

UNIVERSIDAD SAN PEDRO

FACULTAD DE INGENIERIA

PROGRAMA DE ESTUDIOS DE INGENIERIA CIVIL



Resistencia de morteros con cemento sustituido en 10% y 15% por una combinación de polvo de concha de mejillón y cenizas de cola de caballo.

Tesis para obtener el título profesional de Ingeniero Civil

Autor

Amaranto Villegas, Elkin Agemiler

Asesor

López Carranza, Ruben

Chimbote - Perú

2020

PALABRAS CLAVE:

TEMA	Resistencia del Mortero
ESPECIALIDAD	Tecnología del Concreto

KEY WORDS

Topic	Mortar Resistance
Specialization	Concrete Technology

LINEA DE INVESTIGACION:

Programa	Ingeniería Civil
Area	2. Ingeniería, Tecnología
Sub - área	2.1 Ingeniería Civil
Disciplina	• Ingeniería de la Construcción

TITULO:

Resistencia de morteros con cemento sustituido en 10% y 15% por una combinación de polvo de concha de mejillón y cenizas de cola de caballo.

TITLE

Mortar resistance with cement substituted in 10% and 15% by a combination of mussel shell powder and horsetail ashes.

RESUMEN

En la presente investigación se determinó y comparó la resistencia de mortero patrón y mortero experimental, donde se sustituyó el cemento por la combinación de cenizas de cola de caballo y polvo de conchas de mejillón, previamente activada en un porcentaje de 10% y 15 % dicha combinación tuvo una proporción de 2:3, con la finalidad de que estos morteros cumplan con una resistencia óptima.

Es una investigación explicativa, de diseño experimental, por lo que consistió en la elaboración de 27 morteros, nueve para cada etapa de curado. Se utilizó la técnica de la observación y como instrumentos las fichas técnicas. Se determinó las resistencias a los 3, 7 y 28 de curado, cuyos resultados fueron procesados, analizados e interpretados con la metodología estadística.

En el ensayo de resistencia a la compresión se obtuvo como resultado promedio patrón, a los 3 días 245.00 kg/cm², a los 7 días 255.33 kg/cm² y a los 28 días 331.33 kg/cm². Al sustituir el 4% de ceniza de cola de caballo y 6% de polvo de concha de mejillón, la resistencia a la compresión promedio disminuye en 16.19% a los 3 días, a los 7 días en 4.44% y a los 28 días disminuye en 9.66% respecto al mortero patrón, disminuyendo notablemente. De igual forma, al sustituir el 6% de ceniza de cola de caballo y 9% de polvo de concha de mejillón, la resistencia a la compresión promedio disminuye en 18.64% a los 3 días, a los 7 días en 8.74% y a los 28 días disminuye en 4.42% respecto al mortero patrón.

ABSTRACT

In the present investigation, the resistance of standard mortar and experimental mortar was determined and compared, where cement was replaced by the combination of horsetail ashes and mussel shell powder and previously activated in a percentage of 10% and 15%. The combination had a ratio of 2: 3, so that these mortars comply with optimum resistance.

It is an explanatory investigation, experimental design, so it consisted of the preparation of 27 mortars, nine for each stage of curing. The observation technique was used and as technical instruments the data sheets. The resistance at 3, 7 and 28 of cure was determined, the results of which were processed, analyzed and interpreted with the statistical methodology.

In the compression resistance test, the average result was 245.00 kg / cm² at 3 days, 255.33 kg / cm² at 7 days and 331.33 kg / cm² at 28 days. By replacing 4% of horsetail ash and 6% of mussel shell powder, the average compressive strength decreases by 16.19% at 3 days, at 7 days at 4.44% and at 28 days it decreases by 9.66 % with respect to the standard mortar, decreasing markedly. Similarly, by replacing 6% of horsetail ash and 9% of mussel shell powder, the average compressive strength decreases by 18.64% at 3 days, at 7 days at 8.74% and at 28 days decreases by 4.42% compared to the standard mortar.

ÍNDICE

Palabras Claves – Línea de Investigación	I
Título.....	II
Resumen.....	III
Abstract.....	IV
Índice.....	V
INTRODUCCIÓN.....	1
OPERACIONALIZACION DE LAS VARIABLE.....	24
METODOLOGÍA.....	26
RESULTADOS	34
ANALISIS Y DISCUSION DE RESULTADOS.....	60
CONCLUSIONES.....	63
RECOMENDACIONES.....	65
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	66
DEDICATORIA.....	68
ANEXOS.....	69
Anexo 1. Análisis Térmico Diferencial de la Ceniza de la Cola de Caballo... ..	70
Anexo 2. Análisis Térmico Diferencial de la Concha de Mejillón.....	74
Anexo 3. Análisis de Composición Químico de la Ceniza de la Cola de Caballo.....	78
Anexo 4. Análisis de Composición Químico de la Concha de Mejillón.....	83

Anexo 5. Ensayo de PH y Alcalinidad.....	88
Anexo 6. Verificación de Gradación.....	90
Anexo 7. Ensayo de Laboratorio.....	93
Anexo 8. Ensayo a Compresión de Mortero Patrón y Experimental.....	101
Anexo 9. Panel Fotográfico.....	108

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N° 1: Tabla de Gradación de la Arena	05
Tabla N° 2: Composición química del cemento en sus diferentes materias primas	07
Tabla N° 3: Composición química del cemento en proporciones	08
Tabla N° 4: Composición química del cemento tipo I.	09
Tabla N° 5: REQUISITOS PARA AGUA DE MEZCLA – NTP 339.088	11
Tabla N° 6: Tolerancia Permisible para Tiempo de Ensayo	13
Tabla N° 7: Composiciones químicas de muestras de cola de caballo	16
Tabla N° 8: Composición Química de los residuos de Conchas activadas	20
Tabla N° 9: Listado de Áreas de Extracción y Recolección de Moluscos	21
Tabla N° 10: VARIABLE DEPENDIENTE (Resistencia a Compresión)	24
Tabla N° 11: VARIABLE INDEPENDIENTE: Sustitución del 10% y 15% de la combinación de Polvo de concha de mejillón y Cenizas de cola de caballo	24
Tabla N° 12: Técnicas e Instrumentos de Investigación	27
Tabla N° 13: Material obtenido de la Concha de Mejillón	31
Tabla N° 14: Material obtenido de la Cola de Caballo	32
Tabla N° 15: Composición Química de polvo de concha de mejillón por FRXDE	36
Tabla N° 16: Composición Química de cenizas de Cola de caballo por FRXDE	37
Tabla N° 17: Determinación del pH del cemento, conchas de mejillón y cola de caballo	38
Tabla N° 18: Contenido de humedad agregado fino (ASTM D-2216)	38
Tabla N° 19: Gravedad Específica Y Absorción Agregado Fino (Según Norma ASTM C-127)	39
Tabla N° 20: Peso Unitario Suelto Del Agregado Fino	39
Tabla N° 21: Peso Unitario Compactado Del Agregado Fino	39

Tabla N° 22: Peso Específico de 90% Cemento +6% Polvo Concha de mejillón + 4% Cenizas de cola de Caballo	40
Tabla N° 23: Peso Específico de 85% Cemento +9% Polvo Concha de mejillón +6 % Cenizas de cola de Caballo	40
Tabla N° 24: Requisitos Físicos de Gradación Para El Cálculo De La Fluidez	41
Tabla N° 25: Requisitos físicos de gradación para elaborar los especímenes	42
Tabla N° 26: Dosificación Para Calcular la Fluidez del mortero patrón.	43
Tabla N° 27: Dosificación para calcular la fluidez del mortero experimental al 10% y 15% de sustitución.	43
Tabla N° 28: Fluidez del mortero	43
Tabla N° 29: Dosificación para elaborar los especímenes del mortero patrón	44
Tabla N° 30: Dosificación para elaborar los especímenes del mortero experimental al 10% y 15% de sustitución.	44
Tabla N° 31: Medidas de dispersión del mortero patrón.	44
Tabla N° 32: Medidas de dispersión del mortero experimental en 10% de sustitución.	45
Tabla N° 33: Medidas de dispersión del mortero experimental en 15% de sustitución	45
Tabla N° 34: Resultados del ensayo de compresión del mortero patrón a los 3 días de curado	46
Tabla N° 35: Resultados del ensayo de compresión del mortero patrón a los 7 días de curado	47
Tabla N° 36: Resultados del ensayo de compresión del mortero patrón a los 28 días de curado	47
Tabla N° 37: Promedio de la resistencia patrón por cada etapa de evaluación	48
Tabla N° 38: Resultados del ensayo de compresión del mortero experimental 10% a los 3 días de curado.	49
Tabla N° 39: Resultados del ensayo de compresión del mortero experimental 10% a los 7 días de curado.	50

Tabla N° 40: Resultados del ensayo de compresión del mortero experimental 10% a los 28 días de curado.	51
Tabla N° 41: Promedio de la resistencia experimental 10% por cada etapa de evaluación	51
Tabla N° 42: Resultados del ensayo de compresión del mortero experimental 15% a los 3 días de curado	52
Tabla N° 43: Resultados del ensayo de compresión del mortero experimental 15% a los 7 días de curado	53
Tabla N° 44: Resultados del ensayo de compresión del mortero experimental 15% a los 28 días de curado	54
Tabla N° 45: Promedio de la resistencia experimental 15% por cada etapa de evaluación	55
Tabla N° 46: Resultados Finales de los Ensayos de Compresión	56
Tabla N° 47: Densidad de los especímenes de mortero a los 28 días	57
Tabla N° 48: Resistencias a la compresión de cubos de mortero con una sustitución de un porcentaje de cemento por combinación de polvo de Concha de Mejillón y ceniza de Cola de Caballo (en relación de 2 a 3) según días de curado	58
Tabla N° 49: Cálculo de la prueba ANOVA para verificar las diferencias entre las medias de las resistencias a la compresión de los cubos de mortero.	59

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura N° 1: Equipo Para Medir la Fluidez de La Mezcla	12
Figura N° 2: Muestra Equisetum Arvense (Cola de Caballo)	18
Figura N° 3: Muestra Molusco Mytilidae (Concha de mejillón)	18
Figura N° 4: XRD patrones de concha de mejillón natural y calcinado	19
Figura N° 5: Curva de pérdida de masa – Análisis Termo gravimétrico de cenizas de cola de caballo	34
Figura N° 6: Curva calorimétrica - ATD de cenizas de cola de caballo	34
Figura N° 7: Curva de pérdida de masa – Análisis Termo gravimétrico de polvo de concha de Mejillón	35
Figura N° 8: Curva calorimétrica - ATD de Polvo de concha de mejillón	35
Figura N° 9: Composición Química de polvo de concha de mejillón	36
Figura N° 10: Composición Química de Cenizas de Cola de caballo	37
Figura N° 11: PH de los materiales	38
Figura N° 12: Análisis granulométrico del agregado fino según los requisitos físicos de gradaciones (ASTM C 136-06)	42
Figura N° 13: Ensayo de Resistencia a la Compresión Patrón a los 3 días	46
Figura N° 14: Ensayo de Resistencia a la Compresión Patrón a los 7 días	47
Figura N° 15: Ensayo de Resistencia a la Compresión Patrón a los 28 días	48
Figura N° 16: Ensayo de Resistencia a la Compresión Promedio Patrón	48
Figura N° 17: Ensayo de Resistencia a la Compresión Experimental 10% a los 3 días	49
Figura N° 18: Ensayo de Resistencia a la Compresión Experimental 10% a los 7 días	50
Figura N° 19: Ensayo de Resistencia a la Compresión Experimental 10% a los 28 días	51
Figura N° 20: Ensayo de Resistencia a la Compresión Promedio Experimental 10%	52

Figura N° 21: Ensayo de Resistencia a la Compresión Experimental 15% a los 3 días	53
Figura N° 22: Ensayo de Resistencia a la Compresión Experimental 15% a los 7 días	54
Figura N° 23: Ensayo de Resistencia a la Compresión Experimental 15% a los 28 días	55
Figura N° 24: Ensayo de Resistencia a la Compresión Promedio Experimental 15%	55
Figura N° 25: Resistencia a la Compresión Promedio de Morteros Patrón y Experimentales	56
Figura N° 26: Curva de Resistencia a la Compresión Promedio de Morteros Patrón y Experimentales	57
Figura N° 27: Lugar de Extracción de Material de la Cola de Caballo	109
Figura N° 28: Recolección del Material en Sacos para ser llevados a Laboratorio de Mecánica de Suelos	109
Figura N° 29: Secado del material de la cola de caballo al aire libre	110
Figura N° 30: Secado del material de las Conchas de mejillón al aire libre	110
Figura N° 31: Separación de los Agregados de Acuerdo al Tipo de Malla	111
Figura N° 32: Cantidad del Material Pre Quemado de la Cola de Caballo	111
Figura N° 33: Calcinación del Pre Quemado de la Cola de Caballo	112
Figura N° 34: Ensayo de Contenido de Humedad del Agregado	112
Figura N° 35: Ensayo de Gravedad Específica y Absorción Agregado Fino	113
Figura N° 36: Ensayo Para Calcular la Fluidez del Mortero Patrón	113
Figura N° 37: Medición del Diámetro de Mortero Para ver si es Óptimo	114
Figura N° 38: Llenado y Chuceado del Concreto en los Moldes Para Morteros	114
Figura N° 39: Cubos de Concreto Para Mortero Finalizado	115
Figura N° 40: Pesos de los cubos de Concreto Después de los 7 Días	115
Figura N° 41: Prueba de Compresión en el Laboratorio de Concreto y Reciclado de la Universidad Nacional de Trujillo	116
Figura N° 42: Rotura de los Moldes de Concreto Para Morteros en el Laboratorio de Concreto y Reciclado de la Universidad Nacional de Trujillo	116

INTRODUCCIÓN

Carneiro M. et al. (2015), con su artículo titulado: “Preparation and Characterization of Nano Silica from Equisetum arvenses”, la cual tuvo como objetivo obtener partículas de nano-sílice del Equisetum arvenses (cola de caballo), una planta que posee una de las mayores cantidades de silicio, analizando diferentes combinaciones de lavado ácido y calcinación a temperaturas variables entre 500 y 600 °C. El investigador obtuvo como conclusiones que la temperatura de calcinación a 500°C por 2 horas produciendo Dióxido de Silicio (SiO₂) de 59.60%, la temperatura de calcinación a 500°C por 2 horas previo lavado con ácido HCl produciendo Dióxido de Silicio (SiO₂) de 93.50%; la bio-sílice obtenida en este estudio a partir del Equisetum arvenses puede ser un candidato potencial como materia prima para diversas industrias, principalmente en la industria cerámica y construcción.

En la producción de hormigón de alto rendimiento también se le puede incluir la aplicación de la sustitución de la sílice activada o micro sílice.

La investigación, titulada “Morteros para revestimiento con árido procedente de concha de mejillón”, Rodríguez A. (2014), del cual se pudo comprender la composición de los materiales en función a sus óxidos fundamentales, a través del ensayo de fluorescencia de rayos x.

Para ello, se tuvo que calcinar previamente el material a 900°C eliminando cualquier fracción volátil, donde se pudo comprobar un porcentaje aproximadamente del 95% del componente mayoritario de carbonato cálcico. Seguidamente el segundo compuesto es el óxido de silicio, más abundante en la arena fina, y en tercer compuesto es el óxido de sodio, relacionado con cloruro sódico.

Con dicha muestra se ensayaron los especímenes de mortero y se llegó a la conclusión:

Presentan un coeficiente menor de capilaridad los morteros de cemento con concha de mejillón, una conductividad térmica menor y una pérdida de peso menor frente a morteros con arena natural. Por lo consiguiente, esto mejora las prestaciones de los morteros convencionales.

El carácter lajoso de la concha de mejillón provoca un aumento de la consistencia y un descenso de la resistencia a flexión y a compresión, efecto que puede ser compensado con mayores proporciones de agua o de ligante respectivamente. El aumento de consistencia del carácter lajoso de la concha de mejillón induce al descenso de la resistencia a flexión y compresión, efecto que puede ser equilibrado con proporciones mayores de agua o de ligante respectivamente. Por lo tanto los parámetros de resistencia para un mortero de revestimiento son muy bajos.

Hazurina O. et al. (2013); en su artículo de investigación: “Cockle shell ash replacement for cement and filler in concrete” tuvo como investigación el polvo de *Anadara granosa* (pata de mula) como un material para el reemplazo parcial del cemento o un material de relleno en diferentes porcentajes de 5%, 10%, 15%, 25%, 50% en una mezcla de concreto. También se determinó la composición química de polvo de *Anadara granosa* mediante el análisis de fluorescencia de rayos x. Siendo esta investigación del tipo aplicada de diseño experimental de nivel cuasi experimental. Concluyendo que la resistencia del concreto sustituyendo al cemento por polvo de *Anadara granosa* es menor que el concreto patrón. No obstante, durante un período de curado prolongado hasta 90 días, el porcentaje de resistencia aumentó en comparación con el concreto patrón, en los porcentajes 5% y 15%. El alto contenido de CaO en el polvo de *Anadara granosa* causará el proceso lento de la hidratación que reducirá la resistencia del concreto en la edad temprana del curado.

Julián C. et al. (2014), con su artículo de investigación titulado “Resistencia en mortero sustituido al 50% por residuos de chanque y bambú”, uno de los primeros objetivos para esta investigación fue encontrar una aplicación a los materiales suplementarios como las hojas secas del bambú (HSB) y los residuos calcáreos del chanque (MSC) en las mezclas de mortero. Estos dos materiales se pulverizaron a 150 μm ; se reemplazó el 50% del cemento en una mezcla de mortero con una dosificación de 1:1, siendo esta

investigación de tipo aplicada de diseño experimental de nivel cuasi-experimental, la cual llevo a las siguientes conclusiones:

Se consiguió alcanzar un alto nivel de calcio en los residuos calcáreos del chanque (RCC) y en las hojas secas del bambú (HSB) silicio y aluminio; estos materiales al ser mezclados en una dosificación de 1:1 se hizo la prueba del PH y tuvieron reacción alcalina de 12.15 la cual permitió la sustitución del 50% del cemento en una mezcla de mortero. La dosificación de a/c de 0.48 para un mortero patrón obtuvo una alta resistencia, con respecto al mortero experimental la relación de dosificación de a/c de 0.61 resulto una mediana resistencia. Se puede evidenciar que estos materiales tienen una marcada diferencia respecto al mortero patrón y al mortero experimental.

La presente investigación tiene como fundamentación científica en primer lugar al mortero, la cual está formado por materiales como el agregado fino y por una mezcla de aglomerantes que al incorporar una determinada cantidad máxima de agua reaccione y proporcione una mezcla trabajable, adhesiva y sin segregación del agregado. Para las obras de albañilería la elaboración de morteros debe tener los indicado según las normas NTP 399.607 y 399.610

IMCYC (2011), “Cemento para albañilerías (Mortero)”, en esta revista podemos hallar que el mortero puede contener los siguientes componentes pulverizados que se pueden mezclar: Clinker Portland, puzolana, piedra caliza, arcilla, escoria granulada de alto horno, cenizas volantes y yeso. El cemento para albañilería (mortero), que al combinarse con agua y arena contienen características que pueden ser utilizadas para pegados de tabiques, aplanados, etc.

