	-11

Fuente: SIEA

Acceso

Los Plantaciones de Maíz se encuentran en la localidad de Cambio Puente, Provincia del Santa, departamento de Ancash.

Se encuentran en abundancia ubicados en dicha zona, luego de ser cosechados el maíz la planta es desechada de donde se extraen las hojas, teniendo un fácil acceso a ellas para su recolección en los terrenos agrícolas de la zona.

Para esta investigación se extrajo las Hojas de Maíz de la Parcela ubicada en Cambio Puente con Coordenadas UTM 17S 768604E 9005214N.

Tabla 12: Operalización de Variables

Variable	Definición Conceptual	Definición Operacional	Indicador
Independiente: Porcentajes de Ceniza Hoja de Maíz	La calcinación a temperatura controlada de las hojas hoja de Maíz, genera cenizas puzolanicas es decir con alto contenido de sílice y aluminio en su composición química, componentes que dan resistencia aun concreto.	Cantidad de sustitución o reemplazo del cemento en una mezcla de concreto.(el autor) Cantidad de SIO2 y AL2O3 en la composición química de óxidos de la ceniza de hoja de maíz.	Porcentaje de sustitución (%) Gramos, kilogramos Porcentaje de Composición (%)
Dependiente: Resistencia del concreto	La resistencia a la compresión de un concreto se puede definir como la máxima resistencia medida de un espécimen a la carga axial. Generalmente se expresa en kilogramos por centímetro cuadrado (Kg/cm2) a una edad de 28 días se le designa con el símbolo f'c. La resistencia del concreto a la compresión es una propiedad física fundamental, y es frecuentemente empleada en los cálculos para diseño de estructuras.(Aguilar, Rodríguez & Sermeño 2009)	Aplicar una carga axial de compresión al cilindro moldeado (Probeta) a una razón que está dentro del rango prescrito antes de que la falla ocurra. El esfuerzo de compresión del espécimen es calculado dividiendo la carga máxima obtenida durante el ensayo por el área de la sección transversal del espécimen.(ASTM C-39)	Kg/cm2 Mpa

Fuente: El Autor

La hipótesis de esta investigación fue planteada de la siguiente manera:

La sustitución del 5% y 10% del cemento por cenizas de hojas de maíz en un concreto $f'c=210$ kg/cm² aumentaría su resistencia.

Los objetivos se plantearon de la siguiente manera:

Objetivo General

Determinar la “resistencia” de un concreto sustituyendo al cemento en un 5% y 10% por cenizas de hojas de maíz, en comparación a un concreto convencional $f'c=210$ kg/cm².

Objetivos Específicos

- Determinar la temperatura de calcinación de las Hojas de Maíz mediante el Análisis Térmico Diferencial.
- Determinar la composición química de las cenizas de Hojas de Maíz activadas térmicamente a través de un análisis de fluorescencia de rayos X (**FRX**).
- Determinar el pH de las cenizas de Hojas de Maíz y de la mezcla cemento- hoja de maíz.
- Determinar la relación A/C para la mezcla de concreto patrón y experimentales.
- Determinar la resistencia a la compresión a los 7, 14, 28 días del concreto patrón y experimentales.
- Analizar y comparar resultados para determinar el grado de relación y variación entre la resistencia y los porcentajes de sustitución de las cenizas de hoja de maíz.

II.METODOLOGIA DE TRABAJO

El tipo y diseño de investigación, fue la siguiente:

El tipo de investigación fue aplicada y explicativa, porque los resultados obtenidos sirvieron para la solución de problemas relacionados a la construcción, específicamente a las propiedades del concreto, explicando cómo se comporta la resistencia (variable dependiente) cuando se sustituye el cemento por porcentajes de ceniza de Hoja de Maíz (variable independiente).

El diseño fue Experimental de nivel Cuasi-Experimental porque se implementó este nuevo diseño de concreto sustituyendo cemento por cenizas de Hoja de Maíz al 5% y 10% como una nueva alternativa para un diseño de mayor resistencia; así mismo mediante los medios que se utilizó para obtener nuestros datos, fueron métodos experimentales.

Para ello se procedió hacer probetas para ver la resistencia del concreto, de manera convencional y sustituyendo al cemento por el 5% y 10% por Ceniza de Hoja de Maíz.

Ambos ensayos se ejecutaron en el Laboratorio de Suelos de la Universidad San Pedro de Chimbote, observando y debatiendo los resultados con técnicos profesionales en el ámbito de diseño del concreto.

ESQUEMA:

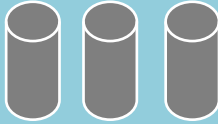
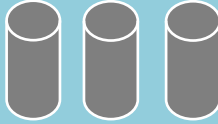
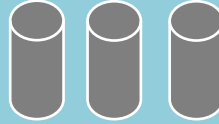
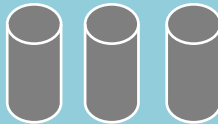
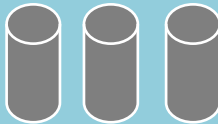
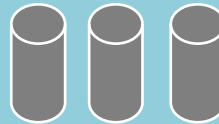
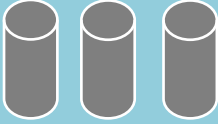
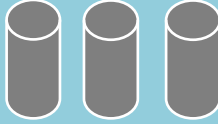

DÍAS DE CURADO	Resistencia a Compresión con porcentajes de sustitución de cenizas de Hoja de Maíz		
	0 %	5 %	10%
07 DIAS			
14 DIAS			
28 DIAS			

Figura 3: Cantidad de Probetas de la Investigación.

Fuente: El Autor

-Para esta investigación se tuvo como población al conjunto de probetas de concreto según el estándar de construcción establecido $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$.

La población fue constituida: Conjunto conformado por probetas cilíndricas realizadas de manera convencional y aplicando el diseño experimental (sustitución de ceniza de hoja de maíz)

-La muestra fue constituida por 27 especímenes de concreto (probetas) con un diseño de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ de manera convencional y experimental (ceniza de hoja de maíz a 5% y 10%); según la norma **ASTM C192** que nos dice que se deben elaborar tres o más especímenes para cada edad y condición del ensayo.

La muestra ha sido de la siguiente manera:

- 09 especímenes de concreto patrón (0% de ceniza). las cuáles fueron evaluados para su resistencia a la compresión a los 7, 14 y 28 días de curado.

- 09 especímenes de concreto experimental (5% de ceniza), las cuales fueron evaluados para su resistencia a la compresión a los 7,14,28 días de curado
- 09 especímenes de concreto experimental (10% de ceniza), las cuales fueron evaluados para su resistencia a la compresión a los 7,14,28 días de curado.

TÉCNICAS E INSTRUMENTOS

Tabla 13: Técnicas e Instrumentos

TECNICA	INSTRUMENTO
Observación	Guía de observación Resumen. Fichas técnicas del laboratorio de las pruebas a realizar.

Fuente: El Autor

Teniendo en cuenta así que los materiales que se usó en nuestro diseño de probetas de concreto necesitaron ser evaluados por una serie de ensayos ya que estos determinaron si los materiales eran buenos para nuestra mezcla de concreto a utilizar, por ello se tomó en cuenta los siguientes ensayos:

Ensayos que se realizó al concreto convencional y al concreto experimental sustituido en 5% y 10% del cemento por cenizas de hoja de Maíz, curado, tiempo de fraguado, relación de agua / cemento (a/c), tipo de cemento, tipo de agregados, tipo de agua de mezcla.

Los Instrumentos se tomaron con respecto a los siguientes ensayos:

- Ensayo Granulométrico del Agregado fino
- Ensayo Granulométrico del Agregado grueso
- Ensayo de Gravedad Específico y Absorción del Agregado Fino
- Ensayo de Gravedad Específica y Absorción del Agregado Grueso
- Ensayo de Peso Unitario del Agregado Fino

- Ensayo de Peso Unitario del Agregado Grueso
- Contenido de Humedad del Agregado Fino
- Contenido de Humedad del Agregado Grueso
- Diseño de Mezcla.
- Prueba de Asentamiento del concreto.
- Elaboración de Especímenes de concreto.
- Curado de Especímenes de concreto.
- Ensayo a la compresión de los especímenes (Rotura).

También se realizaron ensayos a la ceniza de hoja de Maíz, para determinar sus propiedades físicas y químicas.

Los instrumentos para la ceniza de Hoja de Maíz fueron tomados con respecto a los siguientes ensayos:

- Ensayo de alcalinidad de la ceniza de Hoja de Maíz y su mezcla con los porcentajes de 5% y 10 % de sustitución del cemento Portland Tipo I.
- Ensayo de Fluorescencia de Rayos X de la Ceniza de Hoja de Maíz, para determinar sus componentes Químicos en óxidos.
- Ensayo de Peso Específico de la mezcla (5% y 10% ceniza de hoja de maíz y cemento).

La Guía de Registro realizados, para ver el avance de los especímenes de concreto se tomó de acuerdos a los 7, 14 y 28 días.

Para proceso y análisis de los datos, obtenidos en el laboratorio de Mecánica de Suelos se calculó e interpretó con la ayuda de los programas informáticos como el Excel. Los ensayos se realizaron con la ayuda de expertos en laboratorio de suelos para el posible estudio e interpretación de los resultados. Se utilizó equipos digitales como cámara fotográfica, filmadora y demás instrumentos que permitieron registrar y evidenciar lo planteado en la presente investigación.

La recolección, proceso y análisis de esta investigación fue:

Recolección de las hojas de maíz

Las hojas de maíz fueron la materia prima base de la presente investigación, éste material permitió obtener la ceniza necesaria para usarlas en mezclas de concreto con una dosis de ceniza de 5% y 10%, como sustitución a la cantidad del cemento Portland.

El material fue extraído de las parcelas de la localidad de cambio puente-Chimbote, parcela con coordenadas UTM 17S 768604E 9005214N donde la plantación de maíz es abundante en la zona. Se extrajo las hojas en estado seco producto de la cosecha del cultivo.

Recolección De Agregados:

Se recolectó el agregado fino (Arena) y el agregado grueso (piedra) de la Cantera “Rubén”, ubicada en la zona Nor-Oeste de la ciudad de Chimbote, colindante con el cerro de la juventud, perteneciente al Distrito de Chimbote, en la Carretera Panamericana Norte Km. 436 Zona Industrial los Pinos (Antes del Túnel de Coishco).

Análisis Térmico Diferencial:

El ensayo de Análisis Térmico Diferencial (ATD), sirvió para determinar a que temperatura el material (hoja de Maíz), logró activarse, este ensayo se realizó en los laboratorios de Polímeros-Facultad de Ingeniería de Materiales de la Universidad Nacional de Trujillo.

procedimiento:

1°) Consistió en pulverizar las hojas manualmente con la ayuda de un mortero.

2°) Luego pasar el material por la malla organiza

3°) posteriormente pasarlo por la malla N°200, quedando así el material listo

4°) Luego se procedió a pesar 10 gr del material

5°) Finalmente dicha muestra se llevó al Laboratorio de Polímeros de la Facultad de Ingeniería de Materiales de la Universidad Nacional de Trujillo(UNT).

Prequemado De Las Hoja De Maíz:

Este proceso consistió en quemar las hojas de maíz con el fin de disminuir el volumen del material, ya que las hojas presentan más volumen que peso, este proceso se realizó en una olla de barro, finalmente se obtuvo el material en forma de ceniza la cual tuvo la característica de ser de color oscura.

Calcinación:

Este proceso consistió en calcinar las cenizas de hojas maíz en mufla a temperatura controlada para su activación térmica; para este proceso se utilizó una mufla ubicada en el laboratorio de Mecánica de suelos de la Universidad Privada San Pedro. se calcinó el material por el periodo de 1 hora a una temperatura de 400 °C según el ATD.

Fluorescencia De Rayos X (FRX):

El ensayo de Fluorescencia de Rayos X, sirvió para determinar la composición química del material (Ceniza de hoja de Maíz activada), este ensayo se realizó en la facultad de ciencias físicas de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos-Lima.

Procedimiento:

1°) Molienda de las cenizas activadas de hoja de maíz, este proceso se realizó manualmente con la ayuda de un mortero acrílico, con el fin de darle una finura similar al cemento.

2°) Tamizado del material que consistió en pasar la muestra por la malla organza y posteriormente por la malla #200.

Considerando que la ceniza de hoja de maíz es un sustituto parcial del cemento Portland tipo I, en este estudio se procuró que el tamaño de las partículas de ambos componentes fuesen lo suficientemente similares, por lo tanto, se procedió a tamizar con el fin de obtener una partícula con un diámetro menor a 75 micras, es decir, que resulte del pasante de la malla No. 200 con el fin de garantizar una óptima interacción de las partículas del cemento y las puzolanas.

Ensayo de Ph:(Ceniza Hoja de Maíz y Mezcla):

El ensayo de pH, sirvió para medir la intensidad ácida o alcalina del material (ceniza de hoja de maíz activada), este ensayo se realizó en el laboratorio Colecibi-Nuevo Chimbote. La escala de pH va de 0 a 14, siendo acida las sustancias con $pH < 7$ y alcalinas las $pH > 7$, el $pH = 7$ es neutro.

Se ensayaron tres muestras, se procedió a pesar de 10 gr de ceniza de hoja de maíz activada, 10gr de mezcla (5% ceniza de hoja de maíz activada y 95% cemento) y 10 gr de mezcla (10% ceniza de hoja de maíz y 90% de cemento) para el ensayo de pH.

Ensayos Agregado Fino (Arena):

Los agregados que se utilizó en nuestro diseño de mezcla de concreto fueron evaluados por una serie de ensayos ya que estos determinaron si son aptos para nuestra mezcla de concreto.

Por ello se realizó en el Laboratorio de Mecánica Suelos de la universidad San Pedro los siguientes ensayos a la arena:

- Ensayo Granulométrico del Agregado Fino.
- Ensayo de Gravedad Específico y Absorción del Agregado Fino
- Ensayo de Peso Unitario (Suelto y compactado) del Agregado Fino
- Contenido de Humedad del Agregado Fino

Ensayos Agregado Grueso (Piedra)

Los agregados que se utilizó en nuestro diseño de mezcla de concreto fueron evaluados por una serie de ensayos ya que estos determinaron si estos eran aptos para nuestra mezcla de concreto.

Por ello se realizó en el Laboratorio de Mecánica Suelos de la universidad San Pedro los siguientes ensayos al agregado grueso (piedra):

- Ensayo Granulométrico del Agregado Grueso.
- Ensayo de Gravedad Específico y Absorción del Agregado Grueso.
- Ensayo de Peso Unitario (Suelto y compactado) del Agregado Grueso.

- Contenido de Humedad del Agregado Grueso.

Elaboración de Probetas Patrón

Para la elaboración de las probetas de concreto patrón $f'c=210$ kg/cm² se utilizó cemento Portland Tipo I Pacasmayo, y agregados de la cantera Rubén y agua de acuerdo a las proporciones del diseño de mezcla calculado, y moldes de forma cilíndrica para la elaboración de los especímenes.

En todo el proceso se realizó una serie de actividades las cuales guardaron estrecha relación entre sí; las cuales se realizaron cuidadosamente para lograr un buen producto final en este caso las probetas de concreto y se detallan a continuación:

Procedimiento:

1°) Pesado de los componentes de la mezcla (arena, piedra, cemento, agua): de acuerdo a las proporciones del diseño de mezcla de concreto. se realizó el peso exacto de cada uno de los materiales con la ayuda de una balanza electrónica.

2°) Mezclado de los materiales: la mezcla de concreto se realizó con la ayuda de una mezcladora realizando un adecuado mezclado de los componentes del concreto.

3°) Slump del concreto fresco: a la mezcla de concreto se le realizó el slump en donde para una mezcla de consistencia plástica se recomienda un asentamiento de 3" a 4", obteniéndose para esta el concreto patrón un slump de 3.5" con una relación $a/c=0.68$

4°) Colocación de la mezcla en los moldes: se procedió a colocar la mezcla en tres capas varillando 25 veces por capa y golpes con ayuda de un martillo de goma por el contorno de los moldes con el fin de eliminar burbujas de aire y realizar un correcto vaciado de la mezcla.

