

UNIVERSIDAD SAN PEDRO

FACULTAD DE INGENIERÍA

PROGRAMA DE ESTUDIO DE INGENIERÍA CIVIL



Resistencia a la compresión de un concreto sustituyendo al cemento por cenizas de rastrojo de maíz y cáscara de huevo

Tesis para obtener el título profesional de Ingeniero Civil

Autor

Salvatierra Chávez, Aderly David

Asesor

Ing. Cerna Chávez, Rigoberto

Chimbote-Perú

2020

PALABRAS CLAVE:

Tema	Concreto
Especialidad	Resistencia

KEY WORDS:

Topic	Concrete
Specialization	Resistance

LINEA DE INVESTIGACION: OCDE

Línea de Investigación	Construcción y Gestión de la construcción
Área	Ingeniería y Tecnología
Subarea	Ingeniería Civil
Disciplina	Ingeniería de la construcción

TITULO

Resistencia a la compresión de un concreto sustituyendo al cemento por cenizas de rastrojo de maíz y cáscara de huevo

RESUMEN

El proyecto que contiene la investigación tuvo como propósito determinar la resistencia de un concreto donde se sustituirá al cemento por la ceniza de rastrojo de maíz y cáscara de huevo, se conoce mucho por antecedentes que podrían actuar ambos materiales como puzolanas.

De acuerdo al reporte de la investigación la pérdida obtenido de masa y así como calorimetría respecto a los materiales a través del análisis térmico diferencial (ATD), química composición mediada por el ensayo de fluorescencia de rayos X (FRX), su alcalinidad para la determinación de su pH y la sustitución debida al cemento en una combinación del 12% en donde se utilizó un 9% de cáscara de huevo y 3% de rastrojo de maíz y asimismo la combinación del 16% en donde se utilizó un 12% de cáscara de huevo y un 4% de rastrojo de maíz, el cual logró evaluarse su posible empleo puzolanica.

Pudo obtenerse la resistencia respecto a la compresión de las probetas en base a concreto patrón $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ y luego las probetas experimentales agregando la ceniza de rastrojo de maíz y cáscara de huevo en un porcentaje del 12% y 16 % sustituyendo al cemento.

La prueba de alcalinidad de la combinación al 12% de ceniza de rastrojo de maíz y cáscara de huevo alcanzo un $\text{pH} = 12.70$, mientras que la combinación de 16% de ceniza de rastrojo de maíz y cáscara de huevo pudo alcanzar un $\text{pH} = 12.84$, alcalino altamente.

Como resultado de la cenizas rastrojo de maíz muestra un 70.47% en la sumatoria de óxidos ($\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{CaO}$) y la cenizas de cáscara de huevo 98.47%. Al quedar sustituido el cemento por la combinación de las cenizas de rastrojo de maíz y cáscara de huevo en 12% se obtuvo una resistencia de 71.09%, 86.30% y 92.91% y al 16% se obtuvo una resistencia de 47.35 %, 51.78% y 52.80% a los 7.14 y casi al mes de curado.

Se concluyó que tras combinarse las cenizas de rastrojo de maíz y cáscara de huevo puede utilizarse como puzolana aunque con cifras porcentuales inferiores al 12% y 16%.

ABSTRACT

The project that contains the research had the purpose of determining the resistance of a concrete where the cement will be replaced by corn stubble ash and eggshell, it is well known from antecedents that both materials could act as pozzolans.

According to the research report, the loss obtained in mass and calorimetry with respect to the materials through differential thermal analysis (ATD), chemical composition mediated by the X-ray fluorescence test (FRX), its range for determination of its pH and the substitution due to cement in a combination of 12% where 9% of eggshell and 3% of corn stubble was used and also the combination of 16% where 12% of egg and 4% corn stubble, which was evaluated for possible pozzolanic use.

The resistance to compression of the specimens could be obtained on the basis of concrete standard $f'_c = 210 \text{ kg / cm}^2$ and then the experimental specimens by adding the corn stubble ash and eggshell in a percentage of 12% and 16% substituting to cement.

The alkalinity test of the 12% combination of corn stubble ash and eggshell reached a $\text{pH} = 12.70$, while the 16% combination of corn stubble ash and eggshell could reach a $\text{pH} = 12.84$, highly alkaline.

As a result of the corn stubble ash shows 70.47% in the sum of oxides ($\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{CaO}$) and the eggshell ash 98.47%. When cement was replaced by the combination of corn stubble ash and eggshell in 12%, a resistance of 71.09%, 86.30% and 92.91% was obtained, and a resistance of 47.35%, 51.78% and 16% was obtained. 52.80% at 7.14 and almost one month after curing.

It was concluded that after combining the corn stubble and eggshell ashes, it can be used as pozzolan, although with percentage figures of less than 12% and 16%.

INDICE

Tema	Página N°
Palabras claves – Línea de Investigación.....	i
Título.....	ii
Resumen.....	iii
Abstract.....	iv
Índice.....	v
I. Introducción.....	1
II. Metodología.....	29
III. Resultados.....	36
IV. Análisis y discusión.....	57
V. Conclusiones.....	60
VI. Recomendaciones.....	61
VII. Referencias bibliográficas.....	62
VIII. Agradecimientos.....	64
IX. Anexos y apéndice.....	65
Anexo n°1: Resultados de laboratorio	
Anexo n°2: Ensayos de análisis térmico diferencial	
Anexo n°3: Ensayos de composición química	
Anexo n°4: Ensayo de alcalinidad	
Anexo n°5: Panel fotográfico	

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Componentes Químicos de Cemento.....	9
Tabla 2: Porcentaje de Compuestos Químicos del Cemento.....	10
Tabla 3: Requisitos Granulométricos ASTM C-33.....	17
Tabla 4: Componentes de tipo mineral mayoritarios (XXX), secundarios (XX) y minotarios o posibles (X).....	20
Tabla 5: Composición Química de las Cenizas de Rastrojo de Maíz.....	21
Tabla 6: Comparación de Rastrojo de Maíz con el Cemento.....	21
Tabla 7: Comparación de Cáscara de Huevo con el Cemento.....	23
Tabla 8: Composición Química de la Cascara de huevo.....	24
Tabla 9: Composición Elemental de la muestra de Ceniza de Rastrojo de Maíz en % de masa.....	39
Tabla 10: Composición Elemental de esta Ceniza de Cáscara de Huevo en % de masa.....	40
Tabla 11: PH de los Materiales a utilizar.....	41
Tabla 12: Dosificación del Concreto por Probeta Patrón.....	44
Tabla 13: Dosificación del Concreto por Probeta Experimental 12%.....	46
Tabla 14: Dosificación del Concreto por Probeta Experimental 16%.....	49
Tabla 15: Resultados de Ensayo de Probetas Patrón a los 7,14 y 28 días de curado.....	50
Tabla 16: Resistencia respecto a la Compresión Promedio.....	50
Tabla 17: Resultados de Ensayo a compresión experimentales 12% a los 7,14 y 28 días de curado.....	52

Tabla 18: Resultados de Ensayo a Compresión Experimentales 16% a los 7,14 y 28 días de curado.....	53
Tabla 19: Resistencia a la Compresión de Probetas de Concreto.....	54
Tabla 20: Calculo de la Prueba ANOVA.....	55
Tabla 21: Calculo de la Prueba de Duncan.....	56
Tabla 22: Datos de Resistencia Patrón y Experimental.....	59

INDICE DE FIGURAS

Figura 1: Propiedades Físicas del Cemento Pacasmayo Tipo I.....	13
Figura 2: Grafico de Curva de pérdida de masa – Análisis Térmico Gravimétrico- Rastrojo de Maíz.....	36
Figura 3: Grafico de Curva Calorimétrica DSC- Rastrojo de Maíz.....	37
Figura 4: Grafico de Curva de pérdida de masa-Análisis Térmico Gravimétrico – Cascara de Huevo.....	38
Figura 5: Gráfico de una Curva Calorimétrica DSC-Cascara de Huevo.....	38
Figura 6: Gráfico de la Resistencia respecto a la Compresión Promedio a las edades de 7,14 y 28 días de curado de las Probetas Patrón.....	51
Figura 7: Gráfico de la Resistencia respecto a la Compresión Promedio a las edades de 7, 14 y 28 días de curado de las Probetas Experimentales 12%.....	52
Figura 8: Grafico de la Resistencia a la Compresión Promedio a las edades de 7, 14 y 28 días de Curado de las Probetas Experimentales 16%.....	53
Figura 9: Gráfico de la Resistencia a la Compresión Promedio de Probetas Patrón vs Probetas Experimentales.....	59
Figura 10: Rastrojos de Maíz.....	106

Figura 11: Cascara de Huevo.....	106
Figura 12: Recolección del Agregado Fino de la Cantera Rubén.....	107
Figura 13: Recolección del Agregado Grueso de la Cantera Rubén.....	107
Figura 14: Obtención de Rastrojos de Maíz.....	108
Figura 15: Muestra de Rastrojos de Maíz pesado y enviada a realizar Ensayo de ATD.....	108
Figura 16: Rastrojo de Maíz iniciando el Pre-Quemado.....	109
Figura 17: Rastrojo de Maíz al termino del Pre-Quemado.....	109
Figura 18: Muestra de Cenizas de Rastrojo de Maíz pesada y puesta a Calcinar...110	
Figura 19: Cáscaras de Huevo Limpias y Secada a cielo abierto.....	110
Figura 20: Muestra Cascara de Huevo pesada y derivada al ejercicio con el Ensayo de ATD.....	111
Figura 21: Muestra de Cascara de Huevo pesada y puesta a Calcinar.....	111
Figura 22: La Arena a cierta altura ha de caer sin compactar, enrasando así como pesando la muestra.....	112
Figura 23: La Arena a cierta altura ha de caer en tres capas iguales compactando y chuceando, enrasando y pesando la muestra.....	112
Figura 24: Se realiza el debido cuarteo del pesado material y luego se toman las muestras con el fin de ser conducidos al horno.....	113
Figura 25: Se procede con el Lavado así como el Secado de la Arena.....	113
Figura 26: Se realiza la prueba de Consistencia de la Arena.....	114
Figura 27: Secado de la Arena y a continuación los Ensayos con la Fiola y se toma su peso.....	114

Figura 28: Dar cuarteo realizando la toma de una muestra de Arena, se procede la realización de la Granulometría, se considera los pesos en cada malla retenidos...	115
Figura 29: A cierta altura sin compactar la piedra se deja caer enrasando y pesando la muestra.....	115
Figura 30: La piedra se deja caer a una altura determinada compactando así como chuceando en tres iguales capas, enrasando y pesando la muestra.....	116
Figura 31: La piedra es lavada y secada.....	116
Figura 32: Se lleva la piedra al horno y se realiza el secado.....	117
Figura 33: Mediante el cuarteo se realiza la toma de un muestreo de piedra, luego se procede con la Granulometría, se toman los pesos en cada malla retenidos.....	117
Figura 34: Elaboración del Slump para la Mezcla Patrón.....	118
Figura 35: Llenado de las Probetas Patrón.....	118
Figura 36: Combinación de Cemento con Cenizas de Rastrojo de Maíz y Cascara de Huevo.....	119
Figura 37: Elaboración del Slump para la Mezcla Experimental 12%.....	119
Figura 38: Llenado de las Probetas Experimentales 12%.....	120
Figura 39: Combinación de Cemento con Cenizas de Rastrojos de Maíz y Cascara de Huevo.....	120
Figura 40: Elaboración del Slump para la Mezcla Experimental 16%.....	121
Figura 41: Combinación de Cemento con Cenizas de Rastrojo de Maíz y Cascara de Huevo.....	121

I. INTRODUCCION:

Según los antecedentes registrados, pudo encontrarse los más relevantes trabajos a la presente investigación, tal es el caso de **Valverde,(2016)**, “Resistencia de un concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ con sustitución de cemento en 4%, 6% y 8% por ceniza del rastrojo de maíz”, la cual tuvo como objetivo: Explorar la resistencia respecto a la compresión del concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ al sustituirse por un 4%, 6% y 8% del cemento por ceniza del rastrojo de maíz, siendo dicha investigación aplicada con diseño experimental, en cuanto a su nivel se le consideró como cuasi-experimental, las conclusiones siguientes mostraron que se obtuvieron resultados favorables de probetas experimentales con sustitución del 4% y 6% por ceniza del rastrojo de maíz y el 8% no llego obtener resultados favorables.

Así mismo se revisó la investigación de **Reibán, (2017)**, Evaluó los rasgos mecánicos de matrices cementicias con adición de Cáscaras de huevo pulverizado, sustituyendo el cemento en 10, 20 y 30% en el diseño, la cual tuvo como objetivo: Determinar las características mecánicas de matrices al sustituir un 10, 20, 30% del cemento por Cáscara de huevo pulverizado, usaron la dosificación 1:2.75 según la ASTM C. A partir del ensayo de la resistencia respecto a la compresión del concreto se obtuvo resultados, estos indicaron que la muestra de concreto con más la adición de Cáscaras de huevo 10% aportó con resistencia mayor que las demás muestras.

En la mezcla de concreto más la adición de Cáscara de huevo con cifra porcentual de 10.00% que sustituye al cemento, pudo obtenerse una resistencia de $F'c = 233.31 \text{ kg/cm}^2$ a los 28 días de curado. Respecto al patrón mejoro un 19.29%.

Por otro punto, en la investigación de **Matias, (2018)**, “Resistencia a la compresión de un concreto de $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$, sustituyendo el 10% y 16% de cemento gracias al hecho de combinar cáscaras de huevo y cenizas de hoja de eucalipto”; la cual tuvo como objetivo: Determinar la resistencia a la compresión del concreto $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ cuando se sustituye al cemento por la combinación de cáscara de huevo y ceniza de hoja de eucalipto en 10% y 16%.

Se procedió a elaborar probetas de concreto con $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$, hasta en 27 muestras: nueve del patrón, nueve experimentales al 10% (sustituyendo de 2.5% CHE además del 7.5% PCH) y nueve experimentales al 16% (con sustitución de 4% CHE y 12% PCH), las roturas se realizaron a los 7, 14 y 28 días, se analizó y comparó las Resistencias a la Compresión de cada muestra patrón y otras experimentales.

Gracias a los ensayos pudo confirmarse que la resistencia respecto a la compresión de las probetas experimentales hasta el 10% y 16%, a los días 7, 14 y 28 resultan superiores a lo de las convencionales probetas patrón, a los 28 días por tanto la resistencia respecto a la compresión de las probetas patrón llegaron a tener un 101%, al 10% un 102% las experimentales, en el caso de las experimentales al 16% un 111% cuya resistencia es superior a la esperada, se comprobó que al emplearse el reemplazo de CHE y PCH en forma conjunta poseen una potenciación a partir de sus propiedades y se eleva la resistencia en cuanto a las probetas de concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$.

Se revisó asimismo el estudio de **Flores, (2018)**, “Resistencia del mortero sustituyendo en un 10% y 15% del peso del cemento por cenizas de rastrojo de maíz”; se obtuvo como objetivo: Determinar la resistencia a compresión del mortero cuando se sustituye al cemento en 10% y 15% por cenizas de rastrojo de maíz, se obtuvo en base a los ensayos a compresión de los morteros patrón una resistencia a las edades de tres, siete y veintiocho respectivamente de 133 Kg/cm², 220 Kg/cm² así como 293 Kg/cm², se observó un notorio aumento en cuanto a la resistencia de los experimentales morteros al reemplazar el cemento por la ceniza de rastrojo de maíz en 15%, se obtiene las resistencias a las edades de tres, siete y veintiocho días de curado respectivamente de 166 Kg/cm², 226 Kg/cm² y 311 Kg/cm².

Sobre los resultados obtenidos se muestra que si es posible el uso de cenizas de hojas de maíz, situación que pudo observarse con respecto a las físicas características realizadas, como remplazo en parte del cemento Portland mediante mezclas de concreto para un empleo estructural.

Por otra parte poder establecer un método eficaz ó establecer convenios con productores de maíz, estableciendo el interés y conocimiento de su utilidad como un residuo agrícola.

Por otro punto, en la investigación de **Galicia & Velásquez, (2016)**, “Analizar la adición de ceniza de rastrojo de maíz al concreto”; la cual tuvo como objetivo: Determinar la resistencia a la compresión de un concreto adicionando cenizas de rastrojo de maíz al cemento, en el proyecto de investigación se busca determinar si el rastrojo de maíz produce un aumento en la resistencia a la compresión y flexión, realizando especímenes de concreto, se elaboraron con cemento Portland IP (marca YURA), se extrajo de la cantera Mina roja y Cunyac el agregado fino, también se extrajo de la cantera de vicho el grueso agregado, además de los distritos de saylla, tipon y oropesa, de la ciudad de cusco fue extraído el rastrojo de maíz, mediante el método de ACI 211.1, se realizó el diseño para las mezclas en cuanto al concreto patrón, se adicionó con cenizas de rastrojos de maíz.

Además de realizar especímenes conformadas por muestras circulares, estas muestras en proporciones se ensayaron en 2.5%, 5% y 7.5% de cenizas de rastrojos de maíz en relación al peso del cemento, considerando 7,14 y 28 días de edad y rectangulares muestras en 5% en relación al peso del cemento, para 28 días de edad. La evaluación se efectuó de ese modo para los parámetros de resistencia así como para la compresión y la flexión, del mismo modo la consistencia, posteriormente se compararon tales adiciones empleando un concreto patrón de calidad $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$. Se concluyó que la adición de 2.5%, 5% y 7.5% de cenizas de rastrojos de maíz a la semana para la resistencia respecto a la compresión, pudo obtenerse un aumento del 50%, 55% y 110%, para catorce días pudo obtenerse un aumento del 34%, 40% y 81%, cuando es con 28 días se obtiene un 30%, 35% y 47% de aumento.

Así mismo se revisó la investigación de **Rios, (2017)**, “Evaluación de la resistencia del concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ con adición de cascara de huevo”; Se estima que la composición de las cáscaras de huevo pulverizadas en su mayor cantidad es oxígeno (44.9%) y calcio (36.0%), tiene por objetivo realizar la evaluación de la resistencia a la compresión del concreto con adicción de cáscaras de huevo pulverizadas en 5.00% y 10.00% como porcentajes sustituyendo al cemento en el diseño. Proponiendo una nueva opción empleando las cascara de huevo pulverizada, por su contenido alto de carbonato de calcio como reemplazo de cemento en porcentajes.

En conclusión el concreto adicionando el 10.00% de cascara de huevo, a los 28 días de curado tiene una variación de 39.35% con respecto al concreto patrón y 25.64% con respecto al concreto adicionando el 5.00% de cáscaras de huevo.

Por ultimo. En la tesis de **Ninaquispe & Sevillano, (2016)**, “Sustitución del cemento por una combinación de ceniza de tusa de maíz y vidrio molido en un ladrillo de concreto”; la cual tuvo como objetivo: Determinar la resistencia a compresión de ladrillo de concreto al sustituir al cemento por ceniza de tusa de maíz y vidrio molido, señala que en la presente investigación se realice un ladrillo de concreto donde el cemento será reemplazado en un porcentaje de 15% por la mezcla de ceniza de tusa de maíz en un porcentaje de 10% y vidrio molido en porcentaje de 5% y así poder obtener una óptima resistencia, la que se realizaran según los estándares establecidos en la norma E-070 estimando que las muestra de ladrillo de concreto sustituido al cemento por la mezcla de ceniza de tusa de maíz en un porcentaje de 10% y vidrio molido en porcentaje 5% mejore la resistencia a la compresión.

La justificación de la presente investigación surge como consecuencia de las deficiencias que se evidencian en los diseños de los concretos, lo cual repercute seriamente en los procesos constructivos correspondientes. Buscando obtener un nuevo y mejor concreto en cuanto a su resistencia a la compresión para su uso en la construcción y generar otra opción para satisfacer las necesidades constructivas de Chimbote, en comparación con un concreto convencional, se diseñará un concreto utilizando las ceniza en base a rastrojos de maíz y cáscara de huevo, considerando sus propiedades químicas adecuadas. El uso de estos materiales se fundamenta en la cantidad significativa de silicio que posee el rastrojo de maíz y de calcio que posee la cáscara de huevo.

Este proyecto de investigación resulta ser pertinente y sostenible teniendo en cuenta que en la Región existe una gran producción de maíz y la cual tiene como subproducto el rastrojo de maíz, y que ésta al incinerarse a temperaturas entre 400 y 800° centígrados, genera un material rico en sílice que lo convierte en una alternativa económica, de buena calidad, ecológica y con la que se podría sustituir al cemento.

Por otra parte existe también una gran producción de huevo en la “Calera” en la cual son distribuidos a todas las ciudades, y del cual sus cascaras son arrojadas por desconocer sus propiedades, por lo que se propone la utilización de estas cascaras, específicamente de las cáscara de huevo, para darle un uso importante en esta investigación, mediante la extracción, limpieza, trituración y calcinación de estas cascaras, se podrá obtener un material que sea beneficioso a la resistencia que se aspira diseñar.

Esta investigación es importante ya que utilizará materias primas para la sustitución en la mezcla lo cual no generará un costo excesivo y se proyecta que la resistencia que se obtenga sea más resistente a una convencional. El aporte sustancial de este proyecto de investigación está orientado a establecer un nuevo diseño de concreto para utilizarlo de una mejor forma en los procesos constructivos con un menor costo económico.

Asimismo el aporte científico de este proyecto sería la aplicación del conocimiento de los lineamientos metodológicos de lo que implica la tecnología del concreto y la aplicación del conocimiento que se tiene sobre las fortalezas de los materiales a utilizarse y de contribuir de manera indirecta a la disminución de la contaminación ambiental.

Problema, En los últimos años se ha registrado a nivel mundial un elevado impacto negativo ambiental; generando como consecuencia cambios climáticos, obligando a impulsar la búsqueda de nuevos métodos de construcción sostenible, haciendo que cada vez más se utilicen materiales de tipo ecológico.

El 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.

La construcción a nivel de nuestro país si bien es cierto ha tenido un despegue pero también se registran deficiencias en los procesos constructivos de ciertas edificaciones, sobre en aquellas en donde se realiza los procesos de acuerdo a la normativa y a los estándares de construcción vigentes.

Dentro de esta realidad Nuestra Región Ancash y específicamente Chimbote no escapa a esta realidad. Ante lo cual se han desarrollado investigaciones para establecer opciones que tiendan a la solución de tal problemática, referida concretamente a la elaboración del diseño del concreto.

Además, las principales fabricas cementeras del Perú no contribuyen con la conservación del medio ambiente, los problemas surgen de sus hornos ya que son grandes dimensiones; requieren una enorme cantidad de energía para conseguir temperaturas superiores a 2000 °C, expulsando todo tipo de emisiones como partículas de polvo, gases como dióxido de azufre, óxidos de nitrógeno, monóxido y dióxido de carbono. Sin olvidar los cloruros, fluoruros, compuestos orgánicos tóxicos y metales pesados. Una verdadera bomba para el medio ambiente.