En el mortero dentro de sus características se puede fragmentar dos estados: Estado Fresco y el Estado Endurecido, las propiedades del mortero fresco determina el comportamiento del mortero endurecido; en tanto el estado endurecido influye en su durabilidad.

El mortero en estado fresco, se da cuando se adiciona agua al cemento, lo que origina una pasta de cemento, en la primera etapa se desarrolla la hidratación del cemento que contiene una consistencia plástica. En la segunda etapa comienza el inicio de

endurecimiento sucesivamente logra alcanzar características sólidas. Según la norma técnica peruana (NTP 334.003:2008), establece que a través de la mezcla mecánica se pueda obtener morteros de consistencia plástica; se requiere que para el tiempo de utilización el mortero tenga suficiente trabajabilidad, se debe contrarrestar el fraguado sin la agregación de agua; la Fluidez del Mortero (NTP 334.057:2011) es un indicador en el cual mide la trabajabilidad según la relación a/c; el tiempo de fraguado según la norma técnica peruana (NTP 334.006:2003) es el periodo que mediante reacciones químicas del cemento y el agua conducen al endurecimiento completo del mortero.

La norma técnica peruana (NTP 334.051; 2013) determina la resistencia a la compresión en los morteros de cemento portland, para esto se utilizan especímenes cúbicos de 50mm de lado; la Adherencia (NTP 331.052), es el factor importante para el tipo de mortero, soporte, preparación y mano de obra; la Estabilidad Dimensional (NTP 339.630: 2010), es el proceso en la que se produce una disminución de volumen (Retracción), otros factores a tomar en cuenta es la densidad en el estado endurecido, la permeabilidad al vapor de agua, y el contenido de sulfatos de agua que son utilizadas en la elaboración y curado (NTP 339.229:2009).

Los morteros tienen propiedades como la trabajabilidad, esto se obtiene cuando el mortero está en el estado plástico, esto condiciona su empleo en obra. Para la mezcla es necesario que los morteros sean suficientemente plásticos para que fácilmente se obtenga un vaciado compacto y denso, con esto se evita la segregación y podrá tener un mejor manejo durante la colocación de la mezcla; la plasticidad se le puede definir como la trabajabilidad que se tiene en el mortero, para ello dependerá de acuerdo a su consistencia granulométrica de la arena y la cantidad de finos. Para su mejor trabajabilidad se puede implementar el uso de aditivos plastificantes; otra manera de mantener su trabajabilidad es la retención de agua para que no se pierda de forma rápida, lo que podría generar inconvenientes en el fraguado de cemento, para la segregación se puede evitar añadiendo exceso de agua y utilizando tamaños graduales de arena; la adherencia es la facilidad de deslizamiento que se tiene sobre la superficie del soporte en la que se aplica. Se puede mejorar las propiedades adherentes mediante el incremento de cemento y cal; lo perjudicial siempre para los morteros es el

contenido de aire porque hay ciertas cantidades de impureza gaseosa. Se estima que el aire naturalmente incorporado para los morteros es del 3%. La variación de distintos pesos específicos El proceso de exudación se produce por la variación de distintos pesos específicos que hay en los morteros, por esta razón los materiales pesados descenden y los materiales livianos ascienden. El cambio que se da en el estado físico de la pasta de condición blanda de mortero hasta una condición de rigidez y la densidad que se define como el peso por unidad de volumen se llama fraguado. El peso específico depende de la correspondencia de los diferentes tipos de materiales que constituyen el mortero. (Rivera, 2013)

Los tipos de aglomerantes del mortero pueden ser: Cemento Portland o cemento adicionado normalizados. Los agregados finos serán de arena gruesa natural, sin material orgánico y sales; en la siguiente tabla 1 se indica las características de gradación de la arena.

Tabla 1

Tabla de gradación de la arena.

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

Fuente: NPT 3399.607

De acuerdo a la tabla 1 de gradación de arena, dos mallas consecutivas no debe superar mas del 50 % de arena, para el módulo de fineza debe estar en el rango 1.6 y 2.5; para partículas quebradizas el máximo porcentaje será del 1% en peso y no debe emplearse

arena de mar. Además, el agua será potable sin restos de (materia orgánica, alcalisis y ácidos). Como especificaciones dice que la resistencia de la compresión mínima es de 40kg/cm²; la consistencia del mortero tendrá la mínima fluidez para una fácil colocación y el tiempo de mezclado, el tiempo debe ser menor a 3 minutos una vez que se agregue el agua. (Rivera, 2013)

Los morteros se clasifican, según la Norma ASTM C 270, considerando sus especificaciones:

En Mortero Tipo “M”, son morteros de resistencia a la compresión alta por lo que tienen una mejor durabilidad en comparaciones a otros tipos de morteros, soportan grandes fuerzas de compresión, cargas laterales de fuerzas de tierra, vientos y temblores. El Mortero Tipo “S” es la que tiene una mayor adherencia con respecto a otro mortero, se utiliza para estructuras que están sometidas a cargas, que necesiten de una mayor adherencia. Para el Mortero Tipo “N” se utilizan para enchapes, paredes internas, que por la misma se utilizan en estructuras sobre el nivel del suelo; la mezcla de este tipo de mortero alcanza una resistencia a la compresión de 125 Kg/cm² y por último el Mortero Tipo “O” estos moteros son utilizados para la construcción de viviendas de primer y segundo piso contienen una baja resistencia a la compresión. (Sánchez D., 2001)

El hormigón (concreto), es un componente mixto, utilizado en diferentes construcciones, constituido por partículas de un agregado, agua y aditivos específicos. Estos materiales se pueden fragmentar y adherir entre sí por medios de métodos físico. Además en la mayor parte de los aglomerantes específicamente en el (cemento Portland) que mezclado con una adecuada proporción de agua tenga una mejor reacción de hidratación y que las partículas de los agregados de su diámetro medio sean fundamental (grava, gravilla y arena).

El mortero sirve para adherir componentes en la construcción como piedras, ladrillos, bloques de hormigón, etc. También se utiliza para cubrir espacios huecos entre bloques y para el revestimiento de paredes. Los compuestos que se utilizan para el mortero son el cemento, agregado fino y agua; por lo general se utiliza en obras de albañilería, revestimiento de paredes, etc. (Rivera, 2013)

El cemento es un componente pulverizado que al ser mezclado con agua se hidrata y se forma una pasta con propiedades adherentes, que en pocas horas fragua y comienza a endurecer tomando una consistencia más sólida. Su compuesto esencial del cemento es el silicato hidratado (S-C-H), el responsable de las características adhesivas.

Según la norma ASTM C-270 define que las propiedades de los compuestos que debe cumplir el Cemento Portland, que se obtiene de la pulverización de Clinker dentro de su composición química se tiene el Silicato Tricalcico, el cual influye en el calor de hidratación y su resistencia; el Silicato Dicalcico no tiene tanto alcance en el calor de hidratación y su resistencia es a largo plazo; el Aluminato Tricalcico actúa como catalizador en las reacciones de los silicatos que ocasionan fraguado agresivo. se cabe resaltar que para la fabricación del cemento es importante añadir : Aluminio-ferrito tetracálcico que es de suma importancia en la aceleración de hidratación y secundariamente en el calor de hidratación. Lo principales componentes químicos para la fabricación de la materia prima del cemento son los que a continuación se especifican en las tablas 2 y 3

Tabla 2

Composición química del cemento en sus diferentes materias primas

%	COMPONENTE QUIMICO	PROCEDENCIA USUAL
	Oxido de calcio (CaO)	Rocas Calizas
95%<	Oxido de Silice (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 y magnesio	Minerales Varios

Fuente: ASTM

Tabla 3

Composición química del cemento en proporciones

COMPUESTO	PORCENTAJE	ABREVIATURA
(CaO)	61% - 67%	C
(SiO₂)	20% - 27%	S
(Al₂O₃)	4% - 7%	A
(Fe₂O₃)	2% - 4%	F
(SO₃)	1% - 3%	
(MgO)	1% - 5%	
(K₂O Y Na₂O)	0.25% - 1.5%	

Fuente ASTM

Existen 5 tipos de cementos de las cuales tenemos: **Tipo I** que se utiliza de forma general y no requiere propiedades específicas; **Tipo II** este tipo de cemento es para la obtención de una resistencia moderada a los sulfatos; **Tipo III** es utilizada para la obtención de resistencias iniciales altas; **Tipo IV** se utiliza para una bajo calor de hidratación y **Tipo V** es utilizada para una alta resistencia a los sulfatos.

Para el trabajo de investigación se empleó el cemento Portland Tipo I por condiciones de sulfatos de acuerdo a la tabla 4.

Tabla 4

Composición química del cemento tipo I.

Componentes	Cemento tipo I
Oxido de Sílice: SiO_2	20.5%
Oxido de Hierro: Fe_2O_3	5.14%
Oxido de Aluminio: Al_2O_3	4.07%
Oxido de Calcio: CaO	62.92%
Oxido de Magnesio: MgO	2.10%
Óxido de Azufre: SO_3	1.83%
Perdida de Calcinación :P.C	1.93%
Residuo Insoluble : R.I	0.68%
Cal Libre: CaO	1.10%
Álcalis: Na_2O	0.22%
Silicato Tricalcico : C_3S	44.70%

Fuente: American Society for Testing and Materials. ASTM

Según la normas ITINTEC el Cemento Portland deberá cumplir ciertos parámetros:

Cemento Tipo I, II y V con las normas respectivas 304.009, 334.038 y 334.040

Norma Técnica Peruana 400.011 en la norma técnica peruana el concreto debe cumplir ciertos requisitos mínimo, una de ellas es que el peso unitario cumpla con las condiciones como su tamaño, forma y granulometría, desde la misma manera el contenido de humedad; hay ciertos factores que también influyen como el grado de compactación impuesto, el tamaño máximo del agregado en relación con el volumen del recipiente, etc. **Peso Específico (N.T.P 400.022 / A.S.T.M C-128)** es la correspondencia que existe respecto al peso y volumen del material; hay que tener en cuenta que el peso unitario no toma el volumen que ocupan los vacíos del material. Para realizar la dosificación de la mezcla es necesario tener el valor de la misma y comprobar que corresponda al material de peso normal.

El Contenido de Humedad (N.T.P. 400.011 / A.S.T.M. C-12) es el porcentaje de agua que posee el agregado de la muestra húmeda seca en el horno a una temperatura de 110°C, el material que se toma esta en su estado saturado y superficialmente seco.

El Porcentaje de Absorción (N.T.P.400.011 / A.S.T.M. C-125) es el porcentaje de agua interna del material del agregado que llega a tomar a su máxima condición de saturado con superficie seca; la absorción del agregado fino no puede exceder el porcentaje del 5%.

El Agregado Fino tiene que ser de arena natural y sus partículas deben estar limpias de residuos orgánicos y álcalis, este agregado debe cumplir ciertos perfiles preferentemente angulares, compactos y resistentes, estas mismas deberán cumplir las normas sobre granulometría.

La Granulometría (N.T.P 400.012 / A.S.T.M C-33) son agregados que se conforman por diferentes tamaños a través de mallas normalizadas como “serie estándar”, estas aberturas empiezan desde la mínima que es 0.15mm (A.S.T.M N°100) este procedimiento está dado de acuerdo a la norma indicada. Se debe tener en cuenta que para la granulometría del agregado no se debe tener más del 50% del retenido entre dos mallas consecutivas y el módulo de fineza estará entre 1.6 y 2.5.

El Módulo de Finura (N.T.P 400.011 / A.S.T.M C-125) esta se utiliza para controlar la igualdad de las partículas de arena, esta establece que su módulo de finura debe estar a no menor de 2.35 ni mayor a 3.15; se debe tener en cuenta también que la arena no debe superar más del 50 % entre dos mallas sucesivas y que en la malla N° 100 no debe tener más del 25%.

El uso del agua para la mezcla debe ser limpia, libre de álcalis, ácidos, sales y de materiales inorgánicos. La principal función es dar la hidratación necesaria al cemento para que pueda tener una mejor trabajabilidad en la mezcla, usándola como curado en obras de estructuras de concreto pasando los 28 días. El agua es esencial para las mezclas de concreto y morteros; puesto que accede a la posibilidad que desarrolle el cemento su capacidad ligante. El agua de mezclado y de curado debe estar liberado de impurezas que sean perjudicial para el fraguado o que reaccionen de forma negativa.

El curado es el suministro esencial para la hidratación del cemento, este dependerá de la humedad del ambiente. El agua y el cemento al mezclarse se llenan los espacios vacíos entre sí, que se mantiene constante y se va llenando gradualmente por la hidratación (pasta).

Tabla 5
Requisitos para agua de mezcla – NTP 339.088

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

Según la tabla 5, los requisitos para la mezcla del agua deben cumplir con 7 límites permisibles.

El agua es uno de los factores importantes en hidratar el cemento y proporcionar fluidez en el concreto, es de mucha importancia porque es la causante que se produzca conductos capilares que interconectan poros; estos conductos hacen que se llenen ligeramente de aire y hace que el concreto sea menos resistentes y menos durables; por la misma razón se debe utilizar ciertas cantidades de agua adecuada para tener la fluidez requerida ; se debe tener en cuenta que las impurezas en el agua actúan de manera negativa en las propiedades del concreto como: trabajabilidad, fraguado, resistencia mecánica, adherencia, etc. En la elaboración de concretos se debe utilizar agua potable libre de residuos orgánicos, etc., con características químicas y físicas que es útil para el consumo humano. (Zuluaga, 2013).

La norma técnica peruana (NTP 334.057) determina la fluidez de pasta de mortero con algunos materiales e insumos como se muestra en la Figura 1, consta de un soporte, un árbol y una plataforma circular.

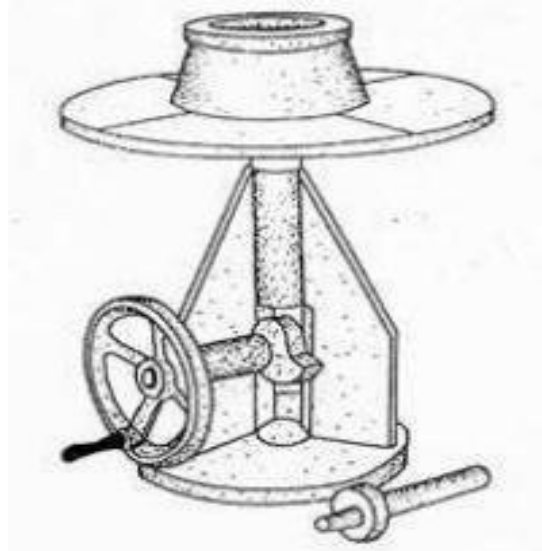


Figura 1. Equipo Para Medir la Fluidez de la Mezcla

Para poder utilizar el equipo y determinar la fluidez se debe: limpiar la plataforma de la mesa de flujo y del molde, colocar el molde al centro, verter en el molde una capa del mortero de unos 25 mm (1") de espesor, luego apisonar la pasta de mortero con 20 golpes con el compactador de manera uniforme, luego se coloca una segunda capa de mortero y se hace el mismo procedimiento hasta tener el llenado del molde alisando la superficie con la espátula, se debe tener en cuenta el apisonamiento uniforme de cada capa; luego se retira el molde levantándolo y dejando caer en la mesa de flujo de una altura de 12.7 mm (1/2") 25 veces en 15 segundos. Luego para poder calcular el diámetro promedio del mortero se toma 4 puntos equidistantes a través del vernier.

El cálculo del porcentaje de fluidez se determinara con la siguiente formula:

$$\% \text{ fluidez} = \frac{\text{Diametro promedio} - 10.16\text{cm}}{10.16 \text{ cm}} \times 100$$

La NTP 334.057, de acuerdo a lo que determina el flujo del mortero, hace mención que para los cementos portland tipo I se debe apuntar el flujo resultante.

El Método de Ensayo para la Determinación de la Resistencia a la Compresión NTP 334.051 (2013), nos indica el tiempo de fraguado, el procedimiento de curado y del mismo modo como se realizarán los ensayos a compresión de los morteros.

Los especímenes se colocarán en la cámara húmeda de curado de 20 h a 72 h con las caras expuestas al aire, en aguas saturadas con cal en recipientes que no tengan material corrosivo; esto lo podemos observar en la tabla 6.

Tabla 6

Tolerancia Permisible para Tiempo de Ensayo

EDAD DE ENSAYO	TOLERANCIA PERMISIBLE
24 horas	$\pm 1/2$ horas 3 días
7 días	± 1 horas
28 días	± 3 horas
	± 12 horas

Si se toma más de un espécimen a la vez se deberá conservar en un recipiente de agua con temperatura de $23\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1.7\text{ }^{\circ}\text{C}$ a una profundidad sumergida suficiente hasta que se haga el ensayo correspondiente.

La norma técnica peruana NTP 334.051 nos indica el procedimiento para poder determinar la resistencia a la compresión de morteros con el Cemento Portland, para ello se utilizaron especímenes cúbicos de 50 mm por lado. La fuerza a la compresión se mide en kg/cm^2 y se expresa con la siguiente fórmula:

Dónde:

$$f'c = \frac{P}{A}$$

P = carga máxima de rotura (Kg)

A = área de la sección transversal (cm²)

f'c = Resistencia a la compresión (Kg/cm²)

Según ASTM los materiales puzolanas que contienen silíceos o aluminosos pueden contener poca o ninguna actividad cementante, pero que las partículas divididas (molida), en combinación con agua reacciona y forman hidróxido de calcio (Ca (OH)₂) que pueden tener compuestos cementantes (ASTM C 618).

La acción puzolana se puede aludir por la máxima cantidad de hidróxido de calcio con la que se puede combinar y con la velocidad de reacción que puede tener.

Puzolana + Cal + Agua → Silicatos y Aluminatos de Calcio hidratados

La puzolana depende de muchos factores como: la naturaleza y la correspondencia de las fases activas (composición mineralógica) respecto a la relación cal – puzolana.

Las reacciones puzolana – cal tiene los mismos componentes que puede tener el Cemento Portland: Silicatos Cálcicos Hidratados (CSH), Aluminatos Cálcicos Hidratados (CAH) y silico – Aluminatos Cálcicos Hidratados (CSAH). Por lo tanto son materiales que al reaccionar con la cal se puede utilizar como conglomerantes en morteros y hormigones.

Los cementos puzolanicos con la adición de Clinker Portland son más resistentes a los sulfatos y más resistentes a los soportes de cargas. La norma ASTM C 595 indica que el porcentaje que contribuye la puzolana esta entre el 15% y 40% en peso del Cemento Portland. (Salazar, 2002).

En esta investigación se tomará la siguiente puzolana como sustitución parcial del cemento, esto debido a sus altos contenidos de sílice.

La Cola de Caballo (*Equisetum Arvense*), es una planta herbácea en la cual se encuentra en lugares como arroyos, pantanos, ríos; estas plantas crecen en zonas templadas del hemisferio norte de Asia, Europa, Norteamérica y África del Norte.

Se distingue por vástagos articulados con vórtice fundido de hojas nodales. También tienen una capacidad peculiar para depositar sílice en su epidermis. Así se usaron en Europa para desgrasar metal y pulir madera durante el tiempo pasado (la "fiebre del lavado" es un nombre común para Equisetum, especialmente Equisetum hyemale que tiene troncos silíceos ásperos).

