

UNIVERSIDAD SAN PEDRO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



**Resistencia a la compresión de un concreto $f'_c=210$ kg/cm²,
sustituyendo el cemento por 10% de ceniza de tusa de maíz y 5%
de ceniza de cola de caballo.**

Tesis para obtener el título profesional de ingeniero civil

Autor

Pérez Nieves, Juan Carlos

Asesor

López Carranza, Ruben

Chimbote – Perú

2018

PALABRAS CLAVES:

Tema	Resistencia Mecánica de Concreto
Especialidad	Tecnología del Concreto

KEYWORDS:

Theme	Resistance Mechanical of Concrete
Speciality	Concrete Technology

LINEAS DE INVESTIGACION:

Área	2. Ingeniería y Tecnología
Sub-área	2.1. Ingeniería Civil
Disciplina	Ingeniería Civil

TITULO

**RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE UN CONCRETO
F´C=210 KG/CM2, SUSTITUYENDO EL CEMENTO POR
10% DE CENIZA DE TUSA DE MAÍZ Y 5% DE CENIZA DE
COLA DE CABALLO.**

RESUMEN

En esta investigación se ha determinado la influencia en la resistencia a compresión del concreto $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ usando agregados de la cantera de “Medina” y sustituyendo el cemento por 10% de ceniza de tusa de maíz y 5% de ceniza de cola de caballo.

La metodología cuasi-experimental de la investigación consistió preparar mezclas de concreto para una resistencia a la compresión de 210 kg/cm^2 , tomando 9 muestras de probetas patrón y otras 9 con la sustitución al cemento, para posteriormente evaluarlas en su resistencia a la compresión al concreto pasado los 7, 14 y 28 días.

Los resultados obtenidos al incorporar el 10% de ceniza de tusa de maíz y 5 % de ceniza de cola de caballo al diseño experimental, llegaron con una resistencia a la compresión de 246.55 kg/cm^2 a los 28 días de curado; resistencia muy optima a la que se quiso llegar, superando a las probetas hechos con el diseño patrón de resistencia a la compresión de 223.26 kg/cm^2 , siendo un 10.92% mayor las probetas experimentales a los 28 días. La resistencia de las probetas a los 14 días de curado llegó a superar en un 9.76%, mientras que a los 7 días de curado de las probetas experimentales disminuyo en 1.72% con respecto a las probetas patrón.

Concluyendo que los resultados obtenidos nos indican que los concretos incorporados con sustitución al cemento por cenizas de 10% tusa de maíz y 5% cola de caballo presentan una resistencia mayor a las del concreto convencional ensayadas a los 7, 14 y 28 días.

ABSTRACT

In this research, the influence on the corrosion resistance of concrete = 210 kg / cm² has been established with aggregates from the "Rubén" quarry and the cement has been replaced by 10% of corn husk ash and 5% of tail ash. of horse.

The quasi-experimental methodology of the investigation consisted in the combination of 210 kg / cm², taking 9 samples of standard samples and another 9 with the substitution to the cement, for later the last ones in their resistance to the compression to the concrete past the 7,14 and 28 days.

The results obtained by incorporating 10% of corn husk ash and 5% of horsetail ash to the experimental design, arrived with a compressive strength of 246.55 kg / cm² after 28 days of curing; very good resistance that can be accessed, exceeding the specimens with the resistance resistance design of 223.26 kg / cm², with 10.92% being the mayor of the experimental samples at 28 days. The resistance of the specimens after 14 days of curing reached 9.76%, while the 7 days of curing of the experimental specimens decreased by 1.72% with respect to the standard specimens.

The results incorporated with the cement by ash of 10% of your ears of corn and 5% of tail presented a greater resistance to the conventional tests of the 14 and 28 days.

INDICE GENERAL

PALABRAS CLAVES.....	i
TITULO.....	ii
RESUMEN	iii
ABSTRACT.....	iv
INDICE.....	v
INTRODUCCION.....	pag.1
METODOLOGÍA DEL TRABAJO.....	pag.40
RESULTADOS.....	pag.51
ANÁLISIS Y DISCUSIÓN	pag.61
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	pag.63
AGRADECIMIENTOS.....	pag.67
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	pag.68
APENDICE Y ANEXOS	pag.69

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Componentes del cemento	Pag 14
Tabla 2. Componentes del cemento Pacasmayo Tipo I	Pag 14
Tabla 3. Requisitos para agua de mezcla – NTP 339.088	Pag 15
Tabla 4. Composición química de la ceniza del maíz	Pag 29
Tabla 5. Composición química de la ceniza de la cola de caballo	Pag 38
Tabla 6. Composición química de la ceniza de la cola de caballo expresada como elementos	Pag 39
Tabla 7. Variable dependiente	Pag 41
Tabla 8. Variable independiente	Pag 42
Tabla 9. Tiempo y cantidad de muestras a investigar	Pag 44
Tabla 10. Florescencia de rayos x de ceniza de tusa de maíz	Pag 55
Tabla 11. Florescencia de rayos x de ceniza de cola de caballo	Pag 56
Tabla 12. Florescencia de rayos x de cemento Tipo I 85%, ceniza de tusa de maíz 10% y 5% de ceniza de cola de caballo	Pag 57
Tabla 13. PH del cemento Tipo I, ceniza de tusa de maíz, ceniza de cola de caballo y su combinación de las 3 muestras	Pag 57
Tabla 14. Propiedades Físicas de los agregados para el concreto	Pag 58
Tabla 15. Cantidad de material para el diseño patrón $f'c=210\text{kg/cm}^2$	Pag 58
Tabla 16. Cantidad de material para el diseño experimental $f'c=210\text{kg/cm}^2$	Pag 59
Tabla 17. Resultado de ensayo a compresión axial del concreto endurecido diseño patrón	Pag 59

Tabla 18. Resultado de ensayo a compresión axial del concreto endurecido

diseño experimentalPag 62

INDICE DE GRAFICOS

Grafico 1. Relación agua-cemento	Pag 16
Grafico 2. Representación de las resistencias a la compresión patrón en 7 días	Pag 60
Grafico 3. Representación de las resistencias a la compresión patrón en 14 días	Pag 60
Grafico 4. Representación de las resistencias a la compresión patrón en 28 días	Pag 61
Grafico 5. Representación de las resistencias promedios patrón en porcentaje .	Pag 61
Grafico 6. Representación de las resistencias a la compresión experimental en 7 días	Pag 62
Grafico 7. Representación de las resistencias a la compresión experimental en 14 días	Pag 63
Grafico 8. Representación de las resistencias a la compresión experimental en 28 días	Pag 63
Grafico 9. Representación de las resistencias experimentales promedios en porcentaje	Pag 64
Grafico 10. Representación de las resistencias promedios en porcentaje de patrón versus experimental	Pag 64

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Se adquirió los materiales de tusa de maíz y cola de caballo en el distrito de Santa	Pag 74
Figura 2. Distrito del Santa se ubica a 25 minutos de la ciudad de Chimbote	Pag 74
Figura 3. Entrada a la huaca Choloque en el distrito de Santa	Pag 75
Figura 4. Proceso para adquirir la cola de caballo	Pag 75
Figura 5. Proceso para adquirir la cola de caballo	Pag 75
Figura 6. La cola de caballo en esa zona crece a una altura de 60 cm como máximo	Pag 76
Figura 7. Proceso para adquirir la tusa de maíz	Pag 76
Figura 8. Obtención de tusa de maíz y distrito de Santa	Pag 76
Figura 9. ANALISIS GRANULOMETRICO DEL AGREGADO FINO	Pag 77
Figura 10. PESO UNITARIO SUELTO DEL AGREGADO GRUESO	Pag 77
Figura 11. PESO UNITARIO COMPACTADO DEL AGREGADO FINO	Pag 78
Figura 12. CONTENIDO DE HUMEDAD DEL AGREGADO GRUESO Y FINO	Pag 78
Figura 13. PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DE AGRTEGADO GRUESO Y FINO	Pag 79
Figura 14. ANAÑLISIS GRANULOMEYTRICO DE AGREGADO GRUESO	Pag 79
Figura 15. ENSAYO DE ABRASION AGREGADO GRUESO	Pag 80
Figura 16. Se obtuvo la tusa de maíz que se hallaron en los campos de Santa, después de haber desgranado el maíz	Pag 80
Figura 17. Lavado nuestro material, para evitar el polvo o la suciedad en la que se adquiere y así realizar un buen ensayo de FRX	Pag 81
Figura 18. Secado Del material.....	Pag 81

Figura 19. Secando la tusa de maíz para eliminar restos de agua	Pag 82
Figura 20. Molienda de la tusa de maíz	Pag 82
Figura 21. Pasando por la malla N° 200 para muestra de ATD	Pag 83
Figura 22. Ensayo de ATD en la Universidad Nacional de Trujillo	Pag 83
Figura 23. Proceso de calcinado a cielo abierto en ollas de barro para obtener nuestra ceniza de tusa de maíz	Pag 84
Figura 24. Pasar por la malla organza y tener mucho mejor polvo tamizada de nuestra ceniza	Pag 84
Figura 25. Proceso para recalcinación de la ceniza calcinada de la tusa de maíz a temperatura designada que se realizó mediante el ensayo de ATD	Pag 85
Figura 26. Luego de haber calcinado y enfriando, con un mortero molem la ceniza de tusa de maíz hasta que pase por la malla #200, listo para ser empleado	Pag 85
Figura 27. Composición Química de la recalcinación de la tusa de maíz pasante por la malla #200, mediante el ensayo de FRX	Pag 86
Figura 28. Pasante por la malla #200 de nuestra tusa de maíz, mediante el ensayo de PH para ensayo de PH	Pag 86
Figura 29. Se obtuvo la cola de caballo que se hallaron en los campos de Santa, después de haber cortado a 0.20 a 0.30 de nivel del terreno hacia arriba, el material se encuentre cerca al canal natural de la zona	Pag 87
Figura 30. Realizaremos el lavado de nuestro material, para evitar el polvo, la suciedad con la que se encuentra, se adquiere totalmente sucio con exceso de pajas	Pag 87
Figura 31. Realizaremos el secado de nuestro material a cielo abierto	Pag 88
Figura 32. Eliminación de agua del material mediante una olla de barro	Pag 88
Figura 33. Molienda de la cola de caballo con mortero	Pag 89
Figura 34. Pasante de malla N° 200 de cola caballo	Pag 89
Figura 35. Proceso de calcinado a cielo abierto en ollas de barro para obtener	

nuestra ceniza de cola de caballo	Pag 90
Figura 36. Pasar por la malla organza y tener mucho mejor polvo tamizada de nuestra ceniza	Pag 90
Figura 37. Llevar a la mufla para su recalcinación de la ceniza calcinada de cola de caballo a temperatura designada que se realizó mediante el ensayo de ATD	Pag 91
Figura 38. Luego de haber calcinado y enfriando, con un mortero molemos la ceniza de cola de caballo hasta que pase por la malla #200, listo para ser empleado	Pag 91
Figura 39. Caracterizar la Composición Química de la recalcinación de la cola de caballo pasante por la malla #200, mediante el ensayo de FRX	Pag 92
Figura 40. Realizar la alcalinidad de nuestra recalcinación pasante por la malla #200 de nuestra cola de caballo, mediante el ensayo de PH	Pag 92
Figura 41. Muestras a llevar para en análisis del PH	Pag 93
Figura 42. Una vez pesado los agregados introducimos en la mezcladora, para que así sea homogénea el mezclado de los materiales	Pag 93
Figura 43. Luego de mezclar agregamos agua según la dosificación, y mezclamos	Pag 94
Figura 44. Se le realiza el ensayo de asentamiento de cono al concreto, siguiendo con el procedimiento pasamos a vaciar los moldes para empezar a chusear y golpear para evitar los vacíos	Pag 94
Figura 45. Se le realiza el ensayo de asentamiento de cono al concreto, siguiendo con el procedimiento pasamos a vaciar los moldes para empezar a chusear y golpear para evitar los vacíos	Pag 95
Figura 46. Una vez la mezcla en el molde, finalizamos con un buen acabado y al día siguiente desmoldamos	Pag 95
Figura 47. Curado de las probetas	Pag 96
Figura 48. Realizamos el ensayo de Peso Específico del nuevo cemento sustituyendo el 10% de ceniza de tusa de maíz y 5% de ceniza de cola de caballo por cemento	Pag 96
Figura 49. Para obtener nuestro nuevo cemento con su nuevo diseño de mezcla se tiene que mezclar las tres muestras correspondientes	

a cada porcentaje según le corresponda	Pag 97
Figura 50. Una vez pesado los agregados introducimos en la mezcladora, para que así sea homogénea el mezclado de los materiales	Pag 97
Figura 51. Luego de mezclar agregamos agua y cemento según la dosificación, y mezclamos	Pag 98
Figura 52. Se le realiza el ensayo de asentamiento de cono al concreto, siguiendo con el procedimiento pasamos a vaciar los moldes para empezar a chusear y golpear para evitar los vacíos	Pag 98
Figura 53. Realización de ensayo de Slump	Pag 99
Figura 54. Llenado de mezcla de concreto a los moldes	Pag 99
Figura 55. Una vez la mezcla en el molde, finalizamos con un buen acabado y al día siguiente desmoldamos	Pag 100
Figura 56. El curado que desarrolle la resistencia necesaria	Pag 100
Figura 57. Ensayo de resistencia a la compresión para un curado de 7 días	Pag 101
Figura 58. 3 probeta de concreto sometido a ensayo de resistencia a la compresión	Pag 101
Figura 59. Ensayo de resistencia a la compresión para un curado de 14 días ...	Pag 102
Figura 60. 3 probeta de concreto sometido a ensayo de resistencia a la compresión	Pag 102
Figura 61. Ensayo de resistencia a la compresión para un curado de 28 días ..	Pag 103
Figura 62. Ensayo de resistencia a la compresión para un curado de 7 días	Pag 103
Figura 63. 3 probeta de concreto sometido a ensayo de resistencia a la compresión	Pag 104
Figura 64. Ensayo de resistencia a la compresión para un curado de 14 días ...	Pag 104
Figura 65. 3 probeta de concreto sometido a ensayo de resistencia a la compresión	Pag 105
Figura 66. Ensayo de resistencia a la compresión para un curado de 28 días	Pag 10

INTRODUCCIÓN.

Esta investigación tiene como propósito de estudio la experimentación en el concreto con respecto a su resistencia a la compresión. El concreto es considerado como uno de los principales elementos para las construcciones a nivel mundial, el cual ha ido evolucionando e incorporando distintos elementos.

Los antecedentes encontrados se han tomado en cuenta los más relevantes que aporten en la investigación, tal es el caso de Javad N. (2000). En su investigación “Complementario origen materiales de cemento a partir de residuos agrícolas”. Llego a la conclusión que la composición química de la ceniza de tusa de maíz tiene un contenido de SiO₂ de más de 65% y una combinación de óxidos de Al₂O₃ y SiO₂ en el rango de 70-75%. Esto muestra que la ceniza de la tusa de maíz se puede utilizar como un material cementoso suplementario en el hormigón.

Adesanya D. (2009). En su artículo “Desarrollo de la ceniza de la tusa de maíz mezclado en cemento”. Concluyó que la composición química de la tusa de maíz es un material adecuado para su uso como una puzolana, ya que satisface el requisito mínimo de la combinación de SiO₂ Y Al₂O₃ de más de 70%, lo que una buena puzolana para la fabricación de cemento mezclado debe cumplir. Con base a sus resultados se concluyó que este material se podría utilizar adecuadamente en la producción de cemento mezclado.

En nuestro medio local los bachilleres, Marco S. y Luis N. (2015). En su investigación de tesis “Resistencia a la compresión 175 kg/cm² de un ladrillo de concreto en el cual el cemento ha sido sustituido en 10% por ceniza de tusa de maíz en el C.P Santa Clemencia”. De acuerdo con sus resultados obtenidos concluyo que los ladrillos elaborados con ceniza de tusa de maíz en sustitución al 10% del cemento, en cuanto a su resistencia (Convencional y Experimental) no tienen variación significativa para los 07 días de ensayo en los que se comprobó la efectividad del uso de la ceniza al 10% de tusa de maíz como cemento. Según el grafico estadístico, el ladrillo de concreto tradicional y el ladrillo donde se sustituye el cemento por ceniza

de tusa de maíz cuenta con una resistencia de 177.68 kg/m², la cual es aceptable para la construcción.

Pérez N. (2015). En su investigación de tesis “Resistencia a la compresión de un concreto sustituido en 10% el cemento por ceniza de tusa de maíz en la localidad de cambio puente”. De acuerdo con sus resultados obtenidos llego a la conclusión de que la ceniza de tusa de maíz tiene la similitud de las propiedades químicas de un cemento portland I; reaccionando como un material cementante, además la resistencia de las probetas (Convencional y Experimental) no tienen variación significativa para los 07 días de curado, sin embargo cumple con los parámetros de resistencia, mientras que las probetas elaboradas con ceniza de tusa de maíz en sustitución al 10% del cemento, llegan con una resistencia a la compresión de 197.23 Kg/cm² a los 28 días de curado; resistencia optima a la que se llegó.

Balarezo A. (2016). En su investigación de tesis “Resistencia en mortero con cemento sustituido en 5% por ceniza de ramas de cola de caballo (*Equisetum Arvensis*)”. De acuerdo con sus resultados obtenidos sostiene que la temperatura de activación para la cola de caballo se encuentra en el rango de 260°C – 340°C, la temperatura que tomo para su investigación fue el promedio del rango notorio (300°C) en un tiempo de 2 horas, así obtuvo partículas de nano sílice, el cual con el análisis de fluorescencia química se apreció que el mayor componente de óxidos activados es de dióxido de silicio (SiO₂) con 51.359%, Óxido de magnesio (MgO) 14.526%, Óxido de potasio (K₂O) 13.753% y Óxido de calcio (CaO) 11.931%, los cuales son componentes puzolánicos cementantes, siendo como componente principal de investigación el dióxido de silicio (SiO₂). Además, que el PH obtenido de ceniza de la cola de caballo activada es de 10.89 y del cemento tipo I sustituido con el 5% de las cenizas activadas arrojo un PH de 12.53, obteniendo un material alcalino. Fue utilizada para mejorar la resistencia en mortero con cemento sustituido en 5% por cenizas de la cola de caballo procedente de la huaca choloque. La investigación concluyo que al sustituir al cemento la diferencia de resistencia está en 1.73% más que el mortero patrón.

En cuanto a la Justificación científica de la investigación: Se busca mejorar (aumentar) de manera específica la resistencia obtenida en el concreto, que beneficiara a todas las nuevas viviendas, es decir aumente su resistencia, los elementos estructurales serían los más beneficiados en su totalidad de la construcción ya que obtendrían mayor resistencia en el concreto.

En la actualidad se busca muchas alternativas de recursos naturales para la sustitución del cemento para llegar a un diseño de un concreto de Alta Resistencia, nos lleva a darle mayor interés y difusión a una tecnología que en países desarrollados ya la están usando y en base a ello concluimos en algunas justificaciones: Sabiendo que en alrededores de Chimbote.

Hay una gran cantidad de siembra de maíz que es eliminado y no reciclado el cual se puede obtener fácilmente en los sembríos; es ahí donde se fundamenta nuestra investigación que a corto plazo será una opción interesante para la construcción, sin vulnerar el desequilibrio ecológico, se ha tomado en principio la zona de aporte de Tusa de Maíz muy próximo a esta ciudad.

Se encuentra una inmensa siembra de cola de caballo alrededor de orillas, arrollo y lugares húmedos que son eliminados o quemados que no so reciclados, la cual podemos obtener muy fácilmente de esos sembríos. Es ahí donde se fundamenta nuestra investigación que a corto plazo será una opción interesante para la construcción, sin vulnerar el desequilibrio ecológico se ha tomado en principio la zona de aporte de cola de caballo muy próximo a esta ciudad.

Con respecto al concreto, es el material más utilizado en la construcción, y a menos que haya una revolución en los materiales de construcción, seguirá siéndolo; gran parte de la infraestructura de los países está elaborada con él, por lo que su conocimiento y tecnología son básicos para el ingeniero civil encargado de alguna etapa del proceso constructivo. Es un tema con implicaciones socioeconómicas. El Reino Unido, un país desarrollado, destina 40% de la inversión en construcción a la reparación y al mantenimiento, 4% de su Producto Interno Bruto (Neville, 2001).

Los problemas de durabilidad han afectado diversos tipos de estructuras, las cuales una vez que se presentan ya no son funcionales ni eficientes y están destinadas a no cumplir con su vida de servicio estimada. Los problemas de durabilidad no se limitan

a su diseño inicial y construcción, tienen una fuerte intervención en la operación, ocasionan costos y pérdidas económicas para el propietario o inversionista, ya sea por reparación de las zonas afectadas, por la sustitución de elementos que se han deteriorado o por costos operativos imputables a remodelaciones o mantenimientos periódicos. Según Buffenbarger (1998), tan sólo en Estados Unidos los problemas de durabilidad que afectaban las estructuras de transporte intermodal tuvieron un costo de \$20 billones de dólares en 1986.

En México, se tienen áreas con medios agresivos al concreto, por lo que debido a la escasez de espacio o situaciones específicas es necesario construir importantes estructuras de infraestructura en esas áreas, razón por lo que es indispensable conocer y dominar el tema.