5°) Desencofrado de probetas: al finalizar el llenado y darles el acabado a las probetas se procedió a desmoldarlas luego de 24 horas.

6°) Curado de probetas: luego de desencofrar las probetas y estar el concreto en estado endurecido, se procede a realizar el respectivo curado de los especímenes en sumersión en agua.

7°) Dimensiones y Pesado de los Especímenes: se procedió a tomar las medidas de los diámetros de cada probeta y su respectivo peso.

Elaboración de Probetas Experimentales 5%

Para la elaboración de las probetas de concreto experimentales $f'c=210$ kg/cm² se utilizó cemento Portland Tipo I Pacasmayo, cenizas de hojas de maíz y agregados de la cantera Rubén y agua de acuerdo a las proporciones del diseño de mezcla calculado, y moldes de forma cilíndrica para la elaboración de los especímenes.

En todo el proceso se realizó una serie de actividades las cuales guardaron estrecha relación entre sí; las cuales se realizaron cuidadosamente para lograr un buen producto final en este caso las probetas de concreto y se detallan a continuación:

Procedimiento:

1°) Pesado de los componentes de la mezcla (cemento, ceniza, arena, piedra, agua) de acuerdo a las proporciones del diseño de mezcla de concreto.

2°) Mezclado de la ceniza y el cemento: que consistió en combinar el cemento con la ceniza de hoja de maíz en sustitución del 5%.

Este mezclado se realizó por partes, es decir se dividió en partes iguales tanto el peso del cemento y la ceniza y se iban mezclando una por una, esto se realizó para lograr un mejor mezclado cemento-ceniza y una mayor reactividad de la ceniza.

3°) Mezclado de los materiales: la mezcla de concreto se realizó con la ayuda de una mezcladora realizando un adecuado mezclado de los componentes del concreto.

4°) Slump del concreto fresco: a la mezcla de concreto se le realizó el slump en donde para una mezcla de consistencia plástica se recomienda un asentamiento de 3" a 4". obteniendo para el experimental 5% un slump de 3.5". con una relación $a/c=0.68$

5°) Colocación de la mezcla en los moldes: se procedió a colocar la mezcla en tres capas varillando 25 veces por capa y golpes con ayuda de un martillo de goma por el contorno de los moldes con el fin de eliminar burbujas de aire y realizar un correcto llenado de la mezcla

6°) Desencofrado de probetas: al finalizar el llenado y darles el acabado a las probetas se procedió a desencofrarlas luego de 24 horas.

7°) Curado de probetas: luego de desencofrar las probetas y estar el concreto en estado endurecido, se procedió a realizar el respectivo curado en sumersión en agua.

8°) Dimensiones y Pesado de los Especímenes: se procedió a tomar las medidas de los diámetros de cada probeta y su respectivo peso.

Elaboración de Probetas Experimentales 10%

Para la elaboración de las probetas de concreto experimentales $f'c=210$ kg/cm² se utilizó cemento Portland Tipo I Pacasmayo, cenizas de hojas de maíz y agregados de la cantera Rubén y agua de acuerdo a las proporciones del diseño de mezcla calculado, y moldes de forma cilíndrica para la elaboración de los especímenes.

En todo el proceso se realizó una serie de actividades las cuales guardaron estrecha relación entre sí; las cuales se realizaron cuidadosamente para lograr un buen producto final en este caso las probetas de concreto y se detallan a continuación:

Procedimiento:

1°) Pesado de los componentes de la mezcla (cemento, ceniza, arena, piedra, agua) de acuerdo a las proporciones del diseño de mezcla de concreto.

2°) Mezclado de la ceniza y el cemento: que consistió en combinar el cemento con la ceniza de hoja de maíz en sustitución del 10 %.

Este mezclado se realizó por partes, es decir se dividió en partes iguales tanto el peso del cemento y la ceniza y se iban mezclando una por una, esto se realizó para lograr un mejor mezclado cemento-ceniza y una mayor reactividad de la ceniza.

3°) Mezclado de los materiales: la mezcla de concreto se realizó con la ayuda de una mezcladora realizando un adecuado mezclado de los componentes del concreto.

4°) Slump del concreto fresco: a la mezcla de concreto se le realizó el slump en donde para una mezcla de consistencia plástica se recomienda un asentamiento de 3" a 4". obteniendo para el experimental 10% un slump de 3.5" este slump se logró al aumentar la relación agua cemento a 0.71 agregando agua en 50 mililitros por probeta.

5°) Colocación de la mezcla en los moldes: se procedió a colocar la mezcla en tres capas varillando 25 veces por capa y golpes con ayuda de un martillo de goma por el contorno de los moldes con el fin de eliminar burbujas de aire y realizar un correcto llenado de la mezcla

6°) Desencofrado de probetas: al finalizar el llenado y darles el acabado a las probetas se procedió a desencofrarlas luego de 24 horas.

7°) Curado de probetas: luego de desencofrar las probetas y estar el concreto en estado endurecido, se procedió a realizar el respectivo curado en sumersión en agua.

8°) Dimensiones y Pesado de los Especímenes: se procedió a tomar las medidas de los diámetros de cada probeta y su respectivo peso.

Ensayo de Compresión de Probetas de Concreto

El ensayo de compresión consistió en llevar las probetas a la falla y registrar la carga de rotura en el área de contacto, para determinar el esfuerzo de compresión.

Dicho ensayo se realizó en el Laboratorio de Mecánica de Suelos de la Universidad San Pedro Chimbote, tanto para las probetas patrón y experimentales a las edades de 7,14 y 28 días.

Procedimiento:

1) El ensayo de compresión de muestras curadas en agua se debe hacer inmediatamente después de que éstas han sido removidas del lugar de curado.

2) Las muestras se deben mantener húmedas utilizando cualquier método conveniente, durante el período transcurrido desde su remoción del lugar de curado hasta cuando son ensayadas. Se deberán ensayar en condición húmeda.

3) Colocación de la Muestra: Se coloca el bloque de carga inferior sobre la plataforma de la máquina de ensayo, directamente debajo del bloque superior. Se limpian con un paño las superficies de los bloques superior e inferior y se coloca el espécimen sobre el bloque inferior.

Se alinea cuidadosamente el eje del espécimen con el centro de presión del bloque superior. El bloque con rótula se debe rotar inmediatamente antes de proceder al ensayo, para asegurar la libertad de movimiento requerida.

III.RESULTADOS

RESULTADOS ADT

CURVA DE PÉRDIDA DE MASA - ANÁLISIS TERMO GRAVIMÉTRICO

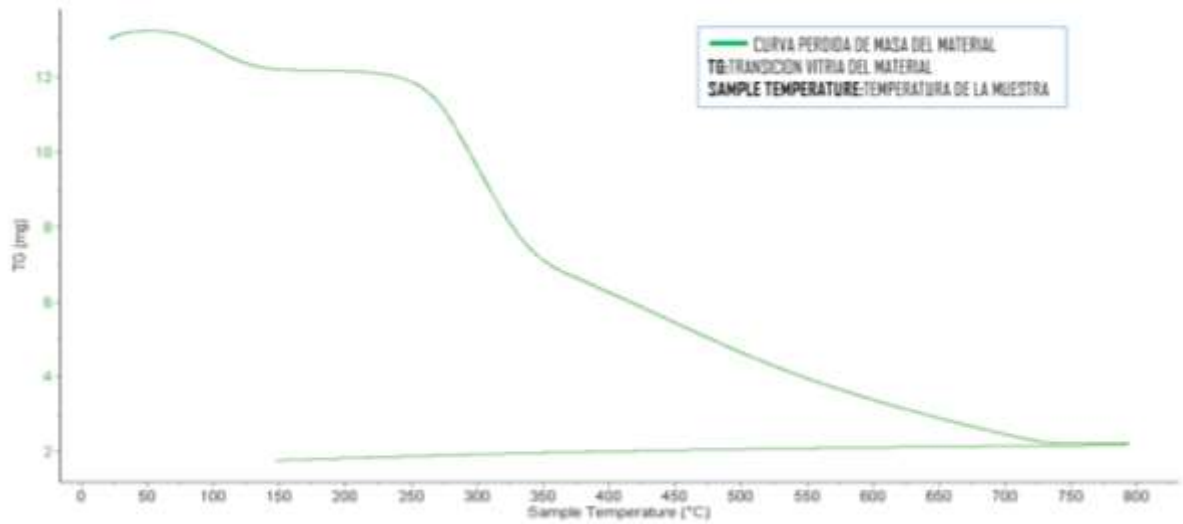


Figura 4: Curva de Pérdida de Masa
Fuente: Laboratorio de Polímeros - UNT

CURVA CALORIMÉTRICA DSC

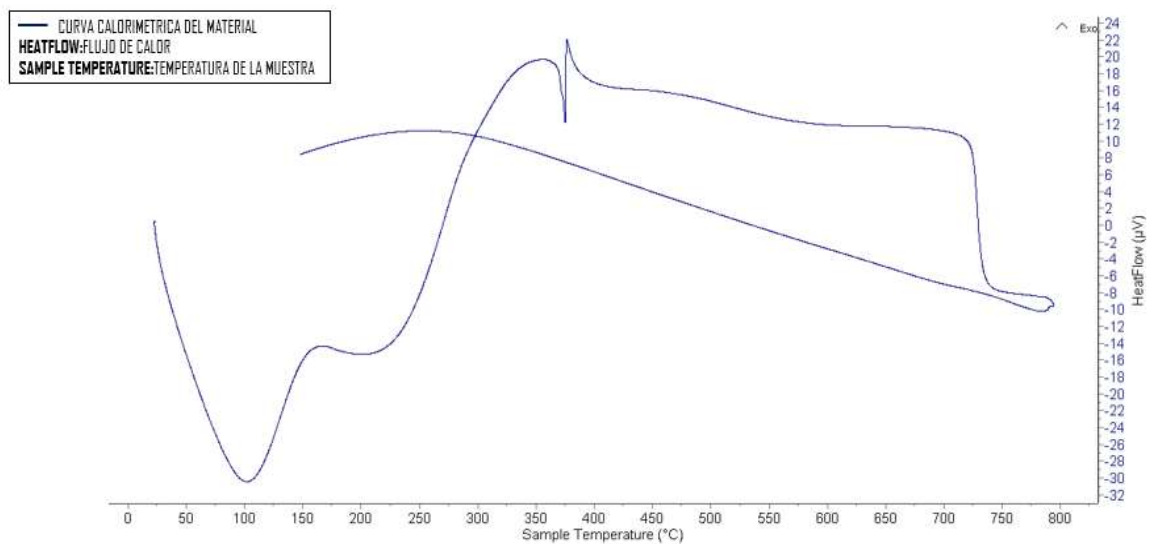


Figura 5: Curva Calorimétrica
Fuente: Laboratorio de Polímeros - UNT

RESULTADOS ENSAYO DE FLUORESCENCIA RAYOS X (FRX) CENIZA DE HOJA DE MAIZ

Tabla 14: Resultados Composición Química en Óxidos de la ceniza de Hoja de Maíz

OXIDO	%
Al ₂ O ₃	15.654
SiO ₂	36.259
P ₂ O ₅	5.609
SO ₂	2.149
ClO ₂	9.066
K ₂ O	25.742
CaO	3.442
TiO ₂	0.028
MnO	0.116
Fe ₂ O ₃	0.504
Ni ₂ O ₃	0.010
CuO	0.710
ZnO	0.668
As ₂ O ₃	0.009
Rb ₂ O	0.006
SrO	0.012
Y ₂ O ₃	0.004
ZrO ₂	0.004
Totales	100%

Fuente: Laboratorio de Arqueometría -Universidad Mayor de San Marcos (2017).

RESULTADOS ENSAYO pH

Tabla 15: Resultados pH de los Materiales Cementantes

Materiales	PH
Ceniza Hoja de Maíz	10.93
95 % de cemento + 5% Ceniza Hoja de maíz	13.38
90 % de cemento + 10% Ceniza Hoja de maíz	13.39

Fuente: Laboratorio COLECBI (2017)

RESULTADOS ENSAYOS DE LABORATORIO AGREGADOS

GRANULOMETRÍA:

Tabla 16: Granulometría del Agregado Fino

N°	TAMIZ Abert.(mm)	Peso retenido (gr.)	% ret. Parcial (%)	% ret. Acumu. (%)	% Que pasa (gr.)
3"	76.20	0.0	0.0	0.0	100.0
2 ½"	63.50	0.0	0.0	0.0	100.0
2"	50.80	0.0	0.0	0.0	100.0
1 ½"	38.10	0.0	0.0	0.0	100.0
1"	25.40	0.0	0.0	0.0	100.0
¾"	19.10	0.0	0.0	0.0	100.0
½"	12.50	0.0	0.0	0.0	100.0
⅜"	9.52	0.0	0.0	0.0	100.0
N° 4	4.76	6.1	0.7	0.7	99.3
N°8	2.36	34.9	4.2	5.0	95.0
N° 16	1.18	125.5	15.3	20.2	79.8
N° 30	0.60	236.1	28.7	48.9	51.1
N°50	0.30	224.5	27.3	76.2	23.8
N° 100	0.15	162.5	19.8	96.0	4.0
N° 200	0.08	31.9	3.9	99.9	0.1
PLATO	ASTM C-117-04	1.1	0.1	100.0	0.0
TOTAL		822.6	100.0		

Fuente: Laboratorio de Mecánica de Suelos -USP

Tabla 17: Granulometría del Agregado Gueso.

N°	TAMIZ Abert.(mm)	Peso retenido (gr.)	% ret. Parcial (%)	% ret. Acumu. (%)	% Que pasa (gr.)
3"	76.200	0.0	0.0	0.0	100.0
2 ½"	63.500	0.0	0.0	0.0	100.0
2"	50.800	0.0	0.0	0.0	100.0
1 ½"	38.100	0.0	0.0	0.0	100.0
1"	25.400	0.0	0.0	0.0	100.0
¾"	19.100	558.7	46.8	46.8	53.2
½"	12.500	587.7	49.2	96.0	4.0
⅜"	9.520	48.3	4.0	100.0	0.0
N° 4	4.760	0.0	0.0	100.0	0.0
N°8	2.360	0.0	0.0	100.0	0.0
N° 16	1.180	0.0	0.0	100.0	0.0
N° 30	0.600	0.0	0.0	100.0	0.0
N°50	0.300	0.0	0.0	100.0	0.0
N° 100	0.150	0.0	0.0	100.0	0.0
N° 200	0.075	0.0	0.0	100.0	0.0
PLATO	ASTM C-117-04	0	0.0	100.0	0.0
TOTAL		1194.7	100.0		

Fuente: Laboratorio de Mecánica de Suelos -USP

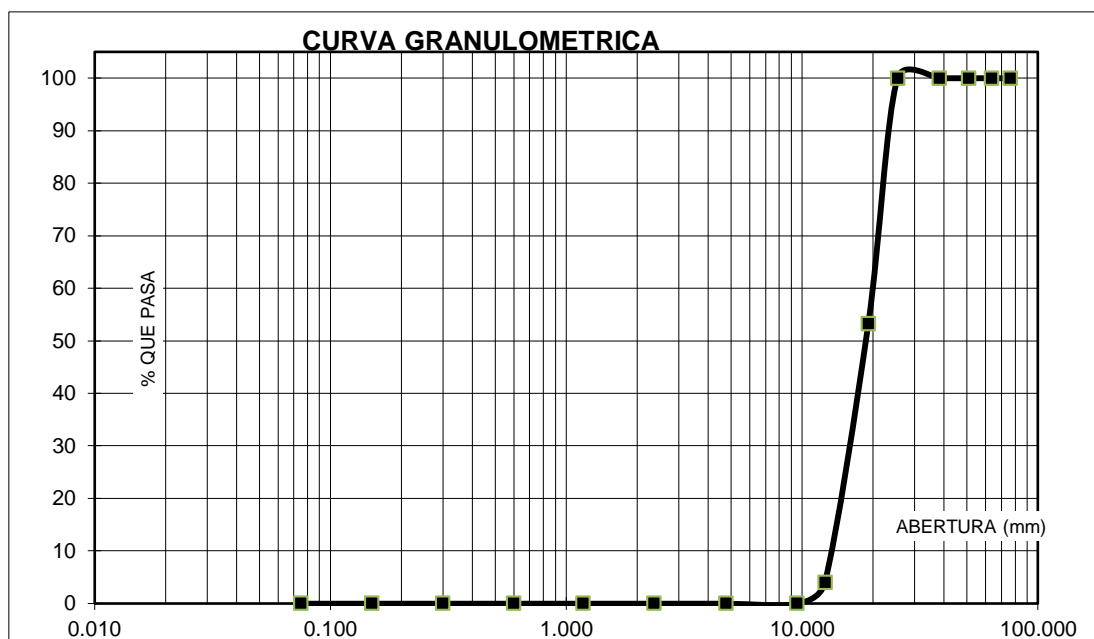


Fig. N°06: Curva Granulométrica del Agregado Grueso.
Fuente: Laboratorio de Mecánica de Suelos-USP

PESO UNITARIO:

Peso Unitario Suelto:

Tabla 18: Peso Unitario Suelto del Agregado Fino

Ensayo N°	0 1	0 2	0 3
Peso de molde + muestra	7625.5	7636	7650.5
Peso de molde	3320	3320	3320
Peso de muestra	4305.5	4316	4330.5
Volumen de molde	2788	2788	2788
Peso unitario (Kg/m3)	1544	1548	1553
Peso unitario prom. (Kg/m3)		1549	
Corregido Por Humedad		1538	

Fuente: Laboratorio de Mecánica de Suelos -USP

Tabla 19: Peso Unitario Suelto del Agregado Grueso.