El género Equisetum se divide comúnmente en dos grupos y 15 especies a saber subgénero Equisetum e Hippochaete. El primero tiene estomas al ras con la epidermis y tallos ramificados por ejemplo E.arvense, mientras que el último tiene estomas hundidos por debajo de la superficie de la epidermis y tallos generalmente no ramificados por ejemplo, E. hyemale. (Sapei, 2007, pág.2)

Sobre la base de la presente investigación, el equisetum arvense contiene una cantidad muy alta de minerales, y su contenido de cenizas puede ser un 20% del total peso de la planta seca, donde alrededor del 60% de la misma es sílice. (Sapei, 2007, pág. 48)

En la tabla 7 se detalla los datos químicos obtenidos por ensayo de Fluorescencia de Rayos x (FRX) de las cenizas ponen de manifiesto sus componentes principales de sílice y óxido de calcio.

Se detalle en la tabla 7 los datos adquiridos por el ensayo de Fluorescencia de Rayos x (FRX) de la cenizas de cola de caballo y los principales componentes de sílice y oxido de calcio

Tabla 7

Composiciones químicas de muestras de cola de caballo

Oxides	Sample T1 (%)	Sample T11(%)
SiO ₂	59.6	93.5
CaO	15.2	1.8
SO ₃	2.2	0.9
K ₂ O	11.0	0.6
MgO	4.9	0.3
Al ₂ O ₃	0.2	0.5
P ₂ O ₅	2.5	0.3
Fe ₂ O ₃	0.2	0.1
ZnO	0.1	<0.1
TiO ₂	0.0	<0.1
CUO	<0.1	<0.1
SrO	0.1	0
MNO	0.1	0
BAO	0.1	0
ZNO	0.1	0
CUO	<0.1	0
ASH	2.2	1.76

Fuente: Carneiro, Preparation and Characterization of Nano Silica From Equisetum Arvanses.

La ceniza de cola de caballo tiene características de componentes suplementarios cementantes y para uso en la construcción, debido a que su composición química está compuesta esencialmente por un alto contenido de dióxido de silicio (SiO₂) y óxido de calcio (CaO), es por esto que el mortero adquiere una mejor resistencia. Incluso, tiene resultados favorables en cuanto a una similar composición química del cemento portland (SiO₂, Al₂O₃, CaO) y lograr así los componentes puzolánicos necesarios para la investigación.

Del análisis de la composición química por Frx de la ceniza, empleado como componente aglomerante puzolanico y obtenida del proceso de calcinación de cola de caballo, indica que debido a la suma de los contenidos SiO₂, CaO y Al₂O₃ la ceniza clasifica como puzolana del tipo C según la norma ASTM C618 por contener mas del 50 % de estos óxidos.

El silicio es uno de los componentes más abundantes, que constituye el 25,7% de la corteza terrestre. Se produce principalmente como óxido y como silicatos. La arena, el ágata, el jaspe y el ópalo son algunas formas en la que encuentra el óxido, mientras que el granito, la hornablenda, el amianto, el feldespato, la arcilla y la mica son algunos ejemplos de los numerosos minerales silicatados.

El dióxido de silicio es el único compuesto del sistema Si-O que es termodinámicamente estable en una amplia gama de temperaturas y presiones. SiO₂, cuyo nombre común es sílice, existe en muchas formas alotrópicas. La mayoría de ellos se encuentran en la naturaleza en abundancia cantidades, pero algunas se han hecho sólo en condiciones de laboratorio. Los más conocidos son el cuarzo, la cristobalita, la tridimita y la sílice vítrea amorfa. (Sapei, 2007, pág. 5)

El incremento de la producción de la cola de caballo es exportada en diferentes mercados de los países de Europa y los estados unidos de N.A. las exportación de esta planta en los últimos 3 años alcanzo entre 2320.9680 y 21820 Kg/año.

Accesibilidad

La cola de caballo (*Equisetum Arvense*) son tallos fértiles que miden entre 20 y 60 cm de alto, estos tienen hojas enganchadas en los nudos con una espiga ancha donde se disponen los esporangios. Las esporas cuando maduran el tallo se va consumiendo y reaparece otra clase de tallo que son estériles sin esporangios, con una altura de un metro y con un color de tallo color marfil, de ramificaciones verdes.

La planta cola de caballo necesitan estar cerca de agua para florecer, la podemos encontrar en lugares como riberas de ríos, lagos, canales, acequias, pastizales y vaguadas umbrías; estas crecen en algunos lugares del Perú en ambientes húmedos y en altura de 4200 m sobre el nivel del mar. (León, 2012)

Para esta investigación se recolectó la materia prima (cola de caballo) como se muestra en la figura 2, la cual se realizó en el Departamento de Ancash, Provincia del Santa, Localidad Santa – Huaca Choloque



Figura 2. Muestra Equisetum Arvense (Cola de Caballo)
Localidad de santa – Huaca Choloque

La concha de Mitilidos (Mytilidae), son de la familia de los moluscos bivalvos, estos también son llamados generalmente como choros o mejillones. Esta especie son animales que habitan exclusivamente en lugares marítimos y están fijados al sustrato. En la figura 3 se aprecia una mezcla de Molusco Mytidae (Concha de Mejillón), cuyas características de este molusco tiene dos valvas abisagradas que cumple varias funciones.



Figura 3. Muestra Molusco Mytilidae (Concha de mejillón)
Localidad Chimbote – Mercado La Sirena

Los tejidos internos que usan este molusco son blandos, están unidos por un ligamento y por dos valvas abisagradas que se cierran gracias a la fuerza de sus músculos internos y sirven de protección en contra los depredadores y la desecación.

La concha de mejillón se compone por tres capas y estas son: la capa de nácar irisado (Madre Perla) contiene carbonato cálcico y esta es constantemente secretada; la capa prismática que contiene carbonato cálcico es la generadora de proteína; la capa externa periostracum tiene una pigmentación de color piel y está compuesta de proteína llamada conchina, su función específica de esta capa es de resguardar la corrosión de acidos. (EcuRed, 2018)

Mediante el análisis de difracción de rayos X, los resultados de XDR revelaron que la composición de Concha de Mejillón natural se compone principalmente de CaCO_3 con la ausencia del pico de CaO , como se indica por el pico de difracción de 2θ alrededor de 29.2° . Sin embargo, con el aumento de temperatura de calcinación, CaCO_3 se transforma completamente con CaO por la evolución del dióxido de carbono (CO_2).

El componente principal de residuos de la concha de mejillón es el CaO que se calcino a 1000° durante 4horas. (Buasri, 2013)

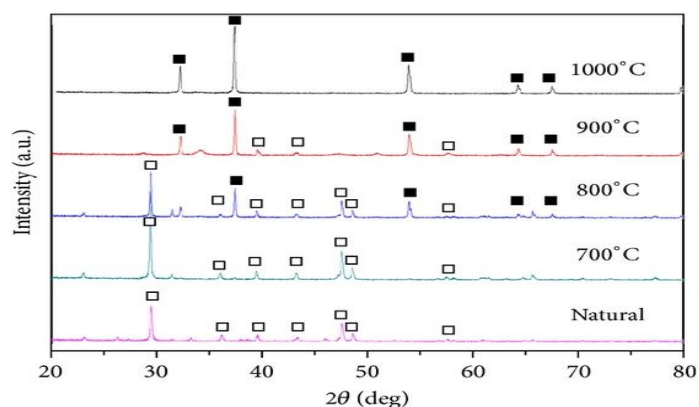


Figura 4. XRD patrones de concha de mejillón natural y calcinado Calcium oxide Derived from Waste Shells of Mussel, Cockle, and Scallop as the Heterogeneous Catalyst for Biodiesel Production.

El componente principal mineralógico está compuesto de CaO, como se aprecia en la tabla 8; la concha de mejillón tiene una alta concentración de CaO en un porcentaje de 98.367%. (Buasri, 2013)

Tabla 8

Composiciones Químicas de los residuos de Concha activadas

Compound	Concentration (wt. %)		
	Mussel shell	Cockle shell	Scallop shell
CaO	98.367	99.17	97.529
Na ₂ O	0.937	0.438	0.565
SO ₃	0.293	0.117	1.568
P ₂ O ₅	0.163	0.096	0.204
SrO	0.158	0.132	0.107
ZrO ₂	0.046	-	0.027
Cl	0.037	-	-
Fe ₂ O ₃	-	0.026	-

Fuente: Calcium Oxide Derived from Waste Shells of Mussel, Cockle, And Scallop as the Heterogeneous Catalyst for Biodiesel Production.

A escala mundial, a la acuicultura le corresponde el 95% de la producción de mejillón. China y la UE son los principales productores de mejillón, seguidas de Chile y Nueva Zelanda. La mayoría de la oferta de mejillón de la UE se produce localmente. Chile y Nueva Zelanda son los principales proveedores de mejillón para la UE: abastecen nuestro mercado con productos congelados como uso de materia industrial alimentaria de la UE.

El comercio dentro de la UE está ampliamente desarrollado y representa la mitad del valor total del suministro de la UE. Los flujos comerciales principales van de España, los Países Bajos y Dinamarca (mejillón salvaje, en este último caso) a Bélgica, Francia e Italia. El mercado del mejillón en la UE se encuentra muy diferenciado en función de su origen, con diversos precios y temporadas de comercialización. Las limitaciones de exportación de la UE son bien reducidos, y sus destinos son principalmente Suiza y Rusia. (Pesca y Acuicultura, 2012)

En el año 1984 se iniciaron las evaluaciones de la producción nacional de la concha de mejillón en la Bahía de Independencia ubicada en la provincia de Pisco, departamento de Ica. Estos recursos se extienden a lo largo del litoral del país y contribuyen en el sector pesquero (Acuicultura). La producción en el año 2006 fue de 28387 toneladas de la producción de concha de choros y se encuentra habilitadas un 34 147 hectáreas habilitadas. En la actualidad solo quedan 20026 hectáreas aptas en las Regiones de Piura, Lima, Ica y Tumbes. (Cavero y Rodríguez, 2008, p.216)

La concha de mejillón, es el recurso a qué nivel de producción se encuentra en todo el litoral del pacifico específicamente en las costas de Perú y Chile. A nivel local se encuentran en la Bahía de Samanco, Bahía de Chimbote, Culebras y Casma.

Tabla 9

Listado de Áreas de Extracción y Recolección de Moluscos

CODIGO UE	NOMINACION	UBICACIÓN		ESPECIES A EXTRAER/ RECOLECTAR	CLASIFICACION SANITARIAS	TIPO DE AREA DE PRODUCCION	HABITAT
		PROV.	DISTRITO				
009	Bahía Chimbote (1)	Santa	Chimbote	Concha de Mejillón	Aprobada Tipo A	Acuicultura	Mar Abierto
011	Bahía Samanco (2)	Santa	Samanco	Concha de Mejillón	Aprobada Tipo A	Acuicultura	Mar Abierto Blanco Natural
017	Culebras (1) (4)	Huarmey	Culebras	Concha de Mejillón	Aprobada Tipo A	Acuicultura	Mar Abierto
011	Casma (3)	Santa	Comandante Noel	Concha de Mejillón	Aprobada Tipo A	Acuicultura	Mar Abierto

Fuente: (Ministerio de Comercio Exterior y Turismo, 2013).

La presente investigación tiene como justificación que debido a que la concha de mejillón al igual que la cola de caballo son materiales residuales y de fácil accesibilidad en su recolección, por lo consiguiente estos materiales son de gran interés en el rubro de la construcción por la reducción de costos en obra; entonces al activar el polvo de concha de mejillón y las cenizas de cola de caballo se podría aplicar como una sustitución en un porcentaje al cemento en una mezcla de mortero modificado.

Por lo referido y considerado las propiedades del mortero se vuelven en un estudio importante cuando se sustituya el polvo de concha de mejillón y las cenizas de cola de caballo, así mismo podría actuar en la resistencia y su utilización en el rubro de la construcción.

Para el proyecto de investigación, se busca mejorar la resistencia obtenida del mortero convencional, del cual beneficiaría a las viviendas en nuestra provincia. De igual forma también la conservación del medio ambiente al adquirir alternativas de recursos naturales que tienen como particularidad componentes a las actividad puzolanica, esto con lleva a darle un mayor interés y difusión a una tecnología que en países desarrollados ya la vienen utilizando.

En el rubro de la construcción de nuestro país el cemento cumple unas de las funciones muy importantes en los trabajos de obras civiles, debido a esto se va implementando las necesidades de mejorar la calidad de la mezcla del cemento por sustituciones parciales, por esta razón los profesionales de la construcción deben estar en la posibilidad de proponer el uso de diferentes adiciones en mezcla que puedan brindar soluciones tomando en consideración el medio ambiente y los costos.

Este proyecto de investigación permitirá que los estudiantes de Ingeniería Civil puedan en las próximas investigaciones realizar una serie de aplicaciones que bien podrían aprovechar sustituyendo al cemento por la combinación de polvo de concha de mejillón y cenizas de cola de caballo.

El mortero está compuesto por agua y cemento, en la proporción que nosotros deseamos trabajar. Las partículas de los materiales como la concha de mejillón tiene en su estructura carbonato de calcio y ocupan una gran cantidad por la cual se forman sedimentos de caliza, estas tienen propiedades muy parecidas al cemento en específico la caliza. Las cuales aportan de una manera significativa al mortero experimental; es importante saber que es favorable la construcción de viviendas con morteros ecológicos.

La utilización de polvo de concha de mejillón y cenizas de cola de caballo son materiales adecuados porque no utilizan grandes cantidades de energía, tampoco contaminan, es climáticamente aceptable. Lo que se busca en el mortero experimental es que contribuya de forma positiva en la alta resistencia a la compresión, el cual nos brindaría una mayor durabilidad en comparación con otros morteros convencionales, dicho mortero podría soportar grandes cargas de la tierra y fuerzas de compresión.

El problema de esta investigación, plantea que las fábricas cementeras contaminan con el 5% de dióxido de carbono en grandes cantidades, por lo que es una de las causas del calentamiento global. Por la misma razón cada nueva infraestructura requiere de nuevos cementos que podrían sustituirse en un porcentaje por un material puzolánico natural, obtenido de la activación de la concha de mejillón y las cenizas de cola de caballo.

Las principales fábricas cementeras del Perú no contribuyen con la conservación del medio ambiente, es muy preocupante las grandes cantidades de energía que debe utilizar los hornos de las grandes cementeras para llegar a temperaturas mayores a 1500°C emitiendo gases tóxicos dañinos como el dióxido de azufre, monóxido, óxidos de nitrógeno y dióxido de carbono, metales pesados, etc. por esta razón estos gases perjudican de manera irremediable al medio ambiente que potencia al efecto invernadero producido por el cambio climático

Por lo cual formulamos el siguiente problema:

¿En qué medida la sustitución de cemento por el 10% y 15% de la combinación de polvo de concha de mejillón y cenizas de cola de caballo en el diseño de mezcla de un mortero mejoraría la resistencia, en comparación a un diseño convencional?

La operacionalización y conceptualización de la variable es:

OPERACIONALIZACION DE LAS VARIABLES

VARIABLE DEPENDIENTE: RESISTENCIA A LA COMPRESION

Tabla 10

VARIABLE DEPENDIENTE (Resistencia a Compresión)

Variable	Definición Conceptual	Definición Operacional	Indicador
Resistencia a la Compresión	La resistencia a compresión de un mortero de concreto es fundamental en la capacidad máxima de carga que soporta el material.	Es la carga máxima para un mortero, antes de fallar por compresión bajo una carga de Kg.	Kg/cm ²

VARIABLE INDEPENDIENTE

Tabla 11

VARIABLE INDEPENDIENTE: Sustitución del 10% y 15% de la combinación de polvo de concha de mejillón y cenizas de cola de caballo.

VARIABLE	DEFINICION	INDICADORES
Porcentajes de Concha de mejillón y cola de caballo en los morteros de concreto	Es la cantidad de Concha de mejillón y de cola de caballo que se agregara al diseño de mezcla del mortero	Mortero de Concreto Patrón Mortero de concreto con 10% y 15% de combinación de polvo concha de mejillón y cenizas de cola de caballo

Se plantea la siguiente hipótesis indicando que: si, al sustituir el cemento por una combinación de 10% y 15% de polvo de concha de mejillón y cenizas de cola de caballo, mejorara la resistencia a compresión en comparación a un mortero convencional.

El objetivo general de esta investigación es: determinar la resistencia a la compresión de un mortero con cemento sustituido por el 10% y 15% de las combinaciones de polvo de concha de mejillón y cenizas de cola de caballo en comparación con un mortero convencional; y los objetivos específicos :

El objetivo general de esta investigación es: Determinar la resistencia a la compresión de un mortero con cemento sustituido por 10% y 15% de las combinaciones polvo de concha de mejillón y cenizas de cola de caballo en comparación con un mortero convencional; y los objetivos específicos que tenemos son:

- Determinar a qué temperatura de calcinación tendrá el polvo de concha de mejillón y las cenizas de cola de caballo, por medio del ensayo de análisis térmico diferencial (ATD).
- Determinar la composición químicas del polvo de concha de mejillón y las cenizas de cola de caballo, por medio del ensayo de fluorescencia de rayos x (FRX).
- Determinar el PH del Cemento Portland tipo I, del polvo de concha de mejillón, las cenizas de cola de caballo y sus combinaciones.
- Determinar la fluidez de la pasta del mortero patrón y experimental.
- Determinar la relación A/C de la mezcla patrón y de las combinaciones del polvo de concha de mejillón y las cenizas de cola de caballo.
- Determinar y comparar la resistencia entre los especímenes del mortero patrón y del mortero experimental en los tiempo de 3, 7, 28 días.
- Determinar el grado de relación y de variación que existe entre el diseño de mortero de concreto elaborado y la resistencia a la compresión.

METODOLOGÍA

El proyecto de investigación es considerada de tipo aplicada y explicativa porque los resultados adquiridos sirvieron para las soluciones de los problemas relacionados a la construcción, explicando el comportamiento de la resistencia de un mortero cuando se sustituye el 10% y 15% de las combinaciones del polvo de concha de mejillón y cenizas de cola de caballo activada.

Es de diseño experimental porque se utilizaron morteros de cemento – arena con una sustitución parcial del cemento, obtenido de la combinación de polvo de concha de mejillón y cenizas de cola de caballo para luego ser comparados con el mortero convencional patrón.

Por consiguiente se formaron dos grupos de estudio, un grupo de mortero convencional patrón y otro grupo de mortero experimental, la cual está conformado de la combinación de polvo de concha de mejillón y cenizas de cola de caballo. Así mismo se puede lograr la obtención de resultados favorables mejorando la resistencia a la compresión, de la misma forma pueda reducir los costos beneficiando a la población y obtener viviendas más seguras.

Además, la investigación tiene un enfoque cuantitativo, pues las variables y sus indicadores se estudiaron objetivamente y así poder registrar los valores respuestas para la recolección de datos (guías de observación)

La hipótesis planteada se comprobó por medios matemáticos, estadísticos, pues esto constituye la base la cual se diseña todo experimento.