Es por eso que la producción de cemento es una fuente de emisión de dióxido de carbono (CO₂) a la atmosfera, un gas que potencia el efecto invernadero producido por el cambio climático.

Además debido al elevado costo en las construcciones civiles, donde el concreto ocupa el lugar más importante a la hora de invertir, planear e implementar los materiales de construcción, nace la necesidad de buscar nuevas soluciones de óptimos desempeños y de menor costo económico sin amenazar la calidad del producto.

De acuerdo a lo expuesto cabe plantearse el **problema** siguiente en forma interrogativa: ¿En qué medida la sustitución al cemento por la combinación de cenizas de rastrojo de maíz y cáscara de huevo en 12% y 16% permitirá obtener una resistencia mayor aun convencional?

Tecnología del concreto

Señala Flavio, A.(2009, p 11), que para llegar obtener ciertas propiedades determinadas en el concreto como la resistencia, se debe proceder a una combinación del cemento portland, agregado grueso, agregado fino, agua y aire en proporciones.

El agua y cemento químicamente reaccionan fusionando las partículas de los agregados, teniendo como producto un heterogéneo material. En ocasiones se incorporan aditivos, que modifican o mejoran las propiedades del concreto.

Ventajas y desventajas

Ventajas

- Facilidad con que puede colocarse en el interior del encofrado de cualquier manera, entretanto tenga contrapeso plástica
- Elevada aguante a la compresión lo que hace emparejado su uso en arcos y columnas.
- Resistencia elevada al fuego así como a la penetración del agua.

Desventajas

- Frecuentemente la mezcla se realiza in situ, condiciones donde no hay responsable que supervise su producción, por lo tanto, no resulta bueno el control de calidad.
- Se trata de un material con resistencia escasa a la tracción, dificultando el uso en medios estructurales sometidos a tracción.

Materiales componentes.

- Ligantes: Agua y cemento.
- Materiales: agregado fino (arena) y agregado grueso (grava, piedra chancada, confitillo, escoria de hornos).

CEMENTO más el AGUA es igual a la PASTA

AGREGADO FINO más el AGREGADO GRUESO es igual al HORMIGÓN

Propiedades del concreto y sus componentes

Señala Frederick, (2012, pp 82-83) que en las propiedades respectivas del concreto, se determina por sus cualidades o características básicas, en cuanto a las principales tiene a la: RESISTENCIA, TRABAJABILIDAD, DURABILIDAD Y COHESIVIDAD.

Como características de la muestra se pueden transformar en un periodo grande, realizando un control de sus materiales. Entonces, para una organización específica, resultaría barato a los demás.

Trabajabilidad: Se determina como una importante propiedad para varias aplicaciones dentro del concreto. De manera esencial, es la libertad que pueden tener los materiales al mezclarse y la mezcla proveniente puede cambiar, trasladar y poner con poco quebranto de la homogeneidad.

Durabilidad: El concreto ha de tener la capacidad de resistir lo propio de la intemperie, acción de desgastes y productos químicos, los cuales estarán dominados en el servicio.

Impermeabilidad: Puede mejorarse con frecuencia ya que es una interesante propiedad del concreto, se reducirá en el diseño la cantidad de agua.

Resistencia: Propiedad perteneciente al concreto es muy común que seas área de problema. El cual se establece por la resistencia a la compresión final de una muestra. La muestra aumenta su resistencia pasando los días, la más común medida de esta propiedad de resistencia respecto a la compresión se establece a los 28 días.

Estados del concreto

Estado fresco. El concreto se muestra en forma de “masa” al comienzo. Se puede trabajar o moldear en diferentes formas por ser ligero. Y así mantenerse durante la colocación y la compactación. La trabajabilidad y cohesividad son propiedades importantes en el concreto fresco.

Estado fraguado. Cuando ya no está suave, y empieza a ponerse rígido se le llama FRAGUADO del concreto, durante la compactación así como en el acabado.

Estado endurecido. Luego que ha fraguado la muestra el concreto empieza a tener ganancia en cuanto a la resistencia y dureza. La resistencia y durabilidad son propiedades del concreto.

Trabajabilidad. Se estima que una mezcla de concreto pueda tener la facilidad de: COLOCAR así como COMPACTAR además de otorgar un buen ACABADO.

Cemento

Menciona Gonzales,S (1987, p 8), Con la pulverización gracias al Clinker portland y la adición de sulfato de calcio se obtiene como producto el cemento. En un porcentaje de 1% en el peso total sin exceder en la adición de otros materiales, donde la norma establezca que no afecte a alguna propiedad del resultante cemento.

Composición química

Señala Tacilla, Araujo, & Cardozo, (2004, p 4), que las propiedades y principales materias primas para realizar el cemento, interviene lo siguiente:

Tabla 1

Componentes Químicos del Cemento

%	Componentes químicos	Procedencia usual
95 % <	Oxido de Calcio (CaO)	Rocas Calizas
	Oxido de Silicio (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, Fosforo y magnesio	Minerales Varios

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 2*Porcentajes de Compuestos Químicos del Cemento*

COMPUESTO	PORCENTAJES	ABREVIATURAS
CaO	61 % - 67 %	C
SiO ₂	20 % - 27 %	S
Al ₂ O ₃	4 % - 7 %	A
Fe ₂ O ₃	2 % - 4 %	F
SO ₃	1 % - 3 %	
MgO	1 % - 5 %	
K ₂ O y Na ₂ O	0.25 % - 1.5 %	

Fuente: Elaboración Propia

Tipos de cemento portland:

Respecto a los Cementos Portland por lo común, se realizan cinco tipos con propiedades se encuentran en las especificaciones ASTM cuya normatividad corresponde al Cemento Portland (C-150). Además es de interés y conocimiento distinguirlos según los detalles tanto físicos como químicos. (NTP 334.009, 2005)

Cemento portland tipo i:

Es un normal cemento se establece por el aumento de yeso más Clinker. De normal uso donde no se ha de requerir especiales miembros en obras de ingeniería. El porcentaje de 1% al 100% de su resistencia se da dentro 1 a 28 días.

Cemento portland tipo ii: Es un cemento modificado de uso en general. Resiste moderadamente la influencia de los sulfatos, aplicada además cuando se necesita un ímpetu moderado para la hidratación. Con el cemento Tipo II obtiene resistencia más pausadamente que el Tipo I, sin embargo alcanzando la misma resistencia al final. La particularidad de este Tipo de cemento se obtiene al conseguir modificaciones en el contenido de Silicato Tricalcico (C3S) y el Aluminato Tricalcico (C3A) del cemento. Se emplea en tubos, zonas industriales, alcantarillados. Se establece en un porcentaje de resistencia de 75 % a 100%.

Cemento portland tipo iii: Contiene una elevada resistencia inicial, para una situación particular de una obra es recomendable utilizarla por su resistencia temprana. Un concreto realizado con el cemento Tipo III indica un incremento de resistencia en tres días, también incrementa a 28 días para concretos realizados con cementos Tipo I así como el de Tipo II ; donde el cemento de Tipo III ha de aumentar la inicial resistencia por además de lo acostumbrado, se va regularizando hasta obtener la resistencia establecida. Al aumentar la cantidad de C3S y C3A mediante su trituración más fina en el cemento llega a alcanzar una alta resistencia al inicio, en cada especificación no determina lo mínimo en cuanto a finura aunque ha de establecerse un límite en cierta cantidad cuando son tan pequeñas las partículas y se reduce la cantidad de humedad rehidratada en el cemento mediante el manejo de almacenamiento. El cemento tipo III en grandes volúmenes no debe usarse dado que tiene un gran desprendimiento de calor.

Se presenta una baja resistencia al sulfato cuando se muestra un porcentaje de 15% de C3A. El contenido de C3A podría limitarse hasta el 8% para lograr una moderada resistencia al sulfato o al porcentaje de 15% cuando se necesite una mayor resistencia, el porcentaje de resistencia corresponde desde el 90% hasta el 100%.

Cemento portland tipo iv: Cuenta con calor bajo de hidratación donde se ha mejorado para utilizarse en masivos concretos. El cemento de Tipo IV contiene calor bajo de hidratación, lo cual puede lograrse limitando los compuestos de mayor influencia en la formación de calor mediante la hidratación, es decir, C3A y C3S.

Además gracias a los compuestos que producen la inicial resistencia de la mezcla de cemento, mediante la limitación la mezcla logra ganar con lentitud una resistencia. El cemento tipo IV y su calor de hidratación suele ser redondeado al Tipo II en porcentaje de 80%, del Tipo I en porcentaje de 65% y Tipo III en porcentaje de 55% durante la primera semana de hidratación. Durante el redondeo de un año los porcentajes son un poco mayores. Empleadas en grandes construcciones, moles de concreto, represas o túneles. Se establece un porcentaje de 55% a 75% en su resistencia relativa de 1 a 28 días.

Cemento portland tipo v: Contiene una resistencia alta con la acción de los sulfatos, condicionada a la intensa exposición de los sulfatos se establece. Además las hidráulicas estructuras que se exponen a aguas con aumento de contenido de álcalis y también con exposición a las aguas de mar, establecen que comprenden las aplicaciones típicas. Mediante la disminución del contenido de C3A, el cemento Tipo V muestra una mejor resistencia al sulfato, este compuesto resulta mucho más capaz al ataque por el sulfato. Desarrolla un porcentaje de 65% al 85 % en su resistencia relativa.

Cementos adicionados. Se conforma por un material puzolanica molido en forma conjunta con el cemento en una mezcla. Además en el País se realizan los modelos IP, IPM, IS e ISM. Por otra parte la necesidad de los cementos adicionados, en parte, es bajar el aspecto del Clinker en el conglomerante, por agentes agresivos diversos los productos hidrolizados pueden ser atacados según el momento, y realizar la destrucción del concreto. (NTP 334.009, 2005)

- **Cemento tipo ip:** Los cementos de tipo IP, contienen un peso total de cemento en una cantidad de puzolana de 15% y 40%.
- **Cemento tipo ipm:** El Tipo IPM contiene un peso total de cemento en una cantidad de puzolana menor de 15%.
- **Cemento tipo is:** El cemento IS se le ha agregado escoria de hornos altos referido al peso total en un porcentaje de 25% y 75%.
- **Cemento tipo ism:** El cemento ISM se le ha agregado escorias de alto horno referidas al peso total en menos del 25%. (NTP 334.009, 2005)

Características físicas del cemento

Peso específico

Determina que el peso específico del cemento pertenece al material en estado compactado. Dentro de los cementos Portland normales su valor suele cambiar, entre 3.0 y 3.2. El valor promedio es de 3.15 que consideran las normas norteamericanas, para el cemento Tipo IP así como para el IPM es considerado en el país con un valor de 2.97. Es necesario la relación control y el diseño de mezcla para su determinación. American Society for testing and Materials, (ASTM.C188, 1995)

Fineza

Se determina por su superficie específica y consiste en la fineza del cemento en función del grado de molidura, se define como el área superficial en su totalidad, se expresa en cm^2 , del total de partículas que se contienen en un gramo de cemento. Donde se estima que todas sus partículas cuentan con un esférico perfil.

PROPIEDADES FISICAS		CEMENTO PACASMAYO	NPT
		TIPO I	334.009
Finura mallas	100	-	
(% Retenido)	170	-	
	200	-	
	325	-	
S.Específico Blaine ($\text{cm}^3/\text{gr.}$)		3400	280(min)
Peso Especifico (cm^2/gr^3)		3.11	-----
Expansión Autoclave (%)		0.22	0.8 (máx.)
Calor de hidratación (cal/g):		-	
7 días			
Consistencia Normal (%)		-	-----
Falso Fraguado (%)		-	
Contenido de Aire (%)		10.50	12 (máx.)
Fraguado Vicat Inicial		2:30	45 m (min.)
(h:m)	Final	5:10	375 m (máx.)
Fluidez (a/c)		-	
Resistencia a la	3	170	125 (min.)
días			
Compresion	7	210	195 (min.)
días			
(Kg/ cm^2)		275	-----
28 días			

Figura 1. Propiedades Físicas del Cemento Pacasmayo Tipo I

Agregado fino

La Norma Técnica Peruana (NTP 400.011, 2008). Es el material obtenido por la artificial o natural desintegración de las rocas, el cual transcurre por la malla de 3/8” (9.51mm) y es retenido en la malla N°200 (74um) cumpliendo así la norma presente.

Propiedades Físicas:

Se debe establecer ciertas normas mínimas de calidad según NTP, al material fino a emplearse en el concreto.

Peso unitario

Ha de depender de determinadas condiciones de los materiales, mediante su estructura, granulometría y tamaño, también por su contenido de humedad; al igual del grado de compactación impuesto, la forma de consolidación, el máximo tamaño del material respecto al volumen de la vasija, etc.

Peso específico

Su específico peso de la masa, está relacionado entre el volumen unitario y el peso del material, además el volumen de vacíos del material no se considera a diferencia con el peso unitario. Es fundamental obtener el valor con el fin de diseñar la dosificación respecto a la mezcla y poder examinar que el material corresponda a su normal peso.

Contenido de humedad

En el agregado fino se determina un porcentaje de agua. Además es una propiedad fundamental de acuerdo a su valor (en porcentaje), donde el porcentaje de agua en la mezcla suele variar.

Absorción

El agregado fino tiene la capacidad de absorber porcentajes de agua al relacionarse con él. De la misma forma el contenido de humedad, para la interrelación del agua y cemento en el concreto influye el porcentaje de agua.

Granulometría

Mediante la distribución de partículas de arena se considera a este proceso granulometría. La granulometría separa las muestras en diferentes tamaños iguales, de acuerdo a las mallas utilizadas. Las especificaciones granulométricas son establecidas de acuerdo a la norma técnica peruana.

Módulo de finura

La muestra de la arena debe tener un tamaño promedio de partículas y un índice aproximado, además se utiliza para calcular la uniformidad de los agregados. La arena ha de poseer un módulo de finura cuyas medidas según indica la norma, no puede ser menor a 2.35 ni mayor que 3.15.

Superficie específica

Se determina por la suma de sus superficiales áreas de las partículas del material según la unidad de peso, determinando así dos hipótesis que son: las partículas tienen forma esférica y las partículas de tamaño medio que traspasan por una malla y son retenidas en la otra malla es similar a las partículas en su valor promedio.

Agregado grueso

La Norma Técnica Peruana (NTP 400.037, 2014). Es el material grueso retenido en la malla 4.75 mm (N° 4) el cual proviene de la mecánica de la roca o desintegración natural, además de cumplir con la norma los límites establecidos.

Además el material grueso se clasifica en grava, piedra chancada o triturada, que proviene de la natural desintegración de materiales pétreos, los cuales se encuentran en lechos de ríos y en canteras, colocados en forma natural.

Propiedades Físicas

Zuluaga, (2013, p 15) en “agregados para el concreto”, señala que las propiedades físicas a determinar en un material grueso son: granulometría, peso unitario, contenido de humedad, absorción, peso específico.

Peso Unitario

Es el peso que un volumen unitario determinado alcanza, se expresa en kg/m³.

Se determinan valores que varían entre 1500 y 1700 kg/m³ para los agregados normales. Cuando se requiere de este valor se trataría de materiales pesados o ligeros y según corresponda le caso de proporcionarse por volumen el concreto. El cual establece dos (2) pesos unitarios. Peso Unitario Suelto (PUS) y peso unitario compactado (PUC).

Peso Específico

Un buen indicador en cuanto a la calidad del material es el específico peso; donde no debe ser inferior de 2.6 el peso específico, además de corresponder a una buena calidad del material, mientras indiquen que los valores menores son de calidades malas (débiles, porosas además de tener mucho más cantidad de agua, etc.)

Contenido de Humedad

El material grueso contiene una cantidad de agua. Esta propiedad es importante ya que la cantidad de agua de la mezcla varía de acuerdo a su valor (en porcentaje). Se establece como la diferencia entre el peso del agregado secado en horno (24 hrs.) y el peso del agregado natural, se divide entre el peso natural del agregado y el total multiplicado por 100.

Absorción

El material grueso tiene la capacidad de absorber agua al relacionarse con este. Muy similar que el contenido de humedad, dicha propiedad tiende a influir en la relación agua/ cemento de acuerdo a la cantidad de agua.

Se establece como la diferencia entre el peso del agregado secado en horno (24 hrs) y el peso del agregado superficialmente seco, dividido entre el peso seco y todo multiplicado por 100.

Granulometría

Mediante la distribución de las partículas de los materiales se considera a este proceso granulometría.

La granulometría separa las muestras en cantidades del mismo tamaño, de acuerdo a las mallas empleadas.

Con el fin de establecer la granulometría de los materiales mediante los tamices se debe designar el tamaño de abertura cuadra en pulgadas.

Las especificaciones granulométricas de los materiales gruesos establecen 10 series, en conformidad a la norma técnica de Perú.

Tabla 3*Requisitos granulométricos astm c - 33*

AST	TAMAÑO NOMINAL	% QUE PASA POR LOS NORMALIZADOS TAMICES												
		4" 3	3"	2 1/2"	2"	1 1/2"	1"	3/4"	1/2"	3/8"	Nº4	Nº8	Nº1	
1	3 1/2" a 1 1/2"	10	90 a	25 a	0 a	0 a 5								
2	2 1/2" a 1 1/2"			100	90 a	35 a	0 a	0 a 5						
3	2" a 1"			100	95 a	35 a	0 a		0 a 5					
357	2" a Malla			100	95 a		35 a		10 a		0 a 5			
4	1 1/2" a 3/4"				100	90 a	20 a	0 a		0 a 5				
467	1 1/2" a				100	95 a		35 a		10 a	0 a 5			
5	1" a 1/2"					100	90 a	20 a	0 a	0 a 5				
56	1" a 3/8"					100	90 a		10 a	0 a 15	0 a 5			
57	1" a Malla					100	95 a		25 a		0 a 10	0 a		
6	3/4" a 3/8"						100	90 a	20 a	0 a 15	0 a 5			
67	3/4" a Malla						100	90 a		20 a	0 a 10	0 a		
7	1/2" a Malla							100	90 a	40 a	0 a 15	0 a		
8	3/8 a Malla								100	85 a	10 a	0 a	0 a	

Fuente: Elaboración Propia

Agua

La Norma Técnica Peruana (NTP 339.088, 2006). Determina que el agua a utilizarse en el proceso del cemento mediante la hidratación y el crecimiento de sus propiedades, el cual para ejercer su función en la mezcla química este componente debe establecer ciertas normas, de manera que no ocasione problemas colaterales, al tener alguna sustancia que afecte a la mezcla.

Agua de mezcla

Las funciones del agua en el concreto son:

- Para hacer hidratado, el agua debe reaccionar con el cemento.
- Para ayudar a la trabajabilidad, el agua en la mezcla debe portarse como lubricante.
- Con el fin de que tengan espacio los productos de hidratación para desarrollarse se debe prevenir en la estructura los necesarios vacíos en la pasta.

Además por razones de trabajabilidad se determina en la mezcla la cantidad de agua, necesariamente para hidratar el cemento. La inicial dificultad del agua de mezcla está presente en las impurezas y el porcentaje de las mismas, en el cual mediante las químicas reacciones alteran el normal comportamiento de la pasta de cemento.

Para la elaboración de concretos en obra se debe utilizar agua potable, de consumo humano, además en el país son escasas las que se cumplen con las señaladas limitaciones, ante todo al contenido de carbonatos y sulfatos.

Por lo tanto indicar que para elaboración de concreto y mortero con aguas consideradas nada aptas para el consumo humano llegan a servir, estableciendo así las impurezas de los demás materiales y el tipo de cemento.

Consideraciones de agua de mezcla

- El agua no ha de contener en disueltas o en suspensión sustancias que afecten el fraguado del cemento.
- Si el $\text{PH} < 7$ las aguas puras (lluvia) son consideradas ácidas.
- Se considera Agua potable por no contener materia orgánica y ser inodora, incolora, fresca, insípida.
- La mayoría de problemas del concreto con relación al agua se relacionan con la cantidad más no con la calidad.
- Determinar ensayos de resistencia mecánica, estabilidad del volumen y ensayos comparativos de cementación cuando dudes de la calidad del agua.

Agua para curado

Entonces, las aguas para el curado deben cumplir las mismas normas que se exigen para el agua de mezcla, es constante en las obras el uso de suministros de agua tanto como para el curado y la preparación.

El proceso del curado consiste en contener el concreto pero húmedo por muchos días después de su aplicación, estableciendo la reacción química entre el agua (Hidratación del Cemento) y el cemento. Se determina que a los 7 días de vaciado el concreto alcanza el 70% de su resistencia.

Las condiciones de temperatura y humedad durante este inicial periodo es determinante para su resistencia final del concreto. La resistencia del 30% o más, si la temperatura baja a 5°C o menos durante los primeros días se puede obtener un secado prematuro del concreto, a no ser que perdure el concreto húmedo por un cierto tiempo posterior a la disminución de la temperatura. La resistencia puede reducir hasta el 50% en la congelación del concreto fresco.

Cenizas de Rastrojos de Maíz

Definición de los Rastrojos de Maíz.

Es una planta que tiene un crecimiento acelerado; se determina por tener sus hojas a un metro de longitud y hasta 10 centímetros de ancho, siendo al tacto ásperas además el tallo es rígido, simple y sólido. Además, es parte de la familia de las Paseas, con un crecimiento acelerado, alcanzado los dos metros de altura de lo contrario le faltaría agua. El determinado proceso se realizará con cultivos de Plantas de Maíz encontrado en el kilómetro 4 la campiña con dirección a cambio puente. (Cruz, 2008, p. 37)

Definición de Cenizas de Rastrojos de Maíz

Según Cruz,(2008, p 38) Se define los rastrojos de maíz como planta seca; al calcinarse a 400°C, obteniendo una composición de sanidina (Na, k)AlSi₃O₈) y Caolinita (Al₂Si₂O₅ (OH)₄, KCa (PO₃)₃, Na₄Ca (So₄)₃;; que obtiene una mayor composición de puzolana.