Es hasta las últimas décadas que en los reglamentos y normas de construcción se ha incluido el diseño de estructuras por durabilidad. Actualmente, recibe atención especial en los Reglamentos Nacionales de Construcción de los siguientes países: Japón, Australia y Nueva Zelanda, así como en el Reglamento Europeo (Aitcin, 1998). En México, las Normas Técnicas Complementarias para el Diseño y Construcción de Estructuras de Concreto del Reglamento de Construcciones del Distrito Federal (RCDF) incluyen por primera vez un apartado sobre el tema (Gaceta Oficial del Distrito Federal, 2004). Debido a su importancia y a los problemas que se han detectado, la tendencia es incluir cada vez más la durabilidad del concreto en los Reglamentos de Construcción de los países, para que en el futuro se traduzca en obras con concreto durable y con un mejor desempeño ante sus condiciones de servicio.

Históricamente, la industria de la construcción ha tenido experiencias, aunque a veces amargas por sus costos socioeconómicos han aportado a la ingeniería civil conocimientos técnicos de gran valor al enfrentarlas. El avance científico y tecnológico actual de la durabilidad del concreto es resultado de la experiencia y del ingenio humano para entender los procesos físicos y químicos, así como para evaluar, modificar y evitar en la medida de lo posible tales daños.

En cuanto a la corrosión es un problema internacional, en 1990 se realizó un estudio del impacto que producen los costos económicos originados por la corrosión, el resultado fue que entre el 2 y el 5% del PNB de cada país se destina a subsanar los

problemas de corrosión. Según Castro et al. (1995), entre un 15 y 25% se pudo haber evitado si se hubiese aplicado la tecnología existente para contrarrestarla. A la fecha, en México no se tienen datos que permitan determinar la situación actual. De acuerdo con Ávila Et Al. (1986), se ha detectado que más del 90% de las industrias presentan deterioros por corrosión. Orozco (1998), detectó que los costos por corrosión rebasan el 8% del PIB estatal (Yucatán).

La reacción alcalice requiere presencia de humedad, de ahí que es más susceptible de detectarse en estructuras hidráulicas o marinas. La reacción es estimulada por ciclos de secado y humedad. El fenómeno ha sido conocido desde hace varios años.

El primero en detectarse fue en la planta hidroeléctrica Buck, en Virginia, EU en 1922, diez años posteriores al término de su construcción. En 1935, estudios petrográficos indicaron que las expansiones y las grietas se originaron por las reacciones entre los álcalis del cemento y la filita usada en el agregado grueso. Stanton, en 1940, publicó una descripción del fenómeno de su experiencia en California. Después de 10 años de investigación intensa acerca del deterioro originado por la reacción álcali-sílice, el problema se había identificado en 14 estados de EU (Campbell, 1991). Este fenómeno se ha reportado en varios países como Dinamarca, Gran Bretaña, Alemania, África del Sur, Canadá, Chipre, Nueva Zelanda e Islandia. Existe el caso de la presa Val de la Mare en la Isla Jersey, Gran Bretaña, que se construyó entre los años 1957 y 1962, época en que no se tenían antecedentes en Gran Bretaña de daños ocasionados por la reacción álcali-sílice. Probablemente por este motivo no se consideraron medidas preventivas a pesar de que los agregados tenían sílice reactiva (calcedonita) y parte del cemento suministrado tenía alto contenido de álcalis (más del 1% como Na_2O).

Nueve años después de construida (1979) se convirtió en la primera estructura que presentaba la reacción álcali-sílice en las Islas Británicas. La presa fue desahuciada. Toda una inversión de gran magnitud y tiempo se interrumpió por el desconocimiento de dicha reacción entre los componentes de la pasta de cemento y de los agregados. Los costos económicos resultaron caros debido a que en 1983 se estudiaba la posibilidad de reponerla, es decir, realizar nuevamente un proyecto hidráulico y exploraciones geológicas de encontrar un sitio adecuado para sustituirla (Mena, 1983).

La introducción del cemento en el Perú se inicia en la década de 1860. En efecto, en 1864 se introdujo en el Arancel de Aduanas, la partida correspondiente al denominado "Cemento Romano", nombre inapropiado que designaba un producto con calidades hidráulicas desarrollado a inicios del siglo. En 1869 se efectuaron las obras de canalización de Lima, utilizando este tipo de cemento. En 1902 la importación de cemento fue de 4,500 T.M. Posteriormente, en 1904 el Ingeniero Michel Fort publicó sus estudios sobre los yacimientos calizos de Atocongo, ponderando las proyecciones de su utilización industrial para la fabricación de cemento. En 1916 se constituyó la Cía. Nac. de Cemento Portland para la explotación de las mencionadas canteras.

Los cambios estacionales que modifican el clima pueden afectar las construcciones de concreto; por ejemplo, la elevación de la temperatura ambiente, la disminución de la humedad relativa, el incremento de la velocidad del viento o el tiempo de radiación solar. Son factores que ocasionan el denominado "clima cálido" o "caluroso", que exige tecnologías apropiadas para asegurar el buen desempeño del concreto.

Existen casos, como ocurre en la ciudad de Pisco, donde en los meses de verano se incrementa las temperaturas máximas en más de 5 puntos y decrece en igual o mayor dimensión, la humedad relativa y la velocidad máxima del viento. En la ciudad vecina de Chincha no se cuenta con información meteorológica.

En climas cálidos se incrementa la temperatura del concreto fresco, debido a la mayor temperatura de sus componentes, lo que disminuye la trabajabilidad y acelera el fraguado de las mezclas.

En el medio marino se aceleran los procesos de corrosión en las estructuras de concreto armado, por la acción directa del mar o la actividad de la brisa y la niebla marina. Este fenómeno es de interés, por la gran extensión de nuestro litoral, de Aproximadamente 3 000 km, donde se asientan los más importantes puertos y Centros urbanos. A partir de la década del 30', nuestras estructuras portuarias son prioritariamente de concreto. Los muelles de Salaverry, Chimbote, Callao, Hilo y Matarani y la mayoría de los desembarcaderos pesqueros están construidos con pilotes y plataformas de concreto.

Desde la puesta en marcha de nuestras primeras operaciones de concreto en 1998, nuestra producción de concreto premezclado ha demostrado un crecimiento sostenido,

respaldado por el desarrollo económico y constructivo que año a año se evidencia en el norte del Perú.

Se puede afirmar que en la Provincia del Santa hay un gran porcentaje que se desplanta sobre un depósito potente de arena con niveles superficiales de agua, que es susceptible de sufrir licuación y densificación, produciendo asentamientos diferenciales a las edificaciones.

En Chimbote que es el enfoque donde nos estamos concentrando existe arena suelta a medianamente densa, con nivel freático a 5.0 metros, con limos y gravilla, cubiertos por material orgánico de relleno. La Caleta y El Puerto están formados por suelos limo arenosos sueltos con materia orgánica, de espesor 1.5 a 4.0 metros, suprayaciendo arenas

Medianamente compactas y gravas. En Villa María Baja existe en la superficie un material fino de relleno, suprayaciendo arenas sueltas a semisueltas, con nivel freático superficial. La zona sur incluye a Villa María Alta, Buenos Aires, Nuevo Chimbote, Casuarinas y Canalones. El nivel freático en esta zona se encuentra por debajo de los 16 metros. La mayor parte del subsuelo está constituido por arena fina a gruesa con presencia de grava. En Buenos Aires el estrato de arena fina a gruesa tiene 20 metros de espesor, mientras que en Nuevo Chimbote tiene 4 metros, suprayaciendo arenas finas a medias con arcilla hasta los 16 metros.

El agua de mar contiene sales disueltas, agresivas para el concreto. Están presentes las siguientes: cloruro sódico (NaCl), cloruro magnésico ($MgCl_2$), sulfato magnésico ($MgSO_4$), sulfato cálcico ($CaSO_4$), cloruro potásico (KCl) y sulfato potásico (K_2SO_4).

La corrosión en el concreto, se vincula con la temperatura y humedad. Como se sabe, el incremento de temperatura potencia todas las reacciones químicas. Se estima que un aumento de la temperatura en $10^{\circ}C$ duplica la velocidad de la reacción. La corrosión por carbonatación se activa en el rango de 60 a 90 % de humedad relativa. En el caso de la corrosión por cloruros el efecto de la humedad es importante en especial en los niveles de 70 a 90 % de humedad relativa. Experiencias en regiones cálidas muestran que la elevada humedad relativa favorece el fenómeno de la corrosión.

El concreto no está en contacto con el agua de mar, pero recibe las sales procedentes de la brisa marina y la niebla salina. Puede comprender muchos kilómetros al interior de la costa dependiendo de las características de los vientos dominantes.

Las construcciones de concreto ubicadas en el litoral o alrededores, son propensas a la corrosión por cloro en suspensión en la atmósfera, en forma de microscópicas gotas de agua de mar. En la niebla o aerosol la concentración salina de cloruros y sulfatos eventualmente puede ser mayor que en el agua de mar, debido a la gran dispersión de las gotas y la evaporación parcial de agua, en especial cuando la temperatura es alta y la humedad relativa es baja.

En Casma, Puerto Casma y en zonas cercanas del litoral en Chimbote, se produjo desplazamiento lateral del terreno causado por la licuación de depósitos deltaicos y de playa, ocasionando grietas en el terreno que derrumbaron las estructuras que las cruzaron. La zona central de Chimbote fue evidentemente un área de licuación de suelos, así como de compactación diferencial de la cimentación. En Chimbote, Casma y a lo largo de la Carretera Panamericana, se notaron subsidencias superficiales producto de la licuación. Las fallas del terreno en Chimbote ocurren debido a la existencia de depósitos de playa saturados y sueltos. En muchas áreas se produjeron volcanes de arena y eyección de aguas subterráneas por existir nivel freático alto.

Al investigar las problemáticas estructurales generales que existen en nuestra región y localidad, se logró investigar acerca de la sustitución parcial del cemento con recursos renovables; como, por ejemplo: las cenizas de la cascara de arroz, así como también el tema que llevaremos a cabo como la calcinación de la **“tusa del maíz y cola de caballo”** para diseñar un concreto que tenga buena resistencia a la compresión y a la vez contribuya en la construcción de muy buenas edificaciones.

Por lo expuesto se plantea el siguiente problema de investigación:

¿En qué medida una materia prima como elemento puzolanico puede sustituir el cemento para lograr un mejor concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, obteniendo una mejor resistencia?

Para seguir con la investigación debemos saber que el concreto, es una mezcla de cemento, agregado grueso o piedra, agregado fino o arena y agua. Según Sánchez De Guzmán D. (2001), el cemento puede definirse como la muestra de un material aglutinante (cemento portland), un material de relleno (agregados) y agua, que al endurecerse forma un todo compacto (piedra artificial) y después de cierto tiempo es capaz de soportar grandes esfuerzos de compresión.

Frederick S. Merrit (1992) en "Manual del ingeniero civil" señala que las cuatro propiedades principales del concreto son: Trabajabilidad. Es una propiedad importante para muchas aplicaciones del concreto. En esencia, es la facilidad con la cual pueden mezclarse los ingredientes y la mezcla resultante puede manejarse, transportarse y colocarse con poca pérdida de la homogeneidad. Durabilidad. El concreto debe ser capaz de resistir la intemperie, acción de productos químicos y desgastes, a los cuales estará sometido en el servicio. Impermeabilidad. Es una importante propiedad del concreto que puede mejorarse, con frecuencia, reduciendo la cantidad de agua en la mezcla. Resistencia. Es una propiedad del concreto que, casi siempre, es motivo de preocupación. Por lo general se determina por la resistencia final de una probeta en compresión. Como el concreto suele aumentar su resistencia en un periodo largo, la resistencia a la compresión a los 28 días es la medida más común de esta propiedad.

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

Según Gonzales S. (1987), sostiene que es un producto artificial, que se obtiene de la transformación de una materia prima que puede estar compuesta de una mezcla de calizas, arcillas y otros minerales o simplemente calizas.

Según Tacilla, Araujo y Cardozo (2004) señala que las principales materias primas para la fabricación del cemento y las propiedades generales que intervienen son: Silicato tricalcico, el cual le confiere su resistencia inicial e influye directamente en el calor de hidratación. Silicato dicalcico, el cual define la resistencia a largo plazo y no tiene tanta incidencia en el calor de hidratación. Aluminato tricalcico, es un catalizador en la reacción de los silicatos y ocasiona un fraguado violento. Para retrasar este fenómeno, es preciso añadirle y eso durante la fabricación del cemento. Aluminio -

ferrito tetracalcico, influye en la velocidad de hidratación y secundariamente en el calor de hidratación. Componentes menores: oxido de magnesio, potasio, sodio, manganeso y titanio.

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

Tabla 1
Componentes del cemento

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

Fuente: tópico de tecnología de Enrique Pascal

Tabla 2
Componentes del cemento Pacasmayo Tipo I

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

Fuente: tópico de tecnología Enrique pascal

El cemento tipo I es de uso general que no requiera propiedades especiales especificadas para cualquier otro tipo.

Con respecto al agua empleada en la mezcla, debe ser limpia, libre de aceites, ácidos, álcalis, sales y materias orgánicas. Su función principal es hidratar el cemento,

pero también se le usa para mejorar la trabajabilidad de la mezcla usándola como curado en obras de estructuras de concreto pasando los 28 días.

De acuerdo con Martínez H. (2010), sostiene que el agua im potable no debe utilizarse en el concreto a menos que se cumpla las siguientes condiciones. La dosificación debe estar basada en mezclas de concreto que utilice agua de la misma fuente.

El agua es un componente esencial en las mezclas de concreto y morteros, pues permite que el cemento desarrolle su capacidad ligante.

Tanto el agua de mezclado como el agua de curado deben estar libres de contaminantes que puedan perjudicar el fraguado o que reaccionen negativamente, en estado fresco o en estado endurecido.

Para cada cuantía de cemento existe una cantidad de agua del total de la agregada que se requiere para la hidratación del cemento; el resto del agua solo sirve para aumentar la fluidez de la pasta para que cumpla la función de lubricante de los agregados y se pueda obtener la manejabilidad adecuada de las mezclas frescas. El agua adicional es una masa que queda dentro de la mezcla y cuando se fragua el concreto va a crear porosidad, lo que reduce la resistencia, razón por la que cuando se requiera una mezcla bastante fluida no debe lograrse su fluidez con agua, sino agregando aditivos plastificantes.

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

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

Tabla 3
Requisitos para agua de mezcla – NTP 339.088

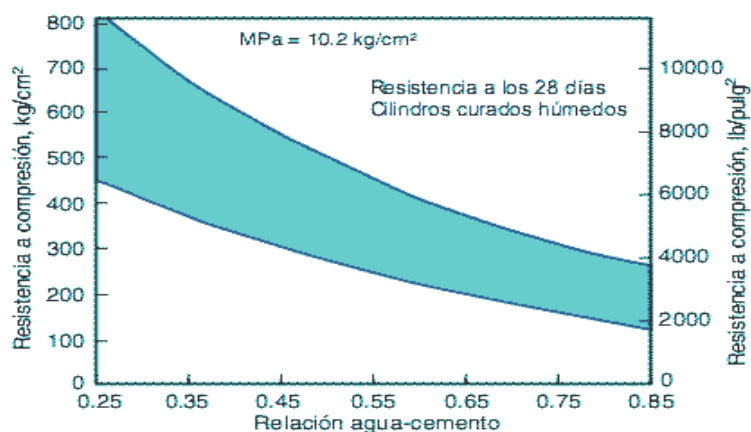
DESCRIPCION	LIMITE PERMISIBLE
Cloruros	300ppm.

Sulfatos	300ppm.
Sales de magnesio	150ppm.
Sales solubles totales	1500ppm.
pH	Mayor de 7
Sólidos en suspensión	1500 ppm.
Materia Orgánica	10 ppm.

Fuente: platea.pntic.mec.es

Grafico 1

Relación agua-cemento



Fuente: platea.pntic.mec.es

En cuanto al agua de mezclado cumple dos funciones: hidratar el cemento y proporcionar fluidez y lubricación al concreto. Es la causante de la formación de conductos capilares que interconectan poros; estos se llenan parcialmente de aire y producen concreto menos resistentes y menos durables, por lo que debe usarse el menor volumen de agua que sea posible para obtener la fluidez requerida. Ciertas impurezas en el agua pueden causar reacciones perjudiciales al concreto o alteraciones en sus propiedades como trabajabilidad, tiempos de fraguado, resistencias mecánicas, adherencia entre materiales del concreto, durabilidad, entre otros.

Para la elaboración de concretos se debe usar agua potable, es decir, aquella que por sus características químicas y físicas es útil para el consumo humano o que cumplan con los requisitos de calidad establecidos en la norma, careciendo de impurezas tales como arcilla y cloruros que alteren su durabilidad y aspecto estético, y ácidos que puedan reaccionar.

El agregado fino es el material proveniente de la desintegración natural o artificial de las rocas, que pasan el tamiz de 3/8" (9.51mm) y es retenido en el tamiz N°200

(74um). Norma Técnica Peruana 400.011. El agregado fino que utilizarse en el concreto debe cumplir ciertos requisitos mínimos de calidad según las especificaciones técnicas de las normas peruanas NTP 400.012. (2001). Agregados. Análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global.

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

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

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

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

La granulometría se refiere a la distribución de las partículas de arena. El análisis granulométrico divide la muestra en fracciones de elementos del mismo tamaño, según la abertura de los tamices utilizados.

La norma técnica peruana establece las especificaciones granulométricas.

Es un índice aproximado y representa el tamaño promedio de las partículas de la muestra de arena, se usa para controlar la uniformidad de los agregados. La norma establece que la arena debe tener un módulo de finura no menos a 2.35 ni mayor que 3.15.

Es la suma de las áreas superficiales de las partículas del agregado por unidad de peso, para su determinación se consideran dos hipótesis que son: que todas las

partículas son esféricas y que el tamaño medio de las partículas que pasan por un tamiz y quedan retenidas en el otro es igual al promedio de las partículas.

De acuerdo con la Norma Técnica Peruana NTP 400.037. (2001). Agregados. Análisis granulométrico del agregado grueso.

El agregado grueso es el retenido en el tamiz 4.75 mm(N°9) proveniente de la desintegración natural o mecánica de la roca, que cumple con los límites establecidos en la norma técnica peruana 400.037.

El agregado grueso suele clasificarse en grava y piedra triturada o chancada. La grava es el agregado grueso, proveniente de la desintegración natural de materiales pétreos, encontrándoseles corrientemente en canteras y lechos de ríos, depositados en forma natural.

Los agregados gruesos para que puedan ser utilizados en la preparación del concreto de alta resistencia deben cumplir, aparte de los requisitos mínimos de las normas, que proceda de rocas ígneas plutónicas de grano fino, que han enfriado en profundidad, con una dureza no menor a 7 y una resistencia en compresión no menor del doble de la resistencia que se desea alcanzar en el concreto.

El peso unitario o peso aparente del agregado, es el peso que alcanza un determinado volumen unitario, el cual se expresa en Kg/m³. El valor para agregados normales varía entre 1500 y 1700 Kg/m³.

Esta propiedad es un indicador de la calidad del agregado; valores altos entre 2.5 a 2.8, corresponden 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.)

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

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

La granulometría se refiere a la distribución por tamaños de las partículas de los agregados. En concretos de alta resistencia no es recomendable utilizar toda la granulometría del agregado grueso, por investigaciones se ha determinado utilizar tamaños máximos de piedra que están en un rango para obtener óptima resistencia en compresión.

En lo que concierne a la tusa de maíz es uno de los alimentos básicos para la población mundial, su nombre científico es *Zea mays*.

Según la página web cadprebasicahn.files.wordpress.com (2010), sostiene que el fruto del maíz se cosecha en cuatro meses, a partir del momento en que se coloca la semilla en la tierra. Las plantas del maíz sembradas en las milpas, son objeto de diversos cuidados para que el producto pueda aprovecharse adecuadamente ya sea en su primera fase de crecimiento, cuando el grano es elote (maíz tierno) y también en la segunda fase de maduración, cuando el fruto se constituye en mazorca de maíz. El grano del maíz es utilizado tierno como elote, camagua y maduro.

Las clases de maíz más conocidas en Guatemala son el blanco, amarillo y negro, actualmente existen otras variedades. De las diferentes clases de maíz provienen las tusas para elaborar las artesanías, pues constituyen la envoltura que protege al elote y también al maíz seco de los rayos directos del sol, del viento, del apetito de las aves, de la lluvia, de diversas plagas y de la intemperie.

La tusa como envoltura del maíz nace de un tronco cilíndrico, el cual está adherido al olote de la planta en la parte inferior, este tronco mide aproximadamente tres centímetros de largo por un centímetro de diámetro de donde nacen hojas superpuestas y traslapadas en relación unas con otras y así forman la capa protectora del maíz en la mazorca. La postura de la mazorca en la planta de maíz es de forma diagonal y en sentido descendente, es decir, que la parte superior de la mazorca está colocada hacia abajo para que pueda resistir su propio peso y para que el agua pueda drenarse adecuadamente. Parte importante para el desarrollo de la mazorca y el crecimiento del grano del maíz es el pelo de elote o el pelo del maíz, el cual es un conjunto de fibras delgadas de color blanquecino, el que posteriormente se torna café-rubio y al llegar el grano a la madurez el color de estas fibras es café oscuro. Las funciones del pelo de

elote son ser el elemento que internamente transporta el oxígeno al fruto y también es una especie de empaque que sirve para cerrar los espacios entre cada fila de granos en la mazorca y así evitar que penetre directamente el agua y algunos insectos.