Población

Está constituida por el conjunto de especímenes de muestras de mortero patrón y experimental que son elaboradas en la Universidad San Pedro (Laboratorio de Mecánica de Suelos).

Para poder elaborar los especímenes de mortero, se contó con las siguientes referencias:

- La concha de mejillón extraída del mercado “La Sirena”
- La planta cola de caballo extraída de la Localidad de Santa – Huaca Choloque
- El agregado fino fue extraído de la Cantera Vesique
- El material fue sustraído en sacos de polietileno y llevado al laboratorio de Mecánica de Suelos de la Universidad San Pedro.

Muestra

Están constituida por: 9 especímenes sin sustitución de cemento, 18 especímenes con sustitución de cemento del 10% y 15% de las combinaciones de polvo de concha de mejillón y las cenizas de cola de caballo.

Según la norma NTP 334.051 nos indica que, como mínimo se pueden realizar 2 especímenes por cada edad de ensayo, por lo cual, en este caso los moldes por ser estandarizados se trabajaron de 3, de la siguiente manera se especifica: Patrón (3 especímenes a los 3 días de curado; 3 a los 7 días y 3 a los 28 días). Experimental al 10% (3 especímenes a los 3 días de curado; 3 a los 7 días y 3 a los 28 días).

El experimental al 15% (3 especímenes a los 3 días de curado; 3 a los 7 días y 3 a los 28 días).

Tabla 12

Técnicas e instrumentos de investigación

TECNICA	INSTRUMENTO
Observación	Guía de observación Resumen.
	Fichas técnicas del laboratorio de los ensayos a realizar.

Fuente: Elaboración Propia

En la tabla12 como se observa se aplicó la técnica de la observación, que fue tomada y registrada de una forma cuidadosa. Cuando todo lo observado no es apuntado en ese momento, se utiliza un instrumento de guía de observación que permita tener una mejor organización de los informe para los ensayos a la resistencia a la compresión.

Los instrumentos serán tomados por los siguientes ensayos:

- Ensayo Granulométrico
 - Ensayo de Peso Específico de la Arena Gruesa
 - Ensayo de Peso Unitario de la Arena
 - Contenido de Humedad
 - Ensayo de Fluorescencia
 - Ensayo de Difracción de Rayos X
 - Diseño de Mezcla
 - Ensayo de Fluides
 - Elaboración de Unidades
 - Ensayo a la compresión
-
- La Guía de Registro será realizado por el investigador para ver los avances de las muestras de morteros a los 3, 7, 28 días.
 - Para los cálculos y análisis obtenidos por el laboratorio de mecánica de suelos, se llevaran a los programas correspondientes.
 - En los ensayos a realizar contaremos con expertos en laboratorio de mecánica de suelos.
 - Se utilizaron elementos como cámara fotográfica y a demás instrumentos que permitirán registrar y evidenciar lo planteado en el presente perfil del proyecto.

PROCESOS Y ANALISIS DE LA INFORMACION:

En este proyecto de investigación se procesaran los datos obtenidos, luego de haber realizado los ensayos correspondientes en la hoja de cálculo Excel y con el SPPSS v21.

Para el análisis se tendrá en cuenta lo siguiente:

- Calculo para la dosificación de diseño de mezcla de los morteros patrón y los morteros experimentales (sustituyendo parcialmente al cemento en 10% y 15% por la combinación de polvo de concha de mejillón y cenizas de cola de caballo).
- Las representaciones se darán en base a porcentajes, promedios, gráficos, tablas, varianzas y la prueba ANOVA, de esta manera se verificara la hipótesis.
 - ✓ Presentar una solicitud al área de laboratorio de mecánica de suelos de la Universidad San Pedro para facilitar el acceso a dicho lugar.
 - ✓ Obtención de los agregados con el fin de ser utilizados para la realización de los morteros de concreto.
 - ✓ Se obtendrá un registro con la finalidad de apuntar fichas, filmaciones y conjuntamente fotografías mientras se desarrolle las muestras de ensayo.
 - ✓ Se realizara el diseño de mezcla de concreto con la desviación estándar correspondiente.
 - ✓ Se elaborara los especímenes de concreto con el diseño de mortero convencional.
 - ✓ Se elaborara los especímenes de concreto del mortero adicionándole el 10% y 15% por combinación de polvo de concha de mejillón y cenizas de cola de caballo

- ✓ Ejecutaremos el curado de los morteros y las pruebas correspondientes (ensayo de la resistencia a la compresión) con el diseño de mortero tradicional y con el diseño de mortero experimental proveniente del polvo de concha de mejillón y cenizas de cola de caballo y finalmente observaremos los resultados obtenidos.

- ✓ Con los datos obtenidos se podrá facilitar el análisis de los resultados.

Se realizara ensayos de las muestras de nuestra población en el laboratorio la cual se usara la técnica de Guía de observación, por lo que se requerirá de ir anotando y comparando cuidadosamente las variaciones de las resistencias de los morteros hasta su momento final, se tomara en cuenta los agregados que serán utilizados para nuestro diseño de mezcla ya sea para un mortero convencional patrón o un mortero sustituyendo al cemento en una 10% y 15% de la combinación de polvo de concha de mejillón y cenizas de cola de caballo, por lo que nos dará una resistencia para cada tipo de mortero (experimental o convencional).

Lo cual se tendrá en cuenta en nuestro diseño de mortero para eso se requiere de ser evaluado por una serie de ensayos ya que dichos ensayos son los que especificaran si los materiales son buenos para nuestra mezcla de concreto.

Para este proyecto de investigación los ensayos respectivos serán procesados a través de la hoja de cálculo Excel y SPSS.

Para el análisis de datos se tendrá los siguientes procedimientos:

La recolección de la concha de mejillón fue extraída del mercado de peces la Sirena de la ciudad de Chimbote (17L 07642888996582) según coordenadas UTM. La planta cola de caballo fue extraída de la Huaca Choloque, ubicado entre las localidades de Santa y Tambo Real Nuevo (17L 0764595 9006660) según coordenadas UTM.

Para determinar el análisis de calcinación de los materiales como el polvo de concha de mejillón y las ceniza de la cola de caballo, primero las muestras de concha de mejillón se limpiaron, se lavaron con agua y se secaron en sombra por una semana,

tomando la muestra se procedió a la trituración con el batán para obtener una muestra de 1gr. La concha de mejillón pulverizada fue tamizada por la malla N°200 (74µm) para luego hacer el análisis térmico diferencial en el área de Laboratorio de Polímeros de la Universidad Nacional de Trujillo.

Para la planta de cola de caballo se procedió al lavado, luego se dejó secando durante una semana y se realizó el Pre – quemado bajo cielo abierto, esto se hace para desechar el carbono y lograr conseguir cenizas, tomando la muestra se procedió a la trituración en un mortero para obtener muestra de 1gr. Luego tamizada por la malla N°200 (74µm) y llevada a realizar el análisis térmico diferencial en el área de Laboratorio de Polímeros de la Universidad de Trujillo.

A través del análisis térmico diferencial se pudo obtener la temperatura de calcinación de nuestros materiales para poder activarlos térmicamente.

Para realizar el análisis químico de los materiales estudiado, la concha de mejillón ya triturada se activó térmicamente a temperatura de 900°C con un tiempo de 4 horas de permanencia en la mufla dentro del área de Laboratorio de Mecánica de Suelos de la Universidad San Pedro, luego de la activación se tamizo por la malla N° 200 (74µm) y se tomó una parte de la muestra de 10 gr para poder realizar el análisis de composición química en el laboratorio de Arqueometria de la Universidad Mayor de San Marcos lo cual dio una pérdida de calcinación de la muestra en un 36% como se observa en la tabla 13.

Tabla 13

Material obtenido de la concha de mejillón

Mejillón (gr)	Calcinación 900° C (gr)	Perdida por calcinación (%)
150	93.5	36

Fuente: Elaboración Propia

En el caso de la cola de caballo se activó térmicamente a temperatura de 500°C con un tiempo de 2 horas, luego de la activación se tamizo por la malla N° 200 (74µm) y se tomó una parte de la muestra de 10 gr para realizar el análisis de composición química en el área de Laboratorio de Arqueometria de la Universidad Mayor de San Marcos; para este material la pérdida de calcinación fue de 19.7% como se puede apreciar en la siguiente tabla.

Tabla 14

Material obtenido de la cola de caballo

Cola de Caballo (gr)	Ceniza Pre quemado (gr)	Ceniza (% en Peso)	Calcinación 500° C (gr)	Perdida por calcinación (%)
2000	674.7	33.7	542.0	19.7

Fuente: Elaboración Propia

El grado de alcalinidad (PH) se determinó utilizando 10gr de cemento portland I, 10gr de polvo de concha de mejillón, 10gr de cenizas de cola de caballo, con la combinación del 10% se utilizó (9 gr de cemento portland tipo I + 0.6 gr de polvo de concha de mejillón + 0.4 gr de cenizas de cola de caballo), con la combinación del 15% se utilizó (8.5gr de cemento portland tipo I + 0.9 gr de polvo de concha de mejillón + 0.6 gr de cenizas de cola de caballo); con las proporciones de 2:3 (dos de cenizas de cola de caballo y tres de polvo de concha de mejillón), el ensayo se realizó en el área de Laboratorio COLECBI

De acuerdo a lo estipulado en la NTP 339.607 (2013) se hizo la gradación y la determinación de la calidad del agregado.

Por medio del ensayo de fluidez patrón con la relación de a/c de 0.485 estipulado en la NTP 334.051 (2013), se procedió a buscar la relación a/c de los morteros experimentales de acuerdo a la dosificación obtenida, este ensayo se realizó en el área de Laboratorio de Mecánica de Suelos de la Universidad San Pedro.

Según la norma técnica NTP 334.051 (2013) indica los parámetros que se debe cumplir y los procesos a seguir para la elaboración de especímenes cúbicos de 50mm; este procedimiento se realizó en la Universidad San Pedro.

Para los especímenes cúbicos de mortero se hicieron lo ensayos de compresión a las edades de 3, 7, 28 días en el área de Laboratorio de la Universidad Nacional de Trujillo. Con la recolección de datos de los ensayos se procedió a representarlos en gráficos, tablas, porcentajes, promedios, varianzas y prueba de Hipótesis ANOVA.

RESULTADOS

Determinación del Tiempo y Grado de Calcinación de la Cola de Caballo

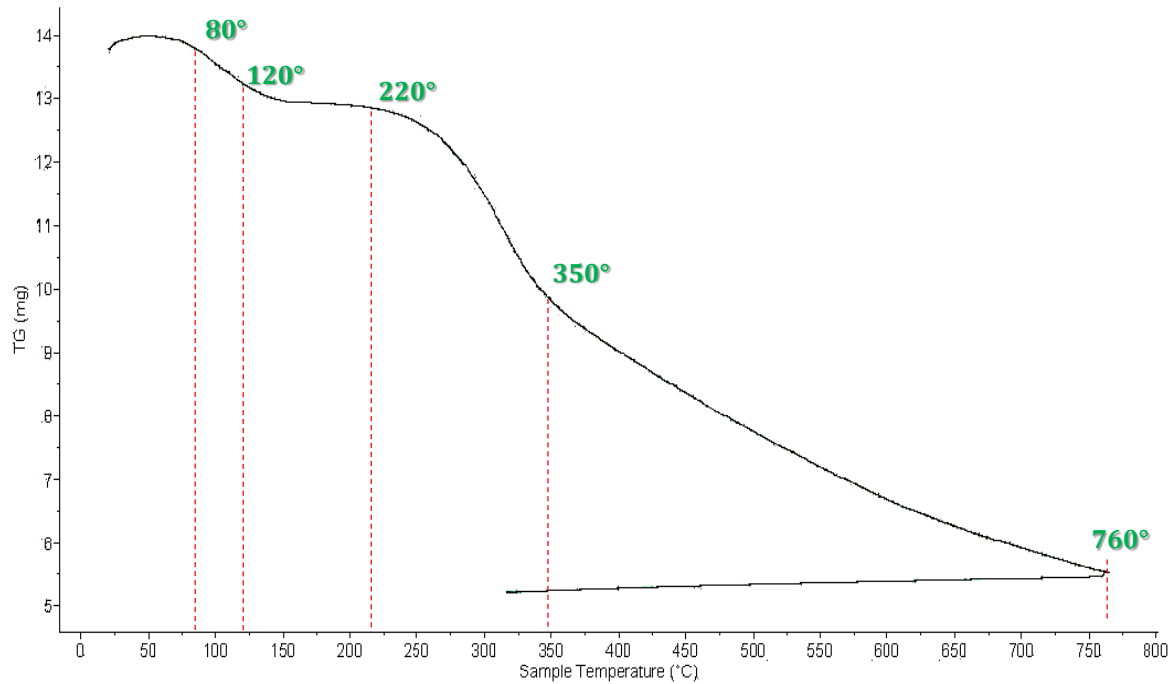


Figura 5. Curva de pérdida de masa – Análisis Termo Gravimétrico de Cenizas de Cola de Caballo
Fuente: Laboratorio de Polímeros - UNT

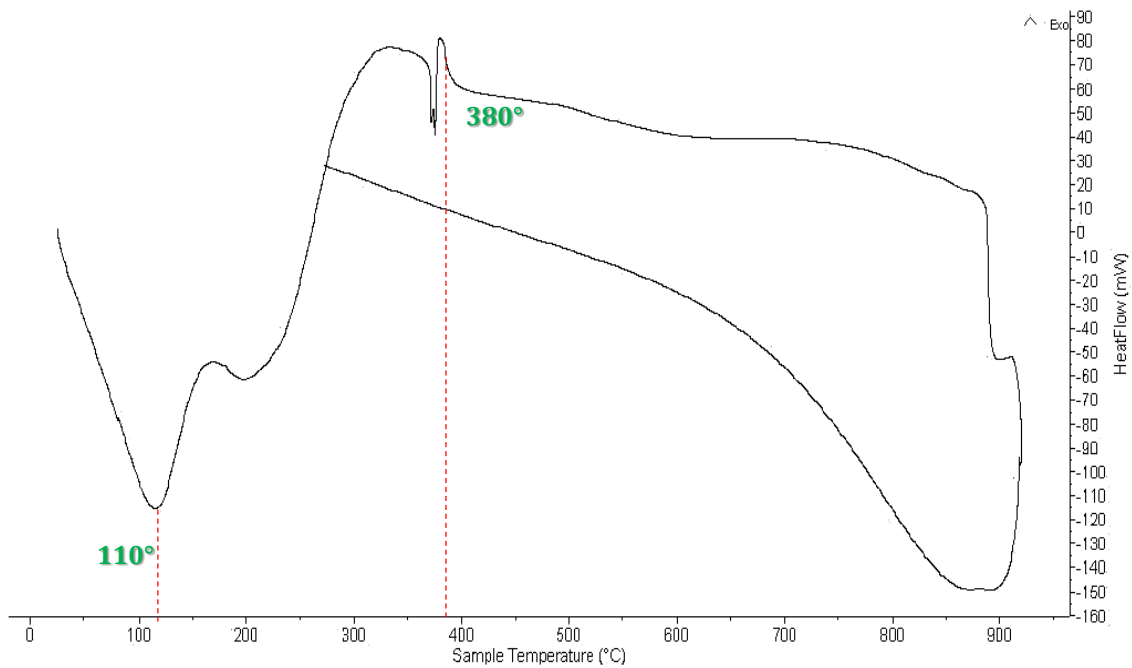


Figura 6. Curva Calorimétrica –ATD de Cenizas de Cola de Caballo
Fuente: Laboratorio de Polímeros - UNT

Determinación del Tiempo y Grado de Calcinación de Polvo de Concha de Mejillón

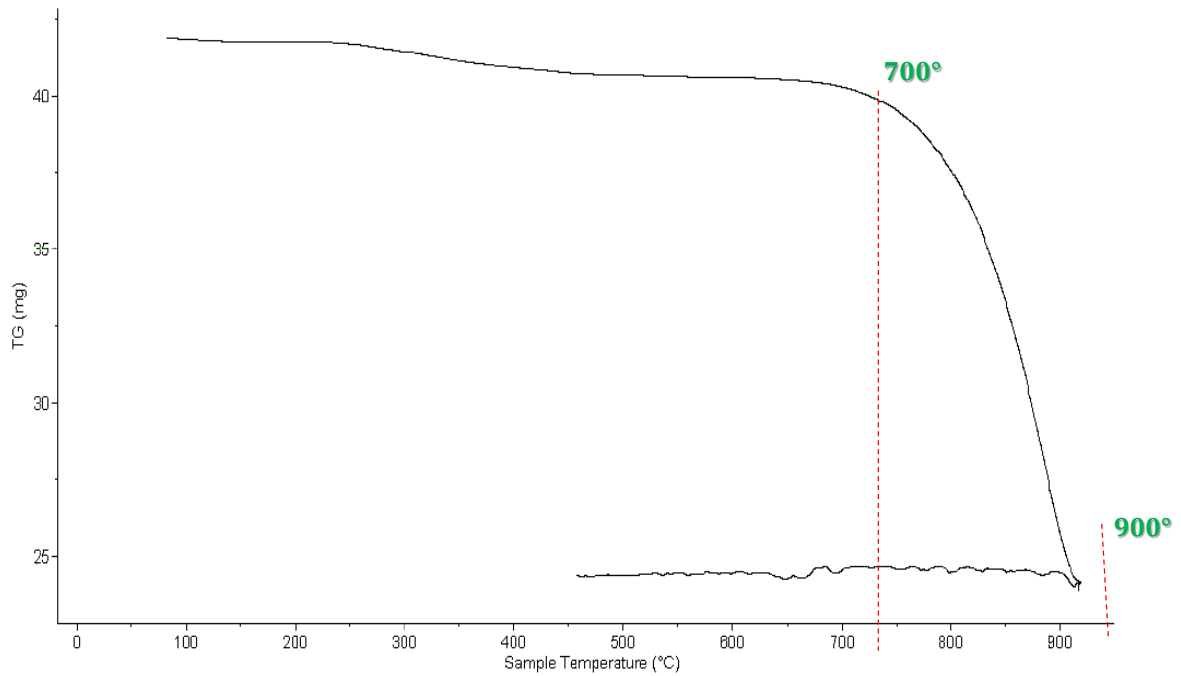


Figura 7. Curva de Pérdida de Masa –Análisis Termo Gravimétrico de Polvo de Concha de Mejillón
Fuente: Laboratorio de Polímeros - UNT

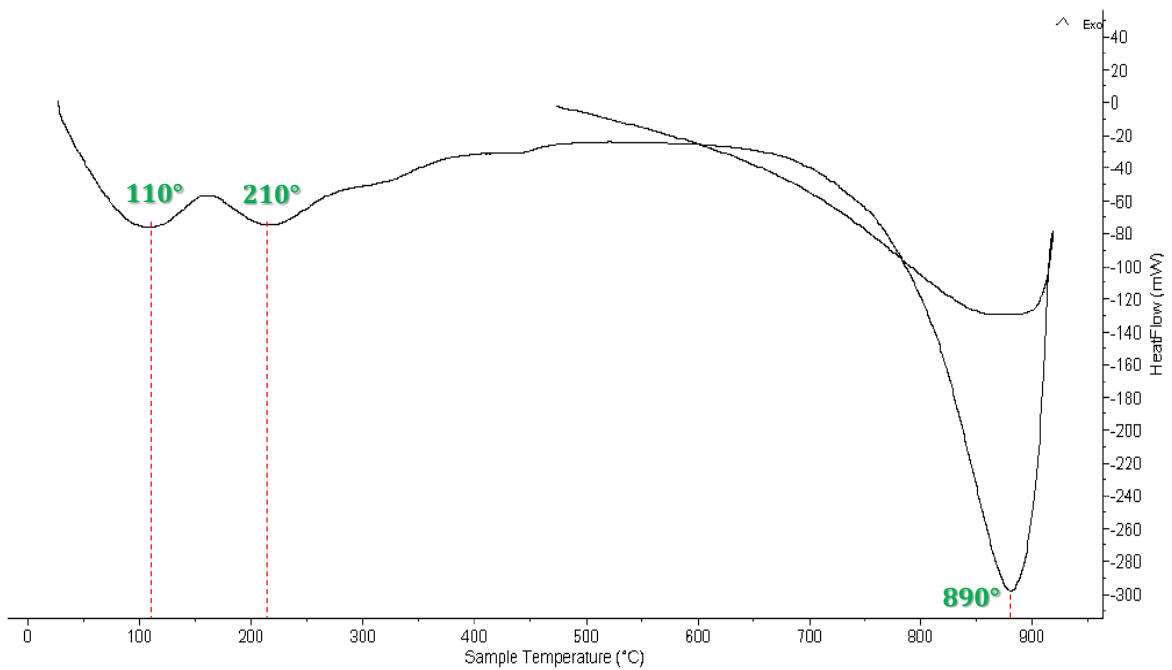


Figura 8. Curva calorimétrica - ATD de Polvo de Concha de Mejillón
Fuente: Laboratorio de polímeros - UNT

Determinación de la Composición Química de Polvo de Conchas de Mejillón por FRXDE

Tabla 15

Composición química de polvo concha de mejillón por FRXDE

COMPOSICIÓN QUÍMICA	RESULTADOS (%)	MÉTODO UTILIZADO
Al ₂ O ₃	15.313	<i>Fluorescencia de rayos-X dispersiva en energía</i>
P ₂ O ₃	0.009	
SO ₂	0.143	
ClO ₂	0.050	
K ₂ O	0.005	
CaO	84.029	
Fe ₂ O ₃	0.191	
Ni ₂ O ₃	0.008	
SrO	0.162	
ZrO ₂	0.004	
In ₂ O ₃	0.042	

Fuente: Laboratorios de la Universidad Nacional de San Marcos.