Características químicas y mineralógicas de rastrojos de maíz:

Composición mineralógica:

Tabla 4

Componentes de tipo mineral mayoritarios (XXX), secundarios (XX) y minoritarios o posibles (X)

MINERAL	FORMULA	COMPONENTES MINERALES				
		MX-R1-HG-1	MX-R1-HG-2	MX-R2-HG-3	MX-H-HG-4	MX-T-HG-5
Calcita	CaCO ₃	x	xx			xx
Hidrgeno	K ₃ HPO ₄	x	xx			x
Silvina	KCl	x	xx	x		xx
Cuarzo	SiO ₂	xx	xxx	xx		
Anortita	CaAl ₂ Si ₂ O ₈	xx			Muy amorfa,	
Sanidita	(Na,K)AlSi ₃ O ₈	xxx	xxx	xx		xxx
Albita	NaAlSi ₃ O ₈		x		imposible de	
Cristobalita	SiO ₂	xx			identificar	
Caolinita	Al ₂ Si ₂ O ₅ (OH) ₄		xx			x
	Na ₄ Ca(SO ₄) ₃	xxx				
	KCa(PO ₃) ₃	xxx				x
Moscovita	KMgAlSi ₄ O ₁₀ (OH) ₂		x			

Fuente: (Cruz, 2008)

Composición Química

Las cenizas de rastrojos de maíz contienen la composición química siguiente:

Tabla 5

Composición química de las cenizas de rastrojo de maíz

COMPONENTES	SIMBOLOGÍA	PORCENTAJES EXISTENTES
SILICIO	(SiO ₂)	70,20%
ALUMINIO	(Al ₂ O ₃)	0,88%
CALCIO	(CaO)	5,10%

Fuente: Universidad San Antonio Abad Del Cusco

Tabla 6

Comparación del rastrojo de maíz con el cemento

RASTROJO DE MAIZ		CEMENTO	
COMPUESTO	PORCENTAJE	COMPUESTO	PORCENTAJE
SiO ₂	47.62%	SiO ₂	20% - 27%
Al ₂ O ₃	0.00%	Al ₂ O ₃	4% - 7%
CaO	5.16%	CaO	61% - 67%
MgO	4.12 %	MgO	1% - 5%

Fuente: Elaboración Propia

Producción

Nacional:

La producción en año 2019 según (INEI) es de 108 mil 739 Tn.

Local:

La producción en el 2019 según (INEI) es de 133Tn. (Chimbote-kilómetro 4 la campiña).

Accesibilidad Local

El lugar donde se extraerá el rastrojo de maíz será en el kilómetro 4 la campiña, Ciudad de Chimbote.

Teniendo que coger un carro de Chimbote hacia el kilómetro 4 la campiña y después caminar una cuadra, para llegar al lugar del cultivo.

Accesibilidad Nacional

El lugar donde se extraerá el rastrojo de maíz será en la Ciudad de Trujillo.

Teniendo que coger un carro de Chimbote hacia Trujillo, para luego llegar a la zona de cultivo.

Cáscara de huevo

Definición:

Primero, capa que protege la clara y la yema de los agentes externos; Segundo, material deshecho que no se recicla por desconocer sus propiedades; y Tercero, de acuerdo al ensayo que se realizó a las cáscaras de huevo pulverizada de gallina se la puede definir como elemento solido compuesto en su mayoría de 44.9% de óxido, de 36.0% de calcio, de 18.2 % de carbono y 0.3% magnesio estas últimas en pocas cantidades, tal como muestra en el cuadro siguiente.

Estos resultados descritos permiten señalar que la cascara de huevo contiene un importante porcentaje de calcio, lo que implica que podría utilizarse en el concreto para generar otras opciones adecuadas de concreto en combinación con otros materiales.

En si las cáscaras huevo están atravesadas por muchos poros que conforman reductos o túneles entre los cristales minerales y establecen un cambio gaseoso entre el exterior e interior. El valor oscila entre 7 000 hasta 15 000.

La cáscara posee un color según la raza de la gallina que puede ser marrón o blanco, dependiendo su concentración de pigmentos, determinados porfirinas, no genera afectación a la calidad, tampoco a las nutritivas propiedades del huevo por ser enviados a la matriz cálcica.

La cascara principalmente depende del metabolismo mineral propio de la gallina para determinar la calidad o resistencia y una determinada alimentación. Los factores de calidad de las cáscaras son: el estado sanitario, la temperatura ambiente y la genética.

Tabla 7

Comparación de cáscara de huevo con el cemento

Cascara de huevo		Cemento	
Compuesto	Porcentaje	Compuesto	Porcentaje
SiO ₂	0.00%	SiO ₂	20% - 27%
Al ₂ O ₃	0.00%	Al ₂ O ₃	4% - 7%
CaO	36.0 %	CaO	61% - 67%
MgO	0.3%	MgO	1% - 5%

Fuente: Elaboración Propia

Composición química de las cáscaras de huevo

Gómez, D. (2011, p. 16), en su Tesis “Cuantificación de Calcio en soluciones caseras que contienen cáscara pulverizada de huevo de gallina (*Gallus gallus*)”. Investigación realizada para obtener el Título Profesional de Química Farmacéutica. Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala. La composición química de la cáscara de huevo de gallina es de 95.1% de minerales, 1.6% de agua, el carbonato de calcio contiene el 93.6% en forma de calcita, 0.73% de fosfato Tricalcico, 0.8% de carbonato de magnesio y 3.3% finalmente de materia orgánica.

Tabla 8

Composición química de las cáscaras de huevo

Ensayo	Análisis	Unidad de medida
pH	12,1	ppm
arsénico	<3,0	ppm
Antimonio	<0,10	ppm
Metales pesados	<20	ppb
Mercurio	0,025	ppm
Selenio	55	ppm
Plata	8,29	ppm
Sulfuro	0.034	%
Aluminio	<20	ppm
Bario	30,9	ppm
Cadmio	<5	ppm
Calcio	655000	ppm
Cromo	<10	ppm
Cobalto	<5	ppm
Cobre	<2,5	ppm
Hierro	10	ppm
Magnesio	5440	ppm
Manganeso	<1.5	ppm
Níquel	<4	ppm
Fosforo	1470	ppm
Potasio	<500	ppm
Sodio	610	ppm

Fuente: Ríos Ichiparra

Características y propiedades de las cáscaras de huevo

a. ¿Qué contienen las cáscaras de huevo?

Mayormente la cáscara de huevo está compuesta de pequeñas cantidades de carbonato de calcio, carbonato de magnesio y fosfato de calcio.

Del peso total del huevo se estima que el 10% corresponde a la cáscara y gracias a su dureza y grosor protegen el contenido.

Se encuentra cubierta por una capa fina que tapa los poros y acelera la capacidad de proteger agentes exteriores. Así que, poco antes de ser consumido el huevo no debe ser lavado, debido a lo cual el agua elimina la capa externa y conseguiría variar la conservación del huevo.

b. ¿Qué color debe tener la cáscara de huevo?

Existen distintas razas de gallinas por lo que encontraremos en el mercado huevos de distintos colores, por ende algunos blancos, otros de color marrón o pardo. No establece alguna diferencia en sus cualidades, ni propiedades nutricionales con respecto al color del huevo. La forma de la alimentación de la gallina determina el tamaño del huevo.

c. ¿Cómo se realiza el polvo de cáscara de huevo?

El proceso de la pulverización de cáscaras de huevo son:

- Apertura de los huevos y extracción del contenido.
- Limpieza de la cáscara huevo para eliminar las membranas.
- Las cáscaras de huevo son secados al aire libre.
- Pulverizado de cáscaras de huevo.
- Se convierte en polvo las cáscara de huevo con batan.

Producción

Nacional:

La producción en el año 2019 según (SIEA) es de 34,5 Tn.

Regional:

La producción en el año 2019 según (SIEA) es de 12 Tn.

Accesibilidad Local

El lugar donde se extraerá las cáscaras de huevo se ubicará en la Ciudad de Chimbote.

Teniendo que coger un carro de Chimbote hacia el mercado progreso y después tener que localizar los puestos de huevos.

Accesibilidad Nacional

El lugar donde se extraerá la cáscara de huevo será en la Ciudad de Lima.

Teniendo que coger un carro de Chimbote hacia Lima y después coger nuevamente un carro, para llegar a la calera.

Matriz de conceptualización y operacionalización de variables:

VARIABLE DEPENDIENTE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	INDICADORES
Resistencia a la compresión	Se define por resistencia a la compresión a la capacidad de soporte de un área de contacto al recibir cargas de compresión, normalmente se expresa en kilogramos por cuadrados (Kg/cm ²) Bartolomé, E. (2011)	La resistencia a la compresión será evaluada mediante el ensayo de rotura a los especímenes patrón, que consiste en aplicar una carga axial de compresión a una velocidad de carga prescrita, hasta que se presente la falla. Según la norma NTP 334.051	Carga Axial: Fuerza que actúa a lo largo del eje longitudinal de un miembro estructural. 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.

VARIABLE INDEPENDIENTE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	INDICADORES
Combinación de cenizas de rastrojo de maíz y cáscara de huevo	Consiste en proporcionar y hacer prueba, basadas en un control de la 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)	Es la combinación de un porcentaje de Cenizas de rastrojo de maíz y un porcentaje de cáscara de huevo en un 12% y 16 % al concreto. Salvatierra, A.(2020)	Porcentajes: 12% (3% cenizas de rastrojo maíz + 9% C.Cáscara de huevo) 16% (4% cenizas de rastrojo de maíz + 12% C. Cáscaras de huevo)

En la investigación presente se determina la hipótesis siguiente: Sustituyendo al cemento en 12% y 16% por la combinación de cenizas de rastrojo de maíz y cáscara de huevo se lograría una resistencia mayor al de un convencional.

Objetivo General:

Determinar la resistencia a la compresión de un concreto sustituyendo al cemento por cenizas de rastrojo de maíz y cáscara de huevo.

En cuanto a objetivos específicos:

- Determinar la temperatura de calcinación del rastrojo de maíz y cáscara de huevo aplicando el Ensayo ATD: Análisis Térmico Diferencial.
- Determinar las propiedades químicas de las cenizas de rastrojos de maíz y cáscara de huevo aplicando EFRX: fluorescencia de Rayos X.
- Determinar el PH de las Cenizas de rastrojo de maíz y cáscara de huevo y la mezcla.
- Determinar el peso específico del patrón y experimental.
- Determinar la relación agua /cemento de la muestra de los concretos patrón y experimentales.
- Determinar la resistencia a la compresión de los concretos patrón y experimentales a los 7, 14,28 días de curado, y su comparación con resultados mediante la interpretación estadística.

II. Metodología:

Tipo y Diseño de Investigación:

➤ Tipo de Investigación:

Nuestra forma de averiguación es explicativa y aplicativa, de ese modo los valores obtenidos servirán para la solución de inconvenientes relacionados a la edificación, y explicativa porque se evaluará la resistencia que se logra cuando se sustituye al cemento por un porcentaje de cenizas de rastrojo de maíz y cáscara de huevo.

Asimismo en el contexto del proceso de la investigación sustentado en los principios del método científico se aplicaran los contenidos metodológicos de lo que concierne las bases teóricas referidas al campo del concreto y las fortalezas y bondades en cuanto a las composiciones químicas que ostentan los materiales a utilizarse, como lo constituyen las cenizas del rastrojo de maíz y la cáscara de huevo respectivamente.

➤ Diseño de Investigación:

Para esta averiguación se determina un diseño basado en la experimentación de nivel cuasi experimental, porque constituye un proceso metodológico fundamentado en el método científico, en el cual se busca comparar la resistencia a la compresión de los diseños referidos a la mezcla de concreto modificados al sustituir de manera parcial al cemento por cenizas de rastrojo de maíz y cáscara de huevo en las combinaciones del 12% y 16%, con los diseños de mezcla de concreto no modificadas, teniendo en cuenta el conocimiento de la información de que ambos materiales registran propiedades químicas adecuadas como para ser utilizadas como estímulos de investigación en el concreto.

Se trabajará en el proceso de experimentación con dos grupos de diseños para la mezcla de concreto, por un lado a los diseños para la de mezcla de concreto convencional sin modificación ($F'c$ 210 Kg/cm²) al cual se le denominara como Grupo Control y por otro lado a los diseños de mezcla de concreto modificadas al sustituir al cemento por los materiales referidos al mismo que más adelante se le denominará como Grupo Experimental.

Para concretizar los resultados del proceso de experimentación se aplicaran los ensayos y pruebas correspondientes las cuales se realizaran en un laboratorio respectivo de Mecánica de Suelos, donde el investigador ha de planificar y controlar las actividades de su ejecución y asimismo estará en contacto con los procedimientos metodológicos que implican las actividades de aplicación de dichos ensayos, buscando obtener los resultados del proceso de investigación de acuerdo al requerimiento de los objetivos formulados.

DÍAS DE CURADO	Resistencia a la compresión de un concreto sustituyendo al cemento por cenizas de rastrojo de maíz y cáscara de huevo		
	Muestra Patrón	Combinación I Cenizas de rastrojo de maíz 3% + Cenizas de cáscara de huevo 9%	Combinación II Cenizas de rastrojo de maíz 4% + Cenizas de cáscara de huevo 12%
7 días			
			
			
14 días			
			
			
28 días			
			
			

Población y Muestra:

Población:

Se determina como el estudio del conjunto de probetas constituidos por 27 especímenes de diseño de mezcla de $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ no modificada y asimismo probetas de diseño de mezcla de concreto modificadas de manera convencional según las normas estándar de construcción establecidas y probetas de diseño de concreto modificados elaborados al sustituir al cemento por las combinaciones del 12% y 16% de ceniza de rastrojo de maíz y cáscara de huevo, considerando a la resistencia a la compresión en relación a las cantidades de los materiales a utilizarse. El diseño se elaboró en la Universidad San Pedro en el laboratorio de suelos considerando la resistencia a la compresión en relación a su diseño de concreto.

Muestra:

Conjunto de probetas constituidos por 9 patrón y 18 experimental de diseño de mezcla de concreto elaborados de manera convencional según las normas estándar de construcción establecidas y probetas de diseño de concreto modificadas en la sustitución del cemento por las combinaciones de cenizas de rastrojo de maíz y cáscara de huevo en 12% y 16%, seleccionadas por conveniencia, de acuerdo al tiempo disponible, sobre la resistencia a la compresión, considerando el diseño de concreto equivalente a $F'c=210 \text{ KG/CM}^2$ como base (patrón).

Desarrollando 9 probetas por cada material según el porcentaje de sustitución, el tipo de muestreo será por conveniencia, debido a los factores económicos y tiempo.

Siendo la repartición de las probetas de diseños de mezcla de concreto de acuerdo a los grupos de estudio la siguiente:

- 9 probetas patrón (0% de sustitución) es decir se harán probetas comunes con los agregados de cemento, arena, piedra y agua, cuya rotura se realizará a los 7, 14 y 28 días.
- 9 probetas experimental (12% de sustitución) es decir se sustituirá al cemento por 3% de cenizas de rastrojo de maíz y 9% de cáscara de huevo, cuya rotura se realizará a los 7, 14 y 28 días.

- 9 probetas experimental (16% de sustitución) es decir se sustituirá al cemento por 4% de cenizas de rastrojo de maíz y 12% de cáscara de huevo, cuya rotura se realizará a los 7, 14 y 28 días.

Técnicas e Instrumentos de Investigación:

Técnica	INSTRUMENTOS	AMBITOS DEL ESTUDIO
La Observación Científica	-Guía de observación Resumen. -Fichas técnicas del laboratorio De las pruebas a realizar.	GRUPO CONTROL: Muestras de probetas de diseño de mezclas de concreto sin modificación. GRUPO EXPERIMENTAL: Muestras de probetas de diseño de mezclas de concreto modificadas al sustituir cemento por las combinaciones del 12% y 16% de ceniza de rastrojo de maíz y cáscara de huevo.

Se aplicará como técnica la observación científica y los instrumentos referidos ya que en este proceso de experimentación para lograr la mediación de las variables de estudio, se planificara y controlara las actividades del proceso de manera directa, es decir estaremos directamente en contacto con las unidades de análisis correspondientes, para lo cual para conseguir cumplir con todo este procedimiento se deberá aplicar obligatoriamente los ensayos y pruebas técnicas respectivas, donde debe ser anotado de manera moderada la captación del agregado a utilizarse. Así debiendo de a notar lo más rápido que se pueda de todo lo percibido, cuando no se obtenga apuntes en el mismo momento. Para permitir desarrollar sistemas de organización y clasificación de la investigación se emplea una herramienta como guía de observación.

Procesamiento y Análisis de la Información:

El procedimiento de notas determinó los ensayos respectivos ayudándose en el cálculo con Excel y SPSS v21 para la investigación del actual estudio.

Datos importantes en la determinación del análisis de la investigación:

- Medida de dosificación en lo que respecta al Diseño de Mezcla con la sustitución del cemento en un 12% por la combinación de (3% ceniza de rastrojos de maíz y 9% de ceniza de cáscaras de huevo) y 16% por la combinación de (4% ceniza de rastrojo de maíz y 12% cenizas de cáscaras de huevo).
- Desarrollado mediante gráficos, tablas, promedios, porcentajes, varianza y para determinar la hipótesis una prueba ANOVA.

Metodología De Trabajo:

➤ La extracción de Agregados:

Se procedió con la extracción del agregado grueso además de fino de la cantera Rubén - Chimbote para elaborar las probetas tanto el caso de la patrón como las experimentales que fueron conducidas al laboratorio respectivo de Mecánica de Suelos de la Universidad San Pedro.

➤ Rastrojos de Maíz:

Adquisición De Rastrojos De Maíz:

El rastrojo de maíz fue obtenida en centro poblado cambio puente, ingresando a santa clemencia.

Limpieza y Secado Del Rastrojo De Maíz:

Se procede a realizar la limpieza del rastrojo de maíz y posteriormente se deja secar de 3 a 4 días al interperie.

Polvo Del Rastrojo De Maíz:

Se procedió a triturar con el batán o piedra de moler en una superficie completamente limpia y tamizarlo mediante de la malla #200 de abertura de 0.0075 mm, con el polvo que se obtuvo fue ensayado a través un análisis térmico de tipo diferencial útil para la determinación de la temperatura respecto a la calcinación.

Pre-Quemado del Rastrojo de maíz:

Para poder quemar el rastrojo de maíz primero se introdujo las hojas en todo el diámetro del cilindro, luego se comenzó a echar el tallo y se compacto por capas.

Después lo prendemos con fuego y lo dejamos quemar.

Por ultimo dejamos reposar por 2 días para que el material pueda enfriar en el cilindro.

Para este ensayo del pre quemado se utilizó 30 sacos de rastrojo de maíz.

Calcinación de la Ceniza de Rastrojo de maíz:

Posterior a la realización del ensayo de ATD, una vez obtenidos los resultados del material para luego pasar a calcinarlo a una temperatura de 450 °C y con un tiempo de 1:30 (hora y media) controlado, al final el producto se tritura y tamiza para luego pasar por la malla #200 de 0.0075 mm. La ceniza de rastrojo de maíz obtenido se sometió a un análisis de Fluorescencia con Rayos X y así poder determinar su inicial composición de sílice.

➤ Cáscaras de huevo:

Adquisición de las cáscaras de huevo:

Las cascaras de huevo fueron obtenidas en la ciudad de Chimbote, de una de las pastelerías.

Limpieza y Secado de la cáscara de huevo:

Para poder usar las cáscaras de huevo primero se condujo a remojarlas en el agua por un día para poder desprender las membranas, luego dejar secar de 2 a 3 días al aire libre.

Polvo de cáscara de huevo:

Se procedió a triturar con el batán o piedra de moler en una superficie completamente limpia y tamizarlo mediante la malla #200 de abertura de 0.0075 mm, lo que se obtiene en polvo fue ensayado a través de un análisis térmico específicamente diferencial con el fin de establecer la temperatura de calcinación.

Calcinación de las cáscaras de huevo:

Posterior a la realización del ensayo de ATD y tras obtener los resultados que se obtienen del material para luego proceder a la calcinación a una temperatura de 910°C y un tiempo de 1:30 (hora y media) controlado, al finalizar el producto se tritura y tamiza para luego pasar por la malla #200 de 0.0075 mm. La ceniza de rastrojo de maíz que se obtuvo fue analizada con la Fluorescencia de Rayos X útil para la determinación de la inicial composición de calcio.

➤ Elaboración de probetas experimental y patrón:

De manera previa al diseño de mezcla pudo procederse con el ensayo de los agregados y así se obtuvo los diferentes valores de las propiedades tanto mecánicas como físicas, todas necesarias para diseñar la mezcla, también se procedió a calcular la dosificación del concreto experimental y patrón.

Contando con la dosificación de los materiales que se utilizaron se procedió a buscar la relación A/C del concreto, precisamente desde el ensayo de asentamiento del concreto patrón cuya relación fue de A/C de 0.70, en el caso experimental 1 A/C de 0.70 y experimental 2 A/C de 0.71, tal ensayo se pudo realizar en el laboratorio de Mecánica de Suelos (Universidad San Pedro).

Los procedimientos en los moldes para elaborar el concreto se basó en la Norma ASTM C192 así como en la AASHTO T126.

Respecto al ensayo propio a la compresión de las probetas que se obtuvieron al elaborarse los moldes de concreto tuvieron como ensayos a edades de 7, 14 y 28 días dentro del laboratorio de materiales (Universidad San Pedro).