En la parte externa de la mazorca, el pelo del elote sale de entre las tusas y cae; al quedar colgando forma el conducto por el cual el agua (de lluvia o de riego artificial) se desvía y no penetra directamente al grano, la envoltura de la tusa en complemento con el pelo de elote, forman una capa protectora hermética para el grano de maíz.

El maíz, es el nombre común que recibe una gramínea muy cultivada como alimento y como forraje para el ganado.

La planta de maíz presenta un tallo erguido y macizo, una peculiaridad que diferencia a esta planta de casi todas las demás gramíneas, que lo tienen hueco.

La altura es muy variable, y oscila entre poco más de 60 cm en ciertas variedades enanas y 6 m o más; la media es de 2,4 m. Las hojas, alternas, son largas y estrechas.

Las tusas secas de la mazorca del maíz son la que se utilizan en la artesanía. La más utilizada es la tusa ábafa o sin teñir. Dependiendo de la variedad del maíz, las tusas secas pueden ser blancas, con tonalidad crema, amarillas, moradas y otras casi negras. Entre estas tonalidades hay tusas con colores intermedios o menos intensos. La variedad del maíz también define la textura, el grueso, el ancho y el largo de las hojas de tusa. Los artesanos diferencian a las tusas como rustionas, finas, ásperas y lisas.

Algunas tusas tienen las fibras (venas) más pronunciadas y otras las tienen menos perceptibles a la vista y al tacto, este elemento natural de la tusa está en sentido vertical a la misma y es el que provoca que las tusas, sean blandas, duras, flexibles, y gruesas. La forma de la tusa es cóncava en la parte superior y triangular en la parte inferior, esto obliga al artesano a cortar ambos extremos para obtener piezas planas para que se adapten a los diseños del trabajo de artesanía. La forma natural de la tusa también es aprovechada para la elaboración de motivos artesanales.

Para ilustrar un poco o refrescar la memoria diremos que la Tusa del maíz se obtiene luego de despojar a la mazorca de su hermosa cascara, tapa o como se conozca, luego procedemos a despegar todos los granos de la mazorca y finalmente obtenemos útil, multipropósito, multiusos, utilitaria, Tusa del maíz, a simple vista sólo pareciera un

simple despojo, pero desde hace tiempo he escuchado sobre ciertos usos dados a la menospreciada Tusa.

De acuerdo con el blog eltajo1.blogspot.pe (2009) La tusa es subproducto del maíz y se le dan diversos usos: domésticos, artesanal, alimento para algunos animales y parte de ellas son para desecho.

Con fines curativos, Para hacer te para la sinusitis y curar hernias (no dijeron el proceso).

Uso cosmético. Se calienta y se pasa por el pelo de las damas para eliminarle las horquettillas.

Como instrumento de actividades creativas. Para hacer pipas, manualidades diversas y Sobre hojas de tusa seca, los campesinos colocan hojas de tabaco y envolviéndolas elaboran en forma de cilindro sus cigarrillos o puros de tusa.

Alimento para algunos animales. La tusa seca es abundante en diferentes regiones de la República de Guatemala. En grandes cantidades se utiliza como forraje para ganado. El maíz se utiliza para consumo humano, pero principalmente para alimentar el ganado (cerdos, ganado vacuno y aves de corral). Además, tiene un gran número de aplicaciones industriales como la producción de glucosa, alcohol o la obtención de aceite y harina.

Uso artesanal, también se usa como envoltura para diferentes alimentos: queso fresco, requesón, mantequilla, melcochas, bolitas de miel, mazapán, tamales de viaje, tamalitos blancos, chuchitos, tamalitos de chipilín, de frijol tierno, de cambray, de anís, de elote y otros, huevos de patio, así como carne para algunos guisos, lengua fingida, por ejemplo.

La mazorca de maíz y sus desechos, hojas, tallos, raíces y orujos contiene gran cantidad de furfural, un líquido utilizado en la fabricación de fibras de nylon y plásticos de fenol-formaldehído, el refinado de resinas de madera, la obtención de aceites lubricantes a partir del petróleo y la purificación del butadieno para producir caucho sintético.

Con tusa se confeccionan rosas, orquídeas, margaritas, pascuas, claveles, amapolas, quiebracajetes, flores en miniatura, hojas y botones, muñecas con vestidos tradicionales, con vestidos antiguos y modernos. Otras figuras son payasos, bailarinas,

nacimientos, misterios, portales, algunos animales y composiciones de la vida cotidiana, en las cuales predomina la figura humana tales como vendedoras en el mercado con sus respectivos accesorios (canastos, redes, frutas y otros), cargadoras y madres con sus hijos.

Otros motivos de la artesanía en tusa son las coronas y los rosarios. En miniatura se confeccionan ramos de flores. También la utilizan para hacer estropajos para lavar los trastos. En el campo las utilizan como combustible junto con los olotes de la mazorca del maíz, para encender el fuego, para cocinar.

Debido a que la tusa se quema a cielo abierto, pues no representa valor alguno para los cultivadores, ésta se convierte en un problema para su manejo y disposición final; por otra parte, en la región se cuenta con yacimientos de carbón mineral que se caracterizan por un alto contenido de azufre, característica que obstruye su comercialización por normas ambientales”.

Según el Departamento Administrativo Nacional de Estadística DANE, Córdoba tiene una producción anual de maíz cercana a las 250 mil toneladas que ocasiona unas 45 mil toneladas de tusa (mazorca sin granos), cuya disposición final se ha convertido en fuente de contaminación, como lo señala el docente Víctor Nova Casares, líder del proyecto de investigación: Tusa del maíz: UNA FUENTE DE ENERGÍA RENOVABLE.

La página web <https://www.upb.edu.co/es/universidad/central-caso-exito/tusa-maiz>, señala una alternativa al mezclar la tusa del maíz con el carbón mineral en una proporción tal que disminuye el contenido porcentual de azufre del producto final; toda esta mixtura (briquetas), se convierte en fuente de energía renovable que cumple con requisitos como la sostenibilidad, el bajo costo de producción y el fácil acceso a los consumidores. Todo ello genera alternativas para reemplazar combustibles como la leña y el carbón mineral o vegetal en la cocina doméstica; incluso en operaciones de industria y agroindustria, que podrían ayudar a reducir la demanda que directa o indirectamente generan daños al ambiente”.

El maíz, también conocido como el maíz, es una planta de grano grande que se dice que se originó en México y América Central. Aunque visto como un vegetal, es en realidad un grano de comida. El tallo de la hoja de la planta produce los oídos, que

contienen granos conocidos como granos. Por cada grano en la mazorca, hay un hilo de seda. El núcleo blanco y amarillo son los más populares, pero hoy en día el maíz está disponible en rojo, marrón, azul y púrpura también. Los híbridos blancos y amarillos son conocidos como el maíz mantequilla y el azúcar que contienen ambos tipos de granos. Este cereal es conocido por su agradable sabor y su versatilidad.

El maíz es un alimento básico para el hombre. Constituye una fuente excelente de hidratos de carbono; el grano de maíz posee un 13% de proteínas y un 7% de grasas, por lo que la dieta debe complementarse con alimentos proteicos.

Beneficios para la salud de maíz.

Además de su delicioso sabor de maíz dulce es alta en fibra, baja en grasa y una gran fuente de nutrientes esenciales que ofrece una serie de beneficios para la salud de abajo.

El maíz es alto en fibra dietética que incluye fibra soluble e insoluble. La fibra soluble ayuda a bloquear la absorción de colesterol se convierte en un gel de consistencia mientras que la fibra insoluble evita problemas de estreñimiento e intestinal promoción de heces blandas y voluminosas que puedan moverse fácilmente a través del intestino, reduciendo así las posibilidades del síndrome del intestino irritable y diarrea. Por lo tanto, ayuda a prevenir problemas digestivos como el estreñimiento y las hemorroides y cáncer de colon. Aunque el maíz contiene ambos tipos de fibras, tiene un mayor contenido de fibra insoluble.

El maíz se considera como un almidón vegetal, ya que contiene una alta cantidad de hidratos de carbono que proporciona energía a corto plazo y largo plazo. También garantizan el buen funcionamiento del cerebro y el sistema nervioso. Una taza de maíz ofrece alrededor de 29 gramos de carbohidratos. Esto es particularmente beneficioso para los atletas, ya que requieren más carbohidratos para optimizar el rendimiento del ejercicio. Además, el maíz, lo que proporciona equilibrio con los niveles de energía que están libres de picos y valles. Se recomienda consumir maíz un par de horas antes de hacer ejercicio para la energía de larga duración.

El colesterol es producido por el hígado y hay generalmente dos tipos de colesterol, HDL o colesterol bueno y el colesterol malo o LDL. Aumenta el colesterol malo debido a la ingesta de alimentos grasos, debilitando así su corazón y causar la enfermedad cardiovascular. El maíz dulce es rico en vitamina C, carotenoides y bioflavonoides, que mantienen el corazón sano mediante el control de los niveles de colesterol y aumentan el flujo de sangre. El aceite de maíz tiene un efecto anti-aterogénico en los niveles de colesterol reduce el colesterol mediante la reducción de la absorción del colesterol en el cuerpo, evitando así la aterosclerosis y eliminar los radicales libres por todo el cuerpo.

Según AGRO-TECH (2015), estimaciones de Fideicomisos Instituidos en Relación con la Agricultura, la producción mundial de maíz a enero de 2015 fue de 988.1 millones de toneladas métricas.

Los países líderes en producción de maíz son: Estados Unidos (361.1 millones de toneladas), China (215.5 millones de toneladas) y Brasil (75 millones de toneladas), Ucrania (27 millones de toneladas) y México (23 millones de toneladas).

Para el ciclo otoño-invierno 2014-2015, México espera obtener 6 millones 657,824 toneladas métricas. En el mismo período destacan: Sinaloa con 4 millones 996,502; Tamaulipas con 428,648; Veracruz con 410,466; Chiapas con 168,980 y Sonora con 105,195

Según FIRA (Fideicomisos Instituidos en Relación con la Agricultura). (2016), Panorama Agroalimentario, Durante el ciclo comercial 2016/17 se observará el nivel de producción mundial más alto de la historia, al totalizar 1,025.6 millones de toneladas. Las expectativas de producción para el ciclo mencionado indican un incremento de 6.9 por ciento con respecto a la producción obtenida en 2015/16. Lo anterior ante un incremento de 1.6 por ciento en la superficie cosechada mundial, así como por crecimiento en la producción de maíz en Brasil, Estados Unidos, Argentina y Ucrania. En el caso de Estados Unidos se espera cosecha récord. Para 2016/17, el 76 por ciento de la producción mundial de maíz se concentrará en cinco países: Estados Unidos, que participa con el 37 por ciento del total; China, que participa con alrededor

de 21 por ciento; Brasil, con una participación cercana a 8 por ciento del total; y con menores participaciones se encuentran la Unión Europea y Argentina.

Entre los ciclos comerciales 2006/07 y 2015/16, la producción de maíz en el mundo presentó un crecimiento promedio anual de 3.3 por ciento, para ubicarse en este último en 959.1 millones de toneladas. Para 2016/17 se espera que, derivado de un aumento anual de 5.3 por ciento en el rendimiento promedio por unidad de superficie, así como un aumento anual de 1.6 por ciento en la superficie cosechada mundial, se alcance la mayor cosecha de maíz de la que se tenga registro. En otras palabras, las condiciones climatológicas han sido favorables en las principales regiones productoras del mundo.

La producción estimada para el ciclo 2016/17 en los principales países productores se ubica al alza, con excepción de la producción de China. Por un lado, la producción de Estados Unidos, el principal productor mundial de maíz, se estima con un incremento de 10.7 por ciento en relación al ciclo 2015/16, lo que se traduce en 382.4 millones de toneladas. Lo anterior, como consecuencia de una mayor superficie cosecha.

Según Sistema Integrado de Estadísticas Agraria. (Marzo 2016), Boletín Estadístico de Producción Agrícola, Pecuaria y Avícola, Recuperado de Principales cultivos que registraron contracción de áreas sembradas. En el periodo agosto – marzo, los principales cultivos que mostraron un comportamiento negativo en cuanto a sus siembras fueron: maíz amiláceo (-19,3 mil ha), maíz amarillo duro (-14,3 mil ha), cebada grano (-14 mil ha), trigo (-12,5 mil ha) y algodón (-9,6 mil ha), en relación con el mismo periodo de la campaña 2014/15. Las menores áreas sembradas de maíz amiláceo (-8%) corresponden a las regiones de: Amazonas (-28%), Ancash (-15%) y Huancavelica (-13%).

Figura 1.

Valor bruto de la producción agropecuaria por productos según año

Principales productos	Millones de soles de 2007					Variación porcentual				
	2012	2013	2014	2015 ^p	2016 ^p	2012/ 2011	2013/ 2012	2014/ 2013	2015/ 2014	2016/ 2015
Sector Agropecuario	6 356,0	6 771,6	6 848,5	6 927,5	7 036,9	3,3	6,5	1,1	1,2	1,6
Productos de la agricultura, la horticultura y la jardinería comercial	3 638,8	3 944,2	3 960,0	3 903,0	3 970,4	2,1	8,4	0,4	-1,4	1,7
Cereales	687,4	722,9	717,5	697,0	746,5	9,1	5,2	-0,8	-2,9	7,1
Trigo	0,3	0,4	0,4	0,3	0,2	30,2	28,5	14,8	-24,6	-42,8
Maíz amarillo duro	205,6	202,9	201,1	203,4	199,8	4,8	-1,3	-0,9	1,2	-1,8
Maíz amiláceo	4,4	3,9	4,3	4,2	4,0	-14,9	-13,2	11,1	-1,2	-6,3
Arroz cáscara	470,7	508,6	499,1	465,5	527,3	11,7	8,0	-1,9	-6,7	13,3
Cebada grano	0,2	0,2	0,1	0,2	0,1	122,8	-17,7	-19,8	44,7	-46,7
Quinua	0,7	0,3	6,7	15,9	7,3	-4,3	-61,2	2296,5	138,8	-54,0
Otros cereales	5,5	6,8	5,8	7,5	7,8	-8,7	24,9	-14,5	27,6	4,5
Hortalizas	653,7	713,6	712,6	711,6	681,2	-2,3	9,2	-0,1	-0,1	-4,3
Espárrago	253,1	256,9	274,8	282,8	265,4	-5,5	1,5	7,0	2,9	-6,2
Alcachofa	15,2	16,9	18,5	15,6	22,7	32,2	11,1	9,8	-15,8	45,8
Ají	17,7	22,9	19,0	14,1	17,0	33,9	29,3	-17,0	-25,9	20,9
Piquillo	14,8	14,1	3,6	11,7	5,0	-42,7	-4,8	-74,6	227,4	-57,1
Pimiento morrón	7,3	5,2	9,0	4,6	5,5	-66,9	-29,1	73,8	-49,1	19,5
Tomate	57,5	74,0	76,1	55,7	46,8	38,9	28,6	2,9	-26,8	-16,0
Zapallo	22,3	23,5	23,5	29,2	24,4	-10,0	5,6	0,0	24,3	-16,6
Arveja grano verde	29,2	33,3	34,5	35,7	30,3	15,6	13,8	3,8	3,2	-15,0
Zanahoria	12,2	13,6	13,5	14,2	14,8	-18,3	11,2	-1,1	5,3	4,6
Ajo	9,9	9,2	7,5	7,5	7,2	102,6	-6,8	-18,6	0,2	-4,1
Cebolla	70,9	74,5	69,6	77,7	83,3	-1,9	5,1	-6,6	11,6	7,2
Maíz choclo	65,6	83,5	77,5	71,7	72,5	-3,8	27,3	-7,2	-7,5	1,0
Otras hortalizas	77,9	86,0	85,4	91,0	86,2	1,4	10,5	-0,7	6,6	-5,3
Frutas y nueces	814,7	981,6	1 004,9	995,0	1 024,2	-6,1	20,5	2,4	-1,0	2,9
Palta	62,5	57,8	64,7	70,5	70,3	32,1	-7,5	11,9	9,0	-0,2
Banano y plátano	176,4	179,1	182,1	184,0	183,2	4,0	1,6	1,7	1,0	-0,4
Mango	64,5	203,8	179,9	104,6	116,0	-60,9	216,1	-11,8	-41,9	10,9
Papaya	7,9	10,6	10,7	10,6	10,6	-15,0	33,9	1,0	-0,4	0,2
Piña	43,4	46,0	47,3	48,9	47,6	15,7	6,0	3,0	3,2	-2,7
Granadilla	8,0	12,0	16,0	12,4	13,9	24,7	49,4	33,1	-22,6	12,5
Limón	30,7	29,0	32,5	34,3	33,4	7,6	-5,4	11,8	5,6	-2,7
Naranja	29,8	31,1	31,2	33,1	35,5	7,7	4,4	0,5	6,0	7,2

Fuente: Sistema Integrado de Estadísticas Agraria

Figura 2:

Siembra de los principales cultivos transitorios por región cultivo

Región	Campaña	TOTAL	Trigo	Maíz duro	Maíz amiláceo	Arroz	Cebada grano	Quinua	Ají	Piquillo
Nacional	Ago 2014- Mar 2015	1 937,8	129,1	223,5	251,1	331,9	145,6	69,9	2,9	0,3
	Ago 2015- Mar 2016 ^p	1 830,9	116,5	209,2	231,9	328,3	131,6	63,9	3,3	0,1
Amazonas	Ago 2014- Mar 2015	79,2	0,3	10,7	11,6	34,8	0,1	0,0	0,0	0,0
	Ago 2015- Mar 2016 ^p	68,1	0,3	8,8	8,4	31,3	0,1	0,0	0,0	0,0
Ancash	Ago 2014- Mar 2015	75,0	15,6	8,3	15,4	4,2	8,7	0,9	0,1	0,0
	Ago 2015- Mar 2016 ^p	65,6	12,2	7,8	13,0	6,8	7,3	0,3	0,0	0,0
Apurímac	Ago 2014- Mar 2015	79,0	4,5	1,2	26,8	0,0	5,2	3,6	0,0	0,0
	Ago 2015- Mar 2016 ^p	78,4	4,4	1,7	24,8	0,0	4,5	3,5	0,0	0,0
Arequipa	Ago 2014- Mar 2015	52,7	0,2	0,2	3,0	20,4	0,5	4,5	0,1	0,0
	Ago 2015- Mar 2016 ^p	49,4	0,1	0,0	2,5	19,9	0,3	1,3	0,4	0,0
Ayacucho	Ago 2014- Mar 2015	109,3	10,2	0,9	23,0	0,2	14,2	11,2	0,0	0,0
	Ago 2015- Mar 2016 ^p	103,2	9,2	0,8	20,9	0,1	13,1	12,7	0,0	0,0
Cajamarca	Ago 2014- Mar 2015	200,5	26,7	18,2	50,4	15,4	11,3	0,5	0,0	0,0
	Ago 2015- Mar 2016 ^p	186,3	25,6	15,7	48,2	12,0	10,0	0,7	0,0	0,0
Callao	Ago 2014- Mar 2015	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Ago 2015- Mar 2016 ^p	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Cusco	Ago 2014- Mar 2015	127,1	10,2	2,6	27,0	1,4	15,9	3,6	0,0	0,0
	Ago 2015- Mar 2016 ^p	120,1	9,1	2,2	26,5	1,3	14,8	2,8	0,0	0,0
Huancavelica	Ago 2014- Mar 2015	88,4	4,4	0,2	17,9	0,0	15,7	1,3	0,0	0,0
	Ago 2015- Mar 2016 ^p	74,2	4,2	0,2	15,5	0,0	9,3	0,9	0,0	0,0
Huánuco	Ago 2014- Mar 2015	96,0	10,3	10,2	16,2	5,8	6,9	1,9	0,0	0,0
	Ago 2015- Mar 2016 ^p	82,8	8,0	8,3	14,5	5,9	6,1	0,8	0,0	0,0
Ica	Ago 2014- Mar 2015	35,4	0,1	11,7	0,3	0,0	0,1	0,3	0,0	0,0
	Ago 2015- Mar 2016 ^p	29,2	0,1	14,1	0,2	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0
Junín	Ago 2014- Mar 2015	87,9	5,4	5,2	14,3	1,3	10,6	4,2	0,1	0,0
	Ago 2015- Mar 2016 ^p	84,2	5,2	4,8	14,0	1,2	10,6	2,0	0,1	0,0
La Libertad	Ago 2014- Mar 2015	167,9	29,7	14,8	15,5	32,6	28,3	1,9	0,2	0,1
	Ago 2015- Mar 2016 ^p	162,1	28,4	14,9	15,1	32,8	27,1	1,9	0,2	0,0
Lambayeque	Ago 2014- Mar 2015	78,5	1,7	10,5	3,7	50,7	0,1	0,3	0,1	0,3
	Ago 2015- Mar 2016 ^p	67,7	1,5	7,3	3,5	46,1	0,1	0,0	0,1	0,1
Lima	Ago 2014- Mar 2015	48,1	0,3	19,5	1,2	0,0	0,2	0,4	0,9	0,0
	Ago 2015- Mar 2016 ^p	47,5	0,1	18,1	1,3	0,0	0,1	0,0	0,8	0,0
Lima Metropolitana	Ago 2014- Mar 2015	2,7	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	0,0
	Ago 2015- Mar 2016 ^p	2,3	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	0,0
.....	Ago 2014- Mar 2015	77,9	0,0	28,4	0,0	18,8	0,0	0,0	0,3	0,0

Fuente: Sistema Integrado de Estadísticas Agraria

En cuanto a la disminución de las siembras de maíz amarillo duro (-6%), las principales regiones que contribuyeron a este decrecimiento fueron: San Martín (-10%), Lambayeque (-30%) y Cajamarca (-14%).