Ensayo N°	0 1	0 2	0 3
Peso de molde + muestra	18190	18300	18200
Peso de molde	5120	5120	5120
Peso de muestra	13070	13180	13080
Volumen de Molde	9354	9354	9354
Peso unitario (Kg/m3)	1397	1409	1398
Peso unitario prom. (Kg/m3)		1402	
Corregido Por Humedad		1397	

Fuente: Laboratorio de Mecánica de Suelos -USP

Peso Unitario Compactado:

Tabla 20: Peso Unitario Compactado del Agregado Fino

Ensayo N°	0 1	0 2	0 3
Peso de molde + muestra	8265.5	8290	8290.5
Peso de molde	3320	3320	3320
Peso de muestra	4945.5	4970	4970.5
Volumen de molde	2788	2788	2788
Peso unitario (Kg/m ³)	1774	1783	1783
Peso unitario prom. (Kg/m ³)		1780	
Corregido Por Humedad		1768	

Fuente: Laboratorio de Mecánica de Suelos -USP

Tabla 21: Peso Unitario Compactado del Agregado Grueso

Ensayo N°	0 1	0 2	0 3
Peso de molde + muestra	19300	19200	19250
Peso de molde	5120	5120	5120
Peso de muestra	14180	14080	14130
Volumen de molde	9354	9354	9354
Peso unitario (Kg/m ³)	1516	1505	1511
Peso unitario prom. (Kg/m ³)		1511	
Corregido Por Humedad		1506	

Fuente: Laboratorio de Mecánica de Suelos -USP

GRAVEDAD ESPECÍFICA Y ABSORCION:

Tabla 22: Gravedad Especifica y Absorción del Agregado Grueso

Ensayo N°	01	02
A Peso de material saturado superficialmente seco (aire)	899.20	901.60
B Peso de material saturado superficialmente seco (agua)	550.20	590.60
C Volumen de masa + volumen de vacios (A-B)	349.00	311.00
D Peso de material seco en estufa	895.20	897.10
E Volumen de masa (C-(A-D))	345.00	306.50
G P.e. Bulk (Base Seca) D/C	2.565	2.885
H P.e. Bulk (Base Saturada) A/C	2.577	2.899
I P.e. Aparente (Base Seca) D/E	2.595	2.927
F Absorción (%) ((D-A/A)x100)	0.45	0.50

Fuente: Laboratorio de Mecánica de Suelos -USP

P.e. Bulk (Base Seca)	:	2.725
P.e. Bulk (Base Saturada)	:	2.738
P.e. Aparente (Base Seca)	:	2.761
Absorción (%)	:	0.47

Tabla 23: Gravedad Especifica y Absorción del Agregado Fino

Ensayo N°		01	02
A	Peso de material saturado superficialmente seco (aire) gr.	300.00	300.00
B	Peso de picnometro + agua gr.	688.50	688.50
C	Volumen de masa + volumen de vacios (A+B) cm ³	988.50	988.50
D	Peso de picnometro + agua + material gr.	870.10	870.10
E	Volumen de masa + volumen de vacios (C-D) cm ³	118.40	118.40
F	Peso de material seco en estufa gr.	297.30	297.30
G	Volumen de masa (E-(A-F))	115.70	115.70
H	P.e. Bulk (Base Seca) F/E	2.511	2.51
I	P.e. Bulk (Base Saturada) A/E	2.534	2.53
J	P.e. Aparente (Base Seca) F/E	2.570	2.57
K	Absorción (%) $((D-A/A) \times 100)$	0.91	0.91

Fuente: Laboratorio de Mecánica de Suelos -USP

P.e. Bulk (Base Seca)	:	2.511
P.e. Bulk (Base Saturada)	:	2.534
P.e. Aparente (Base Seca)	:	2.570
Absorción (%)	:	0.91

CONTENIDO DE HUMEDAD

Tabla 24: Contenido de Humedad del Agregado Fino

PRUEBA N°	01	02
Tara N°		
Tara + Suelo Húmedo (gr)	1020.5	965.3
Tara + Suelo Seco (gr)	1015.4	959.8
Peso del Agua (gr)	5.1	5.5
Peso de la Tara (gr)	205.2	205.2
Peso del Suelo Seco (gr)	810.2	754.6
Contenido De Humedad (%)	0.63	0.73
Prom. Contenido Humedad (%)	0.68	

Fuente: Laboratorio de Mecánica de Suelos -USP

Tabla 25: Contenido de Humedad del Agregado Grueso

PRUEBA N°	01	02
Tara N°		
Tara + Suelo Humedo (gr)	1498.5	1498
Tara + Suelo Seco (gr)	1494.3	1494.5
Peso del Agua (gr)	4.2	3.5
Peso de la Tara (gr)	207.5	202
Peso del Suelo Seco (gr)	1286.8	1292.5
Contenido de Humedad (%)	0.33	0.27
Prom. Contenido Humedad (%)	0.30	

Fuente: Laboratorio de Mecánica de Suelos -USP

RESULTADOS PESO ESPECIFICO DEL CEMENTO:

Tabla 26: Peso Especifico Cemento 95% +Ceniza de Hoja de Maíz 5%.

Prueba N°	01	02
Lectura Inicial (ml)	0.20	0.20
Lectura Final (ml)	21.60	21.60
Peso De La Muestra (gr)	64.00	64.00
Volumen Desplazado (ml)	21.40	21.40
Peso Especifico	2.991	2.991
Peso Especifico Promedio (gr/cm3)		2.99

Fuente: Laboratorio de Mecánica de Suelos -USP

Tabla 27: Peso Especifico Cemento 90% +Ceniza de Hoja de Maíz 10%.

Prueba N°	01	02
Lectura Inicial (ml)	0.20	0.20
Lectura Final (ml)	22.10	22.10
Peso De La Muestra (gr)	64.00	64.00
Volumen Desplazado (ml)	21.90	21.90
Peso Especifico	2.922	2.922
Peso Especifico Promedio (gr/cm3)		2.92

Fuente: Laboratorio de Mecánica de Suelos -USP

Tabla 28: Peso Especifico Ceniza de Hoja de Maíz

Prueba N°	01	02
Lectura Inicial (ml)	0.20	0.20
Lectura Final (ml)	23.00	23.00
Peso De La Muestra (gr)	64.00	64.00
Volumen Desplazado (ml)	22.80	22.80
Peso Especifico	2.807	2.807
Peso Especifico Promedio(gr/cm3)		2.807

Fuente: Laboratorio de Mecánica de Suelos -USP

DISEÑO DE MEZCLA PATRON $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$

A/C=0.68

Proporciones En Peso:

$$\frac{276.00}{276.00} : \frac{1215.270}{276.00} : \frac{703.26}{276.00}$$

1 : 2.62 : 3.21 : 28.97 lts / bolsa

Proporciones En Volumen:

1 : 2.54 : 3.44 : 28.97 lts / bolsa

Proporciones Por Probeta:

Cemento	:	1.97	Kg
Agregado Fino	:	5.17	Kg
Agregado Grueso	:	6.33	Kg
Agua	:	1.34	Lt

DISEÑO DE MEZCLA EXPERIMENTAL (5% CENIZA DE HOJA DE MAIZ)

A/C=0.68

Proporciones en Peso:

$$\frac{290.67}{290.67} : \frac{15.299}{290.67} : \frac{792.286}{290.67} : \frac{981.95}{290.67}$$

1 : 0.05 : 2.73 : 3.38 : 30.49 lts / bolsa

Proporciones en Volumen:

1 : 0.05 : 4.28 : 3.06 : 30.49 lts / bolsa

Proporciones por Probeta:

Cemento	:	1.87	Kg
Ceniza de Hoja de Maiz	:	0.10	Kg
Agregado Fino	:	5.17	Kg
Agregado Grueso	:	6.33	Kg
Agua	:	1.34	Lt

DISEÑO DE MEZCLA EXPERIMENTAL (10% CENIZA DE HOJA DE MAIZ)

A/C=0.68

Proporciones en Peso:

$$\frac{275.37}{275.37} : \frac{30.597}{275.37} : \frac{802.903}{275.37} : \frac{981.95}{275.37}$$

1 : 0.11 : 2.92 : 3.57 : 32.19 lts / bolsa

Proporciones en Volumen:

$$\frac{6.48}{6.48} : \frac{0.72}{6.48} : \frac{18.892}{6.48} : \frac{23.10}{6.48}$$

1 : 0.11 : 4.28 : 3.06 : 32.19 lts / bolsa

Proporciones por Probeta:

Cemento	:	1.77	Kg
Ceniza de Hoja de Maíz	:	0.20	Kg
Agregado Fino	:	5.17	Kg
Agregado Grueso	:	6.33	Kg
Agua	:	1.34	Lt
Agua Adicional	:	0.05	Lt

Se agregó 0.05 Lt de agua por probeta, entonces nueva relación a/c=0.706

RESULTADOS ENSAYO A LA COMPRESIÓN – PROBETAS PATRÓN

Tabla 29: Ensayo a Compresión – 7 días

	PROBETA 1	PROBETA 2	PROBETA 3
N° Días	7	7	7
Peso (Kg)	13.45	13.40	13.45
Peso Promedio (Kg)		13.43	
Fuerza (Kgf)	29470	29210	28870
Diámetro (D)	15.30	15.30	15.20
Área (Cm2)	183.85	183.85	181.46
Resistencia (Kgf/Cm2)	160.29	158.88	159.10
Porcentaje (%)	76.33%	75.66%	75.76%
Resis. Prom. (Kgf/Cm2)		159.42	
Porcentaje Prom (%)		75.92%	
% de Dispersión		0.89%	

Fuente: Laboratorio de Mecánica de Suelos -USP

Tabla 30: Ensayo a Compresión – 14 Días

	PROBETA 4	PROBETA 5	PROBETA 6
N° Días	14	14	14
Peso (Kg)	13.45	13.55	13.55
Peso Promedio (Kg)		13.52	
Fuerza (Kgf)	34680	34760	34640
Diámetro (D)	15.30	15.30	15.25
Área (Cm2)	183.85	183.85	182.65
Resistencia (Kgf/Cm2)	188.63	189.06	189.65
Porcentaje (%)	89.82%	90.03%	90.31%
Resis. Prom. (Kgf/Cm2)		189.11	
Porcentaje Prom (%)		90.05%	
% de Dispersión		0.54%	

Fuente: Laboratorio de Mecánica de Suelos -USP

Tabla 31: Ensayo a Compresión – 28 días

	PROBETA 7	PROBETA 8	PROBETA 9
N° Días	28	28	28
Peso (Kg)	13.50	13.45	13.45
Peso Promedio (Kg)		13.47	
Fuerza (Kgf)	39940	38960	39470
Diámetro (D)	15.35	15.20	15.25
Área (Cm2)	185.06	181.46	182.65
Resistencia (Kgf/Cm2)	215.82	214.70	216.09
Porcentaje (%)	102.77%	102.24%	102.90%
Resis. Prom. (Kgf/Cm2)		215.54	
Porcentaje Prom (%)		102.64%	
% de Dispersión		0.64%	

Fuente: Laboratorio de Mecánica de Suelos -USP

Tabla 32: Resumen de Resistencias del Concreto Patrón

RESUMEN		
Resistencia(kg/cm2)	%	N°Días
159.42	75.92%	7
189.04	90.02%	14
215.54	102.64%	28

Fuente: Laboratorio de Mecánica de Suelos -USP

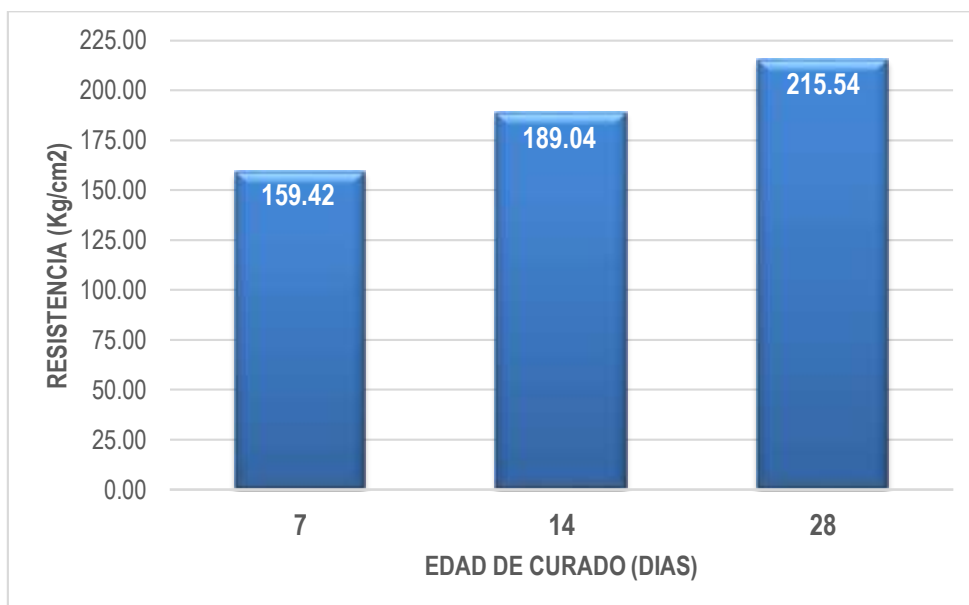


Figura 6 : Grafica de las Resistencias del Concreto Patrón vs las Edades de Curado.
Fuente: El Autor

RESULTADOS ENSAYO A LA COMPRESIÓN – PROBETAS EXPERIMENTALES (sustitución 5% del cemento por cenizas de hoja de maíz)

Tabla 33: Ensayo a Compresión – 7 días

	PROBETA 1	PROBETA 2	PROBETA 3
N° Días	7	7	7
Peso (Kg)	13.40	13.45	13.45
Peso Promedio (Kg)		13.43	
Fuerza (Kgf)	30950	31150	31280
Diámetro (D)	15.25	15.25	15.30
Área (Cm ²)	182.65	182.65	183.85
Resistencia (Kgf/Cm ²)	169.45	170.54	170.13
Porcentaje (%)	80.69%	81.21%	81.02%
Resis. Prom. (Kgf/Cm ²)		170.04	
Porcentaje Prom (%)		80.97%	
% de Dispersión		0.64%	