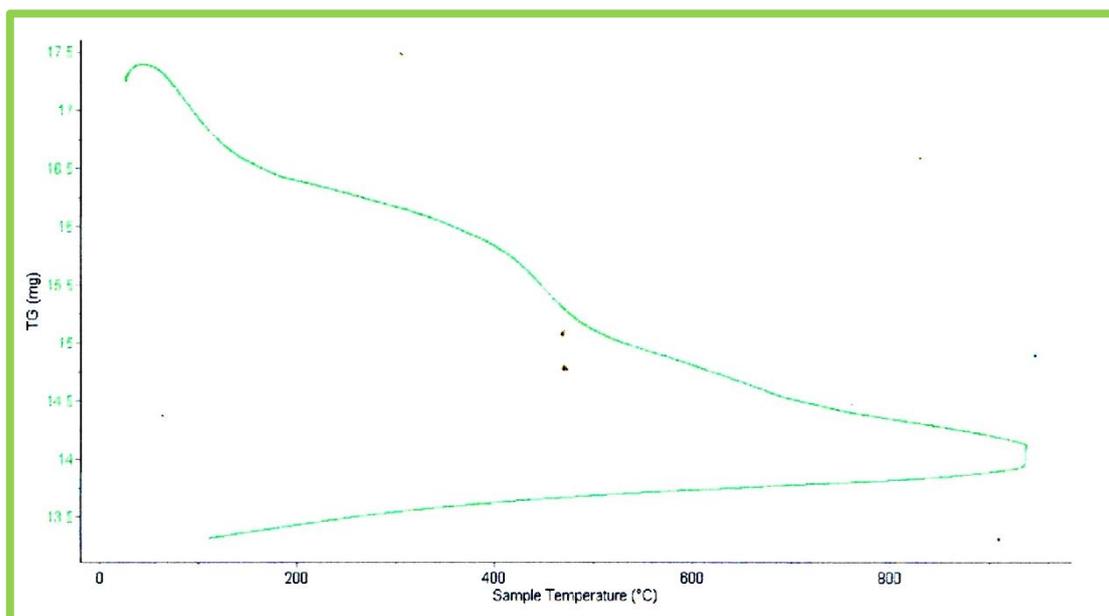
III. Resultados:

Análisis Térmico Diferencial:

Rastrojo de Maíz:

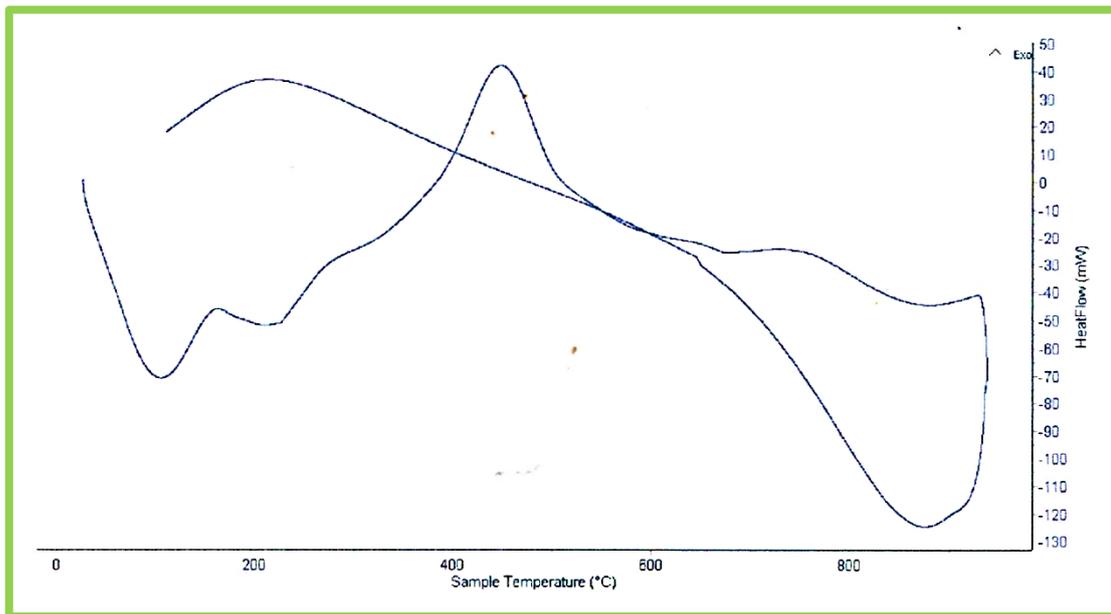
El paso siguiente consistió en el análisis de la óptima temperatura de calcinación, a través del Análisis Térmico Diferencial llevado a cabo en el Laboratorio de Polímeros (Universidad Nacional de Trujillo). El equipo que se utilizó fue un Analizador Térmico simultáneo TG_DTA_DSC Cap. Max.: 1600 °C SetSys_Evolution. Pudo emplearse una tasa de calentamiento de hasta 20°C/min, comprendiendo Gas de trabajo así como Flujo de Nitrógeno 10 ml/min, como rango de trabajo se consideró 25 – 900 °C y una masa analizada de muestra de 17.4 mg.

Los resultados de este análisis aparecen en las Figura 2 y Figura 3.



Fuente: Laboratorio de Polímeros (UNT).

Figura 2 .Gráfico de Curva de pérdida de masa – análisis termo gravimétrico – Rastrojo de maíz.



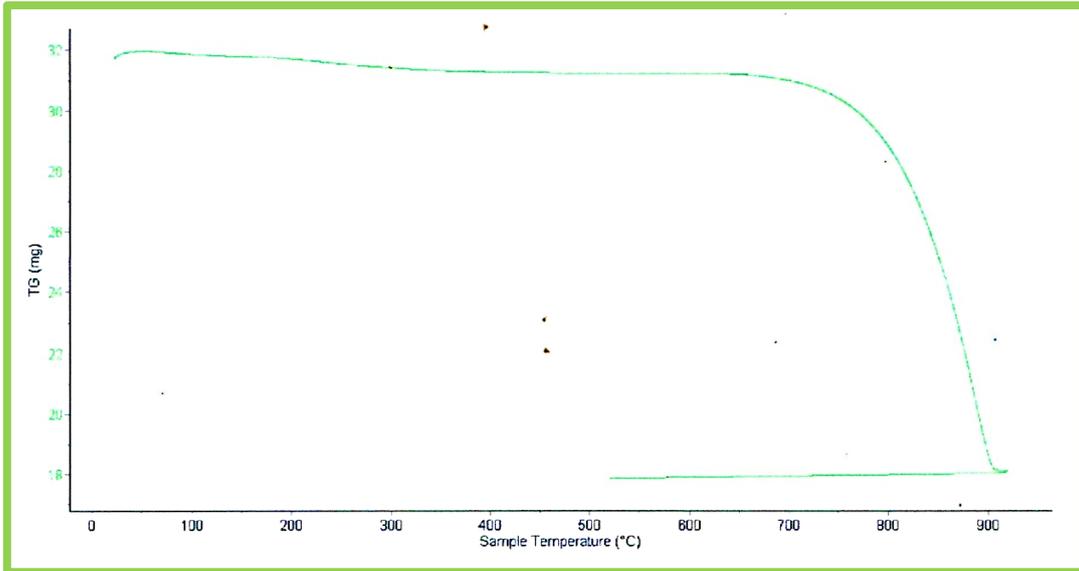
Fuente: Laboratorio de Polímeros (UNT).

Figura 3. Gráfico de Curva calorimétrica DSC – Rastrojo de maíz.

En conformidad al ATD el polvo del rastrojo de maíz pudo calcinarse a 450°C, el lapso de calcinación comprendió 1:30 (hora y media) según la referencia de coronación.

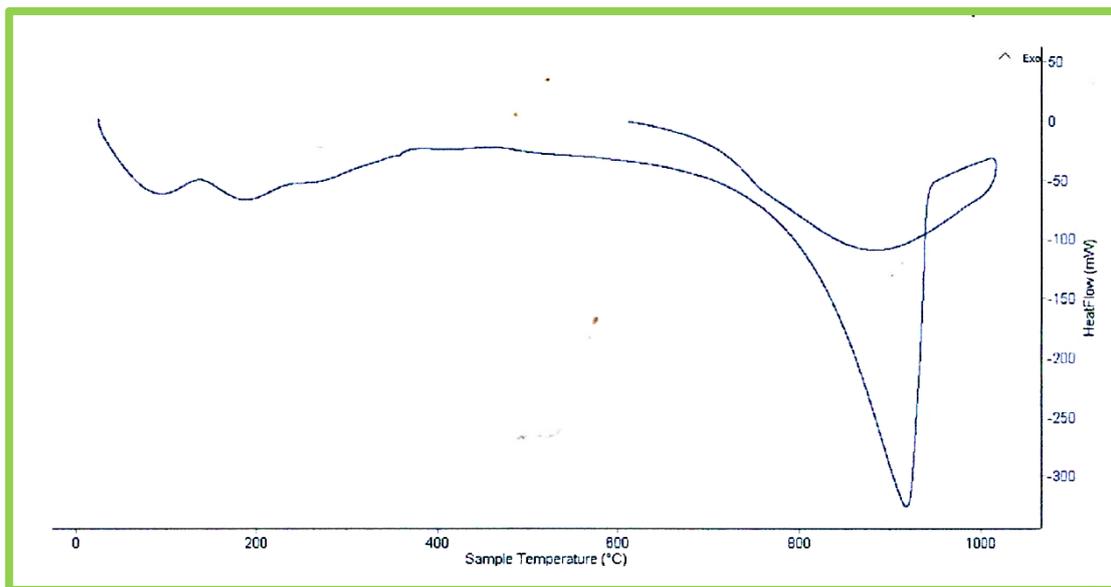
Cáscara de Huevo:

El paso siguiente consistió en el análisis de la óptima temperatura de calcinación, a través del Análisis Térmico Diferencial dentro del Laboratorio de Polímeros (Universidad Nacional de Trujillo). Se utilizó como equipo un Analizador Térmico simultáneo TG_DTA_DSC Cap. Max.: 1600 °C SetSys_Evolution. Pudo emplearse una tasa de calentamiento de 20°C/min, Gas de trabajo así como Flujo de Nitrógeno 10 ml/min, el rango de trabajo fue de 25 – 1000 °C y masa analizada de muestra de 32.1 mg.



Fuente: Laboratorio de Polímeros de la UNT.

Figura 4. Gráfico de Curva de pérdida de masa – análisis termo gravimétrico – Cáscara de huevo



Fuente: Laboratorio de Polímeros (UNT).

Figura 5. Gráfico de Curva calorimétrica DSC – Cáscara de huevo

El polvo de la cáscara de huevo según el ATD quedó calcinado a 910 °C, el tiempo que duro la calcinación alcanzo los 120 minutos tal como consta en la referencia de coronación.

Composición Química de los Materiales:

La determinación de los materiales quedo sujeto a un Análisis químico en cuanto a su composición en el Laboratorio de Arqueometria (Universidad Nacional Mayor de San Marcos). Un Espectrómetro de Fluorescencia de Rayos X fue el equipo que se utilizó.

Rastrojo de Maíz:

Tabla 9

Composición elemental de la muestra de ceniza de rastrojo de maíz en % de masa.

Oxido	Concentración % masa	Normalizado al 100%
Al ₂ O ₃	2.670	3.689
SiO ₂	40.804	56.359
P ₂ O ₅	0.233	0.322
SO ₂	1.264	1.745
ClO ₂	6.585	9.095
K ₂ O	9.242	12.765
CaO	7.549	10.427
TiO	0.349	0.483
Cr ₂ O ₃	0.008	0.011
MnO	0.266	0.368
Fe ₂ O ₃	3.197	4.416
Ni ₂ O ₃	0.003	0.004
CuO	0.020	0.028
ZnO	0.120	0.166
As ₂ O ₃	0.003	0.004
BrO ₂	0.016	0.022
SrO	0.030	0.042
Y ₂ O ₃	0.004	0.005
ZrO ₂	0.009	0.012
OsO ₄	0.007	0.009
IrO	0.033	0.030
Total	72.400	100.00

Fuente: Laboratorio especializado de Arqueometria (Facultad de Ciencias Físicas de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos).

Cáscara de Huevo:

Tabla 10

Composición elemental de estas cenizas de cáscara de huevo en % de masa.

Oxido	Concentración % masa	Normalizado al 100%
Al ₂ O ₃	2.636	2.561
SiO ₂	1.234	1.199
SO ₂	0.941	0.914
ClO ₂	0.145	0.141
K ₂ O	0.147	0.143
CaO	97.514	94.718
Cr ₂ O ₃	0.008	0.008
MnO	0.003	0.003
Fe ₂ O ₃	0.002	0.002
Ni ₂ O ₃	0.035	0.034
As ₂ O ₃	0.003	0.003
BrO	0.016	0.015
SrO	0.249	0.242
Y ₂ O ₃	0.004	0.004
ZrO ₂	0.009	0.009
Total	102.946	100.00

Fuente: Laboratorio especializado de Arqueometría (Facultad de Ciencias Físicas de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos).

Alcalinidad analizada de los Materiales:

Tabla 11

PH de los materiales empleados

MATERIALES	PH
Ceniza Cáscara de Huevo	12.40
Ceniza de Rastrojo de Maíz	10.84
Combinación 1: 12% combinación de rastrojo De maíz 3%+cáscara de huevo 9%+cemento 88%	12.70
Combinación 2: 16% Combinación de rastrojo De maíz 4%+cáscara de huevo 12%+cemento 84%	12.84

Fuente: Laboratorios especializados para ensayos Clínicos “COLECBI” S.A.C.

Relación Agua/Cemento:

Relación Agua/Cemento de Concreto Patrón:

Valores de Diseño utilizados:

De acuerdo a los datos producto de los ensayos que se realizaron con los materiales, cabe precisar que se trató del agregado grueso así como del agregado fino quedaron determinados a partir del peso compactado suelto, peso unitario suelto, contenido de humedad, granulometría, gravedad específica y absorción.

Con los datos obtenidos de dichos ensayos se realizó el diseño de mezcla para un concreto de 210 kg/cm² a los 28 días.

Cemento:

- Tipo I “Pacasmayo”
- Peso específico: 3.12

Agua

- Potable de la zona

Agregado Fino: CANTERA: RUBEN

- Peso específico de masa: 2.78
- Peso unitario suelto: 1611 kg/m³
- Peso unitario compactado: 1822 kg/m³
- Contenido de humedad: 0.44 %
- Absorción: 1.01%
- Módulo de fineza: 2.68

Agregado Grueso: CANTERA: RUBEN

- Tamaño Máximo Nominal: 3/4”
- Peso específico de masa: 2.85
- Peso unitario suelto: 1388 kg/m³
- Peso unitario compactado: 1504 kg/m³
- Contenido de humedad: 0.55 %
- Absorción: 0.64%

Selección del asentamiento

- Para que la mezcla tenga una consistencia plástica, el asentamiento que le corresponde de 3” a 4”

Volumen unitario de Agua

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

Relación Agua/Cemento

- Se obtiene una relación agua/cemento de 0.684.

Factor de Cemento

- F.C : $205 / 0.684 = 299.71 \text{ kg/m}^3 = 7.05 \text{ bolsas / m}^3$

Valores de diseño corregidos

- Cemento: 299.708 kg/cm³
- Agua efectiva: 211.217 lts/m³
- Agregado fino: 937.342 kg/m³
- Agregado grueso: 978.755 kg/m³

Proporciones en Peso

- Cemento: 1.00
- Agua efectiva: 29.95 lts/bolsa
- Agregado fino: 3.13
- Agregado grueso: 3.27

Proporciones en Volumen

- Cemento: 1.00
- Agua efectiva: 29.95 lts/bolsa
- Agregado fino: 2.90
- Agregado grueso: 3.51

Tabla 12

Dosificación del concreto por probeta patrón

Material por probeta	Peso (Kg)
Cemento	1.931
Agregado fino	6.041
Agregado grueso	6.308
Agua	1.361

Fuente: Laboratorio especializado de Mecánica de Suelos (Universidad San Pedro).

Relación Agua/Cemento de Concreto Experimental 12%:

Valores de Diseño empleados:

Se obtuvieron datos a partir del ensayo del peso específico que se combinó con cenizas de rastrojo de maíz y cáscara de huevo pudo realizarse el diseño de mezcla experimental.

CRM + CCH

- Peso específico: 3.47

Cemento:

- Tipo I “Pacasmayo”
- Peso específico: 3.12

Agua

- Potable de la zona

Agregado Fino: CANTERA: RUBEN

- Peso específico de masa: 2.78

- Peso unitario suelto: 1611 kg/m³
- Peso unitario compactado: 1822 kg/m³
- Contenido de humedad: 0.44 %
- Absorción: 1.01%
- Módulo de fineza: 2.68

Agregado Grueso: CANTERA: RUBEN

- Tamaño Máximo Nominal: 3/4"
- Peso específico de masa: 2.85
- Peso unitario suelto: 1388 kg/m³
- Peso unitario compactado: 1504 kg/m³
- Contenido de humedad: 0.55 %
- Absorción: 0.64%

Selección del asentamiento

- Para que la mezcla tenga una consistencia plástica, el asentamiento que le corresponde de 3" a 4"

Volumen unitario de Agua

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

Relación Agua/Cemento

- Se obtiene una relación agua/cemento de 0.684.

Pesos Corregidos por Humedad

- Cemento: 263.74 kg/cm³
- Combinación 3% C.RM + 9% C.C.H: 35.965 kg/m³
- Agua efectiva: 211.22 lts/m³
- Agregado fino: 937.34 kg/m³
- Agregado grueso: 978.76 kg/m³

Proporciones en Volumen

- Cemento: 1.00
- Combinación 3% C.RM + 9% C.C.H: 0.13 kg/m³
- Agua efectiva: 29.95 lts/bolsa
- Agregado fino: 3.55
- Agregado grueso: 3.71

Tabla 13

Dosificación del concreto por probeta experimental 12%

Material por probeta	Peso (Kg)
Cemento	1.699
Agregado fino	6.226
Agregado grueso	6.308
Agua	1.362
3% Ceniza de Rastrojo de Maíz	0.058
9% Ceniza Cáscara de Huevo	0.174

Fuente: Laboratorio especializado de Mecánica de Suelos (Universidad San Pedro).

Relación Agua/Cemento de Concreto Experimental 16%:

Valores de Diseño empleados:

Obtenidos los datos a partir del ensayo del peso específico con la combinación de ceniza de rastrojo de maíz y cáscara de huevo se diseñó de mezcla experimental.

CRM + CCH

- Peso específico: 3.46

Cemento:

- Tipo I “Pacasmayo”
- Peso específico: 3.12

Agua

- Potable de la zona

Agregado Fino: CANTERA: RUBEN

- Peso específico de masa: 2.78
- Peso unitario suelto: 1611 kg/m³
- Peso unitario compactado: 1822 kg/m³
- Contenido de humedad: 0.44 %
- Absorción: 1.01%
- Módulo de fineza: 2.68

Agregado Grueso: CANTERA: RUBEN

- Tamaño Máximo Nominal: 3/4”
- Peso específico de masa: 2.85
- Peso unitario suelto: 1388 kg/m³
- Peso unitario compactado: 1504 kg/m³
- Contenido de humedad: 0.55 %
- Absorción: 0.64%

Selección del asentamiento

- Para que la mezcla tenga una consistencia plástica, el asentamiento que le corresponde de 3" a 4"

Volumen unitario de Agua

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

Relación Agua/Cemento

- Se obtiene una relación agua/cemento de 0.684.

Pesos Corregidos por Humedad

- Cemento: 251.75 kg/cm³
- Combinación 4% C.RM + 12% C.C.H: 47.953 kg/m³
- Agua efectiva: 213.50 lts/m³
- Agregado fino: 937.34 kg/m³
- Agregado grueso: 978.76 kg/m³

Proporciones en Volumen

- Cemento: 1.00
- Combinación 4% C.RM + 12% C.C.H: 0.19 kg/m³
- Agua efectiva: 29.95 lts/bolsa
- Agregado fino: 3.72
- Agregado grueso: 3.88

Tabla 14

Dosificación del concreto por probeta experimental 16%

Material por probeta	Peso (Kg)
Cemento	1.622
Agregado fino	6.222
Agregado grueso	6.308
Agua	1.372
4% Ceniza de Rastrojo de Maíz	0.077
12% Ceniza Cáscara de Huevo	0.232

Fuente: Laboratorio especializado de Mecánica de Suelos (Universidad San Pedro).

Ensayo respecto a Compresión:

Ensayo respecto a Compresión Probetas Patrón:

Ensayo respecto a Compresión de Probetas Patrón a 7,14 y 28 Días:

Tabla 15

Datos sobre Ensayo a Compresión de Probetas Patrón a los 7,14 y 28 días de Curado

MUESTRA	CURADO (Días)	PROBETA (Código)	PESO	PESO	AREA (cm2)	CARGA APLICA DA (KGF)	RESISTEN CIA (KG /CM2)	RESISTEN CIA PROM. (KG /CM2)	PORCEN TAJE (%)	PORCEN TAJE PROM. (%)
			ANTES DE CURADO (Kg)	DESPUES DE CURADO (Kg)						
PROBETA PATRON	7	P1-P	13.62	13.68	182.41	32310	177.12	172.77	84.34	82.27
		P2-P	13.61	13.66	182.41	30190	165.50			
		P3-P	13.79	13.85	182.41	32050	175.70			
	14	P4-P	13.77	13.85	182.17	33940	186.31	193.12	88.72	91.96
		P5-P	13.76	13.85	182.17	36000	197.62			
		P6-P	13.46	13.55	182.17	35600	195.42			
	28	P7-P	13.71	13.80	182.41	42660	233.86	231.39	111.36	110.18
		P8-P	13.71	13.80	182.41	39180	214.79			
		P9-P	13.66	13.75	182.41	44790	245.54			

Fuente: Laboratorio de Mecánica de Suelos y Geotecnia (USP).

Tabla 16

Resistencia respecto a la Compresión Promedio

DIAS	% DE RESISTENCIA
1	25 – 35%
03	42 – 53%
07	70 – 85%
14	85 – 95%
28	100 – 120%
60	Sube entre 10 y 15 de la resistencia de 28 días

Fuente: Elaboración Propia

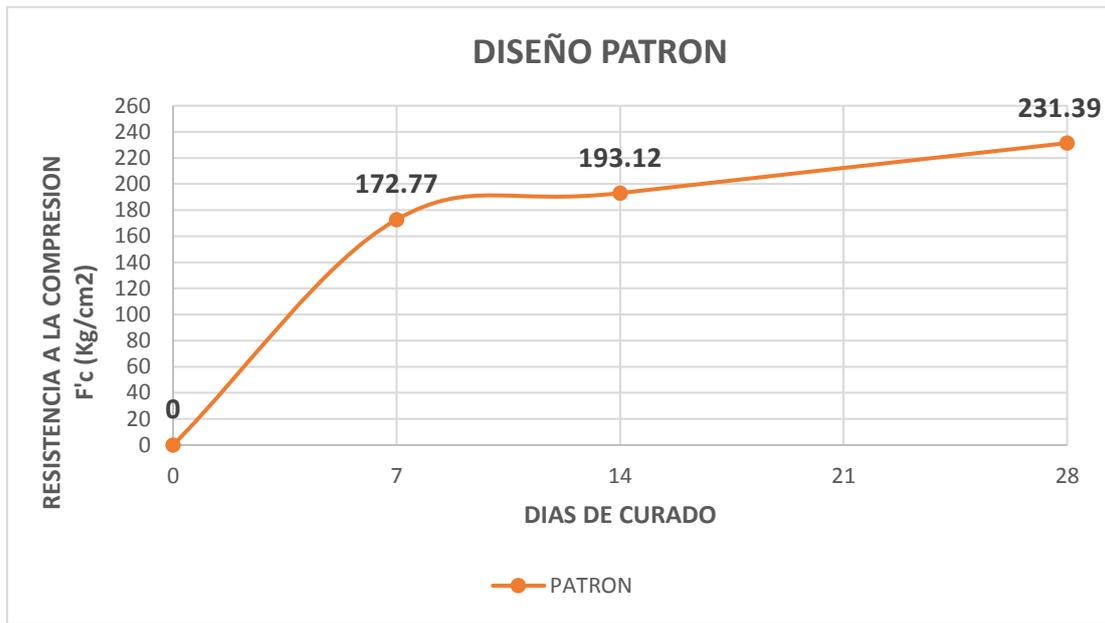


Figura 6. Gráfico de la Resistencia respecto a la Compresión Promedio a las edades de 7,14 y 28 días de curado de las Probetas Patrón

Ensayo respecto a Compresión Probetas Experimentales 12%:

Ensayo de Compresión de Probetas Experimentales 12% a 7 ,14 y 28 Días:

Tabla 17

Datos respecto del Ensayo a Compresión de Probetas Experimentales 12% a los 7, 14 y 28 días de Curado

MUESTRA	CURADO (Días)	PROBETA (Código)	PESO	PESO	AREA (cm2)	CARGA APLICA DA (KGF)	RESISTEN CIA (KG /CM2)	RESISTEN CIA PROM. (KG /CM2)	PORCEN TAJE (%)	PORCEN TAJE PROM. (%)
			ANTES DE CURADO (Kg)	DESPUES DE CURADO (Kg)						
PROBETA EXP. 12%	7	P1-E	13.66	13.70	180.26	26230	145.51	149.30	69.29	71.09
		P2-E	13.64	13.70	180.26	27440	152.22		72.48	
		P3-E	13.67	13.70	181.45	27250	150.18		71.51	
	14	P4-E	13.66	13.70	179.07	31270	174.62	181.23	83.15	86.30
		P5-E	13.58	13.60	180.26	33860	187.84		89.45	
		P6-E	13.58	13.60	177.89	32240	181.24		86.30	
	28	P7-E	13.57	13.60	179.07	34600	193.22	195.12	92.00	92.91
		P8-E	13.64	13.70	180.26	36010	199.77		95.13	
		P9-E	13.66	13.70	177.89	34220	192.37		91.60	

Fuente: Laboratorio de Mecánica de Suelos y Geotecnia (USP).