Maíz amarillo y arroz, los cultivos más rentables del valle del Santa. (Chimbote, 03/08/15), Recuperado de <http://www.elferrolchimbote.com/index.php/agricultura/2583-maiz-amarillo-y-arroz-los-cultivos-mas-rentables-del-valle-del-santa>. En el valle del Santa es la agricultura la que mueve la economía de las familias de la zona. Acá se produce arroz, maíz amarillo, algodón, ají pprika, pimentón, espárrago y otros productos de exportación.

Pero los cultivos que más rentabilidad generó a los agricultores de este valle en la campaa 2014-2015 fueron el maíz amarillo y el arroz, explicó José Morales Ramírez, gerente técnico de la Junta de Usuarios de Santa.

MAÍZ AMARILLO es otro de los productos más cultivados y de buena rentabilidad es el maíz amarillo, que se siembra todo el año. “En el valle del Santa se cultivan entre 15 a 18 mil hectáreas. Cuando se saca el arroz, los agricultores también siembran maíz para no desaprovechar estos campos de cultivo”, agregó el gerente técnico.

Indic que la productividad del maíz también es en promedio de 10 mil kilos por hectárea. “Al año se sacan entre 150 a 180 mil toneladas”, detalló.

Finalmente, mencion que el precio en el que los agricultores vendieron el maíz amarillo fluctuó entre S/. 0.90 y 1.10.

En cuanto a los aportes de la tusa de maíz al concreto, la tusa de Maíz posee una serie de características interesantes para la construcción, su composición química es $\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Fe}_2\text{O}_3$ que tiene un porcentaje de 80.1% y es similar a la composición química del cemento $\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{CaO}$ que alcanza un porcentaje de 89%; garantizando que puede sustituir al cemento en un porcentaje alto. Pueden utilizarse como material resistente sin necesidad de añadirse sustancias químicas.

Según Raheem A. A., (2006). Indica que la Ceniza de la Tusa del Maíz es un residuo sólido que se activó térmicamente producto de la combustión. Si la combustión ha sido

completa, la ceniza es exclusivamente inorgánica. Por lo general, la ceniza de la madera o cualquier material vegetal similar, consiste principalmente en carbonato de sodio y carbonato de potasio.

Las Cenizas de la Tusa de Maíz están compuestas por un aglomerado de microesferas (cenoesferas y pleuroesferas) de hasta cientos de micras de diámetro, constituidas generalmente por hierro, sodio, potasio, calcio, fósforo, titanio y azufre.

Las cenizas provenientes de este tipo de material se caracterizan por una distribución granulométrica fina y altos contenidos en aluminio y silicio y en fases reactivas. Debido a estas propiedades, estas cenizas son una excelente materia prima para la síntesis de zeolitas mediante activación hidrotermal alcalina.

Pero el llamado OLOTE o TUSA DEL MAÍZ, conocido en Centroamérica como corazón del maíz, es un desecho industrial producido a gran escala durante el desgranado que sufre el maíz cuando es procesado. De este desecho se produce un tipo de ceniza, un tipo de material inorgánico, producto de la calcinación de la tusa.

Mazorca de maíz es el producto de desecho obtenido a partir del maíz, que es uno de los cultivos de cereales más importantes de África subsahariana insub-. El maíz se cultiva extensamente por el mundo, y más maíz por peso se da anualmente que cualquier otro grano. En 2012, más de 850.000 toneladas de maíz se produjeron en todo el mundo. Los estados unidos fue el más grande de la pizca producido alrededor del 32% de la producción mundial. África produce sólo el 9% del maíz mundos (los mercados mundiales y el comercio, 2015 (43)). cenizas mazorca de maíz (CCA), obtenida después de la molienda y la quema de la mazorca de maíz en el aire libre a una temperatura de unos 650 °C durante 8 horas, tiene un alto contenido de sílice

De acuerdo con Adesanya D.A y Reheem A.A (2009), ceniza de mazorca de maíz contiene más del 66% de sílice con un contenido en $\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Fe}_2\text{O}_3$ que varía del 77% al 80% y se puede utilizar como un ASMC. El nivel óptimo de sustitución CCA desde un punto de vista estructural, la carga se estima en un 8% (Adesanya, D. A., Raheem, A. A., 2009b (46)), debido a la alta demanda de agua de este material. La resistencia a la compresión del hormigón con CCA-cemento mezclado fue menor que

la del control a edades más tempranas, pero mejoró significativamente, superando el control a edades más tardías (> 120 días) (Adesanya, D. A., Reheem, A. A., 2009 (46)). Oladipupo uno mismo y Festo O.A (2012) (47) también investigó un hormigón con base con CCA. Sin embargo, su estudio se centró sólo en 28- propiedades día, lo cual no es suficiente para el curado del concreto la incorporación de tales adiciones. Aunque ha habido poca investigación sobre el hormigón a base de ACC, ACC parece tener algún potencial como ASMC; Se requiere más investigación. Kevern J. T. y Wang, K. (2010) (48) informaron que la ceniza de hoja de maíz (otro producto de desecho de maíz) tiene potencial para su uso como un ASMC debido a su alto contenido de sílice (37% -38%). Sin embargo, este material también contiene un 24% -28% de K₂O, lo que podría tener un impacto negativo con respecto a la reacción álcali-sílice. Por lo tanto, una mayor investigación sobre la actividad puzolana y durabilidad del hormigón a base de maíz-ceniza que hay que hacer antes de sacar conclusiones acerca de su uso se pueden extraer.

Tabla 4
Composición química de la ceniza del maíz.

mineral	Fracción de masa%		
	CCA1	CCA2	CCA3
SiO ₂	67.3	65.4	66.4
Al ₂ O ₃	7.3	9.1	6.0
Fe ₂ O ₃	3.7	5.6	4.0
CaO	10.3	12.9	11.5
Na ₂ O _{eq}	2.8	3.7	4.1
MgO	1.8	2.3	2.0
SO ₃	1.1	1.1	1.0
SiO ₂ +Al ₂ O ₃ +Fe ₂ O ₃	78.4	80.1	76.4

Fuente: Adesanya D. A., Raheem A. A., 2009

Con respecto a la cola de caballo, su origen del nombre científico: proviene del latín, por "equis" caballo, y "setum", cerdas. El género Equisetum comprende unas treinta especies distribuidas por el planeta.

Recibe otros nombres populares como, yerba del platero, chicote de fraile (Argentina), cavalinho gigante, rabo de cavalo, cauda de cavalo (Brasil). Es una planta arcaica, que alcanza por lo común dos metros de altura, aunque por lo general tiene

alrededor de un metro. Se podría decir que se trata de una planta prehistórica, es decir, podemos estar conviviendo con un tipo de hierba que ya existía en la época de nuestros ancestros.

La Cola de Caballo pertenece a la familia de las equisetáceas (Equisetaceae), siendo posiblemente el último espécimen que desciende de estas plantas, cuyos orígenes datan de millones de años. El nombre adoptado como “Cola de Caballo”, fue establecido debido a las semejanzas que se encuentran a nivel visual, precisamente, con la cola de un caballo.

Hoy en día, una de las **hierbas medicinales** más completas y consumidas. Se trata de una planta perenne que se encuentra cerca de áreas acuosas como pantanos, arroyos o ríos. La cola de caballo crece en las zonas templadas del hemisferio norte de Asia, Europa, Norteamérica y África del Norte. Florece donde puede arraigarse en el agua o el suelo de arcilla. Posee una gran cantidad de **propiedades terapéuticas**, principalmente destaca por sus **efectos depurativos** y en el **cuidado de la piel**. Entre sus principales propiedades podemos destacar: **Antisépticas, Antiinflamatorias, o Anti-Aging (antienvjecimiento)**.

La Cola de Caballo es una planta medicinal, donde normalmente se suele consumir en forma de infusión y tiene grandes beneficios para nuestra salud. Se suele complementar para la dieta que se quiera adelgazar, ya que una de sus propiedades, es eliminar la retención de líquidos. Igual que la levadura de cerveza, también fortalece el cabello, la piel y las uñas.

En la antigua Grecia, Roma y China ya se conocían sus propiedades sanadoras y cicatrizantes. Actualmente es una de las plantas medicinales más utilizadas en el mundo. Se trata de una planta sin flores con dos tipos de tallos.

Los tallos fértiles, brotan a principios o a inicios de la primavera y miden entre 10 y 20 centímetros de altura, no se ramifica, sino que termina en una espiga de esporas de color beige.

Los tallos infértiles son los que tienen propiedades curativas y brotan entre los meses abril y mayo, llegando a medir hasta 60 centímetros. Estos tallos infértiles se

recolectan en verano y se dejan secar en manojos colgados a la sombra, para luego machacarlos y elaborar infusiones, decocciones, tinturas, cápsulas, ungüentos, cremas, etc.

En el Perú se reconoce en la actualidad tres especies: *E. bogotense* Kunth, *E. giganteum* L. y la escasamente reportada *E. myriochaetum* Schltldl. Entre estas dos últimas en las áreas de contacto como sí ocurre en América Central (Hauke 1969; Mickel & Smith 2004), Las tres especies se hallan distribuidas en casi toda la América tropical, y en el Perú las dos primeras crecen en casi todos los departamentos, ocupando ambientes húmedos y alterados desde el nivel del mar hasta los 4200 m de altitud.

Presenta dos tipos de tallos. A fin de invierno, aparecen los primeros tallos, simples, sin ramificaciones, con 20 a 30 hojitas soldadas en los nudos y que terminan en una espiga de esporangios de 4 a 8 cm por 1 o 2 de altura.

Después de la maduración, que ocurre en la primavera, estos tallos mueren y brotan otros, muy ramificados, que no producen esporangios. Estos últimos son los que se utilizan en medicina tradicional, los cuales tienen diversos usos en fitoterapia. Si no se los recogen, mueren en el invierno siguiente.

Estos miden entre 20 hasta casi 80 centímetros, son de color verde y ahuecados, con una especie de nudos escamados de donde brotan sus hojas.

El uso medicinal de la Cola de Caballo se remonta a la época romana y griega, donde se utilizaba como un **tratamiento para las heridas**, debido sus propiedades cicatrizantes, impidiendo el desangrado de la persona. Gracias a esto, era un remedio para evitar la anemia, la cual básicamente se produce por bajos niveles de hierro como resultado de pérdida de sangre, produciendo un estado de debilidad general.

También podía tratar los casos de úlceras, piedras del riñón e inflamación. La elevada presencia de silicio contribuye con el cuidado del tejido óseo, aumentando la fijación y almacenamiento del calcio, para su posterior uso en la reparación de huesos, colágeno y demás tejidos del sistema cartilaginosa y articular, e incluso fortalecer uñas

y cabello. De hecho, la cola de caballo, al ser una excelente fuente de silicio puede combatir la osteoporosis.

Este tipo de hierba se caracteriza por no tener hojas o flores. El crecimiento de la planta se manifiesta con el de sus tallos, realizándose en dos fases: En **primer lugar**, se produce el nacimiento del tallo fértil, por la época de primavera, hasta que se marchita, y da comienzo a la **segunda fase o etapa**, con el crecimiento de tallos estériles. Esta tiene lugar durante la época estival, y es el tallo que se recolectará para aprovechar sus propiedades.

Podemos encontrarla principalmente en los lugares húmedos tales como pantanos, riveras, orillas de los ríos, lagos y pantanos y tiene una distribución bastante cosmopolita, pudiendo encontrarla en Asia, Europa, África y América del Norte, especialmente en suelos arcillosos.

Su uso más frecuente de esta planta proviene de sus tallos, siendo las hojas un elemento menos utilizado. Los tallos estériles de esta planta se recolectan durante el verano, y se dejan secar a la sombra, en manojos colgados, descartando las partes descoloridas.

Su aroma es bastante parecido al de la manzanilla, aunque posee un sabor ligeramente más amargo y una coloración, una vez se ha hecho infusión, algo más oscura, aunque eso dependerá de la concentración de la misma.

Posee rizomas alargados, áspera al tacto por la presencia de sílice en su epidermis, tallo hueco, erecto, con numerosas ramas que parten de los nudos de los verticilos, hojas también verticiladas reducidas a pecíolos soldados que forman una membranacea.

Los tallos fértiles tienen en el ápice espigas oblongas negras que contienen gran cantidad de esporas. Hierba propia de ambientes palustres, bordes de arroyos y lugares muy húmedos.

Todas las especies de Equisetum producen un efecto venenoso en los animales vacunos que las comen. Han sido citadas como causantes de producir intoxicaciones

en el ganado, contienen relativamente, una gran cantidad de compuestos de sílice que presentan en estas plantas, que produce diarreas sanguíneas, aborto y flacura. Los animales caballares las comen sin que resulte daño alguno para ellos. Los tallos duros, a causa del silicio que contienen, se usan para pulimentar madera y objetos de metal.

<http://www.herbotecnia.com.ar/aut-ccaballo.html>

<https://www.trendenciashombre.com/nutricion/la-cola-de-caballo-que-es-propiedades-y-beneficios>

Gracias a sus **propiedades regeneradoras, astringentes y diuréticas**, la cola de caballo tiene más de 40 aplicaciones, separadas en **uso medicina, uso en estética o uso en agricultura**.

En Medicina. Adenoma: Hacer un sobre de cola de caballo y colocar sobre la zona 3 veces al día (las hierbas se pueden recalentar un par de veces). El primer sobre se pondrá por la mañana después del desayuno, el siguiente por la tarde y el tercero se deja actuar durante toda la noche. Dejar actuar los sobres durante 2 horas cada vez, tiempo en el que el paciente debería quedarse tumbado en la cama. Acompañar el tratamiento con 2 tazas de infusión al día, una por la mañana en ayunas y otra por la noche antes de la cena.

Afta bucal: Hacer gárgaras con una infusión de cola de caballo 4 veces al día.

Amigdalitis: Preparar una infusión de cola de caballo y hacer gárgaras varias veces al día.

Anginas inflamadas: Hacer gárgaras con una infusión de cola de caballo 4 veces al día.

Artritis y artrosis: Beber 2 tazas de infusión al día, una ½ hora antes del desayuno y la otra ½ hora antes de la cena. También resulta beneficioso tomar un baño de asiento al menos una vez al mes.

Bronquitis: Tomar 2 o 3 tazas de infusión a lo largo del día. Beber a sorbos. Para calmar los síntomas también resulta muy beneficioso tomar infusiones de hinojo.

Calambres de estómago: Colocar un sobre de cola de caballo sobre la zona dolorida para que cesen los calambres.

Cálculos en la vejiga: Un remedio rápido para este problema consiste en tomar baños sentados a la vez que se beben 1 o 2 tazas de infusión al día. Para que resulte

efectivo hay que aguantar las ganas de orinar el máximo tiempo posible, para luego hacerlo con presión y expulsar los cálculos.

Cistitis: Tomar un baño de vapor de cola de caballo. Después se pueden utilizar los posos de la hierba para hacer un sobre de cola de caballo y colocarlo sobre la vejiga. Este tratamiento también se puede acompañar tomando de 2 a 3 tazas de infusión al día., etc.

En Estética, Acné: Preparar una infusión de cola de caballo, esperar a que se enfríe y aplicar con un algodón después de lavarse la cara por la noche. Evitar que la infusión entre en contacto con los ojos; **Adelgazar:** Tomar infusiones de cola de caballo resulta muy útil para perder peso ya que ayuda a eliminar el exceso de líquidos del cuerpo al tiempo que recupera el equilibrio corporal gracias a que también elimina las toxinas, **Arrugas:** Tomar una taza de infusión de cola de caballo al día para combatir las, **Caída de pelo:** La cola de caballo es un remedio muy apreciado para el tratamiento de la pérdida del cabello; **Puntas del pelo abiertas:** Para fortalecer y sanear el cabello es recomendable usar shampoo de cola de caballo para lavarse la cabeza; **Canas:** Tomar una taza de infusión al día para evitar que salgan; **Caspa:** Para deshacerse de la caspa, preparar una infusión para el lavado y usarla diariamente para lavarse la cabeza. Seguidamente hacerse un masaje capilar con un buen aceite de oliva. También resulta efectivo usar normalmente un shampoo con cola de caballo; **Celulitis:** Tomar una taza de infusión al día para combatir y prevenirla, ya que elimina toxinas, excesos de grasa y material de desecho del cuerpo; **Estrías:** Preparar sobres de cola de caballo y colocar sobre las zonas afectadas durante 15 minutos. Se puede acompañar el tratamiento bebiendo una taza de infusión diaria; **Manchas blancas en las uñas:** Tomar una taza de infusión al día para equilibrar los niveles de calcio, causantes de estas manchas; **Uñas quebradizas:** Meter las uñas en una infusión tibia de cola de caballo durante 10 minutos y repetir 3 veces por semana. Este tratamiento para fortalecer las uñas se puede complementar tomando una taza de infusión diaria.

En Agricultura. Como fungicida e insecticida: Hacer preparados de fumigación ecológicos a base de la maceración de cola de caballo para combatir hongos, pulgones y arañas rojas. Aquí te explicamos cómo prepararlo y aplicarlo.

Según la página web <http://www.tlahui.com/medic/medic11/equisetum.htm>, nos enseña que la cola de caballo No se suele plantar la cola de caballo, pues crece en todas partes como hierba "dañina" de los terrenos cultivados. Es muy frecuente en los terrenos baldíos y en las dunas, generalmente en lugares cerca del agua.

La cola de caballo por ser una planta considerada mala por los agricultores, no se lleva una producción ni un conteo anual del crecimiento de la cola de caballo

Se reproducen en lugares húmedos y templados

Lo encontramos en suelos arcillosos, terrenos encharcados, alrededores de pastizales y a orillas de ríos y arroyos, en algunos terrenos crecen muy cerca de algunos sembríos que funcionan como un retraso para su repercusión de otros productos ya que absorben la mayor cantidad de agua.

Es considerada una mala hierba por los agricultores, ya que absorbe gran cantidad de nutrientes y es ahí que se llena de muchas propiedades entre todas, la más resaltante para nuestro proyecto es la sílice.

La cola de caballo es una hierba perenne que crece en forma de arbustos, es decir, vuelve año tras año, crece en abundancia en los terrenos húmedos, siendo así, no es aprovechada por los agricultores de la zona ya que está comprobado que es una planta medicinal.

No tiene un sistema de crecimiento anual, crecen anualmente en abundancia y mueren resacas y en algunas ocasiones cortadas por los propios agricultores.

Las plantas de cola de caballo son mantenidas por los pequeños tubérculos y poseen un sistema extensivo de raíces rastrero que puede crecer en el suelo a profundidades increíbles, la cual mantiene su permanencia en dichos terrenos.

No tiene producción, ni llevan un conteo anual por que no es aprovechada en 100% por sus propiedades, ya que los agricultores de las zonas donde abunda solo piensan que solo daña sus sembríos y no están informados que funciona muy bien como insecticida

Por ser una planta que crece naturalmente por el tubérculo, no necesitan fertilizante alguno.

De acuerdo con Pigott A. (1988). "Pteridologist" Basado en un artículo publicado por primera vez. La Cola de caballo son un grupo de pteridófitas atractivas y fascinantes que están muy abandonadas por los cultivadores de helecho a nivel nacional, teniendo un crecimiento y hallazgo en casi todas las regiones del Perú. En este artículo se intenta de resumir sus requerimientos y, con suerte, animar a otros a empezar a cultivarlas y trabajarlas. En la actualidad, se cultiva casi todas las especies e híbridos británicos, y puede asegurar que Equisetos son fáciles de cultivar y a la vez gratificantes. El cultivo de Colas de caballo es un tema que ha recibido poca atención en la literatura, y se omite a menudo de los reportes más generales sobre cultivo de helechos. Para empeorar las cosas, las referencias que existen son a menudo imprecisas y erróneas.

Normalmente, la cola de caballo se adapta a muchos tipos de suelo, preferentemente ácidos (hidrógeno potencial entre 6,5 y 7,5), excepto los que contienen gran contenido en cal.

En el valle del Santa es la agricultura la que mueve la economía de las familias de la zona. Acá se produce arroz, maíz amarillo, algodón, ají pprika, pimentón, espárrago y otros productos de exportación. Es ahí donde nace de forma natural la cola de caballo tratándose de planta dañina.

En todos estos casos la cola de caballo, se han utilizado tratamiento con álcali junto con la desfibrilación de alta presión y tratamiento ácido o una explosión de vapor. De hecho, debido a la presencia de protuberancias de sílice en los tallos y hojas, las *Equisetum Arvensis*, es una fuente tan reciente usada para producir sílice nano.

La Cola de Caballo poseen una serie de características interesantes para la construcción, su composición química es $\text{SiO}_2 + \text{MgO} + \text{K}_2\text{O} + \text{CaO} + \text{Al}_2\text{O}_3$ y es similar a la composición química del cemento $\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{CaO}$ que alcanza un porcentaje de 93%; garantizando que puede sustituir al cemento en un porcentaje alto. Pueden utilizarse como material resistente sin necesidad de añadirse sustancias químicas.

También está bien establecida la posibilidad de concentraciones de silicio alcanzando aproximadamente el 25% de su peso seco en estas especies. De sílice se

ha encontrado que se han acumulado en los 'perillas en la forma amorfa y como una capa fina por debajo de la cutícula. Se informa de que los depósitos de sílice en las plantas pueden estar presentes en las paredes celulares, en las células y en el espacio intercelular, como un medio para absorber el ácido salicílico de la tierra y para el transporte de al interior de las plantas.