Fuente: Laboratorio de Mecánica de Suelos -USP

Tabla 34: Ensayo a Compresión – 14 días

	PROBETA 4	PROBETA 5	PROBETA 6
N° Días	14	14	14
Peso (Kg)	13.45	13.40	13.45
Peso Promedio (Kg)		13.43	
Fuerza (Kgf)	36170	35540	35910
Diámetro (D)	15.30	15.25	15.25
Área (Cm ²)	183.85	182.65	182.65
Resistencia (Kgf/Cm ²)	196.73	194.57	196.60
Porcentaje (%)	93.68%	92.65%	93.62%
Resis. Prom. (Kgf/Cm ²)		195.97	
Porcentaje Prom (%)		93.32%	
% de Dispersión		1.10%	

Fuente: Laboratorio de Mecánica de Suelos -USP

Tabla 35: Ensayo a Compresión – 28 días

	PROBETA 7	PROBETA 8	PROBETA 9
N° Días	28	28	28
Peso (Kg)	13.45	13.40	13.45
Peso Promedio (Kg)		13.43	
Fuerza (Kgf)	42380	42970	42350
Diámetro (D)	15.25	15.30	15.25
Área (Cm ²)	182.65	183.85	182.65
Resistencia (Kgf/Cm ²)	232.02	233.72	231.86
Porcentaje (%)	110.49%	111.29%	110.41%
Resis. Prom. (Kgf/Cm ²)		232.53	
Porcentaje Prom (%)		110.73%	
% De Dispersión		0.80%	

Fuente: Laboratorio de Mecánica de Suelos -USP

Tabla 36: Resumen de Resistencias del Concreto Experimental 5%

RESUMEN		
Resistencia	%	N°Días
170.04	80.97%	7
195.97	93.32%	14
232.53	110.73%	28

Fuente: Laboratorio de Mecánica de Suelos -USP

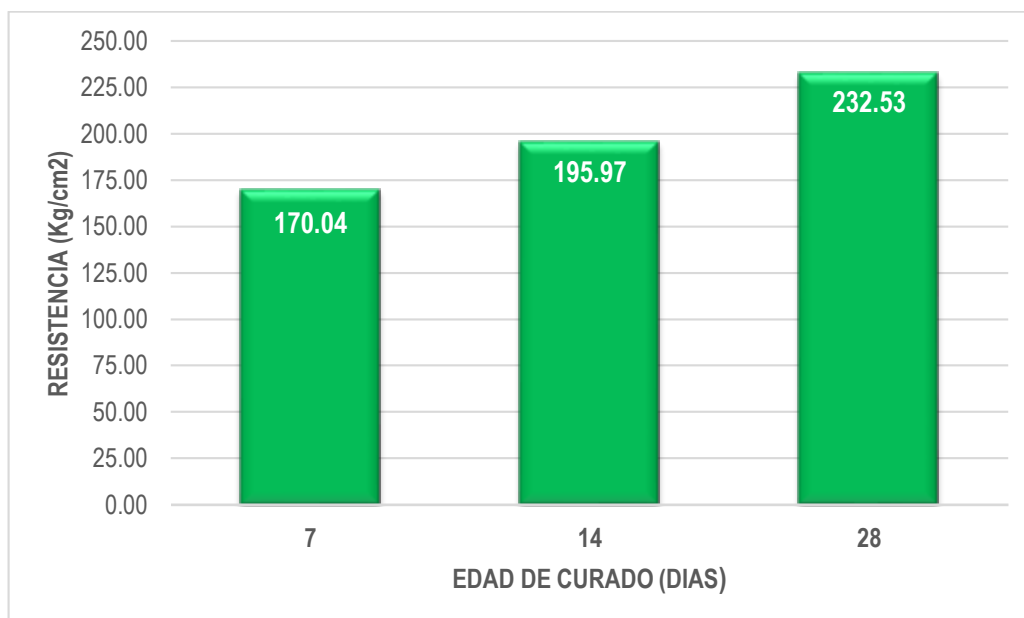


Figura 7: Grafica de las Resistencias del Experimental 5% vs las Edades de Curado.

Fuente: El Autor

RESULTADOS ENSAYO A LA COMPRESIÓN – PROBETAS EXPERIMENTALES (sustitución 10% del cemento por cenizas de hoja de maíz)

Tabla 37: Ensayo a Compresión – 7 días

	PROBETA 1	PROBETA 2	PROBETA 3
Nº Días	7	7	7
Peso (Kg)	13.45	13.45	13.40
Peso Promedio (Kg)		13.43	
Fuerza (Kgf)	32230	32420	31990
Diámetro (D)	15.25	15.30	15.25
Área (Cm2)	182.65	183.85	182.65
Resistencia (Kgf/Cm2)	176.45	176.34	175.14
Porcentaje (%)	84.03%	83.97%	83.40%
Resis. Prom. (Kgf/Cm2)		175.98	
Porcentaje Prom (%)		83.80%	
% de Dispersión		0.75%	

Fuente: Laboratorio de Mecánica de Suelos -USP

Tabla 38: Ensayo a Compresión – 14 días

	PROBETA 4	PROBETA 5	PROBETA 6
Nº Días	14	14	14
Peso (Kg)	13.40	13.45	13.45
Peso Promedio (Kg)		13.43	
Fuerza (Kgf)	37120	37510	37420
Diámetro (D)	15.25	15.30	15.25
Área (Cm2)	182.65	183.85	182.65
Resistencia (Kgf/Cm2)	203.23	204.02	204.87
Porcentaje (%)	96.77%	97.15%	97.56%
Resis. Prom. (Kgf/Cm2)		204.04	
Porcentaje Prom (%)		97.16%	
% de Dispersión		0.80%	

Fuente: Laboratorio de Mecánica de Suelos -USP

Tabla 39: Ensayo a Compresión – 28 días

	PROBETA 7	PROBETA 8	PROBETA 9
N° Días	28	28	28
Peso (Kg)	13.45	13.40	13.45
Peso Promedio (Kg)		13.43	
Fuerza (Kgf)	47360	46590	47810
Diámetro (D)	15.30	15.25	15.31
Área (Cm ²)	183.85	182.65	184.09
Resistencia (Kgf/Cm ²)	257.60	255.07	259.70
Porcentaje (%)	122.66%	121.46%	123.67%
Resis. Prom. (Kgf/Cm ²)		257.46	
Porcentaje Prom (%)		122.60%	
% de Dispersión		1.80%	

Fuente: Laboratorio de Mecánica de Suelos -USP

Tabla 40: Resumen de Resistencias del Concreto Experimental 10 %

RESUMEN		
Resistencia	%	N°Días
175.98	83.80%	7
204.04	97.16%	14
257.46	122.60%	28

Fuente: Laboratorio de Mecánica de Suelos -USP

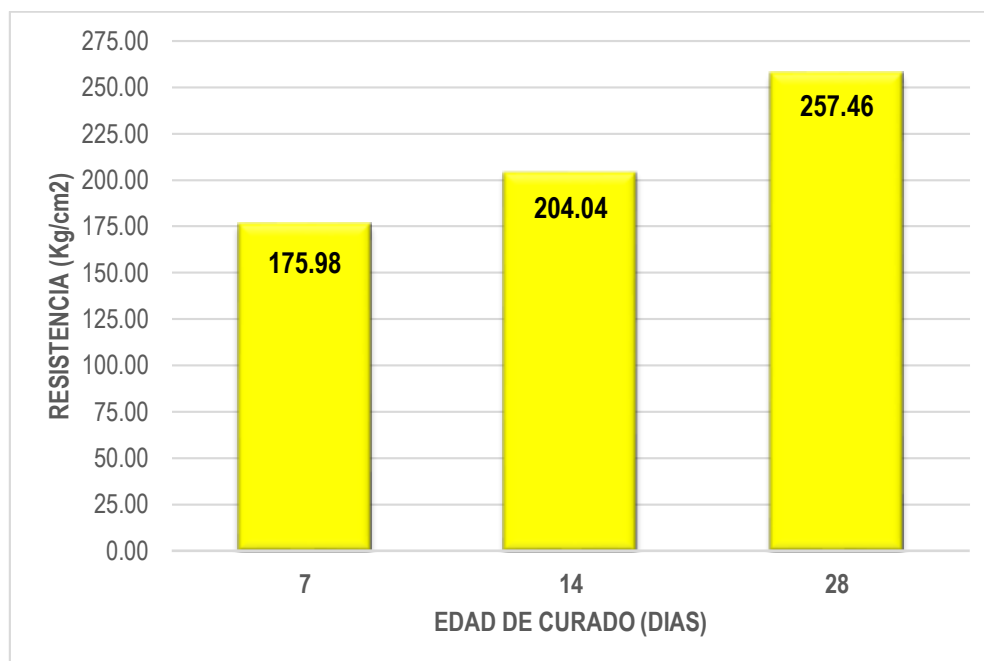


Figura 8: Grafica de las Resistencias del Experimental 10% vs las Edades de Curado.
Fuente: El Autor

ANÁLISIS DE VARIANZA-ANOVA

Tabla 41: Resistencias a la Compresión de los Concretos

Edad / Tipo	Patrón	Experimental 5%	Experimental 10%
(7 Días)	160.29	169.45	176.45
	158.88	170.54	176.34
	159.10	170.13	175.14
(14 Días)	188.63	196.73	203.23
	189.06	194.57	204.02
	189.65	196.60	204.87
(28 Días)	215.82	232.02	257.60
	214.70	233.72	255.07
	216.09	231.86	259.70

Fuente: El Autor

RESUMEN

	Patron	Experimental 5%	Experimental 10%	Total
<i>(7 Dias)</i>				
Cuenta	3	3	3	9
Suma	478.2652605	510.1207196	527.9278891	1516.313869
Promedio	159.4217535	170.0402399	175.975963	168.4793188
Varianza	0.577868383	0.30643277	0.528460072	53.1065547
<i>(14 Dias)</i>				
Cuenta	3	3	3	9
Suma	567.3379837	587.9073859	612.1129435	1767.358313
Promedio	189.1126612	195.9691286	204.0376478	196.3731459
Varianza	0.261935309	1.462192692	0.674632526	42.45811164
<i>(28 Dias)</i>				
Cuenta	3	3	3	9
Suma	646.6196288	697.5987353	772.3702102	2116.588574
Promedio	215.5398763	232.5329118	257.4567367	235.1765082
Varianza	0.541327307	1.05952814	5.377530368	335.1175335
<i>Total</i>				
Cuenta	9	9	9	
Suma	1692.222873	1795.626841	1912.411043	
Promedio	188.0247637	199.5140934	212.4901159	
Varianza	591.4942076	740.025982	1286.666867	

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Filas(Edad)	20196.8448	2	10098.4224	8423.223373	1.79764E-27	3.554557146
Columnas(Tipo)	2696.805943	2	1348.402972	1124.720177	1.25207E-19	3.554557146
Interacción(Edad x Tipo)	727.0718405	4	181.7679601	151.614982	1.33812E-13	2.927744173
Dentro del grupo	21.57981513	18	1.198878618			
Total	23642.3024	26				

Interpretación:

- En la parte de filas (Edad) se obtiene un $F = 8423.22$ mayor al f crítico = 3.55, por lo que genera una diferencia significativa; es decir se rechaza la hipótesis nula.
- En la parte de columnas (Tipo) se obtiene un $F = 1124.72$ mayor al f crítico = 3.55, por lo que genera una diferencia significativa; es decir se rechaza la hipótesis nula.
- En la parte de interacción (Edad x Tipo) se obtiene un $F = 115.61$ mayor al F crítico = 2.93, por lo que genera una diferencia mayor (significativa); es decir se rechaza la hipótesis nula.

IV. ANALISIS Y DISCUSION

ANALISIS Y DISCUSIÓN DEL ATD

- Para la Hoja de Maíz de Cambio Puente, el análisis termo gravimétrico se muestra en la Figura 4, se está produciendo una primera pérdida de masa en el rango de 80°C a 110°C, que se debe a la eliminación del agua físicamente unida a la muestra, luego se observa una importante pérdida de masa en el rango de 250 y 300°C que se debe a la eliminación del agua de la red cristalina, y también se produce un cambio de fase interna del material. Los resultados obtenidos del análisis calorimétrico que se muestra en la Figura 5, muestran que se produce un primer pico endotérmico a la temperatura de 100°C; y una segunda región endotérmica entre 180°C y 250°C, Luego se observa una transición endotérmica aproximadamente entre 350°C y 400 °C, a partir del cual se da el cambio de sus propiedades. Sería el rango de temperatura para calcinar el material. es por eso que se tomó 400°C como la temperatura de calcinación del material.
- En los resultados de los análisis de Espectrometría de Fluorescencia de Rayos X, realizados para la ceniza de Hoja de Maíz activada de Cambio Puente, que se muestra en la Tabla 14; los porcentajes más relevantes de sus óxidos activados son: 36.259% (SiO₂) ,15.654% (Al₂O₃) y 3.422% (CaO) , al sumar estos tres componentes se tendría un total de 55.355 % de material cementante que es un valor importante, el proceso de activación ha permitido obtener un material de alta reactividad puzolánica.

Además, se percibe un contenido de Oxido de Potasio con un porcentaje de 25.742%, que generará la relación alcalis-silice que afectará la durabilidad del concreto. Los otros componentes no afectarían la sustitución del cemento por hoja de maíz debido a que representan porcentajes mínimos.

El contenido de potasio se podría disminuir según Dodson (2001), haciendo un lavado a las cenizas prequemadas con alcohol o empleando agua destilada (Romero, 2017) que lo aplicó en cenizas de paja de trigo que al igual que el maíz presenta potasio en su composición. el prequemado de las cenizas seguido por el

lavado de las mismas antes de la calcinación demuestran una extracción mejorada de la sílice y un menor contenido de potasio. A continuación, se presenta un cuadro comparando el potasio presente en la Composición Química sin tratamiento y con tratamiento que aplicó (Romero ,2017) en las cenizas de paja de trigo.

Tabla 42: Comparación del Contenido de Potasio en la Ceniza

Oxido De Potasio Sin tratamiento	Oxido De Potasio con Tratamiento
25.738	21.211

Fuente: Romero (2017)

Se puede apreciar de que se logró disminuir en un 4.527% con el tratamiento de la ceniza (Romero 2017) dicho tratamiento lo aplicó a las cenizas activadas(calcinadas) empleando agua destilada a razón de 0.02 lt/g para finalmente dejarlas secar en horno. Usando agua destilada hay cierto límite en la liberación de potasio por lo tanto siempre quedara cierta cantidad que no puede ser removida.

- En la tabla 15 se muestra que la ceniza de hoja de Maíz presenta un PH de 10.93, lo cual es casi semejantes al cemento Portland tipo I que tiene un valor de 12.30. Además, el PH de la mezcla del cemento en 95 % y ceniza de hojas de maíz en 5%, 90 % y ceniza de hojas de maíz en 10% es de 13.38 y 13.39 respectivamente, siendo su nivel de alcalinidad similar al cemento esto indicara que no causara daños al concreto. Se observa además que todos estos materiales presentan la característica de ser alcalinos al tener el pH mayor de 7.
- Para el patrón y experimental 5% se trabajó con una relación a/c de 0.68 con la cual nos resultó un concreto trabajable con un Slump de 3.5”, en cambio para el diseño de mezcla experimental al 10% se tuvo que aumentar la relación a/c al valor de 0.706 para obtener un concreto trabajable que arrojó un Slump de 3.5” que dicho valor cumplió con el rango de 3” a 4” que nos establece la norma ACI 211, puesto que inicialmente se trabajó para el diseño de mezcla experimental 10% con la relación a/c de 0.68 pero su Slump no cumplió con el rango de 3” a 4” es por eso que se hizo el aumento de la relación a/c, aumentando 0.05 Lt de agua por Probeta. El aumento de agua en concretos con cemento puzolánico se debe según Romero (2017) a la influencia del óxido de silicio (solubilidad en agua 0.12 g/L) que al

aumentar en masa en el diseño de mezcla debido a las sustituciones de cemento por ceniza, es necesario una mayor cantidad de agua para ser disuelta en comparación al Oxido de Calcio (solubilidad en agua 1.19 g/L) ambos compuestos son higroscópicos, lo que significa que atraen el agua del medio. Esto concluyó aplicando ceniza de paja de trigo, que al igual que las cenizas de hojas de maíz presentan en su composición un alto contenido de silicio. Además, hay que considerar que el óxido de potasio está presente en las hojas de maíz y a medida que aumenta su sustitución, aumenta su cantidad y que al reaccionar con el agua forma hidróxido de potasio y este compuesto es deliscuente, es decir tiene una fuerte afinidad por la humedad y que absorbe cantidades relativamente altas de agua que forma una solución líquida.