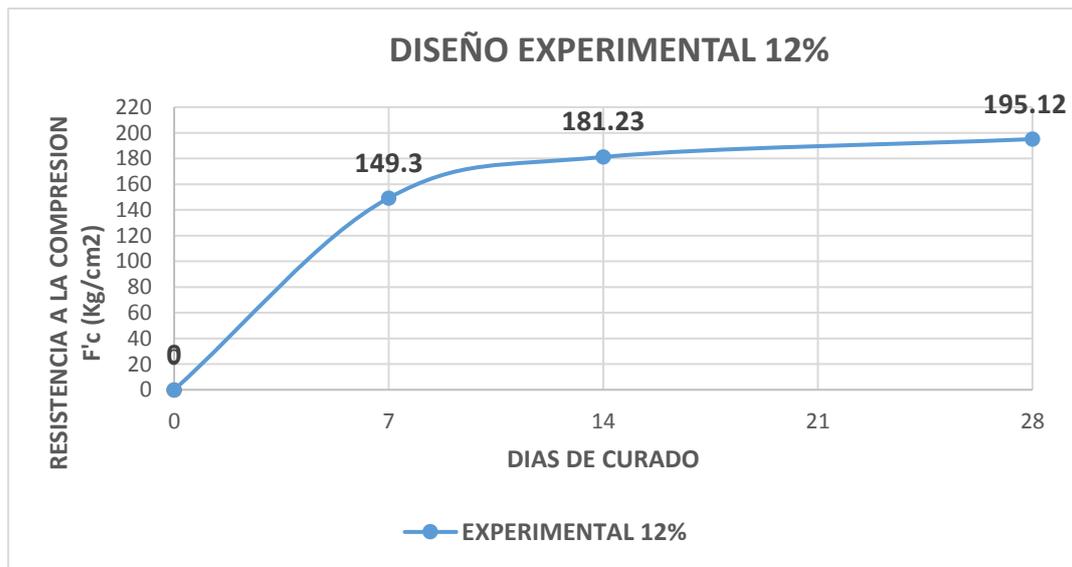


Figura 7. Grafica de la Resistencia respecto a la compresión promedio a las edades de 7,14 y 28 días de curado de las probetas Experimentales 12%

Ensayo respecto a la Compresión Probetas Experimentales 16%:

Ensayo de la Compresión de Probetas Experimentales 16% a 7,14 y 28 Días:

Tabla 18

Datos del Ensayo a Compresión de Probetas Experimentales 16% a los 7,14 y 28 días de Curado

MUESTRA	CURADO (Días)	PROBETA (Código)	PESO	PESO	AREA (cm2)	CARGA APLICA DA (KGF)	RESISTEN CIA (KG /CM2)	RESISTEN CIA PROM. (KG /CM2)	PORCEN TAJE (%)	PORCEN TAJE PROM. (%)
			ANTES DE CURADO (Kg)	DESPUES DE CURADO (Kg)						
PROBETA EXP. 16%	7	P1-E	13.70	13.75	179.07	17740	99.06		47.17	
		P2-E	13.70	13.75	177.89	17050	95.85	99.44	45.64	47.35
		P3-E	13.65	13.70	180.26	18640	103.41		49.24	
	14	P4-E	13.65	13.70	179.07	18760	104.76		49.89	
		P5-E	13.85	13.90	177.89	19600	110.18	108.73	52.47	51.78
		P6-E	13.50	13.55	179.07	19920	111.24		52.97	
	28	P7-E	13.70	13.75	179.07	19740	110.24		52.49	
		P8-E	13.60	13.65	177.89	19690	110.69	110.89	52.71	52.80
		P9-E	13.70	13.75	179.07	20010	111.74		53.21	

Fuente: Laboratorio de Mecánica de Suelos y Geotecnia (USP).

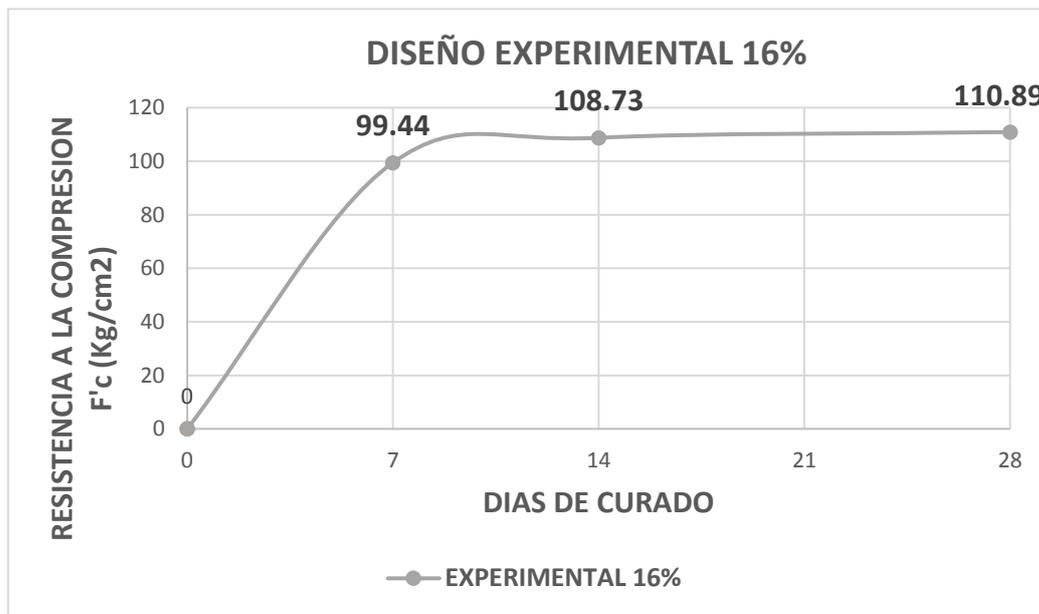


Figura 8. Grafica de la Resistencia a la compresión promedio a las edades de 7,14 y 28 días de curado de las probetas Experimentales 16%

Tabla 19

Resistencias a la compresión de probetas de concreto con sustitución de cemento por una combinación de ceniza de rastrojo de maíz y cenizas de cáscara de huevo según días de curado

Días de curado	Resistencia de concreto con ceniza		
	Patrón	12% (3CRM y 9CCH)	16% (4CRM y 12CCH)
7	172,27	149,30	99,44
14	193,12	181,23	108,73
28	231,39	195,23	110,89

Fuente: Resultados de los ensayos del laboratorio, USP

En la tabla 19 se puede apreciar que las resistencias a la compresión de las probetas de concreto son mayores a los 28 días de curado y menores resistencias de presenta a los 7 días de curado.

Después de verificar el cumplimiento de los supuestos de normalidad con Shapiro – Wilk (con un $p > 0.05$ para cada tratamiento) y homogeneidad de varianzas con la prueba de Levene ($p = 0.182$ y $p > 0.05$) de las resistencias medias obtenidas en las probetas de concreto en cada tratamiento (sustitución de cemento por una combinación de cenizas de rastrojo de maíz y cenizas de cascara de huevo) se procedió a realizar la prueba ANOVA

Tabla 20

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

Origen	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig
Ceniza	13877,459	2	6938,729	38,804	,002
Días curado	2265,284	2	1132,642	6,334	,058
Error	715,266	4	178,817		
Total	16858,009	8			

Fuente: Resultados de los ensayos del laboratorio, USP.

En la tabla 20 se puede visualizar que para la sustitución de cemento por una combinación de cenizas de rastrojo de maíz y cenizas de cascara de huevo (en 0%, 12% y 16%) el $p\text{-value} < \alpha$ ($p=0.002$, $p < 0.05$) entonces podemos decir que los datos muestran suficientes evidencias para rechazar la hipótesis nula (H_0 : resistencias medias iguales). Por lo que podemos concluir que con nivel de 5% de significancia las resistencias medias en kg/cm^2 logradas en las probetas de concreto, con sustitución de cemento por cenizas de rastrojo de maíz y cenizas de cascara de huevo en 0%, 12% y 16%, no son iguales. Es decir, existe una diferencia significativa entre las resistencias medias de las probetas de concreto.

También se tienen que para los días de curado $p\text{-value} > \alpha$ ($p=0.058$, $p > 0.05$) entonces podemos decir que las resistencias medias de las probetas de concreto no son diferentes a consecuencia de los días de curado (no existe un efecto significativo de los días de curado en las resistencias medias).

Tabla 21

Cálculo de la prueba de Duncan para verificar cuál de las resistencias medias de las probetas de concreto son diferentes.

Porcentaje de ceniza	Subconjunto para alfa = 0,05	
	1	2
16 %	106,3533	
12 %.		175,2533
0 %.		198,9267

Fuente: Laboratorio de mecánica de suelos y ensayo de materiales

0 % combinación	198,9267	a
12 % combinación	175,2533	a
16 % combinación	106,3533.....	b

En la tabla 21, después de realizar la prueba de Duncan podemos apreciar que las probetas de concreto que tienen mayor resistencia a la compresión corresponde a las probetas patrón y cuando tiene una sustitución del cemento por una combinación de 12% (ambas significativamente iguales) y las probetas que tienen menor resistencia son las que se sustituye el cemento por una combinación de 16% de cenizas.

IV. Análisis y discusión:

- ✓ Al realizar el análisis térmico diferencial del rastrojo de maíz, según en el análisis termo gravimétrico en la figura 2, se indicó que la muestra evidencia un par de pérdidas de masa en los 70 y 140 ° C y entre los 400 y 480 °C rangos de temperatura en donde el material pierde aproximadamente hasta un 20% de masa en relación a su inicial masa respecto a la máxima temperatura de ensayo. En total conformidad al análisis calorimétrico en la figura 3, se mostró un pico de absorción térmica de 120°C y a 220°C aproximadamente. Posteriormente experimento un pico exotérmico a 450°C aproximadamente y luego una pequeña banda exotérmica entre 700 y 800 °C, lo que indicaría un posible cambio de fase y cambio en las propiedades del material.

La temperatura marcada en la calcinación de las cenizas de rastrojo de maíz alcanzo los 450°C por 1:30 hora, ello garantizo la conservación de la amorfa estructura de sílice en un gran porcentaje.

- ✓ Al analizar el análisis térmico diferencial de la cáscara de huevo, según el análisis termo gravimétrico en la figura 4, se mostró una estabilidad térmica del material hasta los 700 °C después del cual el material comienza a descomponerse y como consecuencia de ello tiene una pérdida de hasta un 44 % respecto a su masa inicial, y en conformidad al análisis calorimétrico, la curva mostró aproximadamente un pico térmico de 910 °C indicando un posible recambio de fase y cambio en los atributos del material.

La calcinación de las cáscaras de huevo alcanzo una temperatura de 910°C por 1:30 hora, permitió la conversión de su contenido de Carbonato de Calcio (CaCO_3) en su activa fase de Oxido de Calcio (CaO) este al mezclarse en el concreto pudo aportar los puzolanicos elementos de Hidróxidos de Calcio.

- ✓ El ensayo de Fluorescencia de Rayos X, realizado con el fin conocer el contenido y porcentaje de óxidos de la muestra de cenizas de cáscaras de huevo específicamente de tipo químico permitió resultados como 94.718 % de Oxido de Calcio, 2.561 % de Trióxido de Aluminio, 1.199 % de Dióxido de Silicio,

como sumatoria de dichos valores se obtuvo un 98.47% que superó al criterio de puzolanas establecidas en la NTP 334.004 (Cementos Puzolanicos). Dichos resultados permitieron obtener un precursor material del cemento.

- ✓ El ensayo de Fluorescencia de Rayos X, realizado con el fin de conocer el contenido y porcentaje de óxidos de la muestra de cenizas de rastrojo de maíz proporciona los más relevantes contenidos de sus óxidos activados estos fueron: 56.359% de Dióxido de Silicio, 4.416% de Trióxido de Hierro, 3.689% Trióxido de Aluminio, la sumatoria de estas proporcionó como valor 64.46% ello supera el criterio de puzolanas establecidas en la NTP 334.004 ,1997 (Cementos Puzolanicos).

Otro hecho notable es la diferencia de concentración de óxido de potasio con 12.76% mientras que en el cemento es un componente bajo con 0.96%. El cual es un álcali y atribuye presentarse como un autor principal de la causa que produce precisamente la contracción del concreto en el experimental 16% presentando así un 52.80% en su resistencia, y bajo ciertas condiciones producen expansiones y agrietamientos a la estructura interna, el producto de la reacción de los álcalis es un gel expansivo, el cual conduce a la fisuración del nuevo concreto. Es por ello que al tener un alto contenido de potasio perjudica la resistencia y durabilidad del nuevo concreto, ya que las plantas absorben al potasio en forma de catión potasio (K+).

- ✓ Se midió el pH a partir de los elementos en el concreto, es decir, las cenizas de rastrojo de maíz, cáscara de huevo así como el compuesto (Cemento – Ceniza de rastrojo de maíz – ceniza de cáscara de huevo), resulta de enorme importancia para la determinación del tipo así como el nivel de su reacción puzolana.

Pudo apreciarse en la tabla 11 los resultados de los muestreos ensayados tanto que la ceniza de rastrojo de maíz activado, la ceniza de cáscara de huevo y el compuesto (Cemento – Ceniza de rastrojo de maíz – Ceniza de cáscara de huevo) su pH es definitivamente alcalino, ello que le hace un aglomerante compuesto pues conforma un material con buena actividad puzolana.

- ✓ Mediante los resultados del peso específico se obtuvo un valor de 3.47 gr/cm³ para el cemento sustituido en 12% por cenizas de rastrojo de maíz y cáscara de huevo y un valor de 3.46 gr/cm³ para el cemento sustituido en 16% en comparación al cemento tipo I que sus pesos específicos es de 2.90 – 3.15 gr/cm³, podemos notar que los nuevos cementos son mayores al rango.
- ✓ De acuerdo a los resultados de la relación agua-cemento se obtuvo un valor de 0.70 en el diseño patrón, para el diseño experimental al 12% se obtuvo un valor de 0.70 y en el diseño experimental al 16% se obtuvo un valor de 0.71. Determinando así que a mayor relación agua-cemento aumenta debido que el contenido de óxido calcio del rastrojo de maíz activa una rehidratación más acelerada, se puede decir que la rehidratación del que exige parte de la propiedad aportada por el rastrojo de maíz que es el Óxido de Calcio, exige una mayor cantidad de agua poniendo en desventaja a nuestro nuevo cemento reduciendo la resistencia del concreto en el caso del experimental 16%.
- ✓ Obtenidos los resultados de la interpretación estadística pudo deducirse, que existe una significativa diferencia entre las resistencias medias del concreto.
A continuación se registraron los siguientes datos de resistencias promedio a compresión en las probetas patrón y experimental.

Tabla 22

Datos de Resistencia Patrón así como Experimental

DESCRIPCION	7 DIAS	PROMEDIO	14 DIAS	PROMEDIO	28 DIAS	PROMEDIO
PATRON	177.12		186.31		233.86	
	165.50	172.77	197.62	193.12	214.79	231.39
	175.70		195.42		245.54	
EXPERIMENTAL 12%	145.51		174.62		193.22	
	152.22	149.30	187.84	181.23	199.77	195.12
	150.18		181.24		192.37	
EXPERIMENTAL 16%	99.06		104.76		110.24	
	95.85	99.44	110.18	108.73	110.69	110.89
	103.41		111.24		111.74	

Fuente. Laboratorio de Mecánica de Suelos USP.

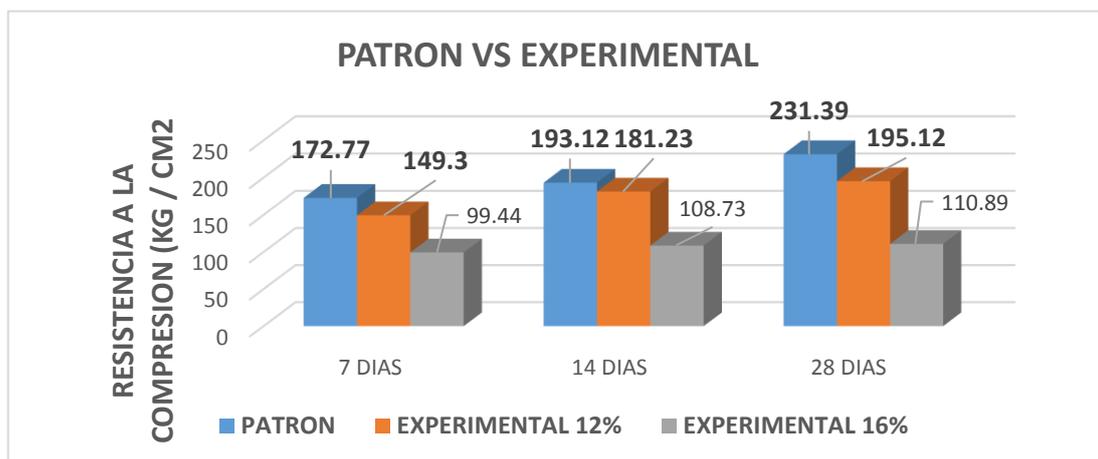


Figura 9. Grafico de la Resistencia a la Compresión Promedio respecto a Probetas Patrón en comparación de Probetas Experimentales

Interpretación: Obtenidos los resultados de la prueba de compresión quedo registrado que la resistencia promedio alcanzada de las probetas experimentales fue de 12%, 71.09% y 86.30% que supera lo establecido que es de un 70% y 85% en los 7 y 14 días, mientras 92.91% no ha superado lo establecido que corresponde a los 28 días un 100%. Podemos apreciar asimismo de las probetas experimentales 16% que registra una resistencia promedio de 47.35%, 51.78% y 52.80% a los 7, 14 y 28 días, el cual no incrementa y no supera lo establecido que es de un 70%, 85% y 100% respectivamente. Se concluyó en que no se obtuvieron resultados buenos de probetas con 12% y 16% de sustitución comparado con las probetas patrón.

V. Conclusiones:

- ✓ Calcinando la cenizas de rastrojo de maíz a 450 °C por 1:30 hora y cáscara de huevo a 910°C por 1:30 hora, y moliéndolas ambas a 0.0075 mm se alcanzaron los siguientes niveles de activación: 56.35 % de dióxido de silicio para la ceniza de rastrojo de maíz y para la ceniza de cáscara de huevo se obtuvo 94.71% de óxido de calcio. Se trata de porcentajes cuya activación le otorgaron a dichos materiales una capacidad cementante.
- ✓ En el ensayo de Fluorescencia de Rayos X, las cenizas rastrojo de maíz se muestra un alto contenido potencial en tanto puzolana por el óxido de sílice, del mismo modo un porcentaje también de óxido de potasio 12.76%, donde los resultados del experimental al 16% fueron desfavorables respecto al convencional obteniendo un 52.80% del promedio de su resistencia ya que existe una mayor concentración de este elemento químico reaccionando en forma de Alkali-Silice (RAS) donde el medio favorable es la humedad, donde este fenómeno afecto la durabilidad y resistencia del concreto.
- ✓ El PH de la Ceniza de rastrojo de maíz y cáscara de huevo ha logrado determinar un resultado de 10.84 y 12.40 respectivamente, lo que nos indica que es un material alcalino.
- ✓ El peso específico del diseño experimental 12% obtiene un valor de 3.47 gr/cm³ y para el diseño experimental 16% se obtiene un valor de 3.46 gr/cm³ se concluyeron que no está dentro del parámetro del peso específico del cemento que es de 2.90 -3.15 gr/cm³, sin embargo sigue siendo un componente cementante.
- ✓ En la relación agua-cemento se muestra que para el diseño patrón se obtiene 0.70, diseño experimental 12% se obtiene 0.70 y para el diseño experimental 16% se obtiene 0.71. Por otra parte los resultados desfavorables del experimental al 16% donde existe una mayor contracción debida a un fenómeno de la ceniza de rastrojo de maíz a causa de una de sus elementos químicos por su alto contenido de porcentaje de dióxido de calcio en 10.43%, donde hace que en su mayoría tenga una rehidratación más acelerada y mayor fluidez en el concreto obteniéndose así bajas resistencias.

- ✓ En los ensayos respecto a la compresión de las probetas patrón pudo obtenerse una resistencia a las edades de 7,14 y 28 días de 172.77 kg/cm², 193.12 kg/cm² y 231.39 kg/cm². No se vio respectivamente en la resistencia de las probetas experimentales de 12% un aumento al sustituirse al cemento por la combinación de (3% de ceniza de rastrojo de maíz y 9% de ceniza de cáscara de huevo), obteniéndose las resistencias a las edades de 7,14 y 28 días de curado de 149.30 kg/cm², 181.23 kg/cm² y 195.12 kg/cm². Al igual que las probetas experimentales de 16% (4% de cenizas de rastrojo de maíz y 12% de cenizas de cáscara de huevo), obteniendo las resistencias conforme a las edades de 7,14 y 28 días de curado de 99.44kg/cm², 108.73kg/cm² y 110.89 kg/cm².
- ✓ Mediante la interpretación estadística podemos concluir que $p= 0.002$ con nivel de 5% de significancia entre las resistencias medias de las probetas patrón y experimental (12% y 16%), Es decir existe una diferencia significativa.

VI. Recomendaciones:

- ✓ Al activarse los materiales debe tenerse cuidado en la contaminación potencial de la muestra lo que podría alterarla ya que ello sería perjudicial en cuanto a los resultados que se desean.
- ✓ Debe utilizarse ambos materiales para cuando requiera elaborarse estructuras de resistencia baja en merito a que poseen componentes porcentuales muy semejantes al cemento, del mismo modo que un pH alcalino también se lograrán de esta forma mezclas mucho más aglomerantes.
- ✓ Para comprobar que al sustituir ambos materiales se logren mayores resistencias, se recomienda evaluar la sustitución a edades mayores a los 28 días para determinar en cuanto se aproxima la resistencia del concreto experimental con respecto al patrón.
- ✓ Se recomienda trabajar los materiales de forma equivalente para que de ese modo sus elementos puedan trabajar de mejor manera y de esa forma alcanzar mejores resultados al momento de sustituir los materiales por el porcentaje de cemento deseado.
- ✓ Tener cuidado con el uso de la ceniza de rastrojo de maíz, ya que al momento de quemar el rastrojo de maíz se puede llegar a temperaturas de por lo menos 500 °C y fácilmente se pueden presentar accidentes si no se toman las acciones preventivas del caso.