La Ceniza de la Cola de Caballo (*Equisetum Arvensis*) es un residuo sólido que se activó térmicamente producto de la combustión. Si la combustión ha sido completa, la ceniza es exclusivamente inorgánica. Están compuestas por un aglomerado de microesferas de hasta cientos de micras de diámetro, constituidas generalmente por hierro, sodio, potasio, calcio, fósforo, titanio y azufre.

Las cenizas provenientes de este tipo de material se caracterizan por una distribución granulométrica fina y altos contenidos en silicio y en fases reactivas. Debido a estas propiedades, estas cenizas son una excelente materia prima.

La Cola de Caballo menor (*Equisetum arvense*) forma parte de las plantas que se emplean en los preparados, sirve para prevenir la mayor parte de las enfermedades criptogámicas (hongos) del mundo vegetal. Su acción se basa en la elevada cantidad de ácido silícico que elabora y concentra esta planta en sus tejidos (90% Si O₂ de las cenizas de la planta). Existe una alta riqueza de sustancias que podemos encontrar en esta espléndida planta. Entre estas sustancias destacan: **Minerales:** Silicio, Potasio, Magnesio, Aluminio y Calcio. **Saponócidos:** Equisetonina 5%, **Flavonoides:** Isoquercitrina, luteolina y kaempferol. **Alcaloides:** Nicotina y Palustrina entre otros. **Fitonutrientes:** saponinas, fitoesteroles, ácido fenólico, ácido cafeico, alcaloides, taninos, y bioflavonoides.

El contenido fenólico total de la planta es de 92-349 micromol, expresado en equivalente de ácido clorogénico por gramo de planta seca. Los principales componentes identificados son derivados de quercetina, kaempferol, glicósidos y ácido caféico.

En las hojas de la cola de caballo se ha encontrado más de una veintena de sustancias volátiles. Entre estos, los más abundantes son hexahidrofarnesil acetona (18,34%), cis-geranil acetona (13,74%), timol (12,09%) y transfitol (10,06%).

La fracción esterólica del Equisetum arvense contiene esencialmente beta-sitosterol (60.0%), campesterol (32.9%), isofucosterol (5.9%) y colesterol (cantidades traza).

Esta equisetácea contiene entre 10 y 20% de minerales, de los que el 65% son ácido silícico y silicatos, muy abundante en los tallos estériles. Otras sustancias incluyen alcaloides, como nicotina, palestina y palustrinina, flavonoides como isoquercitrina y equisetína, una saponina (equisitonina), dimetilsulfona, tiaminasa y ácido aconitínico.

Según Pomplonas, (2006). Indica que las Propiedades farmacológicas. El equiseto tiene propiedades diuréticas suaves, es hemostático y remineralizante. También tiene acción antiséptica. Aunque se ha descrito la capacidad de modificar el tejido conjuntivo e interactuar con el metabolismo de fosfatos y calcio, estas propiedades no se han demostrado experimentalmente.

Según Balarezo (2016) en su investigación a la ceniza de la cola de caballo indico que para el análisis de fluorescencia química de la cola de caballo se debe activar a 300°C por el periodo de 2 horas, de esta forma se puede obtener un material puzolánico cementante.

Tabla 5
Composición química de la ceniza de la cola de caballo.

Composición química	Resultado (%)
Dióxido de silicio (SiO ₂)	51.359
Óxido de magnesio (MgO)	14.526
Óxido de potasio (K ₂ O)	13.753
Óxido de calcio (CaO)	11.931
Trióxido de aluminio (Al ₂ O ₃)	4.646
Pentóxido de fosforo (P ₂ O ₅)	1.624
Trióxido de hierro (Fe ₂ O ₃)	1.206
Trióxido de azufre (SO ₃)	0.815
Dióxido de titanio (TiO ₂)	0.087
Óxido de estroncio (SrO)	0.052
Óxido de zinc (ZnO)	0.021

Fuente: Laboratorio de la universidad nacional de ingeniería

Tabla 6

Composición química de la ceniza de la cola de caballo expresada como elementos.

Composición química	Resultado (%)
silicio (Si)	51.262
magnesio (Mg)	7.793
potasio (K)	6.009
calcio (Ca)	22.688
aluminio (Al)	2.274
fosforo (P)	1.212
hierro (Fe)	1.206
azufre (S)	1.327
titanio (Ti)	0.139
estroncio (Sr)	0.126
zinc (Zn)	0.067

Fuente: Laboratorio de la universidad nacional de ingeniería

Las tablas indican que cuando el elemento trabaja con el óxido, la composición química cambia, aspecto que podemos ver es que la cola de caballo contiene alto contenido de Dióxido de silicio (SiO₂). Estos análisis se realizaron en el laboratorio N° 12 en la facultada de ciencias de la Universidad Nacional De Ingeniería, por medio de fluorescencia de rayos X. SHIMADZU. EDX 800-HS.

Por lo que se refiere a los agregados, la cantera es el lugar donde se extraen materiales de construcción, sea directamente o después de transformación, áridos para vías, o materiales para otras necesidades de ingeniería tales como enrocados, terraplenes y obras de contención.

La selección de la cantera para agregado fino debe cumplir con las normas ASTM, además de las propiedades de la Tusa de Maíz y Cola de Caballo como adiconante, ya descrita en Ítems anteriores para el diseño de concreto, eligiendo la cantera Luis Medina para agregado fino perteneciente al Distrito Samanco. La forma de trasladarnos será por medio de alquiler de movilidad o por la ayuda de algún familiar de ambas partes que nos apoyen con su transporte para poder movilizarnos.

En ingeniería, el ensayo de compresión es un ensayo técnico para determinar la resistencia de un material o su deformación ante un esfuerzo de compresión. En la mayoría de los casos se realiza con hormigones y metales (sobre todo aceros), aunque puede realizarse sobre cualquier material. Se suele usar en materiales frágiles. La

resistencia en compresión de todos los materiales siempre es mayor o igual que en tracción.

Se realiza preparando probetas normalizadas que se someten a compresión en una máquina universal. Previo a ello se realiza el ensayo del peso específico unitario, es la relación de la masa del agregado que ocupa un volumen patrón unitario entre la magnitud de éste, incluyendo el volumen de vacíos propio del agregado, que ha de ir a ocupar parte de este volumen unitario patrón. Este valor se usará para el conocimiento de volúmenes de materiales apilados y que están sujetos a acomodamiento o asentamientos provocados por el tránsito sobre ellos o por la acción del tiempo. También es de una utilidad extraordinaria para el cálculo de por ciento de vacíos de los materiales.

Para la mezcla se realiza el ensayo con el cono de Abrams es el ensayo que se realiza al concreto en su estado fresco, para medir su consistencia (fluidez del concreto). El ensayo consiste en rellenar un molde metálico troncocónico de dimensiones normalizadas, en tres capas apisonadas con 25 golpes de varilla – pisón y, luego de retirar el molde, medir el asentamiento que experimenta la masa de hormigón colocada en su interior.

Esta medición se complementa con la observación de la forma de derrumbamiento del cono de hormigón mediante golpes laterales con la varilla – pisón.

Se utilizó el método ACI 211 y realizo las mezclas de prueba para un diseño de mezclas patrón, posteriormente se obtendrá los diseños de mezcla con la incorporación de viruta metálica. Posteriormente se realizó la corrección debido a la humedad de los agregados al momento de realizar la mezcla del concreto, así mismo la adición del agua según su consistencia adquirida en el instante.

Se realizó el diseño de mezcla para un concreto convencional con una resistencia de 210 kg/cm², Utilizando agregado fino, agregado grueso, cemento, agua, posteriormente se realizó el diseño de mezcla de concreto con la incorporación del 10% de ceniza de tusa de maíz y 5% de ceniza de cola de caballo con respecto al cemento.

Según JUAREZ, (2005), Los factores que influyen en la resistencia mecánica del concreto, como: la relación agua-cemento y contenido de aire, Abrams formuló la

conocida “Ley de Abrams”, según la cual, para los mismos materiales y condiciones de ensayo, la resistencia del concreto completamente compactado, a una edad dada, es inversamente proporcional a la relación agua-cemento. Este es el factor más importante en la resistencia del concreto: Relación agua-cemento = A/C , (A: Contenido de agua en la mezcla en kg, y C: Contenido de cemento en la mezcla en kg). De acuerdo con la expresión anterior, existen dos formas de que la relación agua-cemento aumente y por tanto la resistencia del concreto disminuya: aumentando la cantidad de agua de la mezcla o disminuyendo la cantidad de cemento. Esto es muy importante tenerlo en cuenta, ya que en la práctica se puede alterar la relación agua-cemento por adiciones de agua después de mezclado el concreto con el fin de restablecer asentamiento o aumentar el tiempo de manejabilidad, lo cual va en decrecimiento de la resistencia del concreto y por tanto esta práctica debe evitarse para garantizar la resistencia para la cual el concreto fue diseñado. También se debe tener en cuenta si el concreto va a llevar aire incluido (naturalmente atrapado más incorporado), debido a que el contenido de aire reduce la resistencia del concreto, por lo tanto, para que el concreto con aire incluido obtenga la misma resistencia debe tener una relación agua-cemento más baja.

OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

VARIABLE DEPENDIENTE

Resistencia a la compresión del Concreto

VARIABLE INDEPENDIENTE

% de sustitución al cemento.

Tabla 7
Variable dependiente.

Variable	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores
	La resistencia del concreto es definida como el máximo esfuerzo que puede ser soportado	La resistencia a la compresión de probetas es una prueba que consiste	Carga Axial: fuerza que actúa a lo largo del eje longitudinal de un miembro estructural	Promedios Varianza

Resistencia a la compresión del concreto	por dicho material sin romperse. Dado que el concreto está destinado principalmente a tomar esfuerzos de compresión, es la medida de su resistencia a dichos esfuerzos la que se utiliza como índice de su calidad. Rivva, L.(2014)	en aplicar una carga axial de compresión a una velocidad de carga prescrita, hasta que se presente la falla. (MTC E 704-2000)	Tiempo de Curado: parte vital que se le debe brindar al concreto luego del vaciado y acabado del mismo. Área: diámetro de las probetas cilíndricas las cuales serán sometidas a compresión hasta completar la ruptura.	Desviación estándar Estadísticas Medida
--	--	---	--	---

Fuente: elaboración propia 2018

Tabla 8
Variable independiente.

Variable	Definición conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores
10% de ceniza de tusa de maíz y 5% de ceniza de cola de caballo sustituyendo al cemento	Consiste en proporcionar y hacer masada de prueba, basadas en un control dela relación agua-cemento y tomando en cuenta los factores que afectan al concreto resultante (cemento, graduación y propiedades del agregado, etc.).Las propiedades del concreto se comprueban prácticamente y pueden hacerse (NTP, 400.037)	Sustitución de un porcentaje de cemento por ceniza de tusa de maíz en un 10% y 5% de ceniza de cola de caballo en comparación a un diseño convencional de un concreto $f^c = 210 \text{ kg/cm}^2$.	Dosificación: implica establecer las proporciones apropiadas de los materiales que componen el concreto, a fin de obtener la resistencia y durabilidad requeridas con la sustitución del cemento por cenizas de tusa de maíz y cola de caballo. Relación agua/cemento: influye grandemente en la resistencia del concreto.	Porcentajes: 5% y 10% Variación Promedios

Fuente: Elaboración propia 2018

En la presente tesis nuestra hipótesis es: La aplicación de la sustitución de la "ceniza de tusa de maíz (10%) y cola de caballo (5%) en el diseño de mezcla del concreto mejoraría la resistencia a la comprensión en comparación a un diseño convencional $f^c= 210 \text{ kg/cm}^2$

Por lo cual se planteó el siguiente objetivo general: Determinar la resistencia a la compresión de un diseño de concreto aplicando la sustitución de ceniza de tusa de maíz y ceniza de cola de caballo en un 10% y 5% respectivamente; en comparación a un diseño convencional $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$. Y como objetivos específicos:

Se ha determinado la temperatura de calcinación de la tusa de maíz y de la ceniza de cola de caballo a través del Análisis Térmico Diferencial (ATD).

Después se ha activado la ceniza de tusa de maíz y ceniza de cola de caballo, así mismo, mecánicamente a 76 micrómetros y caracterizar la composición química mediante (FRX).

También se ha determinado la evaluación de alcalinidad o acidez del cemento, de la ceniza activada de tusa de maíz, de la ceniza activada de cola de caballo y la mezcla de ceniza activada de tusa de maíz en 10% con ceniza activada de cola de caballo en 5% con 75% cemento.

Luego se ha encontrado la relación agua – cemento de las probetas patrón y de las probetas experimentales con sustitución de 10% de ceniza activada de tusa de maíz y 5% de ceniza activada de la cola de caballo por cemento.

Finalmente se ha elaborado y determinado la resistencia a la compresión promedio en edades de 7, 14 y 28 días. de un diseño de concreto en el cual el cemento ha sido sustituido parcialmente en 10% por cenizas de Tusa de Maíz y 5% de ceniza de Cola de Caballo, en comparación a un diseño convencional $f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$

METODOLOGÍA DEL TRABAJO

Tipo y Diseño Investigación



















Tipo de Investigación

El tipo de investigación es aplicada y explicativa, porque los resultados obtenidos servirán para la solución de problemas de resistencia en el concreto relacionados a la construcción, específicamente a las propiedades del concreto, explicando cómo se comporta la resistencia cuando se sustituye al cemento por porcentajes de ceniza cementantes que es la tusa de maíz y la cola de caballo

Diseño de Investigación

Es un diseño experimental de nivel CUASI – EXPERIMENTAL, que consiste en hacer un cambio en el valor de una variable (independiente), en el cual estudiaremos el diseño convencional del concreto ($F'c$ 210 kg/cm²) en comparación con el nuevo diseño elaborado con el remplazo o sustitución de un porcentaje de cemento por 10% de ceniza de tusa de maíz y 5% de ceniza de cola de caballo, el estudio en su mayor parte se concentrara en las pruebas realizadas en el Laboratorio de Suelos, donde el investigador estará en contacto con los ensayos a realizar obteniendo resultados de acuerdo a lo planeado en sus objetivos. Siendo su diseño de investigación el siguiente:

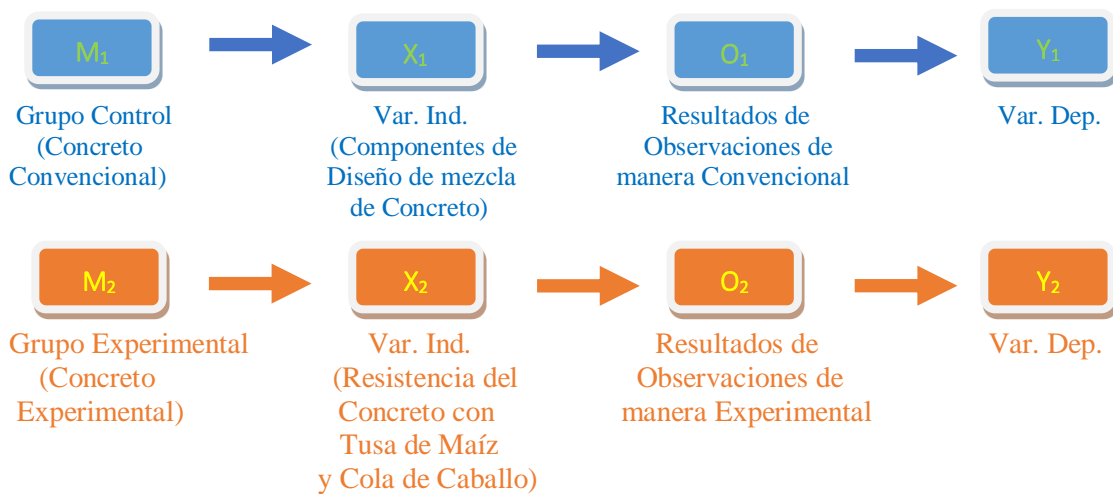
Tabla 9
Tiempo y cantidad de muestras a investigar

Días de Curado	Probetas	
	Patrón	Experimental
7	P1 	P1 
	P2 	P2 
	P3 	P3 
14	P1 	P1 
	P2 	P2 
	P3 	P3 
28	P1 	P1 
	P2 	P2 
	P3 	P3 

Fuente: Elaboración propia 2018

Esquema de Diseño de Investigación

El diseño que le corresponderá a esta investigación será de nivel experimental, porque se evaluarán las dos muestras mencionadas mediante ensayos, donde se obtendrán los resultados de dos grupos de estudio denominados: Grupo Control y Grupo Experimental, en donde se utilizará como material la tusa de maíz en relación al proceso de diseño de concreto experimental con el de diseño de concreto convencional, la cual responde al siguiente esquema.



M1: Muestra 1, (probetas de diseño de mezcla de concreto elaborados de manera convencional).

M2: Muestra 1, (probetas de diseño de mezcla de concreto con 10% de ceniza de tusa de maíz y 5% de ceniza de cola de caballo).

X1: Variable independiente (diseño de mezcla de concreto elaborado de manera convencional).

X2: Variable independiente (diseño de mezcla de concreto adicionando 10% tusa de maíz y 5% cola de caballo).

Y1, Y2: Variable dependiente (resistencia a la compresión modificada).

O1: Observaciones (resultados) posibles de obtenerse en grupo control.

O2: Observaciones (resultados) posibles de obtenerse en grupo experimental., como el contenido de aire atrapado, slump, peso unitario del concreto.

O1, O2: Es la información u observaciones recolectadas en cada una de dichas muestras. De O1 a O2 en la parte lateral del diagrama, nos indica las comparaciones que se llevan a cabo entre cada una de las muestras, pudiendo estas observaciones, obtener resultados, que pueden ser (=), diferentes (\neq), o semejantes (\approx) con respecto a la otra.

Población y Muestra

Con la finalidad de estudiar el comportamiento del concreto en su resistencia. Sometido a niveles de compresión se utilizará Tusa de Maíz y Cola de Caballo como material de reforzamiento empleadas en la elaboración de concreto.

El porcentaje a utilizar de cenizas de Tusa de Maíz y ceniza de Cola de Caballo, será reemplazado al cemento en un 10% y 5% respectivamente.

Lo cual conlleva hacer dos tipos de diseño de concreto, uno con el diseño de concreto adicionando porcentajes de reforzamiento y otro que servirá como parámetro de comparación, la cual se va manejar sin ningún tipo de adición de cenizas de Tusa de Maíz y Cola de Caballo.

UNIDAD DE ANALISIS: PROBETAS DE DISEÑO DE CONCRETO.

A. POBLACIÓN

Conformada por el conjunto de diseño de mezcla de concreto de probetas convencionales y experimentales, que serán elaboradas en el laboratorio de la Universidad San Pedro

De acuerdo a la norma ASTM C-109 y su similar en Perú la NTP 334-090 debemos tomar un conjunto como población de 18 unidades muestras de concreto, con sus respectivos moldes ya estandarizados en todas las universidades, que se elaboraran para calcular el diseño de concreto convencional y el diseño de concreto aplicando cenizas de Tusa de Maíz y Cola de Caballo.

Por lo indicado en la NTP 339-036, nos dice que para comprobar la resistencia no se realizara más de 6 muestras ni menores a 3 muestras; para ellos, a nuestro caso será 3 muestras para cada curado (7,14 y 28 días), en concreto convencional y experimental.

Dónde:

N = Tamaño de la población especificada por la Norma ACI 318.

N=18

La población estará constituida:

- Conjunto conformado por probetas cilíndricas realizadas de manera convencional y aplicando el diseño experimental
- Probetas de concreto, necesario se establecerá 3 probetas como mínimo según la NTP 339-036, para así fundamentar nuestra hipótesis hechos los ensayos en el laboratorio de mecánica de suelos.

B. MUESTRA

Conformada por el conjunto pequeño de diseños de probetas de concreto derivado de la población.

Para la prueba de ensayos nos basamos en la Norma ACI 318; donde precisa que pueden aceptarse registros de ensayos que consistan en menos de 30, pero no menos de 10 ensayos consecutivos siempre que abarquen un periodo no menor de 45 días.

Las 18 probetas de diseño de mezcla de concreto; distribuidas de la siguiente manera; 9 convencionales $f'c=210\text{kg/cm}^2$, 9 con 10% de ceniza de tusa de maíz y 5% de ceniza de cola de caballo.

N = 18 probetas de concreto

Distribuida de la siguiente manera:

- 3 probetas de concreto (aplicación del 0% - 7 días)
- 3 probetas de concreto (aplicación del 0% - 14 días)
- 3 probetas de concreto (aplicación del 0% - 28 días)
- 3 probetas de concreto (aplicación de la ceniza de tusa de maíz 10% y ceniza de la de caballo 5% - 7 días)
- 3 probetas de concreto (aplicación de la ceniza de tusa de maíz 10% y ceniza de la de caballo 5% - 14 días)
- 3 probetas de concreto (aplicación de la ceniza de tusa de maíz 10% y ceniza de la de caballo 5% - 28 días)

Para el diseño de Mezcla nos guiaremos de NPT 334.082, ASTM C 1157 (CEMENTO PORTLAND), Teniendo en cuenta la cantidad de materiales por m³ y teniendo el volumen de una probeta podremos determinar la cantidad de materiales a usar por probeta.