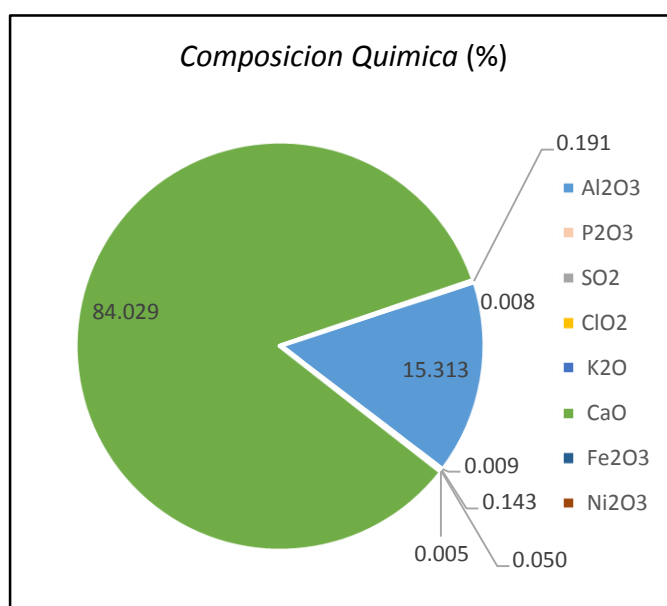


Figura 9. Composición Química de Polvo de Concha de Mejillón

Determinación de la Composición Química de las Cenizas de Cola de Caballo por FRXDE

Tabla 16

Composición química de las cenizas de cola de caballo por FRXDE

COMPOSICIÓN QÍMICA	RESULTADOS (%)	MÉTODO UTILIZADO
Al ₂ O ₃	8.835	<i>Fluorescencia de rayos-x dispersiva en energía</i>
SiO ₂	76.838	
SO ₂	0.957	
ClO ₂	0.206	
K ₂ O	4.723	
CaO	3.123	
TiO ₂	0.387	
V ₂ O ₅	0.005	
Cr ₂ O ₃	0.015	
MnO	0.112	
Fe ₂ O ₃	4.500	
ZnO	0.086	
SrO	0.025	
Rb ₂ O	0.008	
Y ₂ O ₃	0.003	
ZrO ₂	0.031	
BaO	0.091	

Fuente: Laboratorio de la Universidad Nacional de San Marcos.

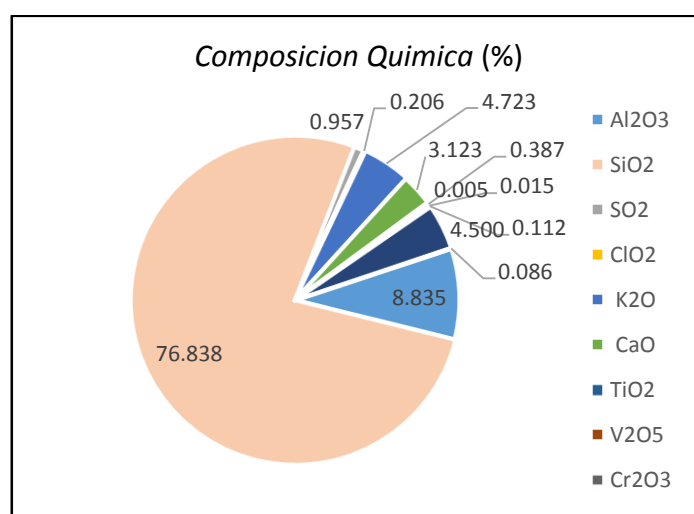


Figura 10. Composición Química de Cenizas de Cola de Caballo

Determinación de la Potencial de Hidrogeno de las Muestras

Tabla 17

Determinación del pH del cemento, conchas de mejillón y cola de caballo.

MUESTRA	pH
CEMENTO (C)	13.95
POLVO DE CONCHA DE MEJILLON	13.66
CENIZA CE COLA DE CABALLO	10.67
85% C + 6% CCC + 9% PCM	13.75
90% C + 4% CCC + 6% PCM	13.68

Fuente: Laboratorios COLECBI.

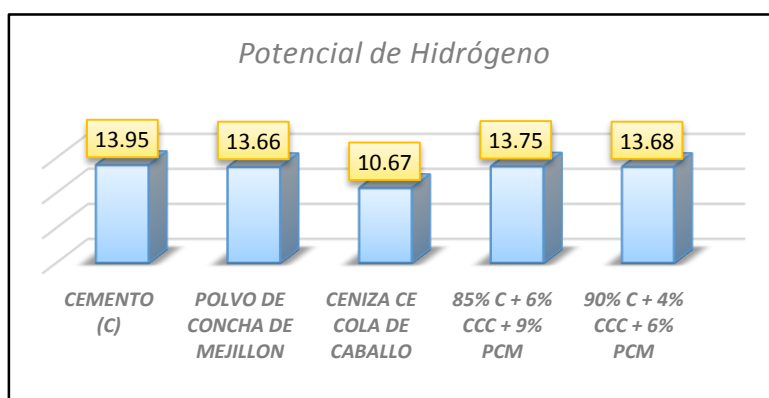


Figura 11. PH de los Materiales

Caracterización del Agregado

Tabla 18

Contenido de humedad agregado fino (ASTM D-2216)

Prueba N°	01	02
Tara + suelo húmedo (gr)	993.3	886.6
Tara + suelo seco (gr)	990.3	883.5
Peso de agua (gr)	3.0	3.1
Peso de la tara (gr)	205	206
Peso del suelo seco (gr)	785.3	677.5
Contenido de humedad (%)	0.38	0.46
Prom. Contenido humedad (%)	0.42	

Fuente: Laboratorio de Mecánica de Suelos de la USP

Tabla 19

Gravedad específica y absorción agregado fino (Según Norma ASTM C-127)

A	Peso de material saturada superficialmente seco (aire) gr.		300.00
B	Peso de picnómetro + agua	gr.	668.00
C	Volumen de masa + volumen de vacíos (A+B)	cm ³	968.00
D	Peso de picnómetro + agua + material	gr.	859.80
E	Volumen de masa +Volumen de vacíos (C-D)	cm ³	108.20
F	Peso de material seco en estufa	gr	297.50
G	Volumen de masa (E- (A-F))		105.70
H	P.e Bulk (Base Seca) F/E		2.750
I	P.e Bulk (Base Saturada) A/E		2.773
J	P.e Aparente (Base Seca) F/E		2.815
K	Absorción (%) ((D-A/A) x 100)		0.84

Fuente: Laboratorio de Mecánica de Suelos de la USP

Tabla 20

Peso unitario suelto del agregado fino

Ensayo n°	1	2	3
Peso de molde + muestra (g)	7850	7800	7950
Peso de molde (g)	3326	3326	3326
Peso de muestra (g)	4524	4524	4624
Volumen de molde (cm ³)	2788	2788	2788
Peso unitario (kg/m ³)	1623	1623	1659
Peso unitario promedio (kg/m ³)		1635	
Corregido por humedad (kg/m ³)		1628	

Fuente: Laboratorio de Mecánica de Suelos de la USP

Tabla 21

Peso unitario compactado del agregado fino

Ensayo n°	1	2	3
Peso de molde +muestra (g)	8400	8400	8400
Peso de molde (g)	3326	3326	3326
Peso de muestra (g)	5074	5074	5074
Volumen de molde (cm ³)	2788	2788	2788
Peso Unitario (kg / m ³)	1820	1820	1820
Peso unitario promedio (kg / m ³)		1820	
Corregido por humedad (kg /m ³)		1812	

Fuente: Laboratorio de Mecánica de Suelos de la USP

Tabla 22

Peso específico de 90% cemento + 6% polvo de concha de mejillón + 4% cenizas de cola de caballo

Prueba N°	01	02
Frasco N°		
Lectura Inicial (ml)	0.00	0.00
Lectura Final (ml)	19.40	19.40
Peso de Muestra (gr)	64.00	64.00
Volumen Desplazado (ml)	19.40	19.40
Peso Especifico	3.30	3.30
Peso Específico Promedio	3.30	

Fuente: Laboratorio de Mecánica de Suelos de la USP

Tabla 23

Peso específico de 85% cemento + 9% polvo de concha de mejillón + 6% cenizas de cola de caballo

Prueba N°	01	02
Frasco N°		
Lectura Inicial (ml)	0.00	0.00
Lectura Final (ml)	19.20	19.20
Peso de Muestra (gr)	64.00	64.00
Volumen Desplazado (ml)	19.20	19.20
Peso Especifico	3.33	3.33
Peso Específico Promedio	3.33	

Fuente: Laboratorio de Mecánica de Suelos de la USP

Para la correcta gradación de arena se realizó la distribución de porcentajes de los retenidos de las diferentes mallas, teniendo en cuenta lo mencionado por la NTP 339.607 en la cual podemos observar en la tabla 24.

Tablas 24

Requisitos físicos de gradación para el cálculo de la fluidez

N° mallas	Arena manufacturada				
	Pesos retenido (g)	% retenido acumulado		% pasa	Arena manufacturada (%)
		% retenido			
# 4	0	0	0	100.00	100
# 8	22.930	4.97	4.97	95.03	95 -100
# 16	114.700	24.88	29.85	70.15	70 – 100
# 30	114.700	24.88	54.74	45.26	40 – 75
# 50	94.350	20.47	75.20	24.80	20 – 40
# 100	19.970	4.33	79.53	20.47	10 – 25
# 200	73.280	15.90	95.43	4.57	0 – 10
PLATO	21.070	4.57	100.00		-
TOTAL	461	100			
Condición:	Arena Gradada				
Total:	461 g				
Diagnóstico:	Procede				
Módulo de Finura	2.44				

Fuente: Elaboración Propia

Tabla25

Requisitos físicos de gradación para elaborar los especímenes.

N° mallas	Arena manufacturada				Arena manufacturada (% pasa)	
	Pesos retenido (g)	% retenido	% retenido acumulado	% pasa		
# 4	0	0	0	100.00	100	
# 8	33.000	4.8	4.8	95.20	95	100
# 16	171.875	25	29.8	70.20	70	100
# 30	171.875	25	54.8	45.20	40	75
# 50	141.625	20.6	75.4	24.60	20	40
# 100	27.500	4	79.4	20.60	10	25
# 200	110.000	16	95.4	4.60	0	10
PLATO	31.625	4.6	100		-	-
TOTAL	687.500	100				

CONDICIÓN: Arena Gradada

Total: 687.5 gr

Diagnóstico: Procede

Módulo de finura 2.44

Fuente: Laboratorio de Mecánica de Suelos de la USP

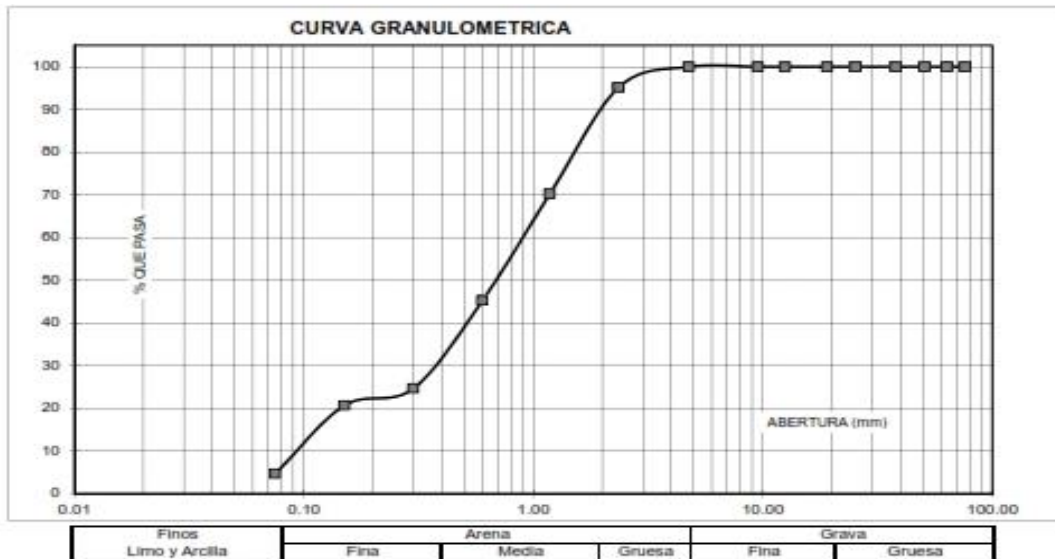


Figura 12. Análisis granulométrico del agregado fino según los requisitos físicos de gradación (ASTM C 136-06)

Dosificación para la Fluidéz de Morteros

Tabla 26

Dosificación para calcular la fluidéz del mortero patrón.

Descripción	Relación		Agregado Fino (g)	Aglomerante Cemento (g)	Agua (g)
	Arena/Cemento	Agua / Cemento			
Patrón	2.75	0.485	461	167.64	81.30

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 27

Dosificación para calcular la fluidéz del mortero experimental al 10% y 15% de sustitución.

Descripción	Relación		Agregado Fino (g)	Cemento (g)	Aglomerante		Agua (g)
	Arena/Cemento	Agua / Cemento			Polvo Concha de Mejillón (g)	Cenizas de cola de caballo (g)	
Exp – 1 (10%)	2.75	0.50	461	150.9	10.00	6.70	83.82
Exp – 2 (15%)	2.75	0.51	461	142.5	15.10	1.00	85.50

Fuente: Elaboración Propia

Se tuvo en cuenta la norma técnica peruana NTP 334.057:20011 CEMENTOS, para la realización del ensayo de fluidéz de los morteros patrón y experimental.

Con la utilización de la relación A/C = 0.485 del mortero patrón, se obtuvo 4 medidas, como se ve en la tabla 28, que fueron reemplazadas en la fórmula y se determinó el porcentaje de fluidéz, la cual servirá de referencia para la utilización de los especímenes de los morteros experimentales.

Tabla 28

Fluidéz del mortero

Descripción	Relación	D (cm)	Diámetros (cm)				Diámetro Promedio (cm)	% Fluidéz
			D1	D2	D3	D4		
Patrón	0.485	10.16	12.60	12.65	12.82	13.20	12.82	26.16
Exp – 1 (10%)	0.50	10.16	12.70	12.45	13.15	13.21	12.88	26.75
Exp – 2 (15%)	0.51	10.16	12.85	12.81	12.68	13.25	12.90	26.94

Fuente: Laboratorio de Mecánica de Suelos de la USP

Tabla 29

Dosificación para elaborar los especímenes del mortero patrón.

Descripción	Relación		Agregado Fino (g)	Aglomerante Cemento (g)	Agua (g)
	Arena/ Cemento	Agua / Cemento			
Patrón	2.75	0.485	687.5	250	121.25

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 30

Dosificación para elaborar los especímenes del mortero experimental al 10% y 15% de sustitución

Descripción	Relación		Agregado Fino (g)	Cemento (g)	Aglomerante		Agua (g)
	Arena/ Cemento	Agua / Cemento			Polvo Concha de Mejillón (g)	Cenizas de cola de caballo (g)	
Exp – 1 (10%)	2.75	0.50	687.5	225.00	10.00	15.00	125.00
Exp – 2 (15%)	2.75	0.51	687.5	212.50	15.00	22.50	127.50

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 31

Medidas de dispersión del mortero patrón

N° DÍAS	Identificación de muestra	Resistencia compresión (kg/cm ²)	Medidas de dispersión					Norma ASTM C670	
			Prom.	Var.	Desv. estándar	Coef. variación n 1s%	Rango de aceptación d2s%	Coef. variación n 1s%	Rango de aceptación d2s%
3	PATRÓN 3D-1	243.00							
	PATRÓN 3D-2	236.00	245.00	73.81	8.59	3.5	8.8	3.9	10.9
	PATRÓN 3D-3	256.00							
7	PATRÓN 7D-1	246.00							
	PATRÓN 7D-2	261.00	255.33	44.53	6.67	2.6	6.0	3.9	10.9
	PATRÓN 7D-3	259.00							
28	PATRÓN 28-1	325.00							
	PATRÓN 28-2	337.00	331.33	22.18	4.71	1.4	3.5	3.8	10.6
	PATRÓN 28-3	332.00							
					Promedio	2.5	6.1	3.7	10.4

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 32

Medidas de dispersión del mortero experimental en 10% de sustitución

N° DÍAS	Identificación de muestra	Resistencia compresión (kg/cm ²)	Medidas de dispersión				Norma astm c 670		
			Prom.	Var.	Desv. estándar	Coef. variación 1s%	Rango de aceptación d2s%	Coef. variación 1s%	Rango de aceptación d2s%
3	EXP 1 3D-1	217.00							
	EXP 1 3D-2	198.00	205.33	71.21	8.44	4.1	9.6	3.9	10.9
	EXP 1 3D-3	201.00							
7	EXP 1 7D-1	247.00							
	EXP 1 7D-2	233.00	244.00	67.94	8.24	3.4	8.4	3.9	10.9
	EXP 1 7D-3	252.00							
28	EXP 1 28D-1	293.00							
	EXP 1 28D-2	302.00	299.33	17.75	4.21	1.4	3.2	3.8	10.6
	EXP 1 28D-3	303.00							
					Promedio	3.0	7.0	3.7	10.4

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 33

Medidas de dispersión del mortero experimental en 15% de sustitución.