- De los ensayos de resistencia a la compresión, el contenido de sílice y aluminio que contiene la ceniza de hoja de maíz y el contenido de calcio que aporta el cemento portland estos elementos formaron silicato Tricalcico que originaron resistencias a corto plazo y silicato dicalcico resistencias a largo plazo en los concretos experimentales. En el experimental de 5% sustitución de cemento por ceniza de hoja de maíz generó una resistencia mayor a comparación del concreto patrón a la edad de 28 días con un incremento de 16.99 kg/cm² con respecto al concreto patrón. Además, el concreto experimental 10% supera al experimental 5% con un incremento de 24.93 kg/cm²

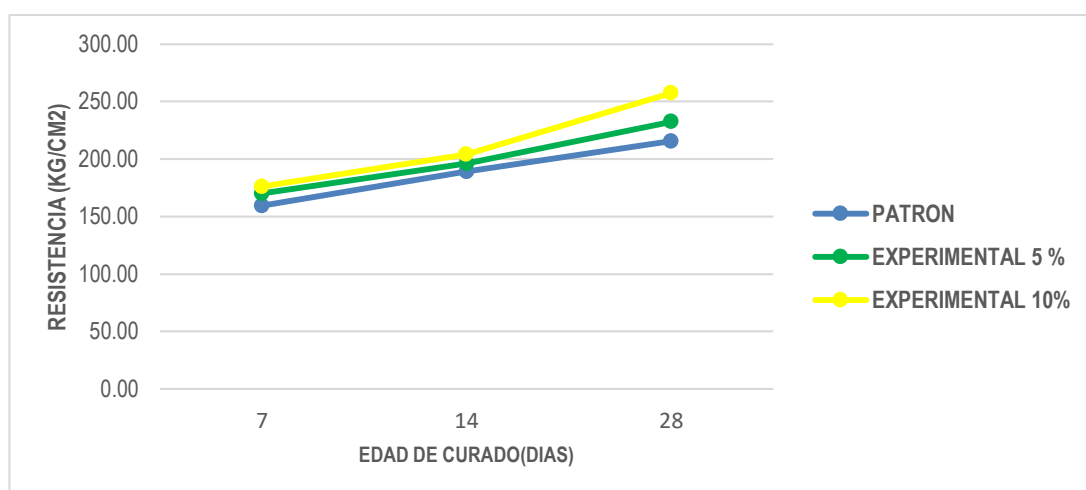


Figura 9: Resistencias Patrón Vs Experimentales
Fuente: El Autor.

Se puede observar en la Figura 9 en las curvas el incremento de las resistencias conforme aumentan los días de curado tanto para el patrón y experimentales cumpliendo ambas la curva característica del concreto debido a que mayor tiempo de curado mayor resistencia. Con valores de resistencia a los 28 días del patrón: 215.54 kg/cm², experimental 5%=232.53 kg/cm², 10%=257.46 kg/cm²

Los experimentales superan al patrón esto debido al contenido de sílice presente en las cenizas de Hoja de Maíz que originaron silicato Tricalcico que otorga resistencias a edades tempranas y el silicato dicalcico que otorga resistencias a edades a largo plazo, en las muestras experimentales (sustitución del 5% y 10% de cemento por ceniza de hoja de maíz), generaron una ligera mayor resistencia en comparación al concreto patrón en todas las edades.

El experimental 10% de sustitución de ceniza de hoja de maíz en el cual se aumentó la relación a/c a 0.706 en donde se agregó agua 50 mililitros (0.05Lt) por probeta la resistencia no decayó sino por el contrario siguió aumentando con respecto a los días de curado, y supero al patrón y experimental 5%. Esto se debió al contenido de sílice y aluminio presentes en las cenizas de hoja de maíz que influenciaron en la resistencia tanto así de que no afectó el que se agregara agua en el experimental 10%, ya que estas cenizas generaron silicato tricalcico (Resistencias a Corto Plazo) y silicato dicalcico (Resistencias a Largo Plazo), además el 10% de sustitución es el porcentaje óptimo y se reafirma en esta investigación de acuerdo a los antecedentes citados puesto que al agregarle agua no decayó su resistencia debido a la composición química de las cenizas de hoja de maíz y por el contrario si no se le agregaba agua se hubieran obtenido quizás resistencias aún mejores.

V.CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos, se concluye que:

- Se logró la activación térmica de los precursores puzolanicos de la ceniza de hoja de Maíz a una temperatura de calcinación controlada de 400 °C en un periodo de 1 hora.
- La composición química en óxidos de la ceniza de hoja de maíz se obtuvo óxido de silicio como el más abundante con 36.259%, también óxido de aluminio 15.654%. además, se obtuvo 25.742% de óxido de potasio.
- Se obtuvo el pH de la ceniza de Hoja de maíz 10.93 y de las mezclas cemento-ceniza al %5 y 10% con valores de 13.38 y 13.39, lográndose determinar que son alcalinos.
- Para la mezcla de concreto patrón se obtuvo una relación de $a/c= 0.68$, para el concreto experimental de 5% $a/c= 0.68$ y experimental 10% $a/c=0.706$.
- En los ensayos de compresión en probetas se obtuvo una resistencia en el concreto patrón a las edades de 7, 14 y 28 días de 159.42 kg/cm² ,189.11 kg/cm² y 215.54 kg/cm². Respectivamente teniendo un aumento a su resistencia en el concreto experimental de 5% a las edades de 7, 14 y 28 días con una resistencia de 170.04 kg/cm², 195.97 kg/cm² y 232.53 kg/cm² y un aumento a su resistencia en el concreto experimental 10% a las edades de 7,14 y 28 días con una resistencia de 175.98 kg/cm², 204.04 kg/cm², 257.46 kg/cm² respectivamente. Donde se nota que conforme se aumenta la sustitución de la ceniza de hoja de maíz al cemento su resistencia va en aumento como lo vemos en las edades de 7, 14 y 28 días. No se llegó a notar que el contenido de dióxido de Potasio en las probetas experimentales haya perjudicado en su aumento de la resistencia a la compresión.
- La tendencia fue que conforme se aumentó los porcentajes de sustitución aumentaron las resistencias, ya que la sustitución del 10% fue mayor al 5% y al patrón.

Se recomienda lo siguiente:

- Evaluar termo gravimétricamente a la ceniza de hoja de maíz a un rango mayor de 400 ° C para notar si habría variación en su composición química.
- Debido a su contenido bajo contenido de dióxido Calcio, se recomienda mezcla con un material adicional que contenga un importante contenido de calcio.
- Realizar un lavado con agua destilada a las cenizas según Romero (2017) para disminuir el contenido de potasio presente en la composición de las cenizas.
- Evaluar la resistencia del concreto, utilizando sustituciones del cemento con sustitución de ceniza de hoja de maíz en porcentaje mayores para ver su comportamiento en comparación a un concreto convencional $f'c= 210 \text{ Kg / cm}^2$.
- Evaluar la resistencia del concreto con sustitución de ceniza de hoja de maíz utilizando las edades de 45, 60,90 y 120 días.
- De acuerdo al contenido de potasio encontrado en el análisis químico de las cenizas de hojas de maíz se recomienda una futura investigación respecto a la influencia del potasio en la durabilidad del concreto.

VI. AGRADECIMIENTOS

A mis Padres María Briceño cárdenas y José caro Arévalo y hermanos que son los pilares fundamentales de mi vida, con infinito amor y consejos ha llenado mi vida de buenos valores orientándome por el camino del bien y por haberme brindado su apoyo en el transcurso de este trabajo de investigación y a lo largo de mi carrera profesional, por ser ejemplo de esfuerzo y abnegación, por la confianza que depositaron en mí y por toda su comprensión.

Finalmente agradezco a mi asesor de tesis, Ing. Miguel Solar Jara ya que sus conocimientos, sus orientaciones, su manera de trabajar, su persistencia, su paciencia y su motivación han sido fundamentales para mi formación como investigador. A todos mis docentes de la carrera de Ing. Civil que me dieron los conocimientos necesarios durante mi carrera y siempre dándome los consejos correspondientes para seguir adelante.

VII.REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Águila, I & Sosa, M (2008), *Evaluación Físico Química De Cenizas Hoja de Maíz, de Cascara de Arroz, Caña de Azúcar Y su Influencia en Mezclas de Mortero, como materiales puzolánicos.* Recuperado de http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0798-40652008000400006

Aguilar, A (sin fecha), *Cemento Portland Fabricación Propiedades Y Empleo*, México: Instituto Mexicano del Cemento y el Concreto.

Aguilar, Rodríguez & Sermeño (2009). *Determinación de la resistencia del concreto a edades tempranas bajo la norma ASTM C 1074, en viviendas de concreto coladas en el sitio.* Recuperado de http://ri.ues.edu.sv/2038/1/Determinaci%C3%B3n_de_la_resistencia_del_concreto_a_edades_tempranas_bajo_la_Norma_ASTM_C_1074_en_viviendas_de_concreto_coladas_en_el_sitio.pdf

ASTM C 39, *Resistencia a la Compresión de Cilindros de Concreto.*

ASTM C 127, *Método estándar para determinar la densidad, densidad relativa (gravedad específica) y absorción de agregado grueso.*

ASTM D 2216, *Método de Prueba Estándar para la Determinación en Laboratorio del Contenido de Agua (Humedad) de Suelos y Rocas por Masa.*

Carrasco, F. (2013), *Propiedades de la Mezcla Fresca de Hormigón*, Argentina, Universidad Tecnológica Nacional.

Cementos Pacasmayo (2017), *Certificado de Calidad del Cemento Portland Tipo I*, Perú. Recuperado de http://www.cementospacasmayo.com.pe/wp-content/uploads/2017/09/tipoI_julio_2017.pdf.


- Dodson, J. (2011), *wheat straw ash and its use as a silica source* (PhD thesis). University of York, UK. Recuperado de http://etheses.whiterose.ac.uk/1931/2/J_Dodson_PhD_thesis.pdf
- Escalera, et al. (2012). “*Estudio de morteros de cemento portland con ceniza de rastrojo de Maíz: posibilidades de uso en construcciones rurales*”. Recuperado de <https://edoc.site/estudio-morterocemetocenizarastrojomaiz-pdf-free.html>
- Fernández (2009), *Evaluación de concretos puzolánicos elaborados con contenido de Cenizas de Hoja de Maíz para uso Estructural*. Venezuela: Universidad Central de Venezuela Recuperado de <http://saber.ucv.ve/bitstream/123456789/11261/1/Tesis%20SF%20corregida.pdf>.
- Gutiérrez, L (2003). *El concreto y otros materiales para la construcción*. Colombia: Universidad Nacional De Colombia.
- López, H & Montejo, L (2001), *Determinación de las Propiedades Mecánicas del Concreto Endurecido usadas en el Diseño Estructural para los Concretos Elaborados en la Ciudad de Cali con Materiales de la Región*. Recuperado de <https://blogs.uprm.edu/montejo/files/2009/11/UndergradThesis.pdf>
- MTC 704, *Resistencia a la Compresión de Testigos Cilíndricos*, Manual de Ensayos de Materiales MTC. Perú.
- MTC E 705, *Asentamiento del Concreto(Slump)*, Manual de Ensayos de Materiales MTC. Perú.
- NTP 400.011, *Agregados Definición y Clasificación de Agregados para Uso en Morteros y Hormigones (Concretos)*, (2° Edición), Perú.
- NTP 400.012, *Agregados Granulométrico del Agregado Fino Grueso y Global* (2° Edición), Perú.

- NTP 400.017, *Agregados Método de Ensayo para Determinar el Peso Unitario del Agregado*. (2° Edición), Perú.
- NTP 400.022, *Método De Ensayo Normalizado para la Densidad, la Densidad Relativa (Peso Específico) y Absorción del Agregado Fino* (3° Edición), Perú.
- Ortiz L, (2008), *El Cultivo del Maíz: Fisiología y Aspectos Generales*. Agrigan.
- Romero (2017), *Resistencia de un concreto $f'c=210$ kg/cm² con sustitución de cemento en 2%,4% y 6% por Ceniza de Paja de Trigo (Triticum Aestivum)*. Universidad San Pedro, Huaraz, Perú.
- Sanjuán & Chichón (2014), *Introducción a la Fabricación y Normalización del Cemento Portland*; España, Une.
- Sistema Integrado de Estadísticas Agrarias(SIEA), *Producción de Maíz Amarillo por Región según Variables Productivas*. Perú.
- Torre, A (2004), *Curso Básico de Tecnología del Concreto*, Perú: Universidad Nacional de Ingeniería.

CAPITULO VIII: APÉNDICES Y ANEXOS

CERTIFICADOS

Ensayo de ATD

	UNIVERSIDAD NACIONAL DE TRUJILLO Departamento de Ingeniería de Materiales	FACULTAD DE INGENIERÍA Laboratorio de Polímeros								
	Trujillo, 06 de Octubre del 2016									
		INFORME N° 25 - SET-16								
Solicitante:	Caro Briceño - Universidad San Pedro - Chimbote									
RUC/DNI:									
Supervisor:									
1. MUESTRA: Hoja de Maíz (1g)										
<table border="1"><thead><tr><th>N° de Muestras</th><th>Código de Muestra</th><th>Cantidad de muestra ensayada</th><th>Procedencia</th></tr></thead><tbody><tr><td>1</td><td>HM-250</td><td>14.6 mg</td><td>.....</td></tr></tbody></table>			N° de Muestras	Código de Muestra	Cantidad de muestra ensayada	Procedencia	1	HM-250	14.6 mg
N° de Muestras	Código de Muestra	Cantidad de muestra ensayada	Procedencia							
1	HM-250	14.6 mg							
2. ENSAYOS A APLICAR										
<ul style="list-style-type: none">▪ Análisis térmico por calorimetría diferencial de barrido DSC/ Análisis térmico Diferencial DTA.▪ Análisis Termogravimétrico TGA.										
3. EQUIPO EMPLEADO Y CONDICIONES										
<ul style="list-style-type: none">▪ 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: 15 °C/min▪ Gas de Trabajo - Flujo: Nitrógeno, 10 ml/min▪ Rango de Trabajo: 25 – 800 °C.▪ Masa de muestra analizada: 14.6 mg.										
Jefe de Laboratorio:	Ing. Danny Chávez Novoa									
Analista responsable:	Ing. Danny Chávez Novoa									
										
<small>Tel: 44-203510/949790880/958820003 danchavez@tutmail.com / Av. Juan Pablo II s/n - Ciudad Universitaria / Trujillo - Perú</small>										
Danny M. Chávez Novoa ING. MATERIALES R. CIP. 84953										