ASTM C39 "método de ensayo normalizado para resistencia a la compresión de especímenes cilíndricos de concreto"

ASTM C78 (cargada en los puntos tercios) que consiste en ensayar una probeta de sección prismática de 15 cm. x 15 cm. x 50 cm., apoyándola sobre dos soportes rotulados separados 45 cm. y aplicando carga a los tercios de la luz libre (a 15 cm. de cada extremo) falladas a flexión. En ambos casos serán ensayados a diferentes edades en días 7, 14 y 28 respectivamente.

C. DISEÑO MUESTRAL

Por lo tanto, el tamaño de la muestra será de 18 probetas. NTP 339-036

Técnica e Instrumentos de Investigación

Recolección de Datos

La recolección de datos de la investigación se realizó en forma directa, la primera etapa a través del muestro para luego llevarlos al laboratorio y la segunda etapa a partir de los diseños y ensayos anotándolos en los formatos respectivos de acuerdo a los procedimientos técnicos y normativos establecidos y en función al cronograma establecido del proyecto de tesis; así como las fechas de obtención de las probetas cilíndricas y prismáticas, fecha de los respectivos ensayos de resistencia a la compresión ASTM C39 y de resistencia a la flexión o módulo de rotura ASTM C78.

Técnicas

Las técnicas que se utilizó en este estudio serán observación directa, análisis de datos, ensayos de probetas cilíndricas con y sin adición de viruta metálica.

- Toma de muestras de agregados
- Peso unitario de los agregados (MTC E 203 - 2000)
- Peso específico y absorción de agregados agregado grueso (MTC E 206-2000, NTP 400.021)
- Peso específico y absorción de agregados agregado fino (MTC E 205-2000)

- Porcentaje de vacíos
- Contenido de humedad, absorción efectiva y humedad superficial
- Análisis granulométrico del agregado grueso (MTC E 204- 2000)
- Análisis granulométrico del agregado fino (MTC E 204-2000)
- Diseño de mezclas usando el método del comité 211 del ACI
- Ensayos del concreto fresco
- Ensayo de resistencia a la compresión ASTM C39

Instrumentos

Los instrumentos a utilizar serán:

- Datos de campo (insitu).
- Bolsas de conservación de muestra.
- Laboratorio de mecánica de suelos y concreto.
- Guías de observación resumen
- Formatos de laboratorio.

PROCESAMIENTO

RECOLECCIÓN DE LOS AGREGADOS

Se adquirió los materiales de tusa de maíz y cola de caballo en el distrito de Santa es uno de los nueve distritos de la provincia del Santa, ubicada en el departamento de Ancash - Perú. Constituye en su mayor parte pueblos agrícolas del valle costero del río Santa. Limita por el norte con el distrito de Guadalupe (Virú), al este y sur-este con el distrito de Chimbote, por el sur con el distrito de Coishco y por el oeste con el Pacífico. Se ubica a 25 minutos de la ciudad de Chimbote.

El Distrito de Santa está situado en el margen izquierdo del río Santa, en la parte noroeste de la provincia del Santa, departamento de Ancash - Perú, a 6 m.s.n.m., en el Km. 444 de la Carretera Panamericana Norte, en las coordenadas Latitud Sur 08°59'04" y Longitud Oeste 78°37'14".

Su cosecha de maíz es a cada 4 meses. La tusa de maíz en los sembríos de Santa su utilidad es solo para leña y la siembra es en diciembre pasando 4 meses lo cosechan.

Hay dos formas de cosechar en esas hectáreas uno por medio de la maquina desgranadora y la otra solo esa mano.

La cola de caballo en esa zona crece a una altura de 60 cm como máximo. Crece por los humedales que se encuentran cerca de la zona, en los meses de abril y mayo alcanzan su máxima altura. No tiene cosecha, su máxima altura alcanza después de 3 meses y los agricultores de la zona simplemente lo talan.

Se obtuvo la cola de caballo y fue cortado de 0.20 a 0.30 cm de nivel del suelo hacia arriba, el material se encuentra en el canal natural de la zona La Huaca Choloque consta de dos murallas circulares hechas de barro. Pertenece a la cultura Mochica y data de aproximadamente del año 300 de nuestra era.

Para el procedimiento y análisis de los datos se aplicarán los métodos estadísticos y se utilizara los equipos de laboratorio.

Para realizar el análisis de los datos se tendrá presente:

Calculo de dosificación para el Diseño de Mezcla de Concreto convencional teniendo en cuenta un patrón de diseño $f'c=210\text{kg/cm}^2$ y un concreto con sustitución de un 10% de ceniza de tusa de maíz y 5 % de ceniza de cola de caballo.

Los datos serán analizados en tablas de frecuencia, gráficos, porcentajes, promedios, varianzas (permitirá determinar la resistencia promedio del diseño de mezcla del concreto con sustitución del 10% de ceniza de tusa de maíz y 5 % de ceniza de cola de caballo), coeficiente de correlación lineal y una prueba ANOVA (servirá para verificar la hipótesis ya que es una de las técnicas más utilizadas en los análisis de los daos de diseños experimentales).

PROCESO

Obtener nuestros agregados que obtuvimos de la cantera Medina para la fabricación de nuestras probetas.

Realizaremos un diseño de mezcla $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ con su respectiva desviación estándar.

Elaboraremos probetas con sustitución de cemento por ceniza de tusa de maíz en un 10% y ceniza de cola de caballo en un 5%.

Ejecutaremos el Curado de nuestras probetas y finalmente el ensayo a la resistencia a la compresión.

Con los datos obtenidos realizaremos cuadros que nos ayudaran a ver nuestros resultados.

PARA LA CENIZA DE TUSA DE MAIZ

Se obtuvo la tusa de maíz que se hallaron en los campos de Santa, después de haber desgranado el maíz. Seguidamente realizaremos el lavado y secado de nuestro material, para evitar el polvo o la suciedad en la que se adquiere y así realizar un buen ensayo de FRX.

El proceso de ATD para nuestro material es dejar secar a cielo abierto de forma natural, luego dejar evaporar en una olla de barro, y así tener completamente seco nuestra tusa de maíz, para que facilite su manejo de obtenerlo completamente polvo; los pasos siguientes es realizar, en un batan un machacado de las tusas para debilitarlos y dejarlo completamente plano, de esta manera facilitaría el rayado de la tusa de maíz exactamente como si lo estuviéramos haciendo con una zanahoria, de esta manera siguiendo con el proceso del polvo obtenido de la tusa de maíz se pasa por la malla # 200, luego obtener así nuestro polvo de tusa de maíz para que sea llevado a su respectivo ensayo ya mencionado.

Luego se hace el proceso de calcinado a cielo abierto en ollas de barro para obtener nuestra ceniza de tusa de maíz. Después que se enfriar la ceniza, pasar por la malla organiza y tener mucho mejor polvo tamizada de nuestra ceniza, ya que en el calcinado no se llega a obtener un buen fino de la ceniza, luego embolsar en bolsa de papel amarillo, preferible no exponerlo mucho tiempo expuesto al ambiente.

Después llevar a la mufla para su recalcinación de la ceniza calcinada de la tusa de maíz a temperatura designada que se realizó mediante el ensayo de ATD. Se

recalcinara la ceniza durante 3 horas como indica algunos artículos realizados internacionalmente.

Luego de haber calcinado y enfriando, con un mortero molemos la ceniza de tusa de maíz hasta que pase por la malla #200, listo para ser empleado. Se debe de caracterizar la Composición Química de la recalcinación de la tusa de maíz pasante por la malla #200, mediante el ensayo de FRX.

Realizar la alcalinidad de nuestra recalcinación pasante por la malla #200 de nuestra tusa de maíz, mediante el ensayo de PH.

PARA LA ELABORACIÓN DE LA CENIZA DE COLA DE CABALLO

Realizaremos el lavado y secado de nuestro material, para evitar el polvo, la suciedad con la que se encuentra, se adquiere totalmente sucio con exceso de pajas, es por realizar el lavado y remojado correctamente para evitar todo tipo de contaminación y así realizar un buen ensayo de FRX.

El proceso de ATD para nuestro material es dejar secar a cielo abierto de forma natural, luego dejar evaporar en una olla de barro, y así tener completamente seco nuestra cola de caballo, para que facilite su manejo de obtenerlo completamente polvo, los pasos siguientes es realizar, en un mortero de madera machacar las hojas de caballo y dejarlo completamente bien molido, de esta manera facilitaría que pueda ingresar por la malla # 200 y quede completamente polvo ya que la cola de caballo está bien seco, siguiendo con el proceso del polvo obtenido de la cola de caballo se pasa por la malla # 200, luego obtener así nuestro polvo de cola de caballo para que sea llevado a su respectivo ensayo ya mencionado.

Llevar a la mufla para su recalcinación de la ceniza calcinada de cola de caballo a temperatura designada que se realizó mediante el ensayo de ATD. Se recalcinara la ceniza durante 3 horas como indica algunos artículos realizados por la recalcinación Internacional.

Caracterizar la Composición Química de la recalcinación de la cola de caballo pasante por la malla #200, mediante el ensayo de FRX.

Realizar la alcalinidad de nuestra recalcinación pasante por la malla #200 de nuestra cola de caballo, mediante el ensayo de PH.

FABRICACION DE LAS PROBETAS

Para las probetas patrones una vez pesado los agregados introducimos en la mezcladora, para que así sea homogénea el mezclado de los materiales. Luego de mezclar agregamos agua según la dosificación y seguimos mezclamos, una vez listo la mezcla se le realiza el ensayo de asentamiento de cono al concreto, siguiendo con el procedimiento pasamos a vaciar los moldes para empezar a chusear y golpear para evitar los vacíos, finalizamos con un buen acabado y al día siguiente desmoldamos.

El curado consiste en suministrar agua a las probetas de concreto para mantener el contenido de humedad óptimo, y poder mantener la temperatura para que desarrolle la resistencia necesaria.

Para las probetas experimentales se calculó la cantidad de ceniza de tusa de maíz y ceniza de cola de caballo que se empleara.

Para una probeta de concreto de (15cm x 30cm) según dosificación se emplea 0.159 kg de ceniza de tusa de maíz, a continuación, los resultados que se obtuvieron fueron para 1 kg de tusa de maíz para obtener el material necesario que se utilizara.

De 1kg Tusa de maíz se reduce a 34.556gr de Calcinación de tusa de maíz, luego se reduce a 25.6334gr de recalcinación de ceniza y finalmente se obtiene 18.243gr (0.018243kg) de ceniza activada pasado por malla # 200

Por probeta se necesitó 0.159 kg de ceniza de tusa de maíz, por lo consiguiente para 9 probetas se necesitará 1.431 kg

▪ **Por lo tanto:**

1 kg ----- 0.018243 kg

X ----- 1.431 kg

X = 78 Kg de tusa de maíz.

Para una probeta de concreto de (15cm x 30cm) según dosificación se emplea 0.079 kg de ceniza de cola de caballo, a continuación, de 1kg cola de caballo se reduce a 25.446gr de Calcinación de cola de caballo, luego se reduce a 18.67gr de recalcinación

de ceniza y finalmente se obtiene 11.609gr (0.011609kg) de ceniza activada pasado por malla # 200

Por probeta se necesitará 0.079 kg de ceniza de cola de caballo, por lo consiguiente para 9 probetas se necesitará 0.711 kg.

▪ **Por lo tanto:**

$$1 \text{ kg} \text{ ----- } 0.011609 \text{ kg}$$

$$X \text{ ----- } 0.711 \text{ kg}$$

$$X = 61 \text{ Kg de cola de caballo.}$$

Realizamos el ensayo de Peso Específico del nuevo cemento sustituyendo el 10% de ceniza de tusa de maíz y 5% de ceniza de cola de caballo por cemento, obteniendo un nuevo diseño de mezcla para las probetas experimentales. Para obtener nuestro nuevo cemento con su nuevo diseño de mezcla se tiene que mezclar las tres muestras correspondientes a cada porcentaje según le corresponda.

Una vez pesado los agregados introducimos en la mezcladora, para que así sea homogénea el mezclado de los materiales, luego de mezclar agregamos agua y cemento según la dosificación, y mezclamos. Terminada la mezcla se le realiza el ensayo de asentamiento de cono al concreto, siguiendo con el procedimiento pasamos a vaciar los moldes para empezar a chusear y golpear para evitar los vacíos. Finalizamos con un buen acabado, al día siguiente desmoldamos y se lleva a curar las probetas, y poder mantener la temperatura para que desarrolle la resistencia necesaria.

Se realizó el ensayo de resistencia a la compresión de 9 unidades patrón y 9 experimental, de las cuales solo 3 unidades patrón y experimental se ensayan por tiempo de curado a los 7 días, 14 días y 28 días. Para verificar si a los 28 días alcanza su mayor resistencia, para una resistencia a la compresión de 210 kg/cm².

RESULTADOS

Del Análisis térmico diferencial

Para la tusa de maíz se puede observar que en el análisis térmico diferencial nos muestra en el gráfico de curva calorimétrica (ver anexo) que nuestro material pasa por etapas.

Primera etapa, según el Análisis Termo Gravimétrico se muestra una importante caída de masa como consecuencia de la elevación de la temperatura, esto se da entre 80°C y 150°C. El material llega a perder un aproximado de 28% cuando se alcanza la máxima temperatura de ensayo.

Luego, de acuerdo al Análisis Calorimétrico, se muestra una banda endotérmica en torno a 150°C y otra más ligera en torno a 650°C existiendo probabilidad de que ocurran cambios estructurales y en las propiedades del material.

Para la cola de caballo se puede observar que en el análisis térmico diferencial nos muestra en el gráfico de curva calorimétrica (ver anexo) que nuestro material pasa por etapas.

Primera etapa, según el Análisis Termo Gravimétrico se muestra unas importantes caídas de masa como consecuencia de la elevación de la temperatura, la primera se debe a humedad entre 80°C y 120°C y la segunda se debe a su descomposición en torno a 220°C que da inicio a ello. El material llega a perder un aproximado de 65% cuando se alcanza la máxima temperatura de ensayo.

Luego, de acuerdo al Análisis Calorimétrico, se muestra unas ligeras bandas endotérmicas en torno a 100°C y en torno a 220°C, posteriormente se muestra un ligero pico de absorción de calor a 380°C con gran probabilidad de ocurrir cambios estructurales y en las propiedades del material.

Composición química de la ceniza de tusa de maíz y ceniza de cola de caballo (espectrometría de fluorescencia de rayos x)

Tabla 10
Florescencia de rayos x de ceniza de tusa de maíz

COMPOSICION QUIMICA	RESULTADO (%)
(CaO)	49.628%
(Al ₂ O ₃)	15.837%
(K ₂ O)	4.062%
(SiO ₂)	19.212%
(SO ₂)	2.719%
(ClO ₂)	0.865%
(Fe ₂ O ₃)	2.813%
(TiO ₂)	0.173%
(SrO)	0.052%
(ZnO)	0.117%
(MnO)	0.106%
(ZrO ₂)	0.006%
(As ₂ O ₃)	0.008%
(CuO)	0.036%
(P ₂ O ₃)	4.337%
(Ni ₂ O ₃)	0.011%
TOTAL	100.000%

Fuente: Elaboración de la Universidad San Marcos

Los análisis de espectrometría de fluorescencia a la ceniza de tusa de maíz registran que el componente químico más abundante es el Óxido de Calcio (CaO) 49.628 %, el cuales es el componente principal del cemento para aumentar la resistencia del concreto a temprana edad.

Tabla 11
Florescencia de rayos x de ceniza de cola de caballo

COMPOSICION QUIMICA	RESULTADO (%)
(CaO)	14.600%
(Al ₂ O ₃)	10.776%
(K ₂ O)	3.506%
(SiO ₂)	60.505%
(SO ₂)	7.860%
(ClO ₂)	1.888%
(Fe ₂ O ₃)	0.417%
(TiO ₂)	0.052%
(SrO)	0.040%

(ZnO)	0.179%
(MnO)	0.016%
(ZrO2)	0.008%
(As2O3)	0.010%
(CuO)	0.290%
(Y2O3)	0.003%
(P2O3)	0.801%
(Ni2O3)	0.004%
(V2O3)	0.014%
(Cr2O3)	0.015%
TOTAL	100.000%

Fuente: Elaboración de la Universidad San Marcos

Los análisis de espectrometría de fluorescencia a la ceniza de cola de caballo registran que el componente químico más abundante es el Dióxido de Silicio (SiO₂) 69.505%, el cuales es el componente principal del cemento para aumentar la resistencia del concreto a temprana edad.

Tabla 12

Florescencia de rayos x de cemento tipo I 85%, ceniza de tusa de maíz 10% y 5% de ceniza de cola de caballo

COMPOSICION QUIMICA	RESULTADO (%)
(CaO)	54.978%
(SiO ₂)	20.502%
(Al ₂ O ₃)	19.900%
(SO ₂)	3.390%
(K ₂ O)	1.517%
(Fe ₂ O ₃)	2.744%
(ClO ₂)	0.257%
(TiO ₂)	0.169%
(SrO)	0.049%
(ZnO)	0.094%
(MnO)	0.113%
(CuO)	0.031%
(As ₂ O ₃)	0.007%
(P ₂ O ₃)	0.463%
(Cr ₂ O ₃)	0.006%
(Ni ₂ O ₃)	0.010%
(ZrO ₂)	0.007%
(V ₂ O ₃)	0.013%
TOTAL	100.000%

Fuente: Elaboración de la Universidad San Marcos

Tabla 13

PH del cemento Tipo I, ceniza de tusa de maíz, ceniza de cola de caballo y su combinación de las 3 muestras

Muestra	PH
Cemento Tipo I	13.89
Ceniza de Tusa de maíz	14.03
Ceniza de Cola de caballo	13.99
85% cemento + 10% ceniza de tusa de maíz + 5% ceniza de cola de caballo.	13.95

Fuente: Elaboración del laboratorio de polímeros de la UNT

Determinamos que con los análisis de potencial hidrogeno que al sustituir al cemento 10% por cenizas de tusa de maíz y 5% de cola de caballo no causaría daño al concreto porque es un material alcalino con un pH de 13,95.

Resultados de los diseños y Proporciones para las mezclas de concreto.

Se realizó diseños de mezclas de concreto convencional con una resistencia deseada de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, a los 7, 14, 28 días. El cual se muestra a continuación.

Tabla 14

Propiedades Físicas de los agregados para el concreto.

Materiales y ensayo	resultados
tipo de cemento	1
P. Especifico del cemento	3.12
P. Especifico de 85% cemento +10% ceniza de tusa de maíz + 5% de ceniza de cola de caballo.	3.08
Agua	potable de la zona
P. Especifico de la masa de agregado fino	2.73
Peso Unitario Seco Suelto de agregado fino	1592kg/m ³
Peso Unitario Seco Compactado de agregado fino	1783kg/m ³
Contenido de humedad de agregado fino	0.42%
Absorción de agregado fino	0.81%
Módulo de fineza de agregado fino	2.61
P. Especifico de la masa de agregado grueso	2.81

Peso Unitario Seco Suelto de agregado grueso	1373kg/m ³
Peso Unitario Seco Compactado de agregado grueso	1529kg/m ³
Contenido de humedad de agregado grueso	0.54%
Absorción de agregado grueso	0.81%
Tamaño máximo nominal del agregado grueso	3/4''

Fuente: Ensayos realizados en el laboratorio de mecánica de suelos de la USP

Tabla 15

Cantidad de material para el diseño patrón $f'c=210\text{kg/cm}^2$.

Proporciones de agregado	cantidad
Cemento tipo I	299.708 kg/m ³
Agua efectiva	211.126 lt/m ³
Agregado Fino	906.389 kg/m ³
Agregado Grueso	983.983 kg/m ³

Fuente: proporciones del diseño de mezcla en el laboratorio de mecánica de suelos de la USP

Tabla 16

Cantidad de material para el diseño experimental $f'c=210\text{kg/cm}^2$.