N° DÍAS	Identificación de muestra	Resistencia compresión (kg/cm ²)	Medidas de dispersión				Norma astm c 670		
			Prom.	Var.	Desv. estándar	Coef. variación 1s%	Rango de aceptación d2s%	Coef. variación 1s%	Rango de aceptación d2s%
3	EXP 2 3D-1	192.00							
	EXP 2 3D-2	199.00	199.33	35.99	6.00	3.0	7.6	3.9	10.9
	EXP 2 3D-3	207.00							
7	EXP 2 7D-1	242.00							
	EXP 2 7D-2	224.00	233.00	51.59	7.18	3.1	7.9	3.9	10.9
	EXP 2 7D-3	233.00							
28	EXP 2 28D-1	321.00							
	EXP 2 28D-2	318.00	316.66	16.32	4.04	1.3	3.1	3.8	10.6
	EXP 2 28D-3	311.00							
					Promedio	2.5	6.2	3.7	10.4

Fuente: Elaboración Propia

Para la consideración de los especímenes de mortero se debe tener en cuenta la norma estipulada ASTM C 670, como podemos observar el coeficiente de variación y rango de aceptación están dentro de los márgenes permisibles, que se muestra en la tabla 31, tabla 32 y tabla 33.

Ensayo de Resistencia a la Compresión:

Para la mezcla de concreto del mortero patrón, se realizó un total de 9 morteros, en el cual fueron ensayadas a compresión a los 3, 7, 28 días de curado, como se puede apreciar en la siguiente tabla 34 los resultados de los morteros patrón.

Tabla 34

Resultados del ensayo de compresión del mortero patrón a los 3 días

Descripción	ÁREA (cm ²)	Peso (g)	Carga Máxima (KN)	FC= (kg/cm ²)
PATRÓN 3D-1 (P1)	27.41	326.04	65.40	243.00
PATRÓN 3D-2 (P2)	26.32	314.43	60.80	236.00
PATRÓN 3D-3 (P3)	26.65	321.75	67.00	256.00
			Promedio	245.00

Fuente: Prueba de Compresión. Laboratorio de Concreto y Reciclado – UNT



Figura 13. Ensayo de Resistencia a la Compresión Patrón a los 3 días

Tabla 35

Resultados del ensayo de compresión del mortero patrón a los 7 días de curado

Descripción	ÁREA (cm ²)	Peso (g)	Carga Máxima (KN)	FC= (kg/cm ²)
PATRÓN 7D-1 (P4)	25.94	302.28	62.50	246.00
PATRÓN 7D-2 (P5)	26.03	303.72	66.50	261.00
PATRÓN 7D-3 (P6)	26.10	300.67	66.30	259.00
			Promedio	255.33

Fuente: Prueba de Compresión. Laboratorio de Concreto y Reciclado – UNT



Figura 14. Ensayo de Resistencia a la Compresión Patrón a los 7 días

Tabla 36

Resultados del ensayo de compresión del mortero patrón a los 28 días

Descripción	ÁREA (cm ²)	Peso (g)	Carga Máxima (KN)	FC= (kg/cm ²)
PATRÓN 28D-1 (P7)	25.94	306.52	82.70	325.00
PATRÓN 28D-2 (P8)	25.91	305.61	85.50	337.00
PATRÓN 28D-3 (P9)	26.33	306.80	85.70	332.00
			Promedio	331.33

Fuente: Prueba de Compresión. Laboratorio de Concreto y Reciclado - UNT

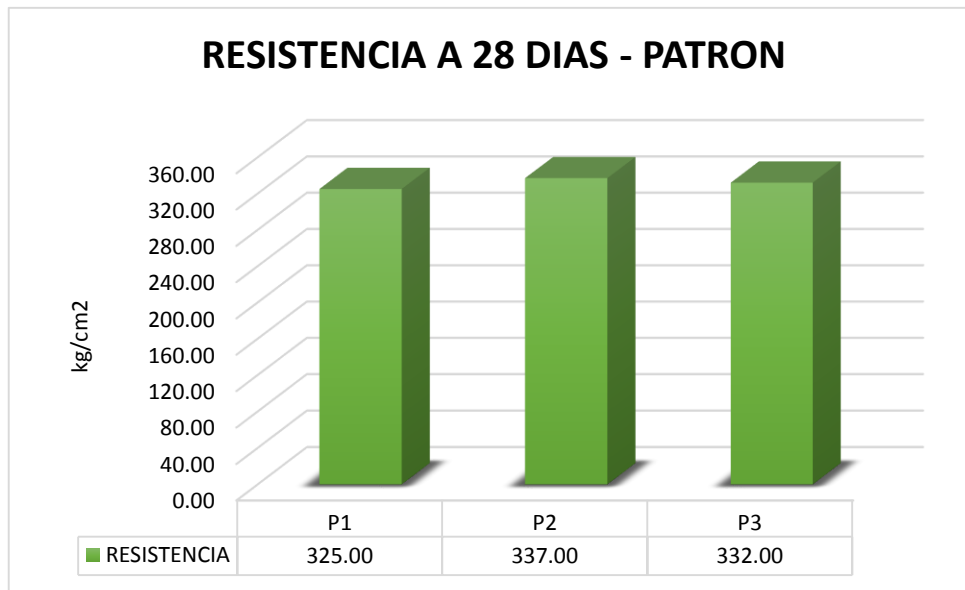


Figura 15. Ensayo de Resistencia a la Compresión Patrón a los 28 días

Tabla 37

Promedio de la resistencia patrón por cada etapa de evaluación

PATRON	3 DIAS	7 DIAS	28 DIAS
RESISTENCIA PROMEDIO (KG/CM2)	245.00	255.33	331.33

Fuente: Prueba de Compresión. Laboratorio de Concreto y Reciclado – UNT

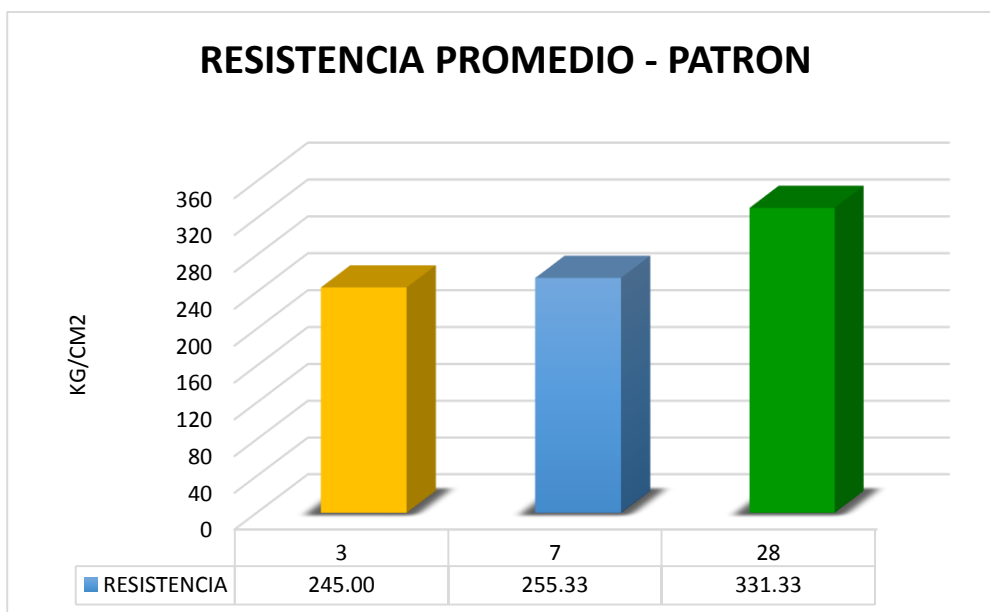


Figura 16. Resistencia a la Compresión Promedio Patrón

En el siguiente ensayo a compresión de morteros experimentales 10%

Tabla 38

Resultados del ensayo de compresión del mortero experimental 10% a los 3 días de curado

Descripción	ÁREA (cm ²)	Peso (g)	Carga Máxima (KN)	FC= (kg/cm ²)
EXP 1 3D-1 (E1)	26.17	304.51	55.80	217.00
EXP 1 3D-2 (E2)	26.00	304.63	50.60	198.00
EXP 1 3D-3 (E3)	26.25	303.65	51.70	201.00
			Promedio	205.33

Fuente: Prueba de Compresión. Laboratorio de Concreto y Reciclado – UNT



Figura 17. Ensayo de Resistencia a la Compresión Experimental 10% a los 3 días

Tabla 39

Resultados del ensayo de compresión del mortero experimental 10% a los 7 días de curado

Descripción	ÁREA (cm ²)	Peso (g)	Carga Máxima (KN)	FC= (kg/cm ²)
EXP 1 7D-1 (E4)	26.02	310.31	63.10	247.00
EXP 1 7D-2 (E5)	26.23	310.96	59.90	233.00
EXP 1 7D-3 (E6)	26.15	310.96	64.70	252.00
			Promedio	244.00

Fuente: Prueba de Compresión. Laboratorio de Concreto y Reciclado – UNT

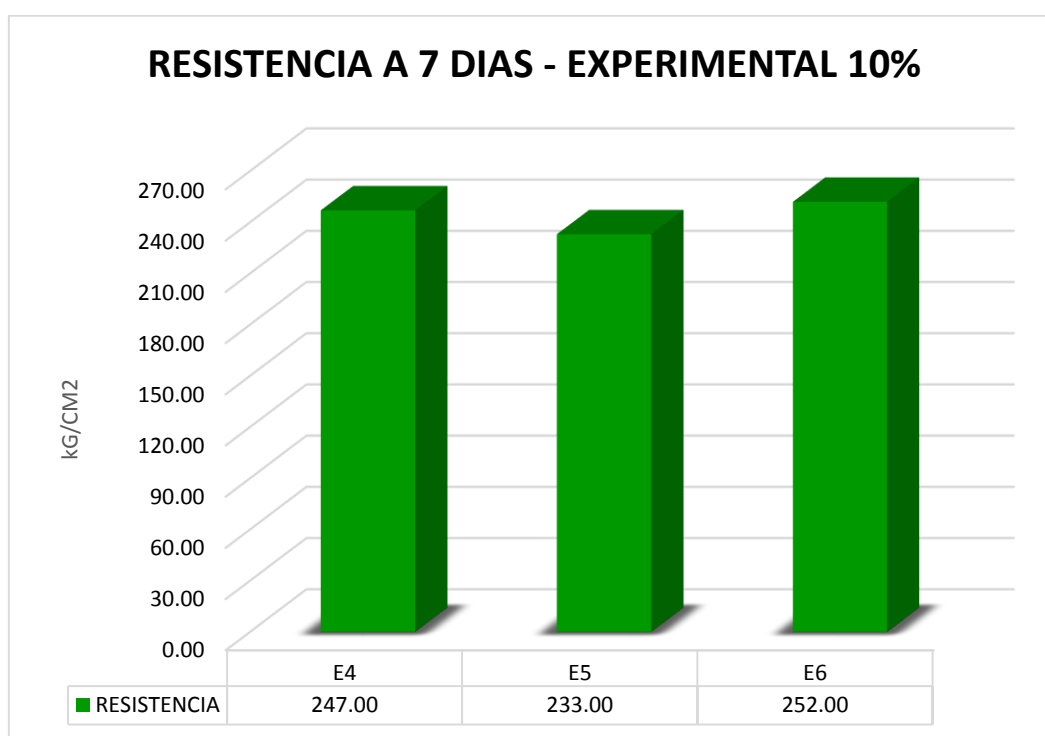


Figura 18. Ensayo de Resistencia a la Compresión Experimental 10% a los 7 días

Tabla 40

Resultados del ensayo de compresión del mortero experimental 10% a los 28 días de curado

Descripción	ÁREA (cm ²)	Peso (g)	Carga Máxima (KN)	FC= (kg/cm ²)
EXP 1 28D-1 (E7)	26.05	318.20	74.90	293.00
EXP 1 28D-2 (E8)	26.09	320.95	77.20	302.00
EXP 1 28D-3 (E9)	26.69	321.12	79.20	303.00
			Promedio	299.33

Fuente: Prueba de Compresión. Laboratorio de Concreto y Reciclado - UNT



Figura 19. Ensayo de Resistencia a la Compresión Experimental 10% a los 28 días

Tabla 41

Promedio de la resistencia experimental 10% por cada etapa de evaluación

EXPERIMENTAL	3 DIAS	7 DIAS	28DIAS
RESISTENCIA PROMEDIO (KG/CM2)	205.33	244.00	299.33

Fuente: Prueba de Compresión. Laboratorio de Concreto y Reciclado - UNT

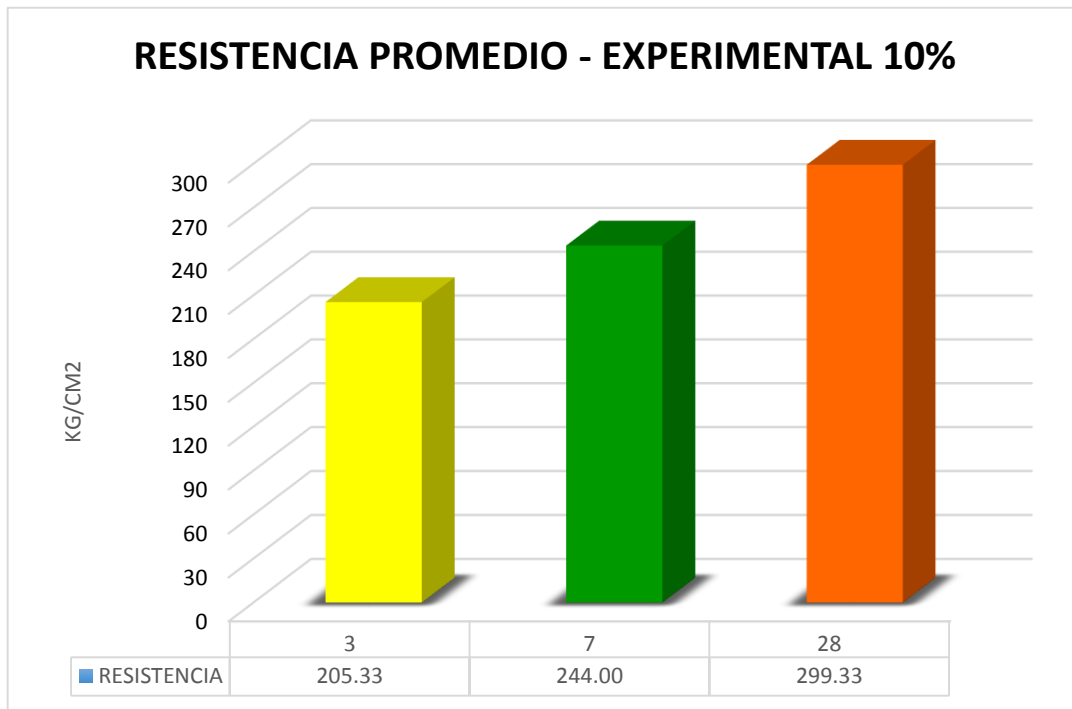


Figura 20. Resistencia a la Compresión Promedio Experimental 10%

En el siguiente ensayo a compresión de morteros experimentales 15%

Tabla 42

Resultados del ensayo de compresión del mortero experimental 15% a los 3 días

Descripción	ÁREA (cm ²)	Peso (g)	Carga Máxima (KN)	FC= (kg/cm ²)
EXP 2 3D-1 (E10)	26.19	298.54	49.40	192.00
EXP 2 3D-2 (E11)	26.18	301.44	51.10	199.00
EXP 2 3D-3 (E12)	26.06	299.42	52.90	207.00
			Promedio	199.33

Fuente: Prueba de Compresión. Laboratorio de Concreto y Reciclado - UNT



Figura 21. Ensayo de Resistencia a la Compresión Experimental 15% a los 3 días

Tabla 43

Resultados del ensayo de compresión del mortero experimental 15% a los 7 días de curado

Descripción	ÁREA (cm ²)	Peso (g)	Carga Máxima (KN)	FC= (kg/cm ²)
EXP 2 7D-1 (E13)	26.03	302.49	61.70	242.00
EXP 2 7D-2 (E14)	26.12	299.46	57.40	224.00
EXP 2 7D-3 (E15)	26.26	299.69	60.00	233.00
			Promedio	233.00

Fuente: Prueba de Compresión. Laboratorio de Concreto y Reciclado - UNT

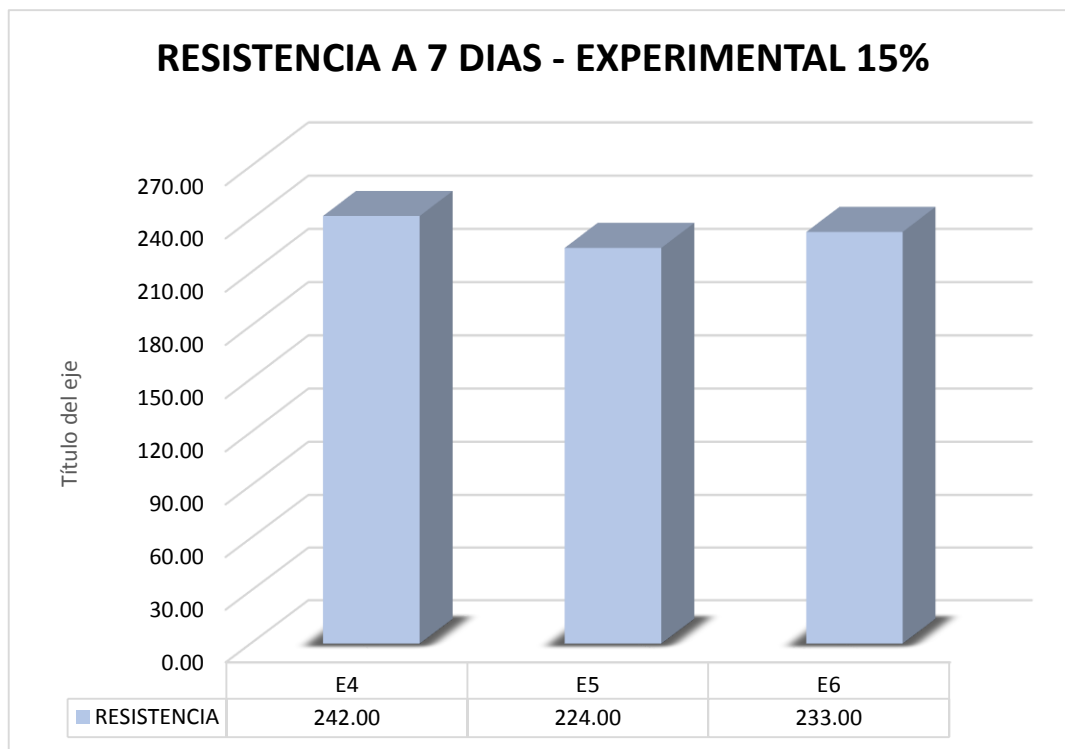


Figura 22. Ensayo de Resistencia a la Compresión Experimental 15% a los 7 días

Tabla 44

Resultado del ensayo de compresión del mortero experimental 15% a los 28 días de curado