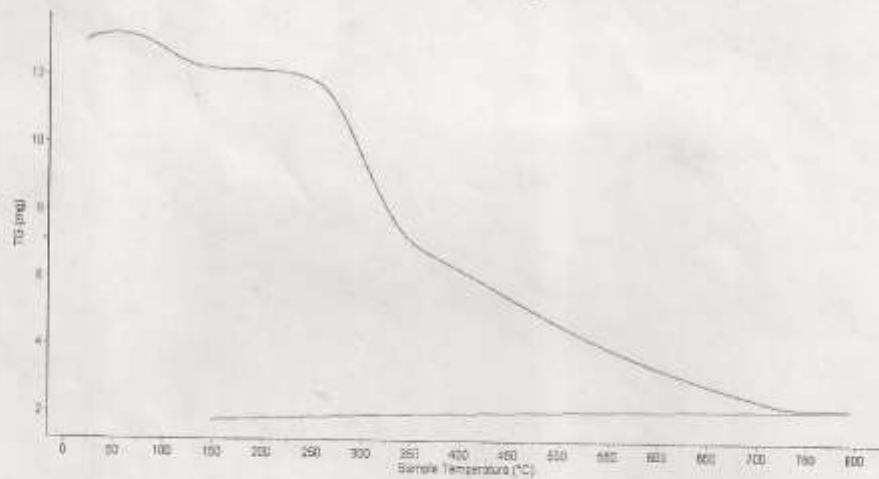


Trujillo, 06 de Octubre del 2016

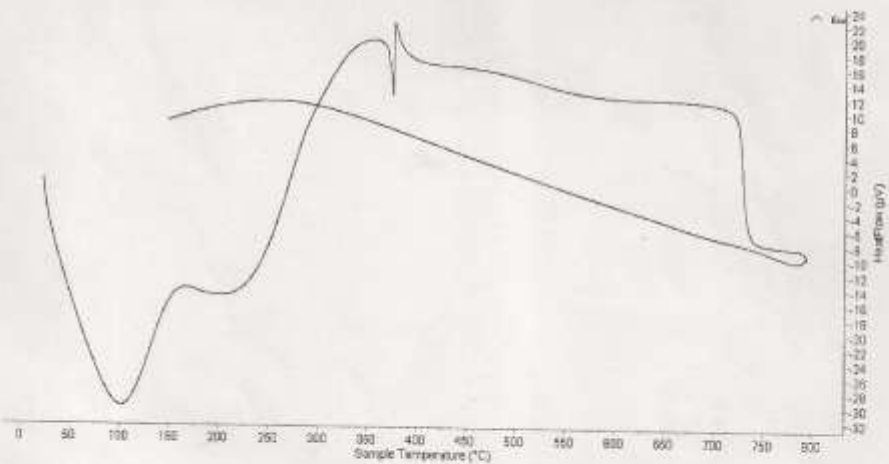
INFORME N° 25 - SET-16

4. Resultados:

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



II- Curva Calorimétrica DSC



Danny M. Chávez Novoa
ING. MATERIALES

Tel: 44-203510049790880/959900000 dmanchev@hotmial.com / Av. Juan Pablo II s/n - Ciudad Universitaria / Trujillo/RP/CP. 64953

Documento de Calcinación



**UNIVERSIDAD
SAN PEDRO**

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

ANÁLISIS DE LABORATORIO

SOLICITADO POR : BACH: CARO BRICEÑO JOSE IVAN
ASUNTO : Calcinación de Muestras
FECHA DE RECEPCION : 02/11/17
FECHA DE ENTREGA : 03/11/17

Descripción	Proceso	Temperatura (°C)	Tiempo	Peso inicial (gr)	Peso final (gr)
Ceniza de hoja de maíz	Calcinación	400	0.60 min	4000.20	3200.30

Chimbote, 17 de enero de 2018

UNIVERSIDAD SAN PEDRO
CHIMBOTE

Dr. Rogelio Custodiada Gomboc
DIRECTOR
Escuela Profesional de Ingeniería Civil

Análisis de Composición Química de la Ceniza de Hoja de Maíz



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

FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS
Laboratorio de Arqueometría

Informe N°104-LAQ/2017

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

Introducción.

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

“Resistencia de un Concreto $f_c=210 \text{ kg/cm}^2$ con Sustitución de Cemento en 5% y 10% Por Ceniza de Hoja de Maíz.”

La muestra está en forma de grano fino de 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 15 μA . 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 aprox. 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 3220 cts/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.

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 L 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



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

FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS
Laboratorio de Arqueometría

muestra de los rayos-X característicos de oro de la fuente, y el espectro discreto de los rayos-X característicos emitidos por la muestra de acuerdo a los elementos que contiene.

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 y selenio, a menos que se encuentren en altas concentraciones.

El análisis elemental de la muestra 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.

En la Figura 1 se muestra el espectro de FRXDE de esta muestra de ceniza de hoja de maíz. La línea roja representa el espectro experimental y la línea azul el espectro calculado. Cubre el intervalo de energías de 1 a 18 keV que es el intervalo 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.

La Tabla 1 muestra los resultados del análisis elemental de esta muestra. Las concentraciones están dadas en % de la masa total en términos de los óxidos más estables que se pueden formar en el proceso de calcinación y luego se normalizan para dar un total de 100%. Debe recalarse que la técnica da directamente la concentración de los elementos químicos. Estos resultados se utilizan luego para determinar la concentración de los óxidos.



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

FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS
Laboratorio de Arqueometría

Tabla 1. Composición elemental de la ceniza de hoja de maíz en % de masa.

Óxido	% masa	Normalizado
Al ₂ O ₃	10.932	15.654
SiO ₂	25.323	36.259
P ₂ O ₃	3.917	5.609
SO ₂	1.501	2.149
ClO ₂	6.332	9.066
K ₂ O	17.978	25.742
CaO	2.404	3.442
TiO ₂	0.020	0.028
MnO	0.081	0.116
Fe ₂ O ₃	0.352	0.504
Ni ₂ O ₃	0.007	0.010
CuO	0.496	0.710
ZnO	0.466	0.668
As ₂ O ₃	0.007	0.009
Rb ₂ O	0.004	0.006
SrO	0.008	0.012
Y ₂ O ₃	0.003	0.004
ZrO ₂	0.003	0.004
Totales	69.839	100.00

La suma en términos de contenido de óxidos es menor que 100% indicando que la muestra pueda contener compuestos de Na y/o Mg que esta técnica no puede detectar y/o diferentes de óxidos y/o hay una deficiencia en la calibración del instrumento. Para aclarar esta situación se sugiere hacer un análisis por difracción de rayos-X para determinar los compuestos que contiene la muestra con mayor precisión.



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

FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS
Laboratorio de Arqueometría

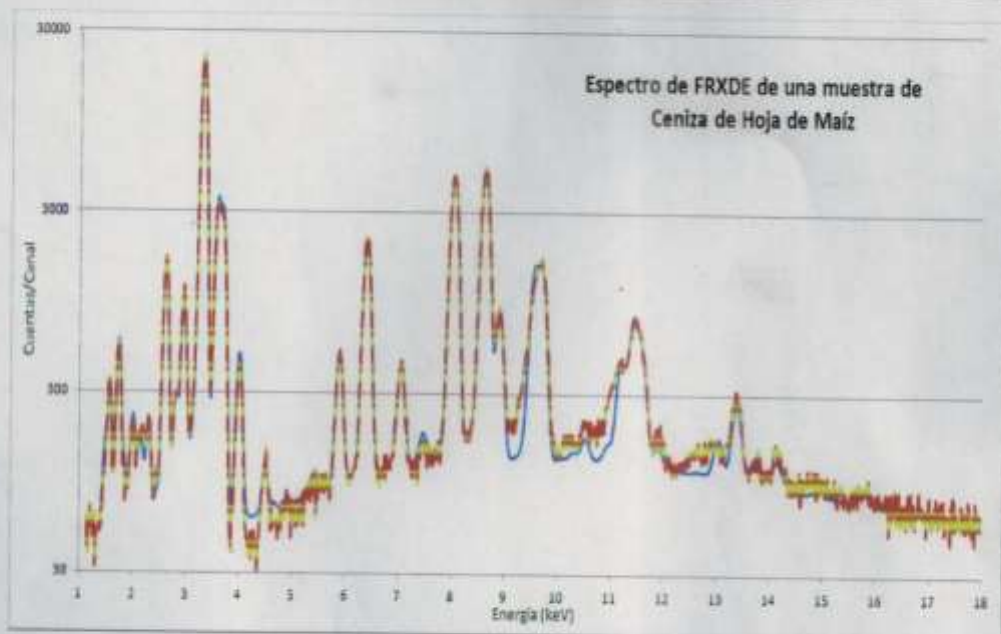


Figura 1. Espectro de FRXDE de una muestra de ceniza de hoja de maiz en escala semi logaritmica. Incluye el pico de Ar del aire y los picos de rayos-X de Au dispersados por la muestra. La curva en azul muestra el espectro simulado

Investigador Responsable:

Dr. Jorge A. Bravo Cabrejos
Laboratorio de Arqueometría



Lima, 11 de diciembre del 2017

pH de la Ceniza de Hoja 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° 20171026-014

Pág. 1 de 1

SOLICITADO POR : JOSÉ IVAN CARO BRICEÑO.
DIRECCIÓN : Calle Perené K – 7 San Pedro Chimbote.
PRODUCTO DECLARADO : ABAJO INDICADOS.
CANTIDAD DE MUESTRA : 01 muestra
PRESENTACIÓN DE LA MUESTRA : En bolsa de polietileno cerrada.
FECHA DE RECEPCIÓN : 2017-10-26
FECHA DE INICIO DEL ENSAYO : 2017-10-26
FECHA DE TERMINO DEL ENSAYO : 2017-10-27
CONDICIÓN DE LA MUESTRA : En buen estado
ENSAYOS REALIZADOS EN : Laboratorio de Físico Químico.
CÓDIGO COLECBI : SS 171026-6

RESULTADOS

MUESTRA	ENSAYOS
Cenizas de Hoja de Maiz	pH
	10,93

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, Octubre 27 del 2017.

DVY/jms

(Firma manuscrita)

Denis M. Vargas Yepéz
 Jefe de Laboratorio
 Físico Químico
 COLECBI S.A.C.

LC-MP-HR/IE
 Rev. 04
 Fecha 2015-11-30

PROHIBIDA LA REPRODUCCION TOTAL O PARCIAL DE ESTE INFORME SIN LA AUTORIZACION ESCRITA DE COLECBI S.A.C.

Urb. Buenos Aires Mz. A - Lt. 7 - I 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

pH de la Ceniza de 5% Hoja de Maíz +95% de Cemento



CORPORACION DE LABORATORIOS DE ENSAYOS CLÍNICOS, BIOLÓGICOS E INDUSTRIALES

“COLECBI” S.A.C.

REGISTRADO EN LA DIRECCION GENERAL DE POLÍTICAS Y DESARROLLO PEQUERO - PRODUCE

INFORME DE ENSAYO N° 20171026-016

Pág 1 de 1

SOLICITADO POR	JOSE IVAN CARO BRICEÑO.
DIRECCIÓN	Calle Perené K – 7 San Pedro Chimbote.
PRODUCTO DECLARADO	ABAJO INDICADOS.
CANTIDAD DE MUESTRA	01 muestra
PRESENTACIÓN DE LA MUESTRA	En bolsa de polietileno cerrada.
FECHA DE RECEPCIÓN	2017-10-26
FECHA DE INICIO DEL ENSAYO	2017-10-26
FECHA DE TERMINO DEL ENSAYO	2017-10-27
CONDICIÓN DE LA MUESTRA	En buen estado.
ENSAYOS REALIZADOS EN	Laboratorio de Físico Químico.
CÓDIGO COLECBI	SS 171026-6

RESULTADOS

MUESTRA	ENSAYOS
	pH
5% DE CENIZA DE HOJA DE MAIZ + 95% CEMENTO	13,38

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, Octubre 27 del 2017.

EVV/jms

Denis M. Vargas Yepéz
 Jefe de Laboratorio
 Físico Químico
COLECBI S.A.C.

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

PROHIBIDA LA REPRODUCCION TOTAL O PARCIAL DE ESTE INFORME SIN LA AUTORIZACION 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

pH de la Ceniza de 10% Hoja de Maíz +90% de Cemento



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° 20171026-015

Pág 1 de 1

SOLICITADO POR: JOSÉ IVAN CARO BRICEÑO.
 DIRECCIÓN: Calle Perené K – 7 San Pedro Chimbote.
 PRODUCTO DECLARADO: ABAJO INDICADOS.
 CANTIDAD DE MUESTRA: 01 muestra
 PRESENTACIÓN DE LA MUESTRA: En bolsa de polietileno cerrada.
 FECHA DE RECEPCIÓN: 2017-10-26
 FECHA DE INICIO DEL ENSAYO: 2017-10-26
 FECHA DE TERMINO DEL ENSAYO: 2017-10-27
 CONDICIÓN DE LA MUESTRA: En buen estado.
 ENSAYOS REALIZADOS EN: Laboratorio de Físico Químico.
 CÓDIGO COLECBI: SS 171026-6

RESULTADOS

MUESTRA	ENSAYOS
10% CENIZA DE HOJA DE MAIZ + 90% CEMENTO	pH 13.39

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, Octubre 27 del 2017.

DVY/jms

(Signature)

Denis M. Vargas Yepéz
 Jefe de Laboratorio
 Físico-Químico
 COLECBI S.A.C.

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



UNIVERSIDAD SAN PEDRO

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

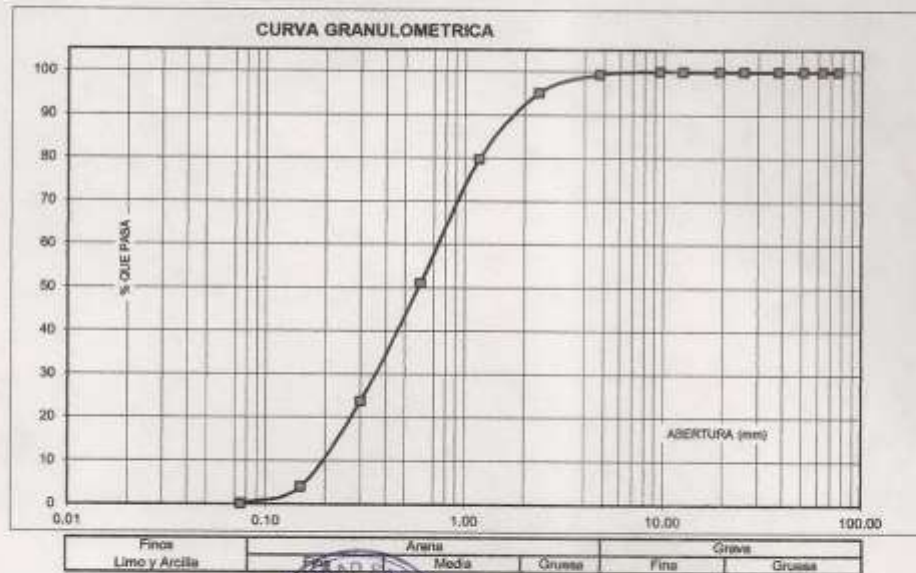
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO AGREGADO FINO (ASTM C 136-06)

SOLICITA : BACHICARO BRICEÑO JOSE IVAN
TESIS : RESISTENCIA DE UN CONCRETO FC=210 KG/CM² CON SUSTITUCION DE CEMENTO EN 5% Y 10% POR CENIZA DE HOJAS DE MAIZ
LUGAR : CHIMBOTE - SANTA - ANCASH
CANTERA : RUBEN
MATERIAL : ARENA GRUESA
FECHA : 17/01/2018

TAMIZ	Peso retenido	% ret. Parcial	% ret. Acumu.	% Que pasa
N°	Abert.(mm)	(gr.)	(%)	(%)
3"	76.20	0.0	0.0	100.0
2 1/2"	63.50	0.0	0.0	100.0
2"	50.80	0.0	0.0	100.0
1 1/2"	38.10	0.0	0.0	100.0
1"	25.40	0.0	0.0	100.0
3/8"	19.10	0.0	0.0	100.0
1/2"	12.50	0.0	0.0	100.0
3/16"	9.52	0.0	0.0	100.0
N° 4	4.75	8.1	0.7	99.3
N° 8	2.36	34.9	4.2	95.0
N° 16	1.18	125.5	15.3	79.8
N° 30	0.60	236.1	28.7	51.1
N° 50	0.30	224.5	27.3	23.6
N° 100	0.15	162.5	19.8	4.0
N° 200	0.08	31.9	3.9	0.1
PLATO	ASTM C-117-04	1.1	0.1	100.0
TOTAL		822.6	100.0	

PROPIEDADES FISICAS	
Módulo de Finiza	2.47

OBSERVACIONES:
La Muestra tomada identificada por el solicitante.