VII. Referencias bibliográficas

- ASTM.C188, A. S. (1995). *Método de Prueba Estándar para la Densidad del Cemento Hidráulico*. Salvador.
- Cruz, A. E. (2008). *Estudio de Morteros de cemento Portland con Ceniza de Rastrojo de Maiz*. Universidad Politécnica de Valencia, Valencia.
- Flavio Abanto , C. (2009). *Tecnología del Concreto*. Lima: Editorial San Marcos E.I.R.L.
- Flores Céspedes, C. (2018). Resistencia del mortero sustituyendo en un 10% y 15% del peso del cemento por cenizas de rastrojo de maíz. (*Tesis de pregrado*). Universidad San Pedro, Chimbote.
- Frederick, S. (2012). *Manual del Ingeniero Civil, McGraw-Hill, Tercera Edición*.
- Galicia, M., & Velásquez, M. (2016). Análisis Comparativo de la Resistencia a la Compresión de un Concreto Adicionado con ceniza de rastrojo de maiz elaborado con agregados de las canteras de Cunyac y Vicho con respecto a un patron de calidad $f'c=210$ kg/cm². (*Tesis de Pregrado*). Universidad Andina del Cusco, Cusco.
- Gómez. (2011). Cuantificación de calcio en soluciones caseras que contienen cáscara pulverizada de huevo de gallina (*Gallus gallus*). (*Tesis de pregrado*). Universidad de San Carlos-Facultad de ciencias químicas y farmacia, Guatemala.
- Gonzales. (1987). *Cemento Portland*. Universidad Nacional del Santa, Chimbote.
- Matias, S. (2018). Resistencia a la compresión de un concreto de $f'c= 210$ Kg/cm², se sustituye el 10% y 16% de cemento gracias al hecho de combinar cáscaras de huevo y cenizas de hoja de eucalipto. (*Tesis de pregrado*). Universidad San Pedro, Huaraz.
- Ninaquispe, L., & Sevillano, M. (2016). Efecto de la sustitución del 15% del cemento por un combinación de ceniza de tusa de maíz al 10% y vidrio molido al 5% en la resistencia de un ladrillo de concreto 175 kg/cm². (*Tesis de pregrado*). Universidad San Pedro, Chimbote.
- NTP 334.009. (2005). *Cemento Portland*. Lima: 3° Edicion.
- NTP 339.088. (2006). *HORMIGÓN (CONCRETO). Agua de mezcla utilizada en la producción de concreto de cemento Portland. Requisitos*. Lima.
- NTP 400.011. (2008). *Agregados. Definición y clasificación de agregados para uso en morteros y hormigones (concretos)*. Lima.

- NTP 400.037. (2014). *Agregados. Especificaciones normalizadas para agregados en concreto.*
- Reibán. (2017). Evaluación experimental de las características mecánicas de matrices. (*Tesis de pregrado*). Universidad Técnica Particular de Loja, Ecuador.
- Rios, M. (2017). Evaluación de la resistencia del concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$ con adición de cascara de huevo. (*Tesis de pregrado*). Universidad San Pedro, Huaraz.
- Tacilla, E., Araujo, F., & Cardozo, V. (22 de Diciembre de 2004). *Composición Química del Cemento*. Obtenido de Scribd:
<https://es.scribd.com/doc/24863679/Composicion-Quimica-Del-Cemento>
- Valverde, E. (2016). Resistencia de un concreto $f'c=210\text{ kg/cm}^2$ con sustitución de cemento. (*Tesis de pregrado*). Universidad San Pedro, Chimbote.
- Zuluaga. (2013). *Agregados para el Concreto*. Colombia: Trillas.

VIII. Agradecimientos:

A dios, por cuidarme y bendecirme a lo largo de mi formación académica y darme la oportunidad de mejorar y seguir forjando mi camino.

A mis padres y hermanos que han sido el cimiento en mi desarrollo como persona, estudiante y profesional. Gracias por estar siempre presentes en todo momento para encaminarme por el sendero correcto.

A mi asesor el Ing. Cerna Chávez Rigoberto, quien me brindo su tiempo y apoyo en esta etapa de mi proyecto.

A los docentes, que me han guiado y brindado su asesoramiento para poder elaborar correctamente este trabajo que me servirá de impulso para lograr mis metas.

A ellos es a quien les dedico el producto de mi esfuerzo y dedicación.

ANEXO 1
RESULTADOS DE LABORATORIO

ANALISIS GRANULOMETRICO AGREGADO FINO
(ASTM C 136-06)

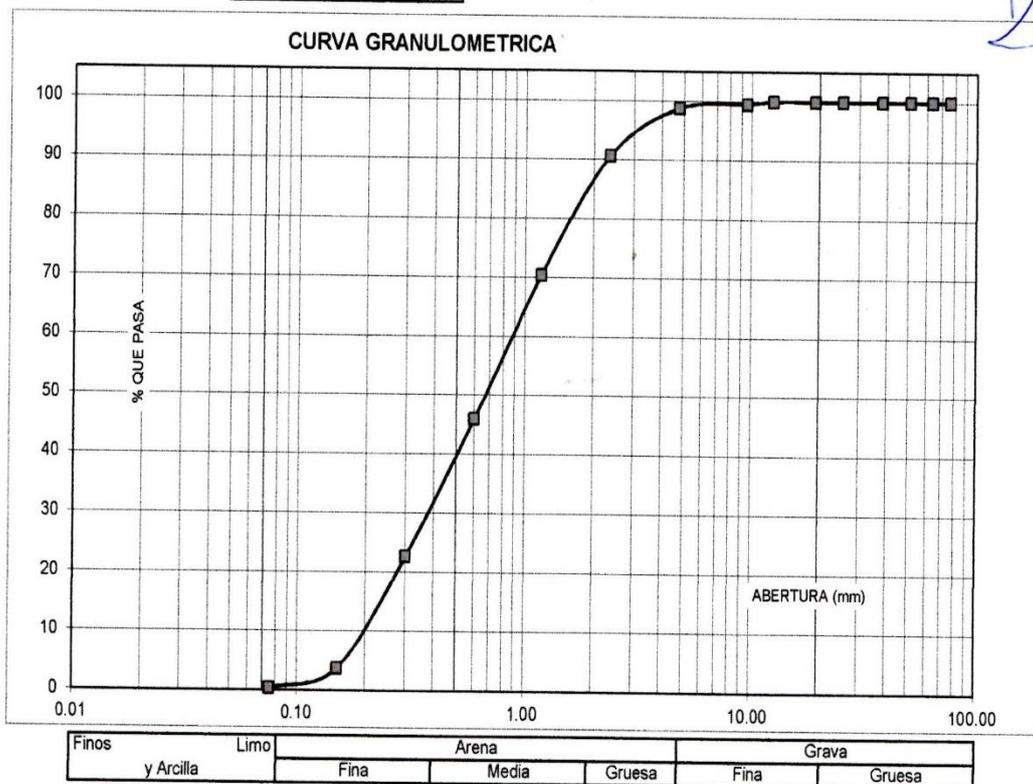
SOLICITA : BACH: SALVATIERRA CHAVEZ ADERLY DAVID
 TESIS : RESISTENCIA A LA COMPRESION DE UN CONCRETO SUSTITUYENDO AL CEMENTO
 POR CENIZAS DE RASTROJO DE MAIZ Y CASCARA DE HUEVO
 LUGAR : CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - ANCASH
 CANTERA : RUBEN
 MATERIAL : ARENA GRUESA
 FECHA : 16/06/2020

TAMIZ		Peso retenido	% ret. Parcial	% ret. Acumu.	% Que pasa
N°	Abert.(mm)	(gr.)	(%)	(%)	(gr.)
3"	76.20	0.0	0.0	0.0	100.0
2 1/2"	63.50	0.0	0.0	0.0	100.0
2"	50.80	0.0	0.0	0.0	100.0
1 1/2"	38.10	0.0	0.0	0.0	100.0
1"	25.40	0.0	0.0	0.0	100.0
3/4"	19.10	0.0	0.0	0.0	100.0
1/2"	12.50	0.0	0.0	0.0	100.0
3/8"	9.52	4.0	0.4	0.4	99.6
N° 4	4.76	7.0	0.8	1.2	98.8
N° 8	2.36	74.0	8.1	9.3	90.7
N° 16	1.18	184.0	20.2	29.6	70.4
N° 30	0.60	222.0	24.4	54.0	46.0
N° 50	0.30	212.0	23.3	77.3	22.7
N° 100	0.15	173.0	19.0	96.3	3.7
N° 200	0.08	31.0	3.4	99.7	0.3
PLATO	ASTM C-117-04	3	0.3	100.0	0.0
TOTAL		910.0	100.0		

PROPIEDADES FISICAS	
Módulo de Fineza	2.68

OBSERVACIONES
La Muestra tomada identificada por el solicitante.


UNIVERSIDAD SAN PEDRO
 FACULTAD DE INGENIERIA
 Lab. Muestras de Suelos y Ensayo de Materiales
Miguel Solar Jara



ANALISIS GRANULOMETRICO AGREGADO GRUESO
(ASTM C 136-06)

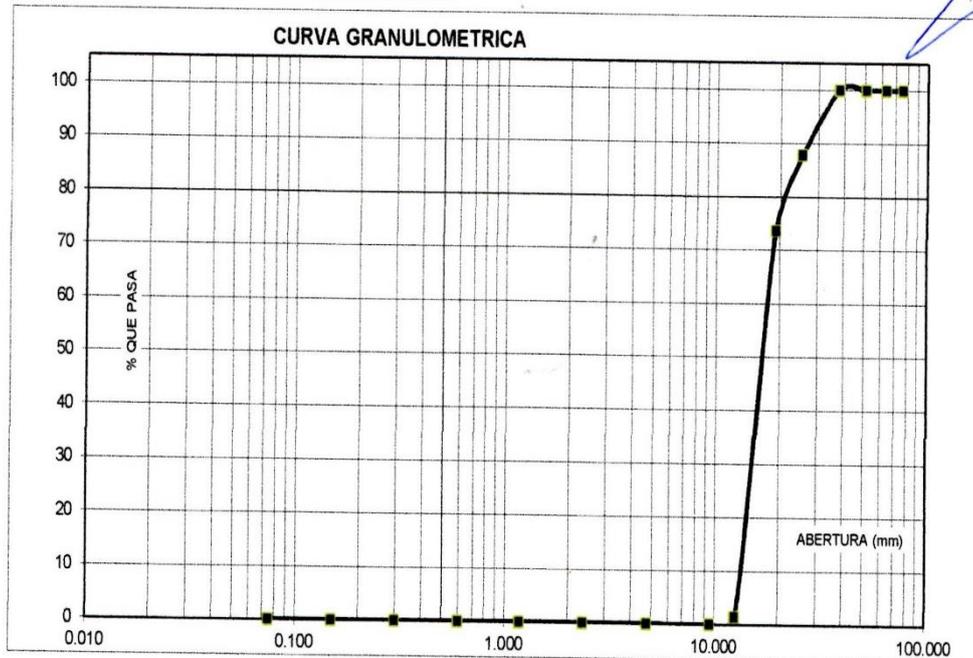
SOLICITA : BACH: SALVATIERRA CHAVEZ ADERLY DAVID
 TESIS : RESISTENCIA A LA COMPRESION DE UN CONCRETO SUSTITUYENDO AL CEMENTO
 POR CENIZAS DE RASTROJO DE MAIZ Y CASCARA DE HUEVO
 LUGAR : CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - ANCASH
 CANTERA : RUBEN
 MATERIAL : PIEDRA CHANCADA
 FECHA : 16/06/2020

TAMIZ		Peso retenido	% ret. Parcial	% ret. Acumu.	% Que pasa
N°	Abert.(mm)	(gr.)	(%)	(%)	(gr.)
3"	76.200	0.0	0.0	0.0	100.0
2 1/2"	63.500	0.0	0.0	0.0	100.0
2"	50.800	0.0	0.0	0.0	100.0
1 1/2"	38.100	0.0	0.0	0.0	100.0
1"	25.400	57.0	12.2	12.2	87.8
3/4"	19.100	66.2	14.2	26.4	73.6
1/2"	12.500	337.0	72.3	98.7	1.3
3/8"	9.520	6.2	1.3	100.0	0.0
N° 4	4.760	0.0	0.0	100.0	0.0
N° 8	2.360	0.0	0.0	100.0	0.0
N° 16	1.180	0.0	0.0	100.0	0.0
N° 30	0.600	0.0	0.0	100.0	0.0
N° 50	0.300	0.0	0.0	100.0	0.0
N° 100	0.150	0.0	0.0	100.0	0.0
N° 200	0.075	0.0	0.0	100.0	0.0
PLATO	ASTM C-117-04	0	0.0	100.0	0.0
TOTAL		466.4	100.0		

PROPIEDADES FISICAS	
Tamaño Maximo Nominal	3/4"
Huso	N° 5 Ref. (ASTM C-33)

OBSERVACIONES
La Muestra tomada identificada por el solicitante.


UNIVERSIDAD SAN PEDRO
 FACULTAD DE INGENIERIA
 Lab. Mecánica de Suelos y Ensayo de Materiales
Mg. Miguel Solar Jar...
 J.E.V.E.



Finos y Arcilla	Limo	Arena			Grava	
		Fina	Media	Gruesa	Fina	Gruesa

CONTENIDO DE HUMEDAD AGREGADO FINO
(ASTM D-2216)

SOLICITA : BACH: SALVATIERRA CHAVEZ ADERLY DAVID
 TESIS : RESISTENCIA A LA COMPRESION DE UN CONCRETO SUSTITUYENDO AL CEMENTO
 POR CENIZAS DE RASTROJO DE MAIZ Y CASCARA DE HUEVO
 LUGAR : CHIMBOTE – PROVINCIA DEL SANTA – ANCASH
 CANTERA : RUBEN
 MATERIAL : ARENA GRUESA
 FECHA : 16/06/2020

PRUEBA N°	01	02
TARA N°		
TARA + SUELO HUMEDO (gr)	901.4	901.4
TARA + SUELO SECO (gr)	898.2	898.4
PESO DEL AGUA (gr)	3.2	3.0
PESO DE LA TARA (gr)	201.4	201.4
PESO DEL SUELO SECO (gr)	696.8	697
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	0.46	0.43
PROM. CONTENIDO HUMEDAD (%)	0.44	


UNIVERSIDAD SAN PEDRO
 FACULTAD DE INGENIERIA
Lic. Mecánica de Suelos, Ensayo de Materiales


Mg. Miguel Solar Jara
 JEFE

CONTENIDO DE HUMEDAD AGREGADO GRUESO
(ASTM D-2216)

SOLICITA : BACH: SALVATIERRA CHAVEZ ADERLY DAVID
 TESIS : RESISTENCIA A LA COMPRESION DE UN CONCRETO SUSTITUYENDO AL CEMENTO
 POR CENIZAS DE RASTROJO DE MAIZ Y CASCARA DE HUEVO
 LUGAR : CHIMBOTE – PROVINCIA DEL SANTA – ANCASH
 CANTERA : RUBEN
 MATERIAL : PIEDRA CHANCADA
 FECHA : 16/06/2020

PRUEBA N°	01	02
TARA N°		
TARA + SUELO HUMEDO (gr)	1110	1025.6
TARA + SUELO SECO (gr)	1103.9	1020.1
PESO DEL AGUA (gr)	6.1	5.5
PESO DE LA TARA (gr)	0	0
PESO DEL SUELO SECO (gr)	1103.9	1020.1
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	0.55	0.54
PROM. CONTENIDO HUMEDAD (%)	0.55	


UNIVERSIDAD SAN PEDRO
 FACULTAD DE INGENIERIA
 Lab. Mecánica de Suelos y Ensayo de Materiales
Mg. Miguel Solar Jara
 I.E.P.E.

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

SOLICITA : BACH:SALVATIERRA CHAVEZ ADERLY DAVID
 TESIS : RESISTENCIA A LA COMPRESION DE UN CONCRETO SUSTITUYENDO AL CEMENTO
 POR CENIZAS DE RASTROJO DE MAIZ Y CASCARA DE HUEVO
 LUGAR : CHIMBOTE – PROVINCIA DEL SANTA – ANCASH
 CANTERA : RUBEN
 MATERIAL : ARENA GRUESA
 FECHA : 16/06/2020

A	Peso de material saturado superficialmente seco (aire) gr.	300.00	300.00
B	Peso de picnometro + agua gr.	665.00	665.00
C	Volumen de masa + volumen de vacios (A+B) cm ³	965.00	965.00
D	Peso de picnometro + agua + material gr.	858.00	858.00
E	Volumen de masa + volumen de vacios (C-D) cm ³	107.00	107.00
F	Peso de material seco en estufa gr.	297.00	297.00
G	Volumen de masa (E-(A-F))	104.00	104.00
H	P.e. Bulk (Base Seca) F/E	2.776	2.776
I	P.e. Bulk (Base Saturada) A/E	2.804	2.804
J	P.e. Aparente (Base Seca) F/E	2.856	2.856
K	Absorción (%) ((D-A)/A)x100	1.01	1.01

P.e. Bulk (Base Seca) : 2.776
P.e. Bulk (Base Saturada) : 2.804
P.e. Aparente (Base Seca) : 2.856
Absorción (%) : 1.01



Mg. Miguel Solar Jara
JEFE

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

SOLICITA : BACH: SALVATIERRA CHAVEZ ADERLY DAVID
 TESIS : RESISTENCIA A LA COMPRESION DE UN CONCRETO SUSTITUYENDO AL CEMENTO
 POR CENIZAS DE RASTROJO DE MAIZ Y CASCARA DE HUEVO
 LUGAR : CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - ANCASH
 CANTERA : RUBEN
 MATERIAL : PIEDRA CHANCADA
 FECHA : 16/06/2020

A	Peso de material saturado superficialmente seco (aire)	1444.50	1390.90
B	Peso de material saturado superficialmente seco (agua)	939.90	905.40
C	Volumen de masa + volumen de vacios (A-B)	504.60	485.50
D	Peso de material seco en estufa	1435.40	1381.90
E	Volumen de masa (C-(A-D))	495.50	476.50
G	P.e. Bulk (Base Seca) D/C	2.845	2.846
H	P.e. Bulk (Base Saturada) A/C	2.863	2.865
I	P.e. Aparente (Base Seca) D/E	2.897	2.900
F	Absorción (%) ((D-A/A)x100)	0.63	0.65

P.e. Bulk (Base Seca) : 2.845
 P.e. Bulk (Base Saturada) : 2.864
 P.e. Aparente (Base Seca) : 2.898
 Absorción (%) : 0.64


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


Mg. Miguel Solar Jara
 JEFE

PESO UNITARIO DEL AGREGADO GRUESO

SOLICITA : BACH: SALVATIERRA CHAVEZ ADERLY DAVID
 TESIS : RESISTENCIA A LA COMPRESION DE UN CONCRETO SUSTITUYENDO AL CEMENTO
 POR CENIZAS DE RASTROJO DE MAIZ Y CASCARA DE HUEVO
 LUGAR : CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - ANCASH
 CANTERA : RUBEN
 MATERIAL : PIEDRA CHANCADA
 FECHA : 16/06/2020

PESO UNITARIO SUELTO

Ensayo N°	0 1	0 2	0 3
Peso de molde + muestra	18050	18050	18000
Peso de molde	5050	5050	5050
Peso de muestra	13000	13000	12950
Volumen de molde	9300	9300	9300
Peso unitario (Kg/m ³)	1398	1398	1392
Peso unitario prom. (Kg/m³)	1396		
CORREGIDO POR HUMEDAD	1388		

PESO UNITARIO COMPACTADO

Ensayo N°	0 1	0 2	0 3
Peso de molde + muestra	19100	19000	19250
Peso de molde	5050	5050	5050
Peso de muestra	14050	13950	14200
Volumen de molde	9300	9300	9300
Peso unitario (Kg/m ³)	1511	1500	1527
Peso unitario prom. (Kg/m³)	1513		
CORREGIDO POR HUMEDAD	1504		



Miguel Solar Jara
 C.E.F.E.

DETERMINACION DE PESO ESPECIFICO

(Frasco de Le Chatelet)

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

SOLICITA : BACH.SALVATIERRA CHAVEZ ADERLY DAVID
TESIS : RESISTENCIA A LA COMPRESION DE UN CONCRETO SUSTITUYENDO AL CEMENTO
POR CENIZAS DE RASTROJO DE MAIZ Y CASCARA DE HUEVO
MATERIAL : 100% CENIZAS DE CASCARA DE HUEVO
FECHA : 16/06/2020

PRUEBA Nº	01	02
FRASCO Nº		
LECTURA INICIAL	0.00	0.00
LECTURA FINAL	17.20	17.20
PESO DE MUESTRA	64.00	64.00
VOLUMEN DESPLAZADO	17.20	17.20
PESO ESPECIFICO	3.721	3.721
PESO ESPECIFICO PROMEDIO	3.721	

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

Mg. Miguel Solar Jara
I.E.F.E.

DETERMINACION DE PESO ESPECIFICO

(Frasco de Le Chaletier)

(Según ASTM C 138, AASHTO T 133 y MTCE 610-2000)

SOLICITA : BACH.SALVATIERRA CHAVEZ ADERLY DAVID
TESIS : RESISTENCIA A LA COMPRESION DE UN CONCRETO SUSTITUYENDO AL CEMENTO
POR CENIZAS DE RASTROJO DE MAIZ Y CASCARA DE HUEVO
MATERIAL : 100% CENIZAS DE RASTROJO DE MAIZ
FECHA : 16/06/2020

PRUEBA Nº	01	02
FRASCO Nº		
LECTURA INICIAL	0.00	0.00
LECTURA FINAL	17.50	17.50
PESO DE MUESTRA	64.00	64.00
VOLUMEN DESPLAZADO	17.50	17.50
PESO ESPECIFICO	3.657	3.657
PESO ESPECIFICO PROMEDIO		3.657



UNIVERSIDAD SAN PEDRO DE MACORIS
FACULTAD DE INGENIERIA
Lab. Mecánica de Suelos, ensayo de Materiales

Miguel Solar Jara
M.E.P.E.