Descripción	ÁREA (cm ²)	Peso (g)	Carga Máxima (KN)	FC= (kg/cm ²)
EXP 2 28D-1 (E16)	26.33	314.54	82.80	321.00
EXP 2 28D-2 (E17)	26.73	315.24	83.40	318.00
EXP 2 28D-3 (E18)	26.26	315.24	80.10	311.00
			Promedio	299.33

Fuente: Prueba de Compresión. Laboratorio de Concreto y Reciclado - UNT



Figura 23. Ensayo de Resistencia a la Compresión Experimental 15% a los 28 días

Tabla 45

Promedio de la resistencia experimental 15% por cada etapa de evolución

EXPERIMENTAL	3 DIAS	7 DIAS	28 DIAS
RESISTENCIA PROMEDIO (KG/CM2)	199.33	233.00	316.67

Fuente: Prueba de Compresión. Laboratorio de concreto y reciclado – UNT

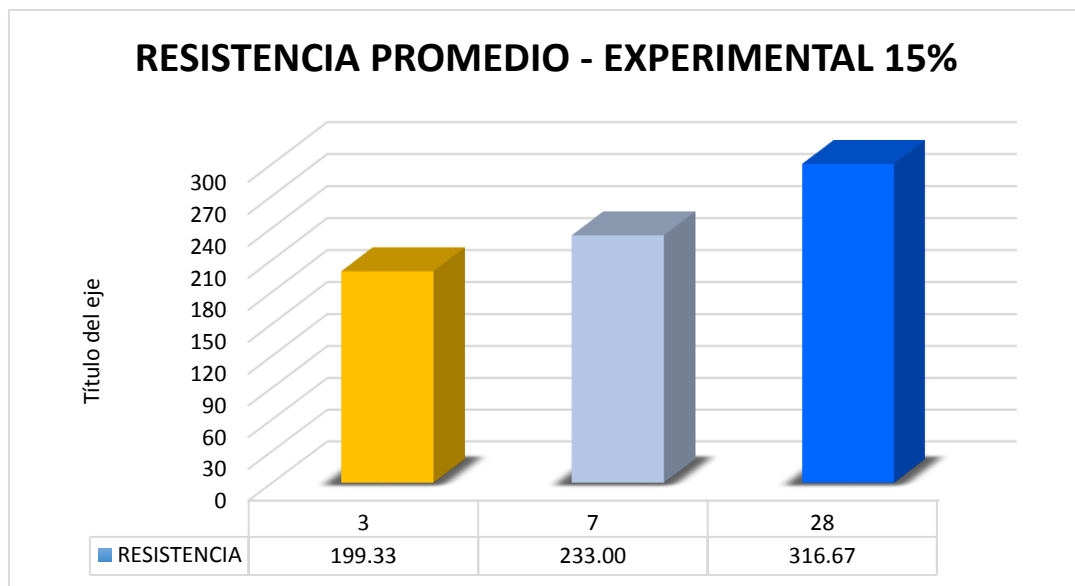


Figura 24. Resistencia a la Compresión Promedio Experimental 15%

Tabla 46

Resultados Finales de los Ensayos de Compresión

Días	Resistencia de mortero (Kg/Cm ²)		
	Patrón	Experimental 10%	Experimental 15%
3	245.00	205.33	199.33
7	255.33	244.00	233.00
28	331.33	299.33	316.67

Fuente: Prueba de Compresión. Laboratorio de concreto y reciclado – UNT

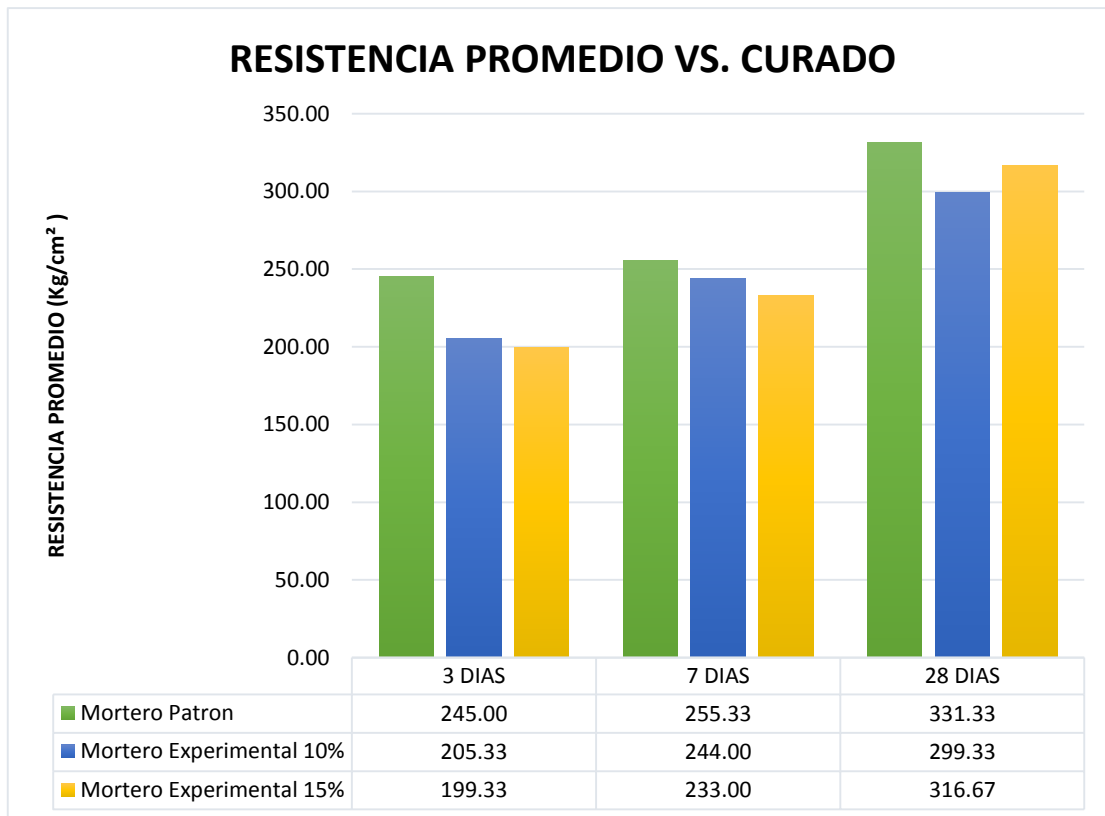


Figura 25. Resistencia a la Compresión Promedio de Morteros Patrón y Experimentales

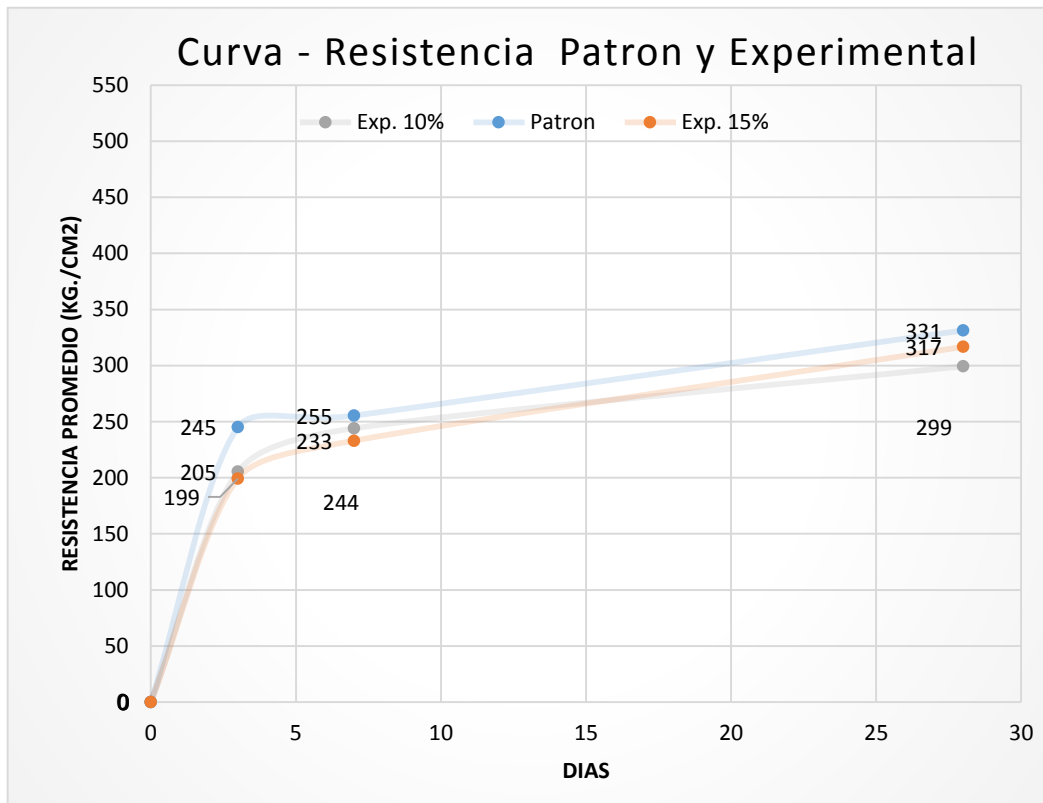


Figura 26. Curva de Resistencia a Compresión Promedio de Mortero Patrón y Experimentales

Tabla 47

Densidad de los especímenes de mortero a los 28 días

Descripción (28 Días)	ÁREA (cm ²)	Altura (cm)	Peso (g)	Volumen (cm ³)	Densidad (g/cm ³)	Promedio (g/cm ³)
Patrón	25.94	5.14	306.52	133.2	2.30	2.30
	25.91	5.13	305.61	133.0	2.30	
	26.33	5.08	306.80	133.8	2.29	
Experimental 10%	26.05	5.23	318.20	136.3	2.34	2.32
	26.09	5.24	320.95	136.6	2.35	
	26.69	5.27	321.12	140.7	2.28	
Experimental 15%	26.33	5.22	314.54	137.3	2.29	2.28
	26.73	5.23	315.24	139.8	2.25	
	26.26	5.23	315.54	137.4	2.30	

Fuente: Elaboración Propia

ANALISIS DE LA VARIANZA (ANOVA)

Tabla 48

Resistencia a la compresión de cubos de mortero con una sustitución de un porcentaje de cemento por combinación de polvo de Concha de Mejillón y Cenizas de Cola de Caballo (en relación de 2 a 3) según días de curado

Días de curado	Resistencia de mortero con cemento sustituido por combinación de Polvo y ceniza		
	Patrón	10%	15%
3	245,00	205,33	199,33
7	255,33	244,00	233,00
28	331,33	299,33	316,67

Fuente: Resultados de los Ensayo del Laboratorio de la USP

Se puede observar en la tabla 48 que las resistencias a compresión de los especímenes de mortero son mayores los 28 días de curado e inferiores a los 3 días de curado.

Con el cumplimiento de verificar los supuestos de normalidad con Shapiro – Wilk (con un $p > 0.05$ para cada caso) y homogeneidad de varianza con la prueba de Levene ($p = 0.810$ y $p > 0.05$) de las resistencias medias conseguidas en los especímenes cúbicos de mortero en cada tratamiento (sustitución de un porcentaje de cemento por una combinación de polvo de Concha de Mejillón y Cenizas de Cola de Caballo) se procedió a realizar la prueba ANOVA

Tabla 49

Calculo de la prueba ANOVA para verificar las diferentes entre las medias de las resistencias a la compresión de los cubos de mortero

Origen	Suma de Cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Combinación	1508,106	2	754,053	6,313	,058
Días de curado	15663,368	2	7831,684	65,566	,001
Error	477,791	4	119,448		
Total	17649,265	8			

Fuente: Resultados de los Ensayos del Laboratorio de la USP

En la tabla 49 podemos observar la sustitución de un porcentaje del cemento por una combinación de polvo de Concha de Mejillón y Cenizas de Cola de Caballo el $p\text{-value} > \alpha$ ($p=0.058$, $p > 0.05$) podemos resaltar que los datos de las muestras son de evidencia suficiente para admitir que la hipótesis es nula (resistencias medias iguales). Por lo tanto podemos inferir que con el 5% de significancia las resistencias medias en kg/cms^2 logradas en los cubos de mortero, con sustitución de un porcentaje del cemento en 0%, 10% y 15%, por una combinación (Polvo de Concha de Mejillón y Cenizas de Cola de Caballo en una relación de 2:3) no son diferentes. Es decir, no existe una diferencia significativa entre las resistencias medias del mortero. Para los días de curado $p\text{-value} < \alpha$ ($p=0.001$, $p < 0.05$) se puede concluir que las resistencias medias de los cubos de mortero son distintos a consecuencia de los días de curado.

ANALISIS Y DISCUSION

Carneiro, 2015, realizó el análisis del material de la cola de caballo con una temperatura de 500°C y un tiempo de 2 horas, logrando alcanzar un 75.20% entre óxidos (silicio, aluminio y calcio). Tomando como antecedente estos datos y nuestro ATD se calcino a una temperatura de 500°C con un tiempo de 2 horas, logrando así obtener como resultado un 88.79% de óxidos requeridos. Por lo tanto, se observa que lo obtenido por Carneiro es inferior en un 18.07% en contenido porcentual de óxidos en comparación de nuestro material. La temperatura tomada para nuestro material es baja por lo tanto tenemos un ahorro considerable de energía, de esta forma estamos contribuyendo a la conservación del medio ambiente. Se puede tomar o considerar otras temperaturas para optimizar los resultados, dados que el cambio de fase del material se muestra a partir de 380°C y con otros intervalos de tiempo.

Tomando en cuenta lo realizado por Rodríguez A., 2014, que desarrollo el análisis del material de la concha de mejillón con una temperatura de 900°C y un tiempo de 4 horas, se alcanzó un 95% de componentes de óxidos requeridos (silicio, aluminio y calcio). Respecto a nuestro estudio de la concha de mejillón se tomó la temperatura de 900°C como referencia a nuestro antecedente y con un tiempo de 4 horas, se logró obtener un 99.48% de los principales óxidos. Esto nos indica que lo realizado por Rodríguez es menor en un 4.72% en contenido porcentuales de óxidos en comparación de nuestro material.

En la figura 5, se observa en el análisis termo gravimétrico de las cenizas de cola de caballo una primera caída entre 80°C y 120°C, luego baja casi constante hasta 220°C desde este punto tiene una rápida caída hasta llegar a los 350°C, esto se da porque hay una pérdida de agua por la evaporización y desde ahí empieza a tener una lenta pérdida de masa hasta los 760°C.

Como podemos observar en la figura 6, la curva calorimétrica de las cenizas de cola de caballo un pico endotérmico a los 110°C, esto nos indica la absorción de calor y la evaporación de agua que se manifiesta por el calentamiento, luego podemos ver que a los 380°C se produce una transición térmica donde descarga energía y se produce un proceso de oxidación.

El análisis termo gravimétrico de la concha de mejillón, podemos observar que en la figura 7 hay un cambio de estado a partir de los 700°C después de ello el material empieza a descomponerse aceleradamente perdiendo un 43% de su masa inicial al alcanzar su máxima temperatura de ensayo.

En la figura 8, se aprecia en la curva de calorimétrica de la concha de mejillón dos picos endotérmicos el primero en 110°C y la otra a 210°C, esto nos indica que se está evaporando agua en consecuencia de absorber calor produciendo calentamiento, también nos indica que a los 890°C existe una transición térmica de cambio de fase estructural en las características del material.

El análisis químico de fluorescencia de rayos X realizado en los especímenes de muestra de la concha de mejillón según Rodríguez, A (2014), se alcanzó un 95% de componentes de óxidos requeridos (silicio, aluminio y calcio), el cual es el componente principal del cemento. Por otro lado se observa un 84.03% de óxidos de calcio inferior al porcentaje antes mencionado.

De igual manera, según Carneiro (2015) el material de la cola de caballo logro alcanzar un 75.20% entre óxidos (silicio, aluminio y calcio). En comparación a nuestro análisis de fluorescencia de rayos X que se realizó nos arrojó un 76.84% de dióxido de Silicio siendo así uno de los principales componentes del cemento

En la determinación del pH de la concha de mejillón nos dio como resultado 13.66 y la cola de caballo 10.67. Se realizó la mezcla del 10% de los materiales puzolanicos con el cemento y se obtuvo un pH de 13.68, para la mezcla del 15% de los materiales puzolanicos con el cemento nos dio un pH 13.75. Esto nos muestra que la mezcla es alcalinamente activa por su contenido de silicato cálcico hidratado (C-S-H).

La concha de mejillón y cola de caballo activa son alcalinos, ya que pertenecen al rango de 8 a 14, debido a que los hidroxilos (OH⁻) son mayores que los hidrógenos positivos (H⁺) obteniéndose así un material alcalino.

De acuerdo a lo realizado por Hazurina O. et al. (2013), los porcentajes efectuados en su investigación del 5%, 10%, 15%, 25%, 50% de sustitución parcial del cemento por Polvo de Anadara Granosa (Pata de Mula), se puede ver que en los 3, 7, 28 días de curado la resistencia patrón es mayor a los experimentales, pero que a los 90 días de curado en los porcentajes del 10% y 15% la resistencia aumento en comparación al patrón. Con respecto al antecedente mencionado y tomando materiales similares con los porcentajes del 10% y 15% de la combinación de polvo de concha de mejillón y cenizas de cola de caballo en la proporción de 2 a 3, se determinó que la resistencia promedio patrón a los 3 días es de 245 kg/cm², a los 7 días 255.33 kg/cm² y a los 28 días 311.33 kg/cm². La resistencia del mortero experimental del 10% en comparación a la resistencia del mortero patrón reduce significativamente a los 3 días en 205.33 kg/cm², a los 7 días en 244 kg/cm² y a los 28 días 299.33 kg/cm². Para la resistencia del mortero experimental del 15% con respecto a la resistencia del mortero patrón reduce progresivamente a los 3 días en un 199.33%, a los 7 días 233.00 kg/cm² y a los 28 días 316.67 kg/cm²; esto significa que se debe considerar mas días de curado, porque se obtuvo una mayor resistencia en los experimentales a los 90 días con respecto a nuestro antecedente; en nuestra investigación solo se hizo hasta los 28 días y los resultados en la resistencia de los experimentales no supero a la resistencia patrón.

CONCLUSIONES

1. Al activar térmicamente la concha de mejillón por 900°C por 4 horas, se determina que contiene más del 75% de componentes principales pulzolánicos son: Oxido de Calcio (CaO) 84.029 %, Trióxido de Aluminio (Al₂O₃) 15.313 %, Trióxido de Hierro (Fe₂O₃) 0.191 %. De igual forma al activar térmicamente las cenizas de cola de caballo a 500° C por 2 horas sus principales componentes químicos pulzolánicos son : Oxido de Calcio (CaO) 3.123%, Dióxido de Silicio (SiO₂) 76.838%, Trióxido de Hierro (Fe₂O₃) 4.0500%

2. El pH obtenido de la concha de mejillón fue de: 13.66, en comparación al pH del cemento 13.95, dándose así valores aproximados ya que así obtendremos un fraguado rápido. El pH de la cola de caballo nos dio como resultado 10.67, y el pH de las combinaciones del 10% en 13.68 y del 15% en 13.75 respectivamente, obteniéndose así una mezcla activada alcalinamente.