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
 CHIMBOTE
 Dr. Rogelio Custaheda Gamboa
 DIRECTOR
 Escuela Profesional de Ingeniería Civil



UNIVERSIDAD SAN PEDRO

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

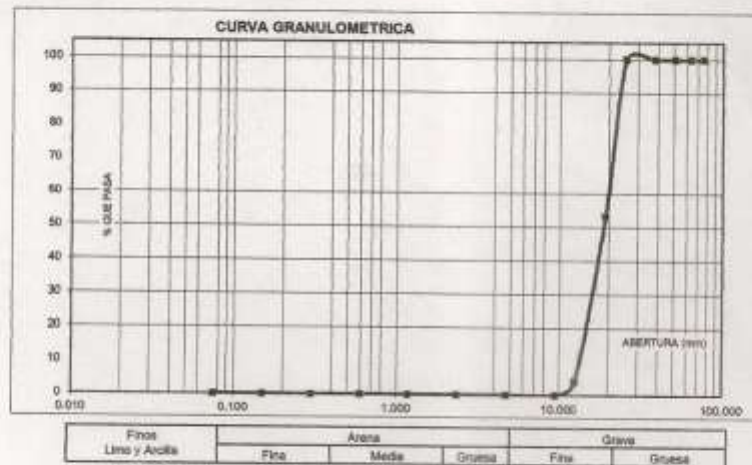
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO AGREGADO GRUESO (ASTM C 136-02)

SOLICITA : BACH. CARO BRICEÑO JOSE NAN
TESIS : RESISTENCIA DE UN CONCRETO FC=210 KG/CM² CON SUSTITUCIÓN DE CEMENTO EN 5% Y 10% POR CENIZA DE HOJAS DE MAÍZ
LUGAR : CHIMBOTE - SANTA - ANCASH
CANTERA : RUBEN
MATERIAL : PIEDRA CHANCADA
FECHA : 17/01/2018

TAMIZ	Abert.(mm)	Peso retenido (gr.)	% ret. Parcial (%)	% ret. Acumu. (%)	% Que pasa (gr.)
N° 3"	76.200	0.0	0.0	0.0	100.0
2 1/2"	63.500	0.0	0.0	0.0	100.0
2"	50.800	0.0	0.0	0.0	100.0
1 1/2"	38.100	0.0	0.0	0.0	100.0
1"	25.400	0.0	0.0	0.0	100.0
3/8"	19.100	556.7	46.8	46.8	53.2
3/16"	12.500	587.7	49.2	96.0	4.0
N° 6	9.520	48.3	4.0	100.0	0.0
N° 4	4.750	0.0	0.0	100.0	0.0
N° 8	2.360	0.0	0.0	100.0	0.0
N° 16	1.180	0.0	0.0	100.0	0.0
N° 30	0.850	0.0	0.0	100.0	0.0
N° 50	0.300	0.0	0.0	100.0	0.0
N° 100	0.150	0.0	0.0	100.0	0.0
N° 200	0.075	0.0	0.0	100.0	0.0
PLATO	ASTM C-117-04	0	0.0	100.0	0.0
TOTAL		1194.7	100.0		

PROPIEDADES FÍSICAS	
Tamaño Máximo Nominal	3/4"
Huso	N° 56 Ref. (ASTM C-33)

OBSERVACIONES
La muestra tomada identificada por el solicitante.



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



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

SOLICITA : BACH: CARO BRICEÑO JOSÉ IVAN
TESIS : RESISTENCIA DE UN CONCRETO F'c=210 KG/CM2 CON SUSTITUCION DE CEMENTO EN 5% Y 10% POR CENIZA D HOJAS DE MAIZ
LUGAR : CHIMBOTE - SANTA - ANCASH
CANTERA : RUBEN
MATERIAL : ARENA GRUESA
FECHA : 17/01/2018

A	Peso de material saturado superficialmente seco (aire) gr.	300.00	300.00
B	Peso de piconometro + agua gr.	688.50	688.50
C	Volumen de masa + volumen de vacios (A+B) cm ³	988.50	988.50
D	Peso de piconometro + agua + material gr.	870.10	870.10
E	Volumen de masa + volumen de vacios (C-D) cm ³	118.40	118.40
F	Peso de material seco en estufa gr.	297.30	297.30
G	Volumen de masa (E-(A-F))	115.70	115.70
H	P.e. Bulk (Base Seca) F/E	2.511	2.51
I	P.e. Bulk (Base Saturada) A/E	2.534	2.53
J	P.e. Aparente (Base Seca) F/E	2.570	2.57
K	Absorción (%) ((D-A)/A)x100	0.91	0.91

P.e. Bulk (Base Seca) : 2.511
P.e. Bulk (Base Saturada) : 2.534
P.e. Aparente (Base Seca) : 2.570
Absorción (%) : 0.91



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
ChimboTE
Dr. Rogelio Gastaneda Gamboa
DIRECTOR
Escuela Profesional de Ingeniería Civil



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

SOLICIT : BACHICARO BRICEÑO JOSE IVAN
TESIS : RESISTENCIA DE UN CONCRETO $f'c=210$ KG/CM² CON SUSTITUCION DE CEMENTO EN 5% Y 10% POR CENIZA DE HOJAS DE MAIZ
LUGAR : CHIMBOTE - SANTA - ANCASH
CANTERA : RUBEN
MATERIAL : PIEDRA CHANCADA
FECHA : 17/01/2011

A	Peso de material saturado superficialmente seco (aire)	899.20	901.60
B	Peso de material saturado superficialmente seco (agua)	550.20	590.60
C	Volumen de masa + volumen de vacios (A-B)	349.00	311.00
D	Peso de material seco en ensufa	895.20	897.10
E	Volumen de masa (D-(A-D))	345.00	306.50
G	P.e. Bulk (Base Seca) D/C	2.585	2.885
H	P.e. Bulk (Base Saturada) A/C	2.577	2.889
I	P.e. Aparente (Base Seca) D/E	2.595	2.927
F	Absorción (%) ((D-A)/A)x100	0.45	0.50

P.e. Bulk (Base Seca) : 2.725
P.e. Bulk (Base Saturada) : 2.738
P.e. Aparente (Base Seca) : 2.781
Absorción (%) : 0.47



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
CHIMBOTE
Dr. Rogelio Castañeda Gamba
DIRECTOR
Escuela Profesional de Ingeniería Civil



PESO UNITARIO DEL AGREGADO FINO
(ASTM C 29-06 : NTP 400.017)

SOLICITA : BACH: CARO BRICEÑO JOSE IVAN
 TESIS : RESISTENCIA DE UN CONCRETO F'c=210 KG/CM2 CON SUSTITUCION DE CEMENTO EN 5% Y 10% POR CENIZA DE HOJAS DE MAIZ
 LUGAR : CHIMBOTE - SANTA - ANCASH
 CANTERA : RUBEN
 MATERIAL : ARENA GRUESA
 FECHA : 17/01/2018

PESO UNITARIO SUELTO

Ensayo N°	01	02	03
Peso de molde + muestra	7625.5	7636	7650.5
Peso de molde	3320	3320	3320
Peso de muestra	4305.5	4316	4330.5
Volumen de molde	2788	2788	2788
Peso unitario (Kg/m ³)	1544	1546	1553
Peso unitario prom. (Kg/m ³)	1548		
CORREGIDO POR HUMEDAD	1638		

PESO UNITARIO COMPACTADO

Ensayo N°	01	02	03
Peso de molde + muestra	8265.5	8290	8290.5
Peso de molde	3320	3320	3320
Peso de muestra	4945.5	4970	4970.5
Volumen de molde	2788	2788	2788
Peso unitario (Kg/m ³)	1774	1783	1783
Peso unitario prom. (Kg/m ³)	1780		
CORREGIDO POR HUMEDAD	1788		



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
CHIMBOTE
SEG
Dr. Rogelio Castañeda Gamba
DIRECTOR
Escuela Profesional de Ingeniería Civil



UNIVERSIDAD SAN PEDRO

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

PESO UNITARIO DEL AGREGADO GRUESO

(ASTM C 29-08 | NTP 400.017)

SOLICITA : BACH.CARO BRICEÑO JOSE IVAN
 TESIS : RESISTENCIA DE UN CONCRETO FC=210 KG/CM2 CON SUSTITUCION DE CEMENTO EN 5% Y 10% POR CENIZA DE HOJAS DE MAIZ
 LUGAR : CHIMBOTE - SANTA - ANCASH
 CANTERA : RUBEN
 MATERIAL : PIEDRA CHANCADA
 FECHA : 17/01/2018

PESO UNITARIO SUELTO

Ensayo N°	01	02	03
Peso de molde + muestra	18190	18300	18200
Peso de molde	5120	5120	5120
Peso de muestra	13070	13180	13080
Volumen de molde	9354	9354	9354
Peso unitario (Kg/m ³)	1397	1409	1388
Peso unitario prom. (Kg/m ³)	1402		
CORREGIDO POR HUMEDAD	1397		

PESO UNITARIO COMPACTADO

Ensayo N°	01	02	03
Peso de molde + muestra	19300	19200	19250
Peso de molde	5120	5120	5120
Peso de muestra	14180	14080	14130
Volumen de molde	9354	9354	9354
Peso unitario (Kg/m ³)	1516	1505	1511
Peso unitario prom. (Kg/m ³)	1511		
CORREGIDO POR HUMEDAD	1506		



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
CHIMBOTE
Dr. Roberto Castañeda Gamboa
DIRECTOR
Escuela Profesional de Ingeniería Civil



CONTENIDO DE HUMEDAD AGREGADO FINO

(ASTM D-2216)

SOLICITA : BACHICARO BRICEÑO JOSE IVAN
TESIS : RESISTENCIA DE UN CONCRETO FC-210 KG/CM2 CON SUSTITUCION DE CEMENTO EN 5% Y 10% POR CENIZA DE HOJAS DE MAIZ
LUGAR : CHIMBOTE - SANTA - ANCASH
CANTERA : RUBEN
MATERIAL : ARENA GRUESA
FECHA : 17/01/2018

PRUEBA N°	01	02
TARA N°		
TARA + SUELO HUMEDO (gr)	1020.5	965.3
TARA + SUELO SECO (gr)	1015.4	959.8
PESO DEL AGUA (gr)	5.1	5.5
PESO DE LA TARA (gr)	205.2	205.2
PESO DEL SUELO SECO (gr)	810.2	754.6
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	0.63	0.73
PROM. CONTENIDO HUMEDAD (%)		0.68



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
CHIMBOTE
Dr. Regelio Castañeda Gamboa
DIRECTOR
Escuela Profesional de Ingeniería Civil



CONTENIDO DE HUMEDAD AGREGADO GRUESO
(ASTM D-2216)

SOLICITA : BACHICARO BRICEÑO JOSE MAN
TESIS : RESISTENCIA DE UN CONCRETO Fc=210 KG/CM2 CON SUSTITUCION DE CEMENTO EN 5% Y 10% POR CENIZA DE HOJAS DE MAIZ
LUGAR : CHIMBOTE - SANTA - ANCASH
CANTERA : RUBEN
MATERIAL : PIEDRA CHANCADA
FECHA : 17/01/2018

PRUEBA Nº	01	02
TARA Nº		
TARA + SUELO HUMEDO (gr)	1498.5	1498
TARA + SUELO SECO (gr)	1494.5	1494.5
PESO DEL AGUA (gr)	4.2	3.5
PESO DE LA TARA (gr)	207.5	202
PESO DEL SUELO SECO (gr)	1286.5	1292.5
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	0.33	0.27
PROM. CONTENIDO HUMEDAD (%)	0.30	



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
Chimbo 72
Dr. Anselmo Castañeda Gamba
CARRERA: CIVIL
Escuela Profesional de Ingeniería Civil



DETERMINACION DE PESO ESPECIFICO

[Frasco de Le Chatelet]
(Según ASTM C 188, AASHTO T 333 y MTCE 610-2000)

SOLICITA : BACHICARO BRICEÑO JOSE IVAN
TESIS : RESISTENCIA DE UN CONCRETO FC=210 KG/CM2 CON SUSTITUCION DE CEMENTO EN 5% Y 10%
POR CENIZA DE HOJAS DE MAIZ
LUGAR : CHIMBOTE – PROVINCIA DEL SANTA – ANCASH
MATERIAL : CEMENTO 95% + CENIZA DE HOJA DE MAIZ 5%
FECHA : 02/02/2018

PRUEBA N°		01	02
FRASCO N°			
LECTURA INICIAL	(ml)	0.20	0.20
LECTURA FINAL	(ml)	21.60	21.60
PESO DE MUESTRA	(gr)	64.00	64.00
VOLUMEN DESPLAZADO	(ml)	21.40	21.40
PESO ESPECIFICO		2.991	2.991
PESO ESPECIFICO PROMEDIO	(gr / cm3)	2.991	



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

Ing. Jorge Montañez Reyes
JEFE



DETERMINACION DE PESO ESPECIFICO

(Frasco de Le Chateleir)

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

SOLICITA : BACH:CARO BRICEÑO JOSE IVAN
 TESIS : RESISTENCIA DE UN CONCRETO F'c=210 KG/CM2 CON SUSTITUCION DE CEMENTO EN 5% Y 10%
 POR CENIZA DE HOJAS DE MAIZ
 LUGAR : CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - ANCASH
 MATERIAL : CEMENTO 90% + CENIZA DE HOJA DE MAIZ 10%
 FECHA : 02/02/2018

PRUEBA N°		01	02
FRASCO N°			
LECTURA INICIAL	(ml)	0.20	0.20
LECTURA FINAL	(ml)	22.10	22.10
PESO DE MUESTRA	(gr)	64.00	64.00
VOLUMEN DESPLAZADO	(ml)	21.90	21.90
PESO ESPECIFICO		2.922	2.922
PESO ESPECIFICO PROMEDIO	(gr / cm3)	2.922	



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
 FACULTAD DE INGENIERIA
 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

DETERMINACION DE PESO ESPECIFICO

(Frasco de Le Chouteir)

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

SOLICITA : BACH:CARO BRICEÑO JOSE IVAN
TESIS : RESISTENCIA DE UN CONCRETO F'c=210 KG/CM2 CON SUSTITUCION DE CEMENTO EN 5% Y 10%
POR CENIZA DE HOJAS DE MAIZ
LUGAR : CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - ANCASH
MATERIAL : CENIZA DE HOJA DE MAIZ 100%
FECHA : 02/02/2018

PRUEBA N°		01	02
FRASCO N°			
LECTURA INICIAL	(ml)	0.20	0.20
LECTURA FINAL	(ml)	23.00	23.00
PESO DE MUESTRA	(gr)	64.00	64.00
VOLUMEN DESPLAZADO	(ml)	22.80	22.80
PESO ESPECIFICO		2.807	2.807
PESO ESPECIFICO PROMEDIO	(gr / cm3)	2.807	



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



DISEÑO DE MEZCLA

SOLICITA : BACH. CARO BRICEÑO JOSE MAN
 TESIS : RESISTENCIA DE UN CONCRETO F'c=210 KG/CM² CON SUSTITUCION DE CEMENTO EN
 5% Y 10% POR CENIZA DE HOJA DE MAIZ.
 LUGAR : CHIMBOTE – SANTA – ANCASH
 FECHA : 17/01/2018

ESPECIFICACIONES

- La selección de las proporciones se hará empleando el metodo del ACI
- La resistencia en compresión de diseño especificada es de 210 kg/cm², a los 28 días.

MATERIALES

A.- Cemento :

- Tipo I "Pacasmayo"
- Peso especifico 3.12

B.- Agua :

- Potable, de la zona.

C.- Agregado Fino :

CANTERA: RUBEN

- Peso especifico de masa 2.51
- Peso unitario suelto 1538 kg/m³
- Peso unitario compactado 1768 kg/m³
- Contenido de humedad 0.88 %
- Absorción 0.91 %
- Módulo de fineza 2.47

D.- Agregado grueso

CANTERA: RUBEN

- Piedra, perfil angular
- Tamaño Máximo Nominal 3/4"
- Peso especifico de masa 2.72
- Peso unitario suelto 1397 kg/m³
- Peso unitario compactado 1506 kg/m³
- Contenido de humedad 0.30 %
- Absorción 0.47 %





UNIVERSIDAD SAN PEDRO

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

SELECCIÓN DEL ASENTAMIENTO

De acuerdo a las especificaciones, las condiciones que la mezcla tenga una consistencia plástica, a la que corresponde un asentamiento de 3" a 4" .