DETERMINACION DE PESO ESPECIFICO

(Frasco de Le Chatelet)

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

SOLICITA : BACH.SALVATIERRA CHAVEZ ADERLY DAVID
TESIS : RESISTENCIA A LA COMPRESION DE UN CONCRETO SUSTITUYENDO AL CEMENTO
POR CENIZAS DE RASTROJO DE MAIZ Y CASCARA DE HUEVO
MATERIAL : 88% CEMENTO+ 3% C.R.M+ 9% C.C.H
FECHA : 16/06/2020

PRUEBA Nº	01	02
FRASCO Nº		
LECTURA INICIAL	0.00	0.00
LECTURA FINAL	18.40	18.40
PESO DE MUESTRA	64.00	64.00
VOLUMEN DESPLAZADO	18.40	18.40
PESO ESPECIFICO	3.478	3.478
PESO ESPECIFICO PROMEDIO	3.478	



Mg. Miguel Solar Jara
JEFE

DETERMINACION DE PESO ESPECIFICO

(Frasco de Le Châtelet)

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

SOLICITA : BACH SALVATIERRA CHAVEZ ADERLY DAVID
TESIS : RESISTENCIA A LA COMPRESION DE UN CONCRETO SUSTITUYENDO AL CEMENTO
POR CENIZAS DE RASTROJO DE MAIZ Y CASCARA DE HUEVO
MATERIAL : 84% CEMENTO+ 4% C.R.M+ 12% C.C.H
FECHA : 18/06/2020

PRUEBA Nº	01	02
FRASCO Nº		
LECTURA INICIAL	0.00	0.00
LECTURA FINAL	18.50	18.50
PESO DE MUESTRA	64.00	64.00
VOLUMEN DESPLAZADO	18.50	18.50
PESO ESPECIFICO	3.459	3.459
PESO ESPECIFICO PROMEDIO		3.459

 UNIVERSIDAD SAN PEDRO
FACULTAD DE INGENIERIA
Lab. Mecánica de Suelos, Ensayo de Materiales

Mg. Miguel Solar Jara
JEFE

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION

SOLICITA : BACH SALVATIERRA CHAVEZ ADERLY DAVID
 TESIS : RESISTENCIA A LA COMPRESION DE UN CONCRETO SUSTITUYENDO AL CEMENTO
 POR CENIZAS DE RASTROJO DE MAIZ Y CASCARA DE HUEVO
 LUGAR : CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - ANCASH
 FECHA : 16/06/2020

F' C : 210 Kg/cm2

N°	TESTIGO	SLUMP (")	FECHA		EDAD DIAS	FC kg/cm2	FC/F' C (%)
	ELEMENTO		MOLDEO	ROTURA			
01	PATRON	-	31-01-2020	07-02-2020	7	177.12	84.34
02	PATRON	-	31-01-2020	07-02-2020	7	165.50	78.81
03	PATRON	-	31-01-2020	07-02-2020	7	175.70	83.67
04	PATRON	-	31-01-2020	14-02-2020	14	186.50	88.77
05	PATRON	-	31-01-2020	14-02-2020	14	197.61	94.10
06	PATRON	-	31-01-2020	14-02-2020	14	195.47	93.06
07	PATRON	-	31-01-2020	28-02-2020	28	233.86	111.36
08	PATRON	-	31-01-2020	28-02-2020	28	214.78	102.28
09	PATRON	-	31-01-2020	28-02-2020	28	245.54	116.97

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

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


UNIVERSIDAD SAN PEDRO
 FACULTAD DE INGENIERIA
 LID. Miguel Solar Jara y Ensayo de Materiales

Mg. Miguel Solar Jara
 JEFE

DISEÑO DE MEZCLA

SOLICITA : BACH SALVATIERRA CHAVEZ ADERLY DAVID
TESIS : RESISTENCIA A LA COMPRESION DE UN CONCRETO SUSTITUYENDO AL CEMENTO
POR CENIZAS DE RASTROJO DE MAIZ Y CASCARA DE HUEVO
LUGAR : CHIMBOTE – PROVINCIA DEL SANTA – ANCASH
FECHA : 16/06/2020

ESPECIFICACIONES

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

MATERIALES

A.- Cemento :

- Tipo I "Pacasmayo"
- Peso especifico ###

B.- Agua :

- Potable, de la zona.

C.- Agregado Fino :

CANTERA : RUBEN

- Peso especifico de masa 2.78
- Peso unitario suelto 1611 kg/m³
- Peso unitario compactado 1822 kg/m³
- Contenido de humedad 0.44 %
- Absorción 1.01 %
- Módulo de fineza 2.68

D.- Agregado grueso

CANTERA : RUBEN

- Piedra, perfil angular
- Tamaño Máximo Nominal 3/4"
- Peso especifico de masa 2.85
- Peso unitario suelto 1388 kg/m³
- Peso unitario compactado 1504 kg/m³
- Contenido de humedad 0.55 %
- Absorción 0.64 %

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

SELECCIÓN DEL ASENTAMIENTO

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

VOLUMEN UNITARIO DE AGUA

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

RELACIÓN AGUA - CEMENTO

Se obtiene una relación agua - cemento de 0.684

FACTOR DE CEMENTO

F.C. : 205 / 0.684 = 299.71 kg/m³ = 7.05 bolsas / m³

VALORES DE DISEÑO CORREGIDOS

Cemento	299 708	kg/m ³
Agua efectiva	211.217	lts/m ³
Agregado fino	937.342	kg/m ³
Agregado grueso	978.755	kg/m ³

PROPORCIONES EN PESO

$\frac{299.71}{299.71}$:	$\frac{937.342}{299.71}$:	$\frac{978.76}{299.71}$:	29.95	lts / bolsa
1	:	3.13	:	3.27	:	29.95	lts / bolsa



Mg. Miguel Solar Jara
JEFE

PROPORCIONES EN VOLUMEN

1	:	2.90	:	3.51	:	29.95	lts / bolsa
---	---	------	---	------	---	-------	-------------

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION-EXPERIMENTAL 12%

SOLICITA : BACH.SALVATIERRA CHAVEZ ADERLY DAVID
 TESIS : RESISTENCIA A LA COMPRESION DE UN CONCRETO SUSTITUYENDO AL CEMENTO
 POR CENIZAS DE RASTROJO DE MAIZ Y CASCARA DE HUEVO
 LUGAR : CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - ANCASH
 FECHA : 15/06/2020

F' C : 210 Kg/cm²

N°	TESTIGO	SLUMP (")	FECHA		EDAD DIAS	FC Kg/Cm ²	FC/F' C (%)
	ELEMENTO		MOLDEO	ROTURA			
01	EXPERIMENTAL	-	04.02.2020	11.02.2020	7	145.51	69.29
02	EXPERIMENTAL	-	04.02.2020	11.02.2020	7	152.22	72.49
03	EXPERIMENTAL	-	04.02.2020	11.02.2020	7	150.17	71.51
04	EXPERIMENTAL	-	04.02.2020	18.02.2020	14	171.62	81.75
05	EXPERIMENTAL	-	04.02.2020	18.02.2020	14	187.83	89.44
06	EXPERIMENTAL	-	04.02.2020	18.02.2020	14	181.23	86.30
07	EXPERIMENTAL	-	04.02.2020	03.03.2020	28	193.21	92.01
08	EXPERIMENTAL	-	04.02.2020	03.03.2020	28	199.76	95.13
09	EXPERIMENTAL	-	04.02.2020	03.03.2020	28	192.36	91.60

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

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



Mg. Miguel Solar Jara
JEFE

DISEÑO DE MEZCLA
(12% SUSTITUCION DEL CEMENTO)

SOLICITA : BACH SALVATIERRA CHAVEZ ADERLY DAVID
 TESIS : RESISTENCIA A LA COMPRESION DE UN CONCRETO SUSTITUYENDO AL CEMENTO
 POR CENIZAS DE RASTROJO DE MAIZ Y CASCARA DE HUEVO
 LUGAR : CHIMBOTE – PROVINCIA DEL SANTA – ANCASH
 FECHA : 16/06/2020

ESPECIFICACIONES

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

MATERIALES

A.- Cemento :

- Tipo I "Pacasmayo"+3% C.R.M + 9% C.C.H
- Peso especifico 3.47

B.- Agua :

- Potable, de la zona.

C.-Agregado Fino :

CANTERA : RUBEN

- Peso especifico de masa 2.78
- Peso unitario suelto 1611 kg/m³
- Peso unitario compactado 1822 kg/m³
- Contenido de humedad 0.44 %
- Absorción 1.01 %
- Módulo de fineza 2.68

D.- Agregado grueso

CANTERA : RUBEN

- Piedra, perfil angular 3/4"
- Tamaño Máximo Nominal
- Peso especifico de masa 2.85
- Peso unitario suelto 1388 kg/m³
- Peso unitario compactado 1504 kg/m³
- Contenido de humedad 0.55 %
- Absorción 0.64 %

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

Mg. Miguel Solar Jara
 UG#E

SELECCIÓN DEL ASENTAMIENTO

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

VOLUMEN UNITARIO DE AGUA

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

RELACIÓN AGUA - CEMENTO

Se obtiene una relación agua - cemento de 0.684

VOLUMENES ABSOLUTOS

Cemento.....	(m ³)	0.085
3% C.R.M + 9% C.C.H.....	(m ³)	0.012
Agua efectiva.....	(m ³)	0.205
Agregado fino.....	(m ³)	0.336
Agregado grueso.....	(m ³)	0.342
Aire.....	(m ³)	0.020
		<hr/>
		1.000 m ³

PESOS SECOS

Cemento.....	263.74	kg/m ³
3% C.R.M + 9% C.C.H.....	35.965	kg/m ³
Agua efectiva.....	205.00	lts/m ³
Agregado fino.....	933.19	kg/m ³
Agregado grueso.....	973.44	kg/m ³

PESOS CORREGIDOS POR HUMEDAD

Cemento.....	263.74	kg/m ³
3% C.R.M + 9% C.C.H.....	35.965	kg/m ³
Agua efectiva.....	211.22	lts/m ³
Agregado fino.....	937.34	kg/m ³
Agregado grueso.....	978.76	kg/m ³

PROPORCIONES EN VOLUMEN

$$\frac{263.74}{263.74} : \frac{35.965}{263.74} : \frac{937.34}{263.74} : \frac{978.76}{263.74}$$



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
FACULTAD DE INGENIERIA
Lab. Muestreo, Fuegos y Ensayo de Materiales

Mg. Miguel Solar Jara
JEFE

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION-EXPERIMENTAL 16%

SOLICITA : BACH.SALVATIERRA CHAVEZ ADERLY DAVID
 TESIS : RESISTENCIA A LA COMPRESION DE UN CONCRETO SUSTITUYENDO AL CEMENTO
 POR CENIZAS DE RASTROJO DE MAIZ Y CASCARA DE HUEVO
 LUGAR : CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - ANCASH
 FECHA : 16/06/2020

F^c : 210 Kg/cm²

N°	TESTIGO	SLUMP (")	FECHA		EDAD	FC Kg/Cm ²	FC/F ^c (%)
	ELEMENTO		MOLDEO	ROTURA	DIAS		
01	EXPERIMENTAL	-	04.02.2020	11.02.2020	7	99.06	47.17
02	EXPERIMENTAL	-	04.02.2020	11.02.2020	7	98.84	45.64
03	EXPERIMENTAL	-	04.02.2020	11.02.2020	7	103.40	49.24
04	EXPERIMENTAL	-	04.02.2020	18.02.2020	14	104.76	49.88
05	EXPERIMENTAL	-	04.02.2020	18.02.2020	14	110.18	52.47
06	EXPERIMENTAL	-	04.02.2020	18.02.2020	14	111.24	52.97
07	EXPERIMENTAL	-	04.02.2020	03.03.2020	28	110.23	52.49
08	EXPERIMENTAL	-	04.02.2020	03.03.2020	28	110.68	52.71
09	EXPERIMENTAL	-	04.02.2020	03.03.2020	28	111.74	53.21

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

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


UNIVERSIDAD SAN PEDRO
 FACULTAD DE INGENIERIA
 Lab. Mecánica de Suelos y Práctico de Materiales


Mg. Miguel Solar Jara
 JEFE

DISEÑO DE MEZCLA
(16% SUSTITUCION DEL CEMENTO)

SOLICITA : BACH: SALVATIERRA CHAVEZ ADERLY DAVID
 TESIS : RESISTENCIA A LA COMPRESION DE UN CONCRETO SUSTITUYENDO AL CEMENTO
 POR CENIZAS DE RASTROJO DE MAIZ Y CASCARA DE HUEVO
 LUGAR : CHIMBOTE – PROVINCIA DEL SANTA – ANCASH
 FECHA : 16/06/2020

ESPECIFICACIONES

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

MATERIALES

A.- Cemento :

- Tipo I "Pacasmayo"+4% C.R.M + 12% C.C.H
- Peso específico 3.46

B.- Agua :

- Potable, de la zona.

C.-Agregado Fino :

CANTERA : RUBEN

- Peso específico de masa 2.78
- Peso unitario suelto 1611 kg/m³
- Peso unitario compactado 1822 kg/m³
- Contenido de humedad 0.44 %
- Absorción 1.01 %
- Módulo de fineza 2.68

D.- Agregado grueso

CANTERA : RUBEN

- Piedra, perfil angular
- Tamaño Máximo Nominal 3/4"
- Peso específico de masa 2.85
- Peso unitario suelto 1388 kg/m³
- Peso unitario compactado 1504 kg/m³
- Contenido de humedad 0.55 %
- Absorción 0.64 %



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

SELECCIÓN DEL ASENTAMIENTO

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

VOLUMEN UNITARIO DE AGUA

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

RELACIÓN AGUA - CEMENTO

Se obtiene una relación agua - cemento de 0.684

VOLUMENES ABSOLUTOS

Cemento.....	(m ³)	0.081
4% C.R.M + 12% C.C.H.....	(m ³)	0.016
Agua efectiva.....	(m ³)	0.205
Agregado fino.....	(m ³)	0.336
Agregado grueso.....	(m ³)	0.342
Aire.....	(m ³)	0.020
		<hr/>
		1.000 m ³

PESOS SECOS

Cemento.....	251.75	kg/m ³
4% C.R.M + 12% C.C.H.....	47.953	kg/m ³
Agua efectiva.....	205.00	lts/m ³
Agregado fino.....	933.19	kg/m ³
Agregado grueso.....	973.44	kg/m ³

PESOS CORREGIDOS POR HUMEDAD

Cemento.....	251.75	kg/m ³
4% C.R.M + 12% C.C.H.....	47.953	kg/m ³
Agua efectiva.....	213.50	lts/m ³
Agregado fino.....	937.34	kg/m ³
Agregado grueso.....	978.76	kg/m ³

PROPORCIONES EN VOLUMEN

$$\frac{251.75}{251.75} : \frac{47.953}{251.75} : \frac{937.34}{251.75} : \frac{978.76}{251.75}$$



Mg. Miguel Solar Jara
JEFE

ANEXO 2
ANALISIS TERMICO DIFERENCIAL



Trujillo, 20 de enero del 2020

INFORME N° 43 - ENE 20

Solicitante: Salvatierra Chávez Aderly - Universidad San Pedro

RUC/DNI:

Supervisor:

1. **MUESTRA:** Rastrojo Maíz (1 gr)

N° de Muestras	Código de Muestra	Cantidad de muestra ensayada	Procedencia
1	RM-42E	17.4 mg	-----

2. **ENSAYOS A APLICAR**

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

3. **EQUIPO EMPLEADO Y CONDICIONES**

- Analizador Térmico simultáneo TG_DTA_DSC Cap. Máx.: 1600°C SetSys_Evolution, cumple con normas ASTM ISO 11357, ASTM E967, ASTM E968, ASTM E793, ASTM D3895, ASTM D3417, ASTM D3418, DIN 51004, DIN 51007, DIN 53765.
- Tasa de calentamiento: 20 °C/min
- Gas de Trabajo - Flujo: Nitrógeno, 10 ml/min
- Rango de Trabajo: 25 – 900 °C.
- Masa de muestra analizada: 17.4 mg.

Jefe de Laboratorio:

Ing. Danny Chávez Novoa

Analista responsable:

Ing. Danny Chávez Novoa

Tel.: 44-2035109-49790880 damechavez@hotmail.com / Av. Juan Pablo II s/n – Ciudad Universitaria / Trujillo, Perú



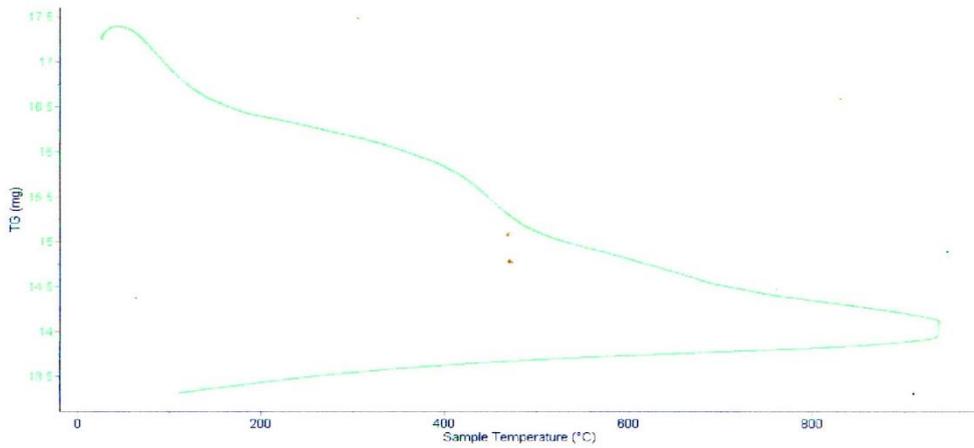


Trujillo, 20 de enero del 2020

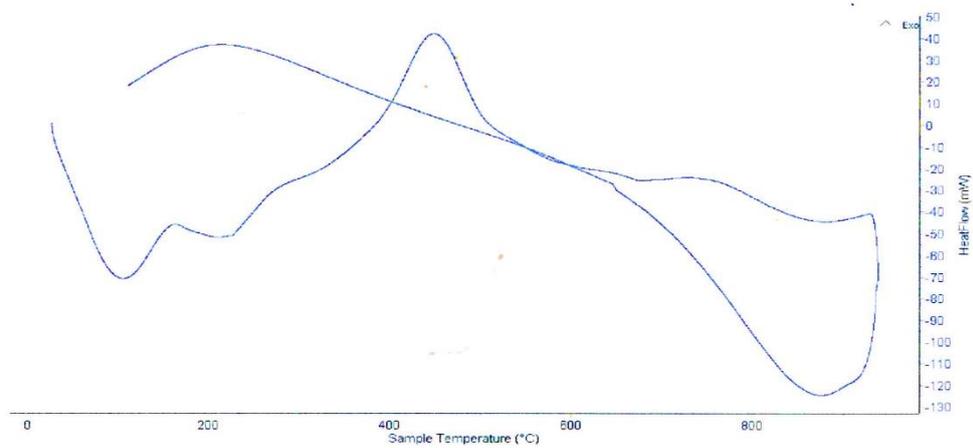
INFORME N° 43 - ENE 20

4. Resultados:

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



II- Curva Calorimétrica ATD



Tel.: 44-203510/949790880 damechevez@hotmail.com / Av. Juan Pablo II s/n - Ciudad Universitaria / Trujillo, Peru





Trujillo, 20 de enero del 2020

INFORME N° 43 - ENE 20

5. CONCLUSION:

1. Según el análisis Termo gravimétrico se muestra la pérdida de masa en función a la temperatura indicando dos regiones donde se indica las pérdidas más importantes, la primera en un rango entre 70 y 140°C y la segunda entre 400 y 480°C, posteriormente la pérdida es gradual. El material llega a perder un aproximado de 20% de masa, respecto a su masa inicial a la temperatura máxima de ensayo.
2. De acuerdo al análisis calorimétrico, la curva muestra una pequeña banda de absorción térmica a aproximadamente 120°C y a 220°C y posteriormente experimenta un pico exotérmico a 450°C aproximadamente y luego una pequeña banda exotérmica entre 700 y 800°C, lo que indicaría un posible cambio de fase y cambio en las propiedades del material.

Trujillo, 20 de enero del 2020



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



Trujillo, 20 de enero del 2020

INFORME N° 42 - ENE 20

Solicitante: Salvatierra Chávez Aderly - Universidad San Pedro

RUC/DNI:

Supervisor:

1. MUESTRA: Cáscara de huevo (1 gr)

N° de Muestras	Código de Muestra	Cantidad de muestra ensayada	Procedencia
1	CH 42E	32.1 mg

2. ENSAYOS A APLICAR

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

3. EQUIPO EMPLEADO Y CONDICIONES

- Analizador Térmico simultáneo TG_DTA_DSC Cap. Máx.: 1600°C SetSys_Evolution, cumple con normas ASTM ISO 11357, ASTM E967, ASTM E968, ASTM E793, ASTM D3895, ASTM D3417, ASTM D3418, DIN 51004, DIN 51007, DIN 53765.
- Tasa de calentamiento: 20 °C/min
- Gas de Trabajo - Flujo: Nitrógeno, 10 ml/min
- Rango de Trabajo: 25 – 1000 °C.
- Masa de muestra analizada: 32.1 mg.