3. La relación óptima a/c para los morteros patrón fue de 0.48, mientras que para los morteros experimentales del 10% fue 0.50 y del 15% fue 0.51. Es debido a ello que la resistencia de los morteros experimentales resulto inferior a los morteros patrones, dejando en evidencia que debido a dicha variación la relación a/c fue uno de los factores determinantes en la resistencia.

4. Habiéndose elaborado los cubos de mortero de concreto patrón se realizó el ensayo de resistencia a la compresión la cual dio como resultado los promedios en el día 3 a 245.00 kg/cm², en el día 7 a 255.33 kg/cm² y en el día 28 a 331.33 kg/cm². Al sustituir el 10% de la combinación de polvo de concha de mejillón y cenizas de cola de caballo, la resistencia a la compresión promedio disminuye progresivamente en el día 3 en 16.19%; en el día 7 en 4.44% y en el día 28 disminuye en 9.66% respecto al mortero patrón. De igual forma, al sustituir el

15% de la combinación de polvo de concha de mejillón y cenizas de cola de caballo, la resistencia a la compresión promedio disminuye en el día 3 en 18.64%, en el día 7 en 8.74% y en el día 28 disminuye en 4.42% respecto al mortero patrón.

RECOMENDACIONES

- 1.- Para la activación de los materiales se debe tener en cuenta en no contaminar las muestras y así no alterar los resultados, por lo que sería perjudicial. Se recomienda que se dé una adecuada recolección de las conchas de mejillón y un buen tratamiento, llegando así a obtener propiedades que puedan servir como precursores puzolanicos

- 2.- Se recomienda realizar más ensayos de pH de los materiales en diferentes porcentajes para saber la variación y diferencia de resultados en cuanto a la alcalinidad y así obtener un porcentaje favorable.

- 3.- Para diseño de mezcla de mortero el porcentaje de humedad de la arena debe ser superior al porcentaje de la absorción de la misma.

- 4.- Se propone trabajar con más días de curado y a su vez con más tiempo de secado para el ensayo de compresión y absorción.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ASTM C 618-92°. *Standard Specification for Fly Ash and Raw or Calcined Natural Pozzolana for Use as a Mineral Admixture in Portland Cement Concrete.*
- Buasri, A., Chaikut, N., Loryuenyong, V., Worawanitchaphong, P. y Trongyong, S. (2013). *Calcium Oxide Derived from Waste Shells of Mussel, Cockle, and Scallop as the Heterogeneous Catalyst for Biodiesel Production. The Scientific World Journal.*
- Carneiro, M., et al. (2015). *Preparation and Characterization of Nano Silica from Equisetum arvense.*
- Cavero, P.; Rodríguez, P. (2008). *Producción sostenida de moluscos a bivalvos en el Perú: acuicultura y repoblamiento. Latina 1:216.* Recuperado de: <http://www.fao.org/tempref/docrep/fao/011/i0444s/i0444s17.pdf>
- EcuRed. (2018). *Recuperado de <https://www.ecured.cu/Mejillones>*
- Hazurina, O., et al. (2013) *Cockle shell ash replacement for cement and filler in concrete.*
- IMCYC (2011), *Cemento para Albañilería (Mortero)*
- Julián, C., et al. (2016) *Resistencia en mortero con cemento sustituido al 50% por residuos de chanque y bambú.*
- León, B. (2012). *La cola de caballo (Equisetum, Equisetaceae) comercializada y exportada del Perú. Revista Peruana de Biología, 19 (3): 345-346.*
- NTP 334.009. CEMENTOS. *Procedimientos para la obtención de pastas y morteros de consistencia plástica.*

NTP 334.057. CEMENTOS. *Método de ensayo para determinar la fluidez de morteros de Cemento Portland*

NTP 334.051. (2013). *Método de ensayo para determinar la resistencia a la compresión de morteros de cemento portland usando especímenes cúbicos de 50 mm de lado.*

Pesca y Acuicultura en Europa (2012). Recuperado de:

https://ec.europa.eu/fisheries/sites/fisheries/files/docs/body/mussels_es.pdf

Rivera L., (2013) *Concreto Simple. Popayán.* UNICAUCA. Editorial UNICAUCA.

Rodríguez, A (2014) *Morteros para revestimiento con árido procedente de concha de mejillón.*

Salazar, A. (2002). *Síntesis de la tecnología del concreto. Una manera de entender a los materiales compuestos.* Cali, Colombia. Corporación Construir. Recuperado de <http://www.ecoingenieria.org/docs/Puzolanas.pdf>

Sánchez D. (2011). *En Tecnología de Concreto y Mortero.*

Sapei, L. (2007). *Characterisation of Silica in Equisetum hyemale and its transformation into Biomorphous Ceramics* (doctoral). Universidad de Potsdam, Alemania.

Zuluaga (2013), *Agregados para el concreto.*

DEDICATORIA

A Dios principalmente por darme la vida e inteligencia para poder llegar a esta etapa de mi vida, por ayudarme a lograr mis metas y sueños.

A mis padres, por su apoyo incondicional durante todo el tiempo, por sus consejos que me brindaron siempre.

ANEXOS

ANEXO N°1

**Análisis Térmico Diferencial de la Ceniza
de la Cola de Caballo**



Trujillo, 13 de Junio del 2018

INFORME N° 158 - JUN 18

Solicitante: Elkin Amaranto Villegas– Universidad San Pedro

RUC/DNI:

Supervisor:

1. MUESTRA: Cola de caballo (1 gr)

N° de Muestras	Código de Muestra	Cantidad de muestra ensayada	Procedencia
1	CC-158J	14.0 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: 14.0 mg.

Jefe de Laboratorio:

Ing. Danny Chávez Novoa

Analista responsable:

Ing. Danny Chávez Novoa



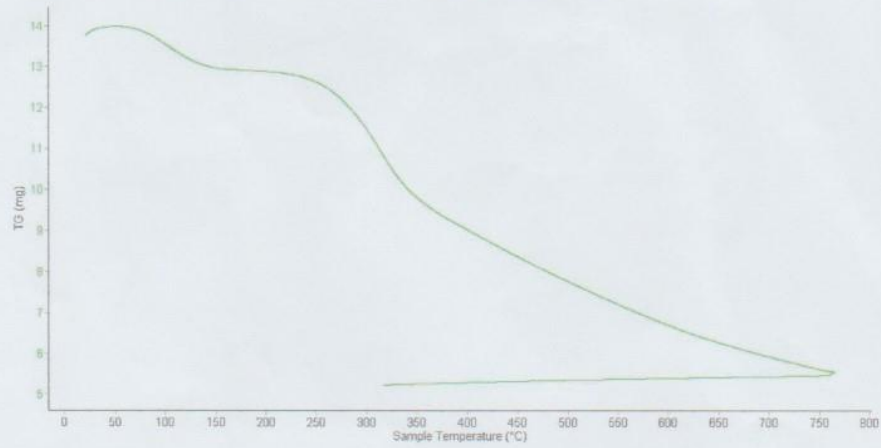


Trujillo, 13 de Junio del 2018

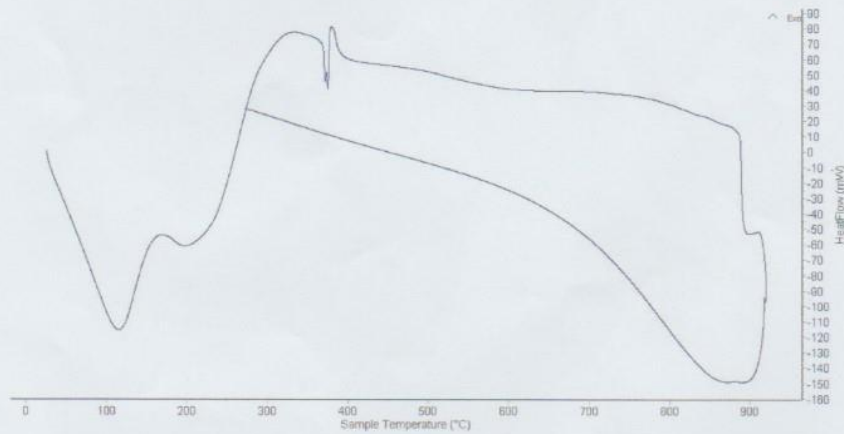
INFORME N° 158 - JUN 18

4. Resultados:

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



II- Curva Calorimétrica ATD





Trujillo, 13 de Junio del 2018

INFORME N° 158 - JUN 18

5. CONCLUSION:

1. Según el análisis Termo gravimétrico se muestra unas importantes caídas de masa como consecuencia de la elevación de la temperatura, la primera se debe a humedad entre 80 y 120°C y la segunda se debe a su descomposición en torno a 220°C que da inicio a ello. El material llega a perder un aproximado de 65% cuando se alcanza la máxima temperatura de ensayo.
2. De acuerdo al análisis calorimétrico, se muestra unas ligeras bandas endotérmicas en torno a 100°C y en torno a 220 °C, posteriormente se muestra u ligero pico de absorción de calor a 380°C con gran probabilidad de ocurrir cambios estructurales y en las propiedades del material.

Trujillo, 13 de Junio del 2018



Ing. Dany Mestas Chávez Novoa
U N T de Laboratorio de Polímeros

Departamento Ingeniería de Materiales - UNT

ANEXO N°2

**Análisis Térmico Diferencial de la Concha
de Mejillón**



Trujillo, 13 de junio del 2018

INFORME N° 157 - JUN-18

Solicitante: Elkin Amaranto Villegas – Universidad San Pedro

RUC/DNI:

Supervisor:

1. MUESTRA: Polvo de concha de mejillón (1. gr)

N° de Muestras	Código de Muestra	Cantidad de muestra ensayada	Procedencia
1	PCM-157J	42.1 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 – 900 °C.
- Masa de muestra analizada: 42.1 mg.

Jefe de Laboratorio:

Ing. Danny Chávez Novoa

Analista responsable:

Ing. Danny Chávez Novoa



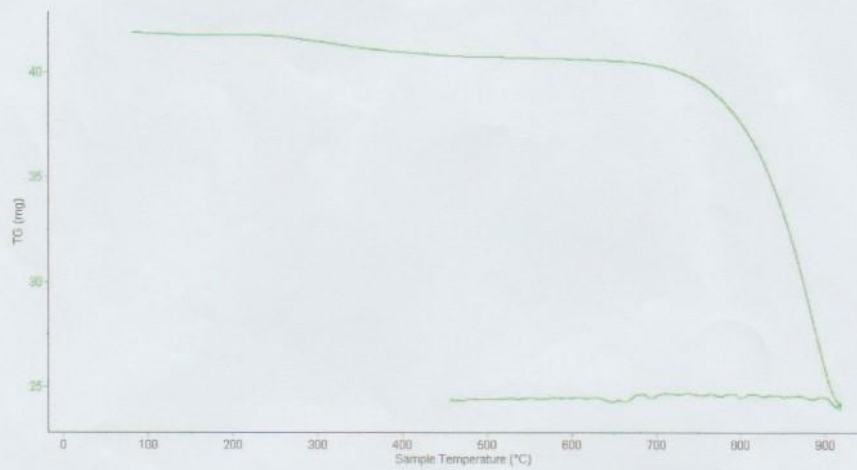


Trujillo, 13 de junio del 2018

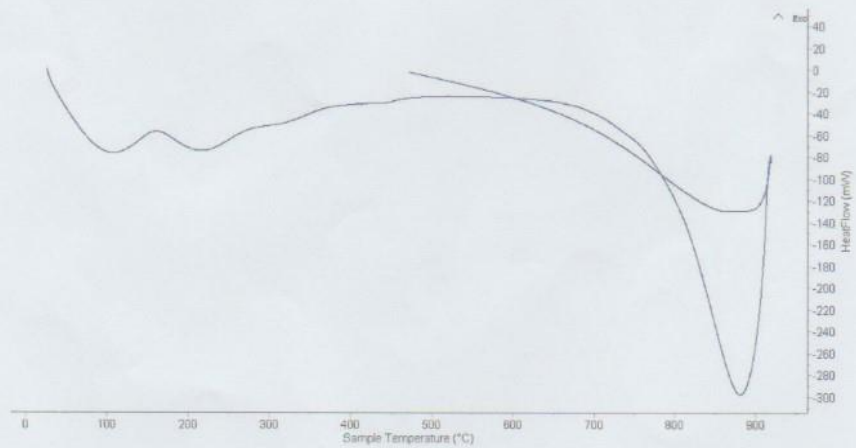
INFORME N° 157 - JUN-18

4. Resultados:

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



II- Curva Calorimétrica DSC






Trujillo, 13 de junio del 2018

INFORME N° 157 - JUN-18

5. CONCLUSION:

1. Según el análisis Termo gravimétrico se muestra una muy leve caída del material, indicando buena estabilidad térmica del material hasta alcanzar los 700°C, temperatura en la cual marca el inicio para la descomposición acelerada y la pérdida de material hasta caer bruscamente hasta la temperatura de ensayo máxima, y se evidencia una pérdida total de aproximadamente 43% de su masa inicial.
2. De acuerdo al análisis calorimétrico, se puede mostrar dos ligeras bandas endotérmicas, la primera a 110, y la otra a 210 ° C y posteriormente se muestra un intenso pico de absorción térmica a 890°C que es una temperatura de cambio estructural y de las características en el material.

Trujillo, 13 de junio del 2018


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

ANEXO N°3

Análisis de Composición Químico de la Ceniza de la Cola de Caballo



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

FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS
Laboratorio de Arqueometría

Informe N°105-LAQ/2018

Análisis de una muestra de ceniza de cola de caballo por FRXDE

Introducción.

Se analizó por fluorescencia de rayos-X dispersiva en energía (FRXDE) una muestra de ceniza de cola de caballo a pedido del Sr. **Amaranto Villegas, Elkin**, alumno de la Universidad San Pedro, sede Chimbote, y como parte de su proyecto de tesis titulada:

“Resistencia de Morteros con Cemento Sustituido en 10% y 15% por una Combinación de Polvo de Concha de Mejillón y Cenizas de Cola de Caballo.”

La muestra está en forma de grano fino de color gris oscuro.

Arreglo experimental.

Se utilizó un espectrómetro de FRXDE marca Amptek con ánodo de oro que operó a un voltaje de 30 kV y una corriente de 15 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 3100 cts/s

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

La fuente de rayos-X utilizada emite rayos-X en dos componentes: un espectro con una distribución continua de 0a 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 Archeometría

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 cola de caballo. 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.

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



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

FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS
Laboratorio de Arqueometría

Tabla 1. Composición elemental de la muestra de ceniza de cola de caballo
en % de masa.

Óxido	% masa	Normalizado
Al ₂ O ₃	6.201	8.835
SiO ₂	53.925	76.838
SO ₂	0.671	0.957
ClO ₂	0.144	0.206
K ₂ O	3.315	4.723
CaO	2.192	3.123
TiO ₂	0.271	0.387
V ₂ O ₅	0.004	0.005
Cr ₂ O ₃	0.010	0.015
MnO	0.078	0.112
Fe ₂ O ₃	3.158	4.500
ZnO	0.060	0.086
SrO	0.017	0.025
Rb ₂ O	0.005	0.008
Y ₂ O ₃	0.002	0.003
ZrO ₂	0.022	0.031
BaO	0.064	0.091
Totales	70.180	100.00

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



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

FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS
Laboratorio de Arqueometría

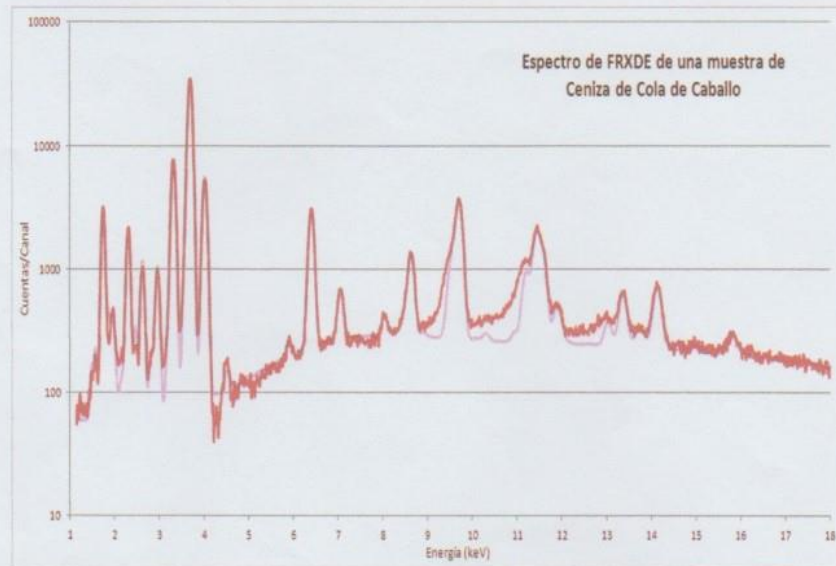


Figura 1. Espectro de FRXDE de una muestra de ceniza de cola de caballo en escala semi logarítmica. Incluye el pico de Ar del aire y los picos de rayos-X de Au dispersados por la muestra. La curva en azul muestra el espectro simulado

Investigador Responsable:

Dr. Jorge A. Bravo Cabrejos
Laboratorio de Arqueometría



Lima, 24 de agosto del 2018

ANEXO N°4

**Análisis de Composición Químico de la
Concha de mejillón**



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

FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS
Laboratorio de Arqueometría

Informe N°79-LAQ/2018

Análisis de concha de mejillón por FRXDE

Introducción.

Se analizó por fluorescencia de rayos-X dispersiva en energía (FRXDE) de esta muestra de concha de mejillón a pedido del Sr. **Amaranto Villegas, Elkin**, alumno de la Universidad San Pedro, sede Chimbote, y como parte de su proyecto de tesis titulada:

“Resistencia de Morteros con Cemento Sustituido en 10% y 15% por una Combinación de Polvo de Concha de Mejillón y Cenizas de Cola de Caballo.”

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 9280 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 concha de mejillón. 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 menor



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

FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS
Laboratorio de Arqueometría

que 100%. Es probable que la muestra esté constituida en parte por compuestos diferentes de Na y/o Mg, que esta técnica no puede detectar, o diferentes de óxidos, y/o hay una ligera 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 concha de mejillón en % de masa.

Óxido	Concentración % masa	Normalizado al 100%
Al ₂ O ₃	12.282	15.313
P ₂ O ₃	0.008	0.009
SO ₂	0.125	0.143
ClO ₂	0.043	0.050
K ₂ O	0.044	0.005
CaO	73.434	84.029
Fe ₂ O ₃	0.167	0.191
Ni ₂ O ₃	0.007	0.008
SrO	0.142	0.162
ZrO ₂	0.003	0.004
In ₂ O ₃	0.037	0.042
Total	87.401	100.00



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

FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS
Laboratorio de Arqueometría