Proporciones de agregado	cantidad
85% Cemento	254.750 kg/m ³
5% Ceniza de cola de caballo + 10% Ceniza de tusa de maíz	44.956 kg/m ³
Agua efectiva	211.130 lt/m ³
Agregado Fino	906.390 kg/m ³
Agregado Grueso	983.980 kg/m ³

Fuente: proporciones del diseño de mezcla en el laboratorio de mecánica de suelos de la USP

Tabla 17

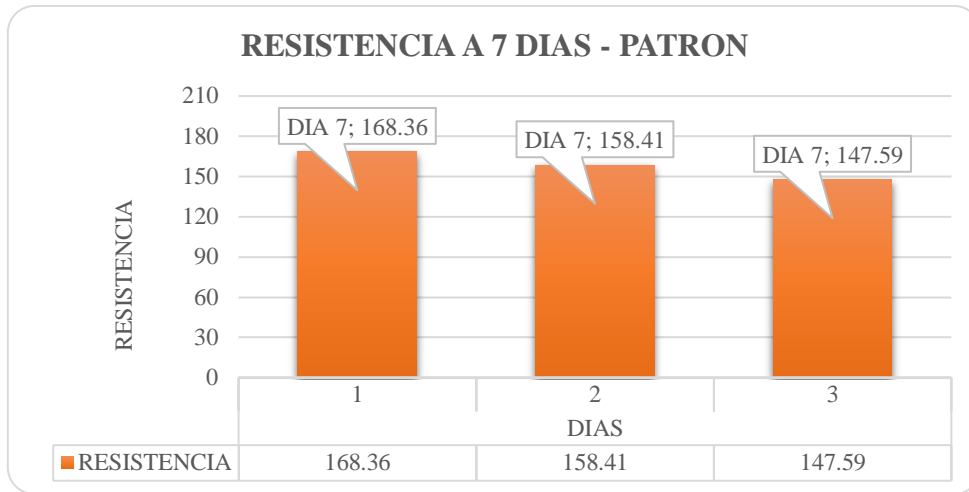
Resultado de ensayo a compresión axial del concreto endurecido diseño patrón

N° de muestra	N° Días (edades)	Peso	Diam. (ϕ)	Carga	Kg/Cm2	% Prom.
M1	7	13.46	15.23	30000	164.67	78.41
M2		13.55	15.13	32330	179.82	85.63
M3		13.37	15.20	31860	175.58	83.61
M4		13.49	15.03	36460	205.50	97.86
M5	14	13.52	15.18	35290	198.47	94.51
M6		13.44	15.15	40150	222.72	106.06
M7		13.48	15.13	42530	236.55	112.64
M8	28	13.39	15.14	39460	219.19	104.38
M9		13.67	15.18	40730	225.05	107.17

Fuente: Laboratorio mecánica de suelos USP

Grafico 2:

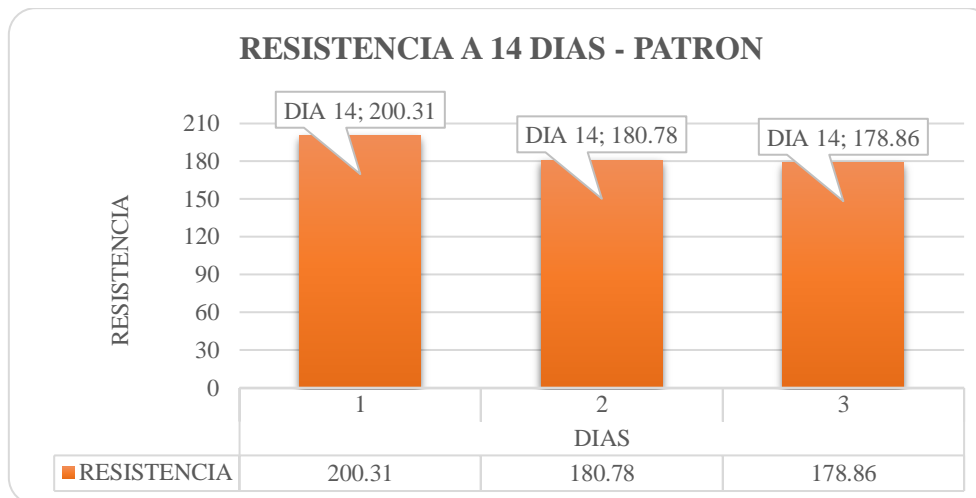
Representación de las resistencias a la compresión patrón en 7 días.



Fuente: Elaboración propia 2018

Grafico 3:

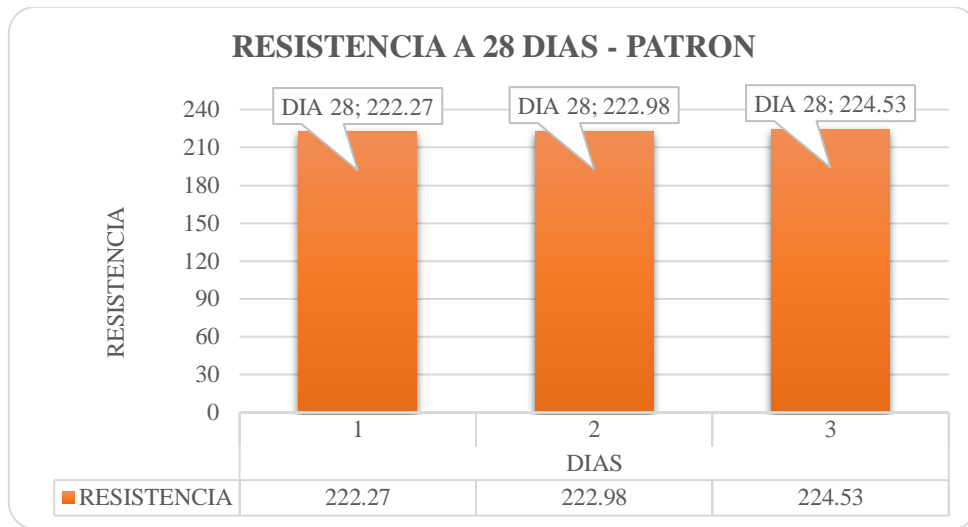
Representación de las resistencias a la compresión patrón en 14 días.



Fuente: Elaboración propia 2018

Grafico 4:

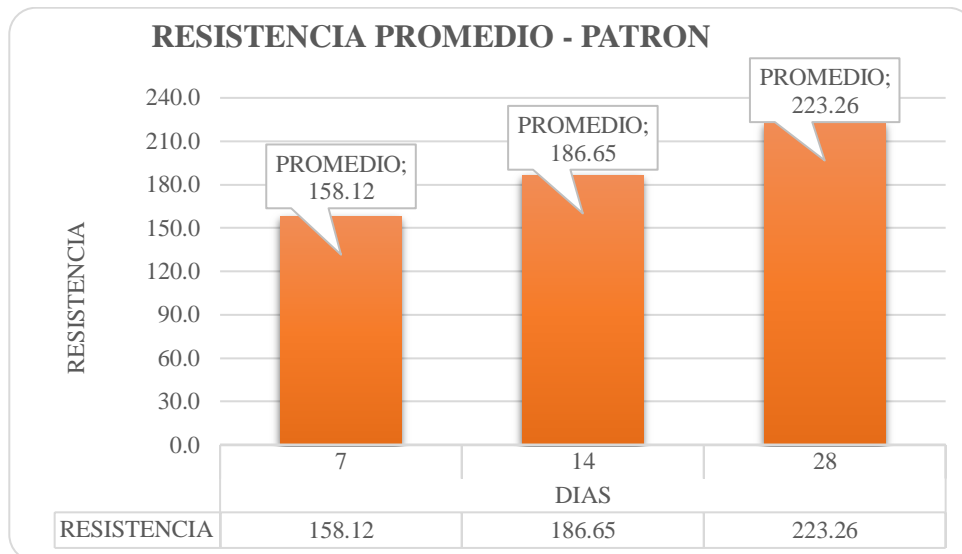
Representación de las resistencias a la compresión patrón en 28 días.



Fuente: Elaboración propia 2018

Grafico 5:

Representación de las resistencias promedios patrón en porcentaje.



Fuente: Elaboración propia 2018

De los resultados obtenidos de la prueba de compresión patrón, se observa en las figuras 4, 5, 6 y 7: La resistencia que se realizó a las probetas patrones de concreto, con 7, 14 y 28 días de curado se obtuvo una resistencia promedio a la compresión de 158.12 kg/cm², 186.65 kg/cm² y 223.26 kg/cm² respectivamente. Por lo tanto, la resistencia obtenida según la dosificación cumplió.

Tabla 18

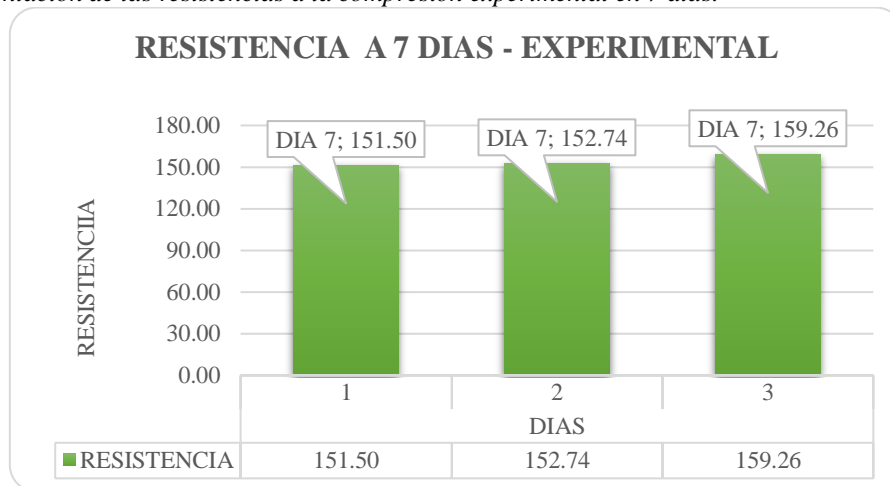
Resultado de ensayo a compresión axial del concreto endurecido diseño experimental

N° de muestra	N° Dias (edades)	Peso	Diam. (∅)	Carga	Kg/Cm2	Prom.
M1		13.35	15.10	27130	151.50	72.14
M2	7	13.25	15.08	27280	152.74	72.73
M3		13.30	15.10	28520	159.26	75.84
M4		13.45	15.08	37740	211.31	100.62
M5	14	13.45	15.09	35540	198.73	94.63
M6		13.40	15.07	37710	211.41	100.67
M7		13.30	15.01	43450	245.55	116.93
M8	28	13.30	15.03	43370	244.45	116.40
M9		13.40	15.02	44220	246.52	117.39

Fuente: Laboratorio mecánica de suelos USP

Grafico 6:

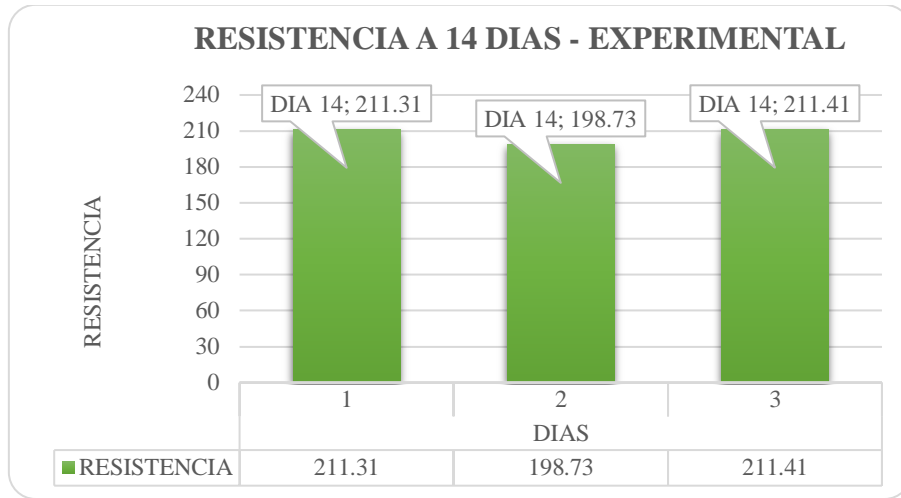
Representación de las resistencias a la compresión experimental en 7 días.



Fuente: Elaboración propia 2018

Grafico 7:

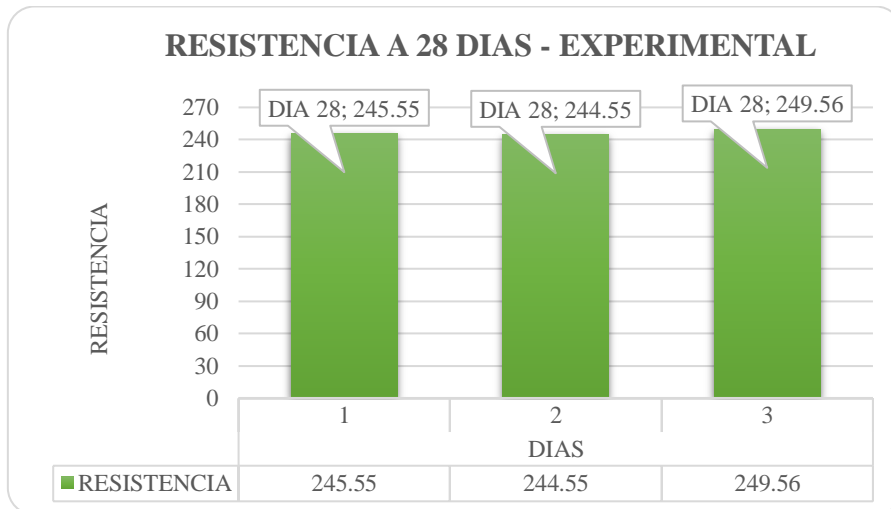
Representación de las resistencias a la compresión experimental en 14 días.



Fuente: Elaboración propia 2018

Grafico 8:

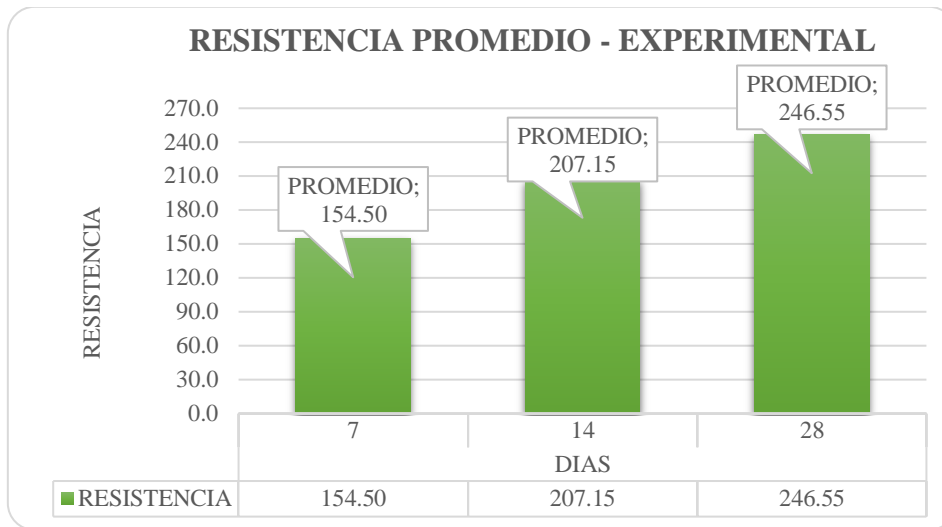
Representación de las resistencias a la compresión experimental en 28 días.



Fuente: Elaboración propia 2018

Grafico 9:

Representación de las resistencias experimentales promedios en porcentaje.

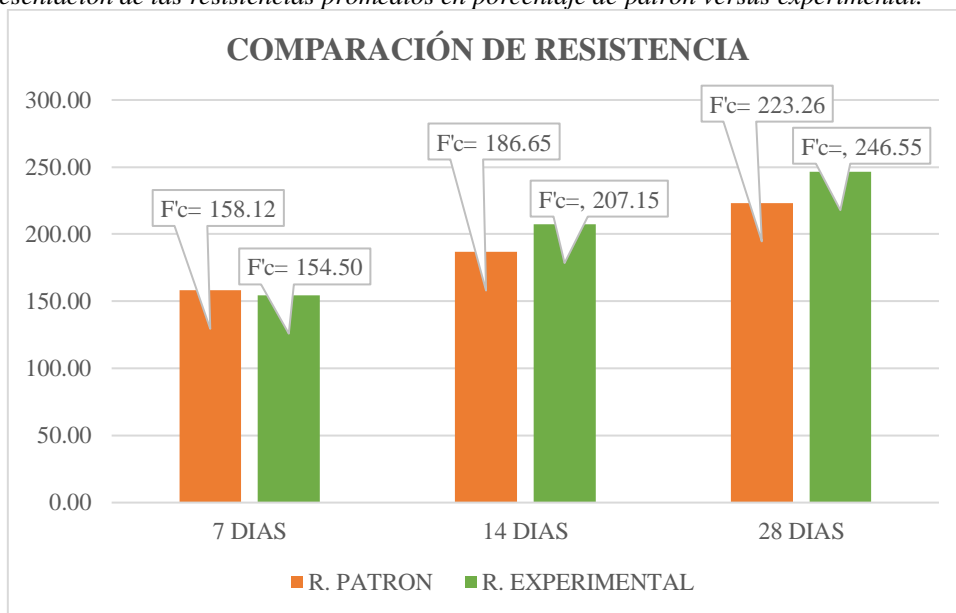


Fuente: Elaboración propia 2018

De los resultados obtenidos de la prueba de compresión experimental, se registra en las figuras 8, 9, 10 y 11: La resistencia que se realizó a las probetas patrones de concreto, con 7, 14 y 28 días de curado se obtuvo una resistencia promedio a la compresión de 154.50 kg/cm², 207.15 kg/cm² y 246.52 kg/cm² respectivamente. Por lo tanto, la resistencia obtenida según la dosificación cumplió.

Grafico 10:

Representación de las resistencias promedios en porcentaje de patrón versus experimental.



Fuente: Elaboración propia 2018

ANALISIS Y DISCUSION

En los resultados obtenidos del ensayo de resistencia a la compresión del concreto patrón y experimental, según el gráfico N° 10, para los ensayos patrón muestra que a los 7 días de curado alcanza una resistencia promedio de 158.12 kg/cm², a diferencia de los ensayos experimental muestra una resistencia promedio de 154.50 kg/cm². También se observa que el resultado obtenido a los 14 días de curado es de 186.65 kg/cm² y 207.15 kg/cm², para los 28 días de curado es de 223.26 kg/cm² y 246.55 kg/cm² respectivamente, lo cual me indican que ambos resultados, tanto para patrón como experimental cumplen lo establecido con las normas del RNE, superando el 85% y 100%, resistencia muy óptima a la que se quiso llegar.

En cuanto al resultado del Análisis Térmico Diferencial (ATD), realizado para la muestra de tusa de maíz, se puede apreciar, de acuerdo al Análisis Calorimétrico una banda endotérmica ligera en torno a 650°C, en relación a ello, existiría la posibilidad que ocurran cambios estructurales en las propiedades de la tusa de maíz. Asimismo, para la muestra de cola de caballo; se puede apreciar, de acuerdo al Análisis Calorimétrico unas ligeras bandas endotérmicas, luego se muestra un ligero pico de absorción de calor a 380°C, optando la posibilidad que ocurran cambios estructurales en las propiedades de la cola de caballo; en este sentido, se llega al análisis, que es preciso que se efectuó la calcinación de las muestras en dicha temperatura.

Los resultados mediante la prueba de Fluorescencia de Rayos – X Dispersiva en Energía (FRXDE), realizados para el análisis de la mezcla de las muestras de ceniza de tusa de maíz, ceniza de cola de caballo y cemento, que se muestra en la tabla 12; se puede apreciar que los componentes químicos más relevantes, en elevados porcentajes de sus óxidos activados son: 54.978 % de óxido de calcio (CaO), 20.502 % de óxido de silicio (Si₂O₃), 16.900 % de óxido de aluminio (Al₂O₃) y en menores porcentajes: 2.744 % de óxido de Hierro (FeO), 3.039 % de óxido de Azufre (SO₂) y 1.517 % óxido de Potasio (K₂O). Estos componentes químicos nos permiten estimar y a la vez indicar que actuaran como conglomerante hidráulico, por lo que favorecen en sus propiedades

cementantes, pues son semejantes a los porcentajes del cemento como se aprecia en la tabla N° 02

El resultado para medir la alcalinidad o la acidez, mediante la prueba de Ph, para determinar la combinación de las muestras de ceniza de tusa de maíz, ceniza de cola de caballo y cemento, que se muestra en la tabla 13; se puede apreciar el valor de la alcalinidad en elevado porcentaje más relevante: 13.95 %, lo cual me indica que tiene una gran medida de niveles de carbonato y bicarbonato, esto apoya, al concreto ya que al mezclar con el agua, se produce una gran velocidad de hidratación, lo que favorece un rápido endurecimiento del cemento, de esta manera, hidrata y endurece al concreto brindando una resistencia a edades mayores, es así que alcanza una elevada resistencia a la compresión a largo plazo.

Con respecto al análisis de la relación agua – cemento experimental, su resultado fue de 0.704 y la relación agua- cemento del patrón es de 0.704, dentro del análisis, posteriormente, las muestras de ceniza de cola de caballo y ceniza de tusa de maíz no afecto su porosidad, contenido de humedad y absorción, quedando intacto el porcentaje de agua para el nuevo cemento, llegando a la conclusión que las cenizas de las muestras no necesito ni más, ni menos agua para hidratarse, por ese motivo se debe que no hay diferencia en ambos resultados.

De acuerdo al gráfico N° 10, muestra que el concreto sustituyendo ceniza de tusa de maíz y ceniza de cola de caballo por cemento, obtuvo una mayor resistencia a la compresión que el concreto patrón, podemos decir, que esto se debe al resultado de las propiedades químicas de ambas cenizas, esto indica que tienen la similitud de las propiedades químicas de un cemento portland tipo I; de este modo, podemos decir que reacciona como un material cementante; óxido de aluminio (Al_2O_3), óxido de calcio (CaO), óxido de silicio (SiO_2), óxido de hierro (Fe_2O_3), dichos componentes químicos han influenciado en la resistencia a la compresión del concreto experimental, por medio de reacciones y procesos de hidratación, ha producido una gran velocidad de endurecimiento y aumentando su temperatura de maduración, en ellos elevando su resistencia.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

Con respecto a la resistencia a la compresión del concreto para los 28 días de curado, el concreto experimental alcanzó una resistencia promedio de 246.55 kg/cm² presentando un buen resultado, superando al concreto patrón que alcanzó una resistencia promedio de 223.26 kg/cm². En cuanto al concreto sustituyendo ceniza activada de tusa de maíz y ceniza activada de cola de caballo por cemento, tiende a elevar la resistencia del concreto en comparación al concreto patrón, debido a los elementos presentes en su composición química (Calcio: 54.978%, Silicio: 20.502%, Aluminio: 16.900% y Hierro: 2.744%), en este sentido, se puede apreciar, que el componente químico de Aluminio, es mucho más resaltante el cemento experimental a la del cemento Portland Tipo I, concluyendo que el aluminio en el concreto reacciona como un catalizador en la reacción de los silicatos, ocasionando un fraguado violento, teniendo en cuenta que un catalizador, altera el desarrollo de una reacción, en este caso, para nuestra fin, es un catalizador positivo, ya que incrementa la velocidad de su reacción, además, influye en la velocidad de hidratación y secundariamente en el calor de hidratación.