VOLUMEN UNITARIO DE AGUA

Para una mezcla de concreto con asentamiento de 3" a 4" , sin aire incorporado y cuyo agregado grueso tiene un tamaño máximo nominal de 3/4" , el volumen unitario de agua es de 205 lt/m³ .

RELACIÓN AGUA - CEMENTO

Se obtiene una relación agua - cemento de 0.670

FACTOR DE CEMENTO

F.C.: $205 / 0.670 = 305.97 \text{ kg/m}^3 = 7.20 \text{ bolsas / m}^3$

VALORES DE DISEÑO CORREGIDOS

Cemento.....	305.970	kg/m ³
Agua efectiva.....	208.548	lts/m ³
Agregado fino.....	802.903	kg/m ³
Agregado grueso.....	981.945	kg/m ³

PROPORCIONES EN PESO

$$\frac{305.97}{305.97} : \frac{802.903}{305.97} : \frac{981.95}{305.97}$$

$$1 : 2.62 : 3.21 : 28.97 \text{ lts / bolsa}$$

PROPORCIONES EN VOLUMEN

$$1 : 2.54 : 3.44 : 28.97 \text{ lts / bolsa}$$



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
CHIMBOTE
Dr. Rogelio Custaneda Gamba
DIRECTOR
Escuela Profesional de Ingeniería Civil



**DISEÑO DE MEZCLA
(SUSTITUCION 5% DEL CEMENTO)**

SOLICITA : BACHICARO BRICEÑO JOSE IVAN
TESIS : RESISTENCIA DE UN CONCRETO FC=210 KG/CM2 CON SUSTITUCION DE CEMENTO EN
5% Y 10% POR CENIZA DE HOJA DE MAIZ.
LUGAR : CHIMBOTE - SANTA - ANCASH
FECHA : 202/2018

ESPECIFICACIONES

- La selección de las proporciones se hará empleando el método del ACI
- La resistencia en compresión de diseño especificada es de 210 kg/cm², a los 28 días.

MATERIALES

A- Cemento + 5% CENIZA DE HOJA DE MAIZ :

- Tipo I "Pacasmayo"
- Peso específico 2.98

B- Agua :

- Potable, de la zona.

C.-Agregado Fino :

CANTERA: RUBEN

- Peso específico de masa 2.51
- Peso unitario suelto 1538 kg/m³
- Peso unitario compactado 1768 kg/m³
- Contenido de humedad 0.88 %
- Absorción 0.91 %
- Módulo de fineza 2.47

D.- Agregado grueso

CANTERA: RUBEN

- Piedra, perfil angular
- Tamaño Máximo Nominal 3/4"
- Peso específico de masa 2.72
- Peso unitario suelto 1397 kg/m³
- Peso unitario compactado 1506 kg/m³
- Contenido de humedad 0.30 %
- Absorción 0.47 %





UNIVERSIDAD SAN PEDRO

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

SELECCIÓN DEL ASENTAMIENTO

De acuerdo a las especificaciones, las condiciones que la mezcla tenga una consistencia plástica, a la que corresponde un asentamiento de 3" a 4".

VOLUMEN UNITARIO DE AGUA

Para una mezcla de concreto con asentamiento de 3" a 4", sin aire incorporado y cuyo agregado grueso tiene un tamaño máximo nominal de 3/4", el volumen unitario de agua es de 205 lt/m³.

RELACIÓN AGUA - CEMENTO

Se obtiene una relación agua - cemento de 0.670

FACTOR DE CEMENTO

F.C.: $205 / 0.670 = 305.97 \text{ kg/m}^3 = 7.20 \text{ bolsas / m}^3$

VOLUMENES ABSOLUTOS

Cemento.....	0.097
Ceniza de Hoja de Maiz(5%)Volumen de cemento.....	0.005
Agua efectiva.....	0.205
Agregado fino.....	0.313
Agregado grueso.....	0.359
Aire.....	0.020
	1.000

PESOS SECOS

Cemento.....	290.672
Ceniza de Hoja de Maiz(5%).....	15.299
Agua efectiva.....	205.000
Agregado fino.....	786.941
Agregado grueso.....	979.022

PESOS CORREGIDOS POR HUMEDAD

Cemento.....	290.672	kg/m ³
Ceniza de Hoja de Maiz(5%).....	15.299	kg/m ³
Agua efectiva.....	208.522	lts/m ³
Agregado fino.....	792.286	kg/m ³
Agregado grueso.....	981.945	kg/m ³

PROPORCIONES EN PESO

$$\frac{290.67}{290.67} : \frac{15.299}{290.67} : \frac{792.286}{290.67} : \frac{981.95}{290.67}$$

$$1 : 0.05 : 2.73 : 3.38 : 30.49 \text{ lts / bolsa}$$

PROPORCIONES EN VOLUMEN

$$\frac{6.84}{6.84} : \frac{0.36}{6.84} : \frac{18.642}{6.84} : \frac{23.10}{6.84}$$

$$1 : 0.05 : 4.28 : 3.06 : 30.49 \text{ lts / bolsa}$$



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



**DISEÑO DE MEZCLA
(SUSTITUCION 10% DEL CEMENTO)**

SOLICITA : BACH:CARO BRICEÑO JOSE IVAN
 TESIS : RESISTENCIA DE UN CONCRETO F'c=210 KG/CM2 CON SUSTITUCION DE CEMENTO EN
 5% Y 10% POR CENIZA DE HOJA DE MAIZ.
 LUGAR : CHIMBOTE - SANTA - ANCASH
 FECHA : 20/2/2018

ESPECIFICACIONES

- La selección de las proporciones se hará empleando el metodo del ACI
- La resistencia en compresión de diseño especificada es de 210 kg/cm², a los 28 días.

MATERIALES

A.- Cemento + 10% CENIZA DE HOJA DE MAIZ :

- Tipo I "Pacasmayo"
- Peso especifico 2.92

B.- Agua :

- Potable, de la zona.

C.-Agregado Fino :

CANTERA: RUBEN

- Peso especifico de masa 2.51
- Peso unitario suelto 1538 kg/m³
- Peso unitario compactado 1768 kg/m³
- Contenido de humedad 0.68 %
- Absorción 0.91 %
- Módulo de fineza 2.47

D.- Agregado grueso

CANTERA: RUBEN

- Piedra, perfil angular
- Tamaño Máximo Nominal 3/4"
- Peso especifico de masa 2.72
- Peso unitario suelto 1397 kg/m³
- Peso unitario compactado 1505 kg/m³
- Contenido de humedad 0.30 %
- Absorción 0.47 %





UNIVERSIDAD SAN PEDRO

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

SELECCIÓN DEL ASENTAMIENTO

De acuerdo a las especificaciones, las condiciones que la mezcla tenga una consistencia plástica, a la que corresponde un asentamiento de 3" a 4" .

VOLUMEN UNITARIO DE AGUA

Para una mezcla de concreto con asentamiento de 3" a 4" , sin aire incorporado y cuyo agregado grueso tiene un tamaño máximo nominal de 3/4" , el volumen unitario de agua es de 205 lt/m³ .

RELACIÓN AGUA - CEMENTO

Se obtiene una relación agua - cemento de 0.670

FACTOR DE CEMENTO

F.C.: $205 / 0.670 = 305.97 \text{ kg/m}^3 = 7.20 \text{ bolsas / m}^3$

VOLUMENES ABSOLUTOS

Cemento.....	0.094
Ceniza de Hoja de Maiz(10%)Volumen de cemento.....	0.010
Agua efectiva.....	0.205
Agregado fino.....	0.311
Agregado grueso.....	0.359
Aire.....	0.020
	1.000

PESOS SECOS

Cemento.....	275.373
Ceniza de Hoja de Maiz(10%).....	30.597
Agua efectiva.....	205.000
Agregado fino.....	780.664
Agregado grueso.....	979.022

PESOS CORREGIDOS POR HUMEDAD

Cemento.....	275.373	kg/m ³
Ceniza de Hoja de Maiz(10%).....	30.597	kg/m ³
Agua efectiva.....	208.546	lts/m ³
Agregado fino.....	802.903	kg/m ³
Agregado grueso.....	981.945	kg/m ³

PROPORCIONES EN PESO

$$\frac{275.37}{275.37} : \frac{30.597}{275.37} : \frac{802.903}{275.37} : \frac{981.95}{275.37}$$

$$1 : 0.11 : 2.92 : 3.57 : 32.19 \text{ lts / bolsa}$$

PROPORCIONES EN VOLUMEN

$$\frac{6.48}{6.48} : \frac{0.72}{6.48} : \frac{18.892}{6.48} : \frac{23.10}{6.48}$$

$$1 : 0.11 : 4.28 : 3.06 : 32.19 \text{ lts / bolsa}$$



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
FACULTAD DE INGENIERÍA
Laboratorio de Mecánica de Suelos y Ensayo de Materiales

Jorge Montañez Reyes
Ing. Jorge Montañez Reyes
JEFE



ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION

SOLICITA : BACH. CARO BRICEÑO JOSE IVAN
TEMA : RESISTENCIA DE UN CONCRETO F'C=210 KG/CM2 CON SUSTITUCION DE CEMENTO EN
5% Y 10% POR CENIZA DE HOJA DE MAIZ
LUGAR : CHIMBOTE – SANTA – ANCASH
FECHA : 17/01/2018

F' C : 210 Kg/cm2

N°	TESTIGO	SLUMP (")	FECHA		EDAD	FC Kg/Cm2	FC/F' C (%)
	ELEMENTO		MOLDEO	ROTURA	DIAS		
01	PATRON	3.50	25/09/2017	02/10/2017	7	160.29	76.33
02	PATRON	3.50	25/09/2017	02/10/2017	7	158.88	75.66
03	PATRON	3.50	25/09/2017	02/10/2017	7	159.10	75.76
04	PATRON	3.50	25/09/2017	09/10/2017	14	188.63	89.82
05	PATRON	3.50	25/09/2017	09/10/2017	14	189.06	90.03
06	PATRON	3.50	25/09/2017	09/10/2017	14	189.65	90.31
07	PATRON	3.50	25/09/2017	23/10/2017	28	215.82	102.77
08	PATRON	3.50	25/09/2017	23/10/2017	28	214.70	102.24
09	PATRON	3.50	25/09/2017	23/10/2017	28	216.09	102.90

ESPECIFICACIONES : Los ensayos responde a la norma de diseño ASTM C-39.

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



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
CHIMBOTE
Dr. Rogelio Castañeda Gumbao
DIRECTOR
Escuela Profesional de Ingeniería Civil



ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION-EXPERIMENTAL

SOLICITA : BACH. CARO BRICEÑO JOSE IVAN
TEMA : RESISTENCIA DE UN CONCRETO F'c=210 KG/CM2 CON SUSTITUCION DE CEMENTO EN
5% Y 10% POR CENIZA DE HOJA DE MAIZ
LUGAR : CHIMBOTE - SANTA - ANCASH
FECHA : 17/01/2018
F' C : 210 Kg/cm2

N°	TESTIGO	SLUMP (")	FECHA		EDAD DIAS	F'c Kg/Cm2	FC/F'c (%)
	ELEMENTO		MOLDEO	ROTURA			
01	EXPERIMENTAL 5%	3.50	08/11/2017	15/11/2017	7	169.45	80.69
02	EXPERIMENTAL 5%	3.50	08/11/2017	15/11/2017	7	170.54	81.21
03	EXPERIMENTAL 5%	3.50	08/11/2017	15/11/2017	7	170.13	81.02
04	EXPERIMENTAL 5%	3.50	08/11/2017	22/11/2017	14	196.73	93.68
05	EXPERIMENTAL 5%	3.50	08/11/2017	22/11/2017	14	194.57	92.65
06	EXPERIMENTAL 5%	3.50	08/11/2017	22/11/2017	14	196.60	93.62
07	EXPERIMENTAL 5%	3.50	08/11/2017	06/12/2017	28	232.02	110.49
08	EXPERIMENTAL 5%	3.50	08/11/2017	06/12/2017	28	233.72	111.29
09	EXPERIMENTAL 5%	3.50	08/11/2017	06/12/2017	28	231.86	110.41

ESPECIFICACIONES : Los ensayos responde a la norma de diseño ASTM C-39.

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



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
CHIMBOTE
Dr. Rogelio Castañeda Gamboa
Director
Escuela Profesional de Ingeniería Civil



ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION-EXPERIMENTAL

SOLICITA : BACH. CARO BRICEÑO JOSE IVAN
TEMA : RESISTENCIA DE UN CONCRETO F'C=210 KG/CM2 CON SUSTITUCION DE CEMENTO EN
5% Y 10% POR CENIZA DE HOJA DE MAIZ
LUGAR : CHIMBOTE - SANTA - ANCASH
FECHA : 17/01/2018
F' C : 210 Kg/cm2

N°	TESTIGO	SLUMP	FECHA		EDAD	FC	FC/F' C
	ELEMENTO	(")	MOLDEO	ROTURA	DIAS	Kg/Cm2	(%)
01	EXPERIMENTAL 10%	3.50	13/11/2016	20/11/2016	7	176.45	84.03
02	EXPERIMENTAL 10%	3.50	13/11/2016	20/11/2016	7	176.34	83.97
03	EXPERIMENTAL 10%	3.50	13/11/2016	20/11/2016	7	175.14	83.40
04	EXPERIMENTAL 10%	3.50	13/11/2016	27/11/2016	14	203.23	96.77
05	EXPERIMENTAL 10%	3.50	13/11/2016	27/11/2016	14	204.02	97.15
06	EXPERIMENTAL 10%	3.50	13/11/2016	27/11/2016	14	204.87	97.56
07	EXPERIMENTAL 10%	3.50	13/11/2016	11/12/2016	28	257.60	122.66
08	EXPERIMENTAL 10%	3.50	13/11/2016	11/12/2016	28	255.07	121.46
09	EXPERIMENTAL 10%	3.50	13/11/2016	11/12/2016	28	259.70	123.67

ESPECIFICACIONES : Los ensayos responde a la norma de diseño ASTM C-39.

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



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
ChimboTE
Dr. Rogelio Custaneda Gamboa
DIRECTOR
Escuela Profesional de Ingeniería Civil

PANEL FOTOGRÁFICO



Foto 1: Recolección De Hoja De Maíz-Cambio Puente
Fuente: El autor



Foto 2: Recolección de Agregados-Cantera Rubén
Fuente: El autor



Foto 3: prequemado a cielo abierto de las Hojas de Maíz
Fuente: El autor



Foto 4: Calcinación a Temperatura Controlada (400 °C) de las Cenizas de Hojas Maíz por 1 Hora.
Fuente: El autor



Foto 5: molienda manual de las cenizas de hojas de maíz activadas.
Fuente: El autor



Foto 6: tamizado de las cenizas de hojas de maíz por la malla N°200
Fuente: El autor



Foto 6: análisis granulométrico
Fuente: El autor



Foto 7: peso unitario
Fuente: El autor



Foto 8: Gravedad Específica Y Absorción
Fuente: El autor



Foto 9: contenido de humedad
Fuente: El autor



Foto 9: limpieza de moldes
Fuente: El autor



Foto 10: pesado de los materiales para el concreto
Fuente: El autor



Foto 11: mezclado de los materiales
Fuente: El autor



Foto 12: slump
Fuente: El autor



Foto 13: vaciado de concreto en moldes
Fuente: El autor



Foto 14: desencofrado de probetas
Fuente: El autor



Foto 15: curado de probetas
Fuente: El autor



Foto 16: pesado de probetas
Fuente: El autor



Foto 17: dimensiones de las probetas
Fuente: El autor



Foto 18: compresión de probetas de concreto
Fuente: El autor