Jefe de Laboratorio:

Ing. Danny Chávez Novoa

Analista responsable:

Ing. Danny Chávez Novoa

Tel.: 44-2035106/49790880 dancchavez@hotmail.com / Av. Juan Pablo II s/n – Ciudad Universitaria / Trujillo - Perú

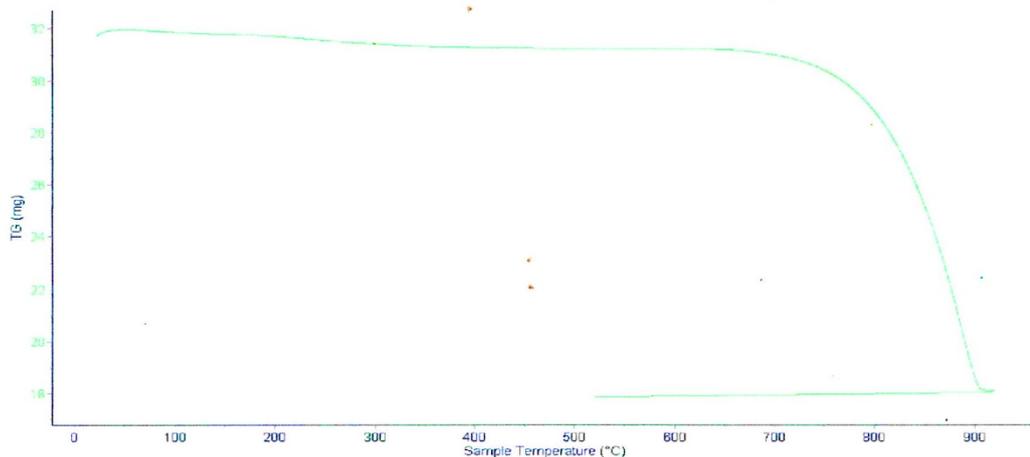


Trujillo, 20 de enero del 2020

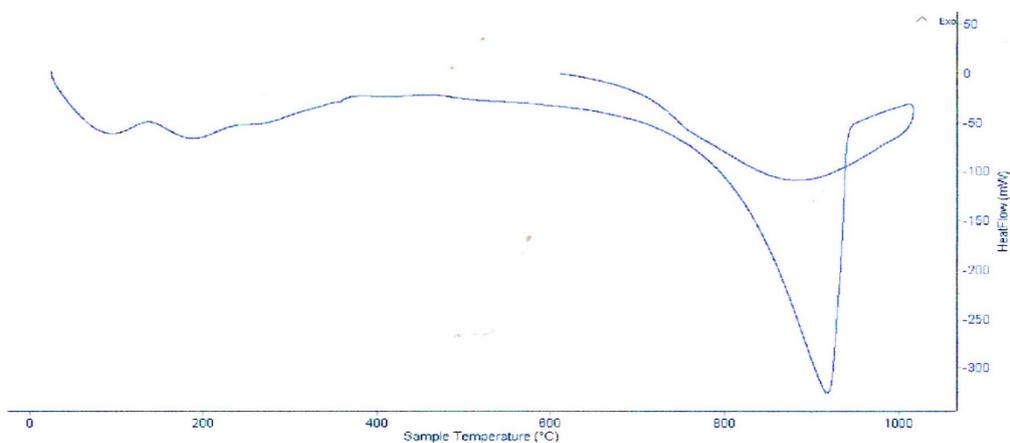
INFORME N° 42 - ENE 20

4. Resultados:

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



II- Curva Calorimétrica ATD



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





Trujillo, 20 de enero del 2020

INFORME N° 42 - ENE 20

5. CONCLUSION:

1. Según el análisis Termo gravimétrico se muestra una importante estabilidad térmica del material hasta alcanzar los 700°C después del cual el material comienza a descomponerse y como consecuencia de ello llega a perder un total de 44% de su masa inicial cuando se alcanza la máxima temperatura de ensayo.
2. De acuerdo al análisis calorimétrico, la curva muestra un pico de absorción térmico intenso a aproximadamente 910°C indicando un posible cambio de fase y cambio en las características del material.

Trujillo, 20 de enero del 2020


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

ANEXO 3
COMPOSICION QUIMICA DE LOS
MATERIALES



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

FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS
Laboratorio de Arqueometría

Informe N°022-LAQ/2020

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

Introducción.

Se analizó por fluorescencia de rayos-X dispersiva en energía (FRXDE) de esta muestra de rastrojo de maíz a pedido del Sr. **Salvatierra Chávez, Aderly**, alumno de la Universidad San Pedro, sede Chimbote, y como parte de su proyecto de tesis titulada:

“Resistencia a la Compresión de un Concreto Sustituyendo al Cemento por Cenizas de Rastrojo de Maíz y Cáscara de Huevo.”

La muestra está en la forma de grano fino de color plomo oscuro.

Arreglo experimental.

Se utilizó un espectrómetro de FRXDE marca Amptek con ánodo de oro que operó a un voltaje de 30 kV y una corriente de 15 μ A. Los espectros se acumularon durante un intervalo neto de 300 s utilizando 2048 canales, con ángulos de incidencia y salida de alrededor de 45°; distancia muestra a fuente de rayos-X de 4 cm y distancia de muestra a detector de 2 cm aprox. La tasa de conteo, la cual depende de la geometría del arreglo experimental y de la composición elemental de la muestra, fue de alrededor de 4140 cts/s.

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

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



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

FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS
Laboratorio de Arqueometría

componente continua de la fuente, un espectro discreto producido por la dispersión en la muestra de los rayos-X característicos de oro de la fuente, y el espectro discreto de los rayos-X característicos emitidos por la muestra de acuerdo a los elementos que contiene..

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

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

Resultados.

En la Figura 1 se muestra el espectro de FRXDE de esta muestra de ceniza de rastrojo de maíz. La línea roja representa el espectro experimental y la línea azul el espectro calculado. Cubre el rango de energías de 1 a 18 keV que es el rango de interés en este estudio. En el espectro se puede observar la presencia del pico de argón, que es un gas inerte presente en el aire que respiramos. En general, cada pico identifica un elemento químico, comenzando por la izquierda con el pico de Al, seguido del pico de Si y así sucesivamente a medida que aumentan el número atómico del elemento y la energía del rayo-X.

La Tabla 1 muestra los resultados del análisis elemental de esta muestra. Las concentraciones están dadas en % de la masa total en términos de los óxidos más estables que se pueden formar en un proceso de calcinación. La suma en términos de contenido de óxidos es mucho menor que 100%. Es probable que la muestra esté constituida en parte por carbonatos y



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

FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS
Laboratorio de Arqueometría

compuestos de Na y Mg, que esta técnica no puede detectar, y/o hay una deficiencia en la calibración del instrumento. Para mayores detalles sobre la composición estructural de la muestra se sugiere hacer un análisis por difracción de rayos-X.

Tabla 1. Composición elemental de esta muestra de ceniza de rastrojo de maíz en % de masa.

Óxido	Concentración % masa	Normalizado al 100%
Al ₂ O ₃	2.670	3.689
SiO ₂	40.804	56.359
P ₂ O ₅	0.233	0.322
SO ₂	1.264	1.745
ClO ₂	6.585	9.095
K ₂ O	9.242	12.765
CaO	7.549	10.427
TiO	0.349	0.483
Cr ₂ O ₃	0.008	0.011
MnO	0.266	0.368
Fe ₂ O ₃	3.197	4.416
Ni ₂ O ₃	0.003	0.004
CuO	0.020	0.028
ZnO	0.120	0.166
As ₂ O ₃	0.003	0.004
BrO ₂	0.016	0.022
SrO	0.030	0.042
Y ₂ O ₃	0.004	0.005
ZrO ₂	0.009	0.012
OsO ₄	0.007	0.009
IrO	0.033	0.030
Total	72.400	100.00



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

FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS
Laboratorio de Arqueometría

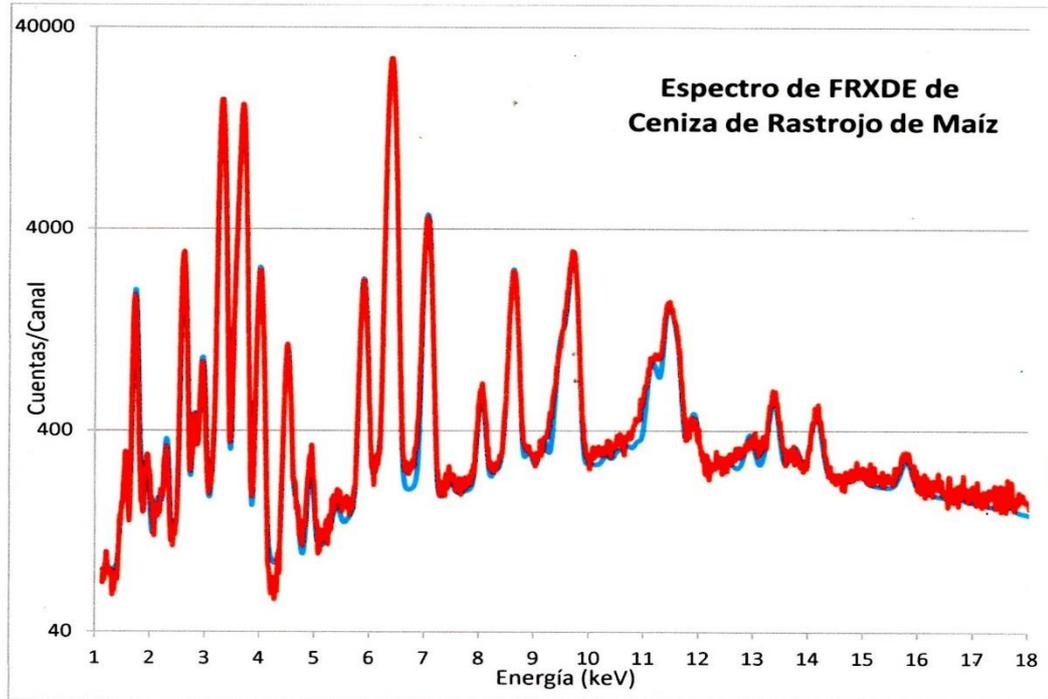


Figura 1. Espectro de FRXDE de una muestra de ceniza de rastrojo de maíz en escala semi-logarítmica. Incluye el pico de Ar del aire y los picos de rayos-X de Au dispersados por la muestra. La curva en azul muestra el espectro simulado

Investigador Responsable:

Dr. Jorge A. Bravo Cabrejos
Laboratorio de Arqueometría



Lima, 24 de Febrero del 2020



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

FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS
Laboratorio de Arqueometría

Informe N°021-LAQ/2020

Análisis de una ceniza de cáscara de huevo por FRXDE

Introducción.

Se analizó por fluorescencia de rayos-X dispersiva en energía (FRXDE) de esta muestra de ceniza de cáscara de huevo a pedido del Sr. **Salvatierra Chávez, Aderly**, alumno de la Universidad San Pedro, sede Chimbote, y como parte de su proyecto de tesis titulada:

“Resistencia a la Compresión de un Concreto Sustituyendo al Cemento por Cenizas de Rastrojo de Maíz y Cáscara de Huevo.”

La muestra está en forma de grano fino de color blanco.

Arreglo experimental.

Se utilizó un espectrómetro de FRXDE marca Amptek con ánodo de oro que operó a un voltaje de 30 kV y una corriente de 10 μ A. Los espectros se acumularon durante un intervalo neto de 300 s utilizando 2048 canales, con ángulos de incidencia y salida de alrededor de 45°; distancia muestra a fuente de rayos-X de 4 cm y distancia de muestra a detector de 2 cm aprox. La tasa de conteo, la cual depende de la geometría del arreglo experimental y de la composición elemental de la muestra, fue de alrededor de 7780 cts/s.

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

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



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

FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS
Laboratorio de Arqueometría

componente continua que es consecuencia de la dispersión por la muestra de los rayos-X de la componente continua de la fuente, un espectro discreto producido por la dispersión en la muestra de los rayos-X característicos de oro de la fuente, y el espectro discreto de los rayos-X característicos emitidos por la muestra de acuerdo a los elementos que contiene..

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

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

Resultados.

En la Figura 1 se muestra el espectro de FRXDE de esta muestra de ceniza de cáscara de huevo. La línea roja representa el espectro experimental y la línea azul el espectro calculado. Cubre el rango de energías de 1 a 18 keV que es el rango de interés en este estudio. En el espectro se puede observar la presencia del pico de argón, que es un gas inerte presente en el aire que respiramos. En general, cada pico identifica un elemento químico, comenzando por la izquierda con el pico de Al, seguido del pico de Si y así sucesivamente a medida que aumentan el número atómico del elemento y la energía del rayo-X.

La Tabla 1 muestra los resultados del análisis elemental de esta muestra. Las concentraciones están dadas en % de la masa total en términos de los óxidos más estables que se pueden formar en un proceso de calcinación. La suma en términos de contenido de óxidos es



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

FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS
Laboratorio de Arqueometría

ligeramente mayor que 100%. Es probable que la muestra esté constituida en parte por compuestos de diferentes de óxidos y/o hay una deficiencia en la calibración del instrumento. Para mayores detalles sobre la composición estructural de la muestra se sugiere hacer un análisis por difracción de rayos-X.

Tabla 1. Composición elemental de estas cenizas de cáscara de huevo en % de masa.

Óxido	Concentración % masa	Normalizado al 100%
Al ₂ O ₃	2.636	2.561
SiO ₂	1.234	1.199
SO ₂	0.941	0.914
ClO ₂	0.145	0.141
K ₂ O	0.147	0.143
CaO	97.514	94.718
Cr ₂ O ₃	0.008	0.008
MnO	0.003	0.003
Fe ₂ O ₃	0.002	0.002
Ni ₂ O ₃	0.035	0.034
As ₂ O ₃	0.003	0.003
BrO	0.016	0.015
SrO	0.249	0.242
Y ₂ O ₃	0.004	0.004
ZrO ₂	0.009	0.009
Total	102.946	100.00



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

FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS
Laboratorio de Arqueometría

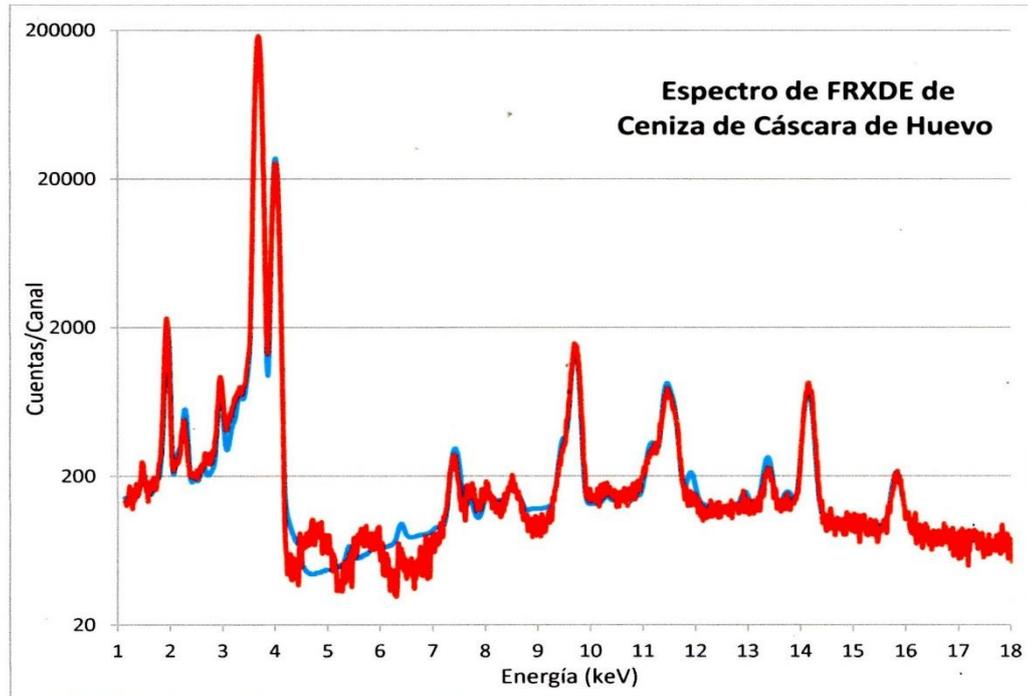


Figura 1. Espectro de FRXDE de una muestra de ceniza de cáscara de huevo en escala semi-logarítmica. Incluye el pico de Ar del aire y los picos de rayos-X de Au dispersados por la muestra. La curva en azul muestra el espectro simulado

Investigador Responsable:

Dr. Jorge A. Bravo Cabrejos
Laboratorio de Arqueometría



Lima, 24 de Febrero del 2020

ANEXO 4
ALCALINIDAD DE LOS
MATERIALES



CORPORACIÓN DE LABORATORIOS DE ENSAYOS
CLÍNICOS, BIOLÓGICOS E INDUSTRIALES

“COLECBI” S.A.C.

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

INFORME DE ENSAYO N° 20200206-010

Pág. 1 de 1

SOLICITADO POR : SALVATIERRA CHAVEZ ADERLY DAVID.
DIRECCIÓN : PP.JJ. San Pedro Enrique Meigss Mz 74 Lote 12 Chimbote.
NOMBRE DEL CONTACTO DEL CLIENTE : NO APLICA
PRODUCTO DECLARADO : ABAJO INDICADOS.
LUGAR DE MUESTREO : NO APLICA
MÉTODO DE MUESTREO : NO APLICA
PLAN DE MUESTREO : NO APLICA
CONDICIONES AMBIENTALES DURANTE EL MUESTREO : NO APLICA
FECHA DE MUESTREO : NO APLICA
CANTIDAD DE MUESTRA : 04 muestras.
PRESENTACIÓN DE LA MUESTRA : En bolsa de polietileno, cerrada.
CONDICIÓN DE LA MUESTRA : En buen estado.
FECHA DE RECEPCIÓN : 2020-02-06
FECHA DE INICIO DEL ENSAYO : 2020-02-06
FECHA DE TÉRMINO DEL ENSAYO : 2020-02-06
LUGAR REALIZADO DE LOS ENSAYOS : Laboratorio Físico Químico.
CÓDIGO COLECBI : SS 200206-10

RESULTADOS

MUESTRAS	ENSAYO
	pH
CASCARA DE HUEVO	12,40
CENIZA DE RASTROJO DE MAIZ	10,84
COMBINACION 1 12%COMBINACION DE RASTROJO DE MAIZ 3%+CASCARA DE HUEVO 9%+CEMENTO 88%	12,70
COMBINACION 2 16%COMBINACION DE RASTROJO DE MAIZ 4%+CASCARA DE HUEVO 12%+CEMENTO 84%	12,84

METODOLOGIA EMPLEADA

pH : Potenciométrico.

NOTA:

- Informe de ensayo emitido en base a resultados de nuestro Laboratorio sobre muestras :
Proporcionadas por el Solicitante (X) Muestras por COLECBI S.A.C. ()
- Los resultados presentados corresponden solo a la muestra/s ensayada/s.
- Estos resultados de ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.
- No afecto al proceso de Dirimencia por su perecibilidad y/o muestra única.
- El informe incluye diagrama, croquis o fotografías : SI () NO (X)
- Cuando el informe de ensayo ya emitido se haga una corrección o modificación se emitirá un nuevo informe de ensayo completo que haga referencia al informe que reemplaza. Los cambios se identificarán con letra negrita y cursiva.

Fecha de Emisión: Nuevo Chimbote, Febrero 07 del 2020.

GVR/jms

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

LC-MP-HRIE
Rev. 06
Fecha 2019-07-01

EL INFORME NO SE DEBE REPRODUCIR SIN LA APROBACIÓN
DEL LABORATORIO, EXCEPTO EN SU TOTALIDAD

FIN DEL INFORME

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

COLECBI S.A.C.

Urb. Buenos Aires Mz. A - Lt. 7 I Etapa - Nuevo Chimbote - Teléfono: 043 310752
Celular: 998392893 - 998393974 - Apartado 127
e-mail: colecbi@speedy.com.pe / medioambiente_colecbi@speedy.com.pe
Web: www.colecbi.com

ANEXO 5
PANEL FOTOGRAFICO

MATERIALES A SUSTITUIR POR EL CEMENTO:

RASTROJO DE MAÍZ:



Figura 10. Rastrojo de Maíz

CASCARA DE HUEVO:



Figura 11. Cáscara de Huevo

EXTRACCION DE AGREGADOS:

AGREGADO FINO:



Figura 12. Recolección del Agregado Fino de la Cantera “Rubén”

AGREGADO GRUESO:



Figura 13. Recolección del Agregado Grueso de la Cantera “Rubén”

TRATAMIENTO DE MATERIALES PARA SUSTITUCION:

RASTROJO DE MAIZ:



Figura 14. Obtención del Rastrojo de Maíz



Figura 15. Muestra de Rastrojo de Maíz Pesado y Enviada a Realizar Ensayo de ATD



Figura 16. Rastrojo de Maíz Iniciando el Pre-Quemado



Figura 17. Rastrojo de Maíz al Término del Pre-Quemado



Figura 18. Muestra de Ceniza de Rastrojo de Maíz Pesada y Puesta a Calcinar

TRATAMIENTO DE MATERIALES PARA SUSTITUCION:

CASCARA DE HUEVO:



Figura 19. Cascara de Huevo Limpias y Secadas a Cielo Abierto



Figura 20. Muestra Cascara de Huevo Pesada y Enviada a Realizar Ensayo de ATD



Figura 21. Muestra de Cascara de Huevo Pesada y Puesta a Calcinar

ENSAYO DE AGREGADOS EN LABORATORIO:

AGREGADO FINO:

PESO UNITARIO SUELTO:



Figura 22. La Arena a cierta altura ha de caer sin compactar, enrasando así como pesando la muestra

PESO UNITARIO COMPACTADO:



Figura 23. La Arena a cierta altura ha de caer en tres capas iguales compactando y chuceando, enrasando y pesando la muestra

CONTENIDO DE HUMEDAD:



Figura 24. Se realiza el debido cuarteo del pesado material y luego se toman las muestras con el fin de ser conducidos al horno

GRAVEDAD ESPECÍFICA Y ABSORCION:



Figura 25. Se procede con el Lavado así como el Secado de la Arena



Figura 26. Se realiza la prueba de Consistencia de la Arena



Figura 27. Secado de la Arena y a continuación los Ensayos con la Fiola y se toma su peso

GRANULOMETRIA:



Figura 28. Dar cuarteo realizando la toma de una muestra de Arena, se procede la realización de la Granulometría, se considera los pesos en cada malla retenidos

AGREGADO GRUESO:

PESO UNITARIO SUELTO:



Figura 29. A cierta altura sin compactar la piedra se deja caer enrasando y pesando la muestra

PESO UNITARIO COMPACTADO:



Figura 30. La piedra se deja caer a una altura determinada compactando así como chuceando en tres iguales capas, enrasando y pesando la muestra

GRAVEDAD ESPECÍFICA Y ABSORCION:



Figura 31. La Piedra es Lavada y Secada

CONTENIDO DE HUMEDAD:



Figura 32. La Piedra es Llevada al Horno para su Secado

GRANULOMETRIA:



Figura 33. Del Cuarteo Realizado se Toma una Muestra de Piedra y se pasa a Realizar la Granulometría, Tomando los Pesos Retenidos en Cada Malla

ELABORACION DE PROBETAS DE CONCRETO:

PROBETAS DE CONCRETO PATRON:

SLUMP:



Figura 34. Elaboración del Slump para la Mezcla Patrón

VACEADO, CHUCEADO Y ENRASADO:



Figura 35. Llenado de las Probetas Patrón

PROBETAS DE CONCRETO EXPERIMENTAL 12%:

COMBINACION DE CEMENTO CON MATERIALES DE SUSTITUCION



Figura 36. Combinación de Cemento con Cenizas de Rastrojo de Maíz y Cáscara de Huevo

SLUMP:



Figura 37. Elaboración del Slump para la Mezcla Experimental 12%

VACEADO, CHUCEADO Y ENRASADO:



Figura 38. Llenado de las Probetas Experimentales 12%

PROBETAS DE CONCRETO EXPERIMENTAL 16%:

COMBINACION DE CEMENTO CON MATERIALES DE SUSTITUCION



Figura 39. Combinación de Cemento con Cenizas de Rastrojo de Maíz y Cáscara de Huevo

SLUMP:



Figura 40. Elaboración del Slump para la Mezcla Experimental 16%

VACEADO, CHUCEADO Y ENRASADO:



Figura 41. Combinación de Cemento con Cenizas de Rastrojo de Maíz y Cáscara de Huevo