En relación a la temperatura de calcinación para las muestras de cola de caballo y tusa de maíz, se concluye que se llegó a una temperatura optima y adecuada para la calcinación de ambas muestras, de lo contrario la muestras correrían el riesgo de sufrir daños estructurales.

La ceniza activada de tusa de maíz y la ceniza de cola de caballo tienen la similitud de las propiedades químicas de un cemento Portland Tipo I; concluyendo, que reacciona como un material cementante, como un conglomerante hidráulico, que al mezclarse con agua forma una pasta, reaccionando hasta endurecerse.

Se pudo observar que las probetas elaboradas con ceniza activada de tusa de maíz y con ceniza activada de cola de caballo ha desarrollado una resistencia optima a la que se quiso para los 28 días de curado, concluyendo, que el nuevo cemento, si es un material alcalino, quedando demostrado en los resultados, indicando que por medio de reacciones y procesos de hidratación ha actuado a edades tardías, por los niveles de

carbonato y bicarbonato, por lo cual demuestra que es un compuesto químico que favorece en su resistencia.’

La relación agua-cemento del concreto patrón y del concreto experimental, para ambos fue de 0.704, concluyendo que el nuevo cemento no necesita de una mayor absorción de contenido de agua, para llegar a tener la misma trabajabilidad que el cemento común, debido a que la ceniza activada de tusa de maíz y la ceniza activada de cola de caballo, presenta un elemento en su composición química (K_2O : 1.517%), en este sentido, se puede apreciar, que el componente químico de Potasio, tiene un bajo porcentaje, siendo el potasio un reactivo en el concreto, teniendo en cuenta que, al tener una reacción violenta, el potasio forma partículas expansivas que dañan al concreto, que ocasionan rajaduras y agrietamientos, a edades tardías, por lo cual dichos daños afectan al concreto en su resistencia, es por este motivo, se concluye, que el nuevo cemento no necesita de mayor cantidad de agua para llegar a su hidratación correcta.

Según el gráfico estadístico N° 10, la resistencia de las probetas (Convencional y Experimental) no tiene variación significativa para los 28 días de ensayo en los que se comprobó la efectividad del uso de ceniza activada al 10% de tusa de maíz y ceniza activada al 5% de cola de caballo como cemento, lo cual es aceptable para la construcción.

RECOMENCACIONES

Para la sustitución de cemento por ceniza activada de tusa de maíz y cola de caballo, se recomienda, la consideración de un aumento de porcentajes de las cenizas, probablemente no afecte su resistencia, por lo contrario, es probable que aumente su resistencia.

Para tener una calcinación adecuada y evitar eliminar óxidos de las muestras, se recomienda realizar la prueba de Análisis Térmico Diferencial (ATD), para llegar a la temperatura óptima.

Para realizar la prueba de Fluorescencia de Rayos – X Dispersiva en Energía (FRXDE), se recomienda, realizar un mezclado de las cenizas de tusa maíz y ceniza de cola de caballo con cemento, en una fuente de acero con cucharita de plástico, para llegar obtener una muestra homogénea; en esta manera, tanto los componentes químicos, como la relación agua – cemento no se verán alterados al momento de los ensayos.

Se recomienda ubicar la ceniza de tusa de maíz y cola de caballo en un lugar donde exista poca corriente de aire, por el contenido de humedad que absorbe dichas muestras y tienden a endurecerse fácilmente, de esta forma, tener un mejor ensayo de medidor químico Ph, posteriormente la muestra no sea alterada, para obtener un buen resultado de alcalinidad.

Dentro del análisis se recomienda realizar el peso específico del nuevo cemento, teniendo en cuenta que no se contara con las mismas características de las propiedades químicos del cemento portland Tipo I, en este sentido, obtener un nuevo diseño de mezcla, para las probetas experimentales, así mismo, tener una comparación y analizar en relación al agua – cemento experimental si es que incrementa o disminuye.

Se recomienda realizar un previo análisis de los agregados con ensayos en Laboratorio de Suelos para verificar si cumplen las condiciones según la norma E-060, antes de realizar el diseño de mezcla; así mismo, se recomienda seguir con las investigaciones de ceniza de tusa de maíz y ceniza de cola de caballo para la elaboración de probetas, ya que cuentan con una similitud en los análisis químicos del cemento portland Tipo I, y de esa manera poder observar su comportamiento a porcentajes más elevados.

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, agradecer infinitamente a Dios, por haberme dado una oportunidad para culminar esta etapa que ha sido muy importante para mí en mi vida y a la vez por fortalecerme y darme valor para nunca dejar de rendirme.

Agradecer también y no pasar por alto, la confianza y el apoyo que me brindaron mis padres, que sin duda demostraron su amor, su paciencia y comprensión en esta etapa mi vida, corrigiendo mis faltas y celebrando mis triunfos.

A la Universidad San Pedro y a sus catedráticos que me impartieron sus conocimientos y mostraron también sus valores éticos permitiendo así una formación integral en mí y en varios de mis compañeros, por eso mil gracias a ustedes mis maestros.

También quisiera agradecer a los integrantes del Comité de Asesores, por las valiosas aportaciones y autocriticas constructivas que nos hicieron tener una mejora en nuestra presente investigación.

A la vez, quisiera expresar también mi agradecimiento a todas aquellas personas que estuvieron vinculados de alguna manera en este proyecto; a todos aquellos que me acompañaron y estuvieron ahí siempre respaldándome y ayudándome en lo que pudieron.

En general, gracias a todos, mi mayor reconocimiento y gratitud.

Pérez Nieves J.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Gonzales Sandoval (1987). Supervisión de obra de concreto. Lima. Perú.

Hernández, F. (2006). Pruebas de Resistencia a la compresión del concreto, Instituto Mexicano del cemento y el concreto (pp.2-3).

IECA (2013). Componentes y propiedades del cemento. Recuperado de https://www.ieca.es/gloCementos.asp?id_rep=179.

Sánchez De Guzmán, D. (2001). Tecnología del concreto y del Mortero. Bogotá. Colombia.

Sandoval, F. S. (1987). Supervisión de obra de concreto. Lima. Perú.

Sevillano Otiniano, M., Ninaquispe Arias, L. (2015). Resistencia a la compresión 175 kg/cm² de un ladrillo de concreto en el cual el cemento ha sido sustituido en 10% por ceniza de tusa de maíz en el C.P Santa Clemencia. (Tesis titulación) Universidad San Pedro de Chimbote.

Tacilla Araujo (2004). Composición Química del cemento. Lima. Perú.

Teodoro, E. (1997). Materiales en Diseño de Estructuras de Concreto Armado. Lima. Perú.

ANEXOS

Anexo: Formatos de Ensayos Realizados en el Laboratorio de Mecánica de Suelos Universidad San Pedro – Chimbote

Granulometría de los Agregados Finos y Gruesos Según la Norma ASTM C 136; NPT 400.012.

Tamiz		Peso retenido	% ret. Parcial	% ret. Acumu.	% que pasa
Nº	Abert(mm)	(gr)	(%)	(%)	(gr)
3"	76.20				
2 ½ "	63.50				
2"	50.80				
1 ½ "	38.10				
1"	25.40				
¾ "	19.10				
½ "	12.50				
3/8"	9.52				
Nº 4	4.76				
Nº 8	2.36				
Nº 16	1.18				
Nº 30	0.60				
Nº 50	0.30				
Nº 100	0.15				
Nº 200	0.08				
PLATO	ASTM C-117-04				
TOTAL					

Módulo de Fineza:

Tamaño Máximo Nominal:	
Nº Huso (ref. ASTM C-33)	

Fuente: Formato Laboratorio Mecánica de Suelos Universidad San Pedro

Contenido de Humedad de los Agregados Finos y Gruesos Según Norma ASTM C-556 / NTP 339.185.

PRUEBA N°	0.1	0.2
TARA N°		
TARA + SUELO HUMEDO (gr)		
TARA + SUELO SECO (gr)		
PESO DEL AGUA (gr)		
PESO DE LA TARA (gr)		
PESO DEL SUELO SECO (gr)		
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)		
PROM. CONTENIDO HUMEDAD (%)		

Fuente: Formato Laboratorio Mecánica de Suelos Universidad San Pedro

Gravedad Específica y Absorción de los Agregados Finos y Gruesos Según Norma ASTM C-128 / NTP 400.022.

A	Peso de material saturado superficialmente seco (aire) gr.		
B	Peso de picnómetro + agua gr.		
C	Volumen de masa + volumen de vacíos (A+B) cm³		
D	Peso de picnómetro + agua + material gr.		
E	Volumen de masa + volumen de vacíos (C-D) cm³		
F	Peso de material seco en estufa gr.		
G	Volumen de masa (E-(A-F))		
H	P.e Bulk (Base Seca) F/E		
I	P.e Bulk (Base Saturada) A/E		
J	P.e Aparente (Base Seca) F/E		
K	Absorción (%) ((D-A/A)*100)		

P.e Bulk (Base Seca) :

P.e Bulk (Base Saturada) :

P.e Aparente (Base Seca) :

Absorción (%) :

Fuente: Formato Laboratorio Mecánica de Suelos Universidad San Pedro

Pesos Unitarios de los Agregados Finos y Gruesos Según norma ASTM C-29 / NTP 400.017.

Pesos Unitarios sueltos

Ensayo N°	0.1	0.2	0.3
Peso de molde + muestra			
Peso de molde			
Peso de muestra			
Volumen de molde			
Peso unitario (kg/m³)			
Peso unitario prom. (kg/m³)			
Corregido por humedad			

Fuente: Formato Laboratorio Mecánica de Suelos Universidad San Pedro

Peso Unitarios compactados

Ensayo N°	0.1	0.2	0.3
Peso de molde + muestra			
Peso de molde			
Peso de muestra			
Volumen de molde			
Peso unitario (kg/m³)			
Peso unitario prom. (kg/m³)			
Corregido por humedad			

Fuente: Formato Laboratorio Mecánica de Suelos Universidad San Pedro

PANEL FOTOGRAFICO



FIGURA N° 1: Se adquirió los materiales de tusa de maíz y cola de caballo en el distrito de Santa.



FIGURA N° 2: Distrito del Santa se ubica a 25 minutos de la ciudad de Chimbote.



FIGURA N° 3: Entrada a la huaca Choloque en el distrito de Santa.



FIGURA N° 4: Proceso para adquirir la cola de caballo.



FIGURA N° 5: Proceso para adquirir la cola de caballo



FIGURA N° 6: La cola de caballo en esa zona crece a una altura de 60 cm como máximo.



FIGURA N° 7: Proceso para adquirir la tusa de maíz.



FIGURA N° 8: Obtención de tusa de maíz y distrito de Santa.



FIGURA N° 9: ANALISIS GRANULOMETRICO DEL AGREGADO FINO

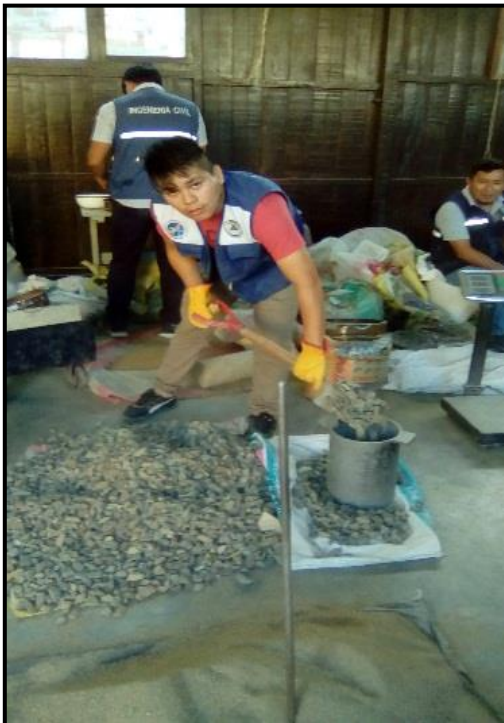


FIGURA N° 10: PESO UNITARIO SUELTO DEL AGREGADO GRUESO



FIGURA N° 11: PESO UNITARIO COMPACTADO DEL AGREGADO FINO



FIGURA N° 12: CONTENIDO DE HUMEDAD DEL AGREGADO GRUESO Y FINO



FIGURA N° 13: PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DE AGRTEGADO GRUESO Y FINO



FIGURA N° 14: ANAÑLISIS GRANULOMEYTRICO DE AGREGADO GRUES



FIGURA N° 15: ENSAYO DE ABRASION AGREGADO GRUESO

CENIZA DE TUSA DE MAIZ



FIGURA N° 16: Se obtuvo la tusa de maíz que se hallaron en los campos de Santa, después de haber desgranado el maíz.



FIGURA N° 17: Lavado nuestro material, para evitar el polvo o la suciedad en la que se adquiere y así realizar un buen ensayo de FRX.



FIGURA N° 18: Secado Del material



FIGURA N° 19: Secando la tusa de maíz para eliminar restos de agua.



FIGURA N° 20: molienda de la tusa de maíz.



FIGURA N° 21: Pasando por la malla N° 200 para muestra de ATD.



FIGURA N° 22: Ensayo de ATD en la Universidad Nacional de Trujillo



FIGURA N° 23: Proceso de calcinado a cielo abierto en ollas de barro para obtener nuestra ceniza de tusa de maíz.



FIGURA N° 24: Luego de enfriar la ceniza, pasar por la malla organza y tener mucho mejor polvo tamizada de nuestra ceniza, ya que en el calcinado no se llega a obtener un buen fino de la ceniza, luego embolsar en bolsa de papel amarillo, preferible no exponerlo mucho tiempo expuesto al ambiente.



FIGURA N° 25: Proceso para recalcinación de la ceniza calcinada de la tusa de maíz a temperatura designada que se realizó mediante el ensayo de ATD. Se recalcinara la ceniza durante 3 horas como indica algunos artículos realizados internacionalmente.



FIGURA N° 26: Luego de haber calcinado y enfriando, con un mortero molemos la ceniza de tusa de maíz hasta que pase por la malla #200, listo para ser empleado.



FIGURA N° 27: Composición Química de la recalcinación de la tusa de maíz pasante por la malla #200, mediante el ensayo de FRX.



FIGURA N° 28: Pasante por la malla #200 de nuestra tusa de maíz, mediante el ensayo de PH para ensayo de PH.

CENIZA DE COLA DE CABALLO



FIGURA N° 29: Se obtuvo la cola de caballo que se hallaron en los campos de Santa, después de haber cortado a 0.20 a 0.30 de nivel del terreno hacia arriba, el material se encuentra cerca al canal natural de la zona.



FIGURA N° 30: Realizaremos el lavado de nuestro material, para evitar el polvo, la suciedad con la que se encuentra, se adquiere totalmente sucio con exceso de pajas.



FIGURA N° 31: Realizaremos el secado de nuestro material a cielo abierto.



FIGURA N° 32: Eliminación de agua del material mediante una olla de barro.



FIGURA N° 33: Molienda de la cola de caballo con mortero.



FIGURA N° 34: Pasante de malla N° 200 de cola caballo.



FIGURA N° 35: Proceso de calcinado a cielo abierto en ollas de barro para obtener nuestra ceniza de cola de caballo.



FIGURA N° 36: Luego de enfriar la ceniza, pasar por la malla organza y tener mucho mejor polvo tamizada de nuestra ceniza, ya que en el calcinado no se llega a obtener un buen fino de la ceniza, luego embolsar en bolsa de papel amarillo, preferible no exponerlo mucho tiempo expuesto al ambiente.



FIGURA N° 37: Llevar a la mufla para su recalcinación de la ceniza calcinada de cola de caballo a temperatura designada que se realizó mediante el ensayo de ATD. Se recalcinara la ceniza durante 3 horas como indica algunos artículos realizados por la Recalcinación Internacional.



FIGURA N° 38: Luego de haber calcinado y enfriando, con un mortero molemos la ceniza de cola de caballo hasta que pase por la malla #200, listo para ser empleado.



FIGURA N° 39: Caracterizar la Composición Química de la recalcinación de la cola de caballo pasante por la malla #200, mediante el ensayo de FRX.



FIGURA N° 40: Realizar la alcalinidad de nuestra recalcinación pasante por la malla #200 de nuestra cola de caballo, mediante el ensayo de PH.

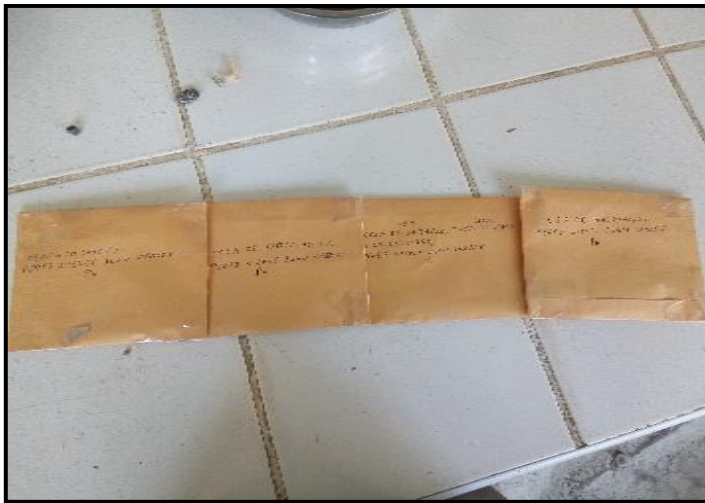


FIGURA N° 41: Muestras a llevar para en análisis del PH.

FABRICACION DE LAS PROBETAS (PATRONES)



FIGURA N° 42: Una vez pesado los agregados introducimos en la mezcladora, para que así sea homogénea el mezclado de los materiales.



FIGURA N° 43: Luego de mezclar agregamos agua según la dosificación, y mezclamos.



FIGURA N° 44: Luego de obtener la mezcla, se le realiza el ensayo de asentamiento de cono al concreto, siguiendo con el procedimiento pasamos a vaciar los moldes para empezar a chusear y golpear para evitar los vacíos.



FIGURA N° 45: Luego de obtener la mezcla, se le realiza el ensayo de asentamiento de cono al concreto, siguiendo con el procedimiento pasamos a vaciar los moldes para empezar a chusear y golpear para evitar los vacíos.



FIGURA N° 46: Una vez la mezcla en el molde, finalizamos con un buen acabado y al día siguiente desmoldamos.



FIGURA N° 47: Curado de las probetas.

FABRICACIÓN DE LAS PROBETAS EXPERIMENTALES (SUSTITUCIÓN DEL CEMENTO POR LA CENIZA DE TUSA DE MAIZ AL 10% Y POR LA CENIZA DE COLA DE CABALLO AL 5%)



FIGURA N° 48: Realizamos el ensayo de Peso Específico del nuevo cemento sustituyendo el 10% de ceniza de tusa de maíz y 5% de ceniza de cola de caballo por cemento, obteniendo un nuevo diseño de mezcla para las probetas experimentales.



FIGURA N° 49: Para obtener nuestro nuevo cemento con su nuevo diseño de mezcla se tiene que mezclar las tres muestras correspondientes a cada porcentaje según le corresponda.



FIGURA N° 50: Una vez pesado los agregados introducimos en la mezcladora, para que así sea homogénea el mezclado de los materiales.



FIGURA N° 51: Luego de mezclar agregamos agua y cemento según la dosificación, y mezclamos.



FIGURA N° 52: Luego de obtener la mezcla, se le realiza el ensayo de asentamiento de cono al concreto, siguiendo con el procedimiento pasamos a vaciar los moldes para empezar a chusear y golpear para evitar los vacíos.



FIGURA N° 53: Realización de ensayo de slump.



FIGURA N° 54: Llenado de mezcla de concreto a los moldes.



FIGURA N° 55: Una vez la mezcla en el molde, finalizamos con un buen acabado y al día siguiente desmoldamos.



FIGURA N° 56: El curado que desarrolle la resistencia necesaria.

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (PATRON)



FIGURA N° 57: Ensayo de resistencia a la compresión para un curado de 7 días.



FIGURA N° 58: 3 probeta de concreto sometido a ensayo de resistencia a la compresión.



FIGURA N° 59: Ensayo de resistencia a la compresión para un curado de 14 días.



FIGURA N° 60: 3 probeta de concreto sometido a ensayo de resistencia a la compresión.



FIGURA N° 61: Ensayo de resistencia a la compresión para un curado de 28 días.

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (EXPERIMENTAL)



FIGURA N° 62: Ensayo de resistencia a la compresión para un curado de 7 días.



F

FIGURA N° 63: 3 probeta de concreto sometido a ensayo de resistencia a la compresión.



FIGURA N° 64: Ensayo de resistencia a la compresión para un curado de 14 días.



FIGURA N° 65: 3 probeta de concreto sometido a ensayo de resistencia a la compresión.



FIGURA N° 66: Ensayo de resistencia a la compresión para un curado de 28 días.

ANALISIS TERMICO DIFERENCIAL (ATD)

**CALCINACION DE CENIZA DE TUSA DE MAIZ Y CENIZA DE COLA
DE CABALLO**

COMPOSICION QUIMICA (FRX)

PRUEBA DE ALCALINIDAD (PH)

**RESULTADO DE LABORATORIO DE MECANICA DE SUELO
(UNIVERSIDAD SAN PEDRO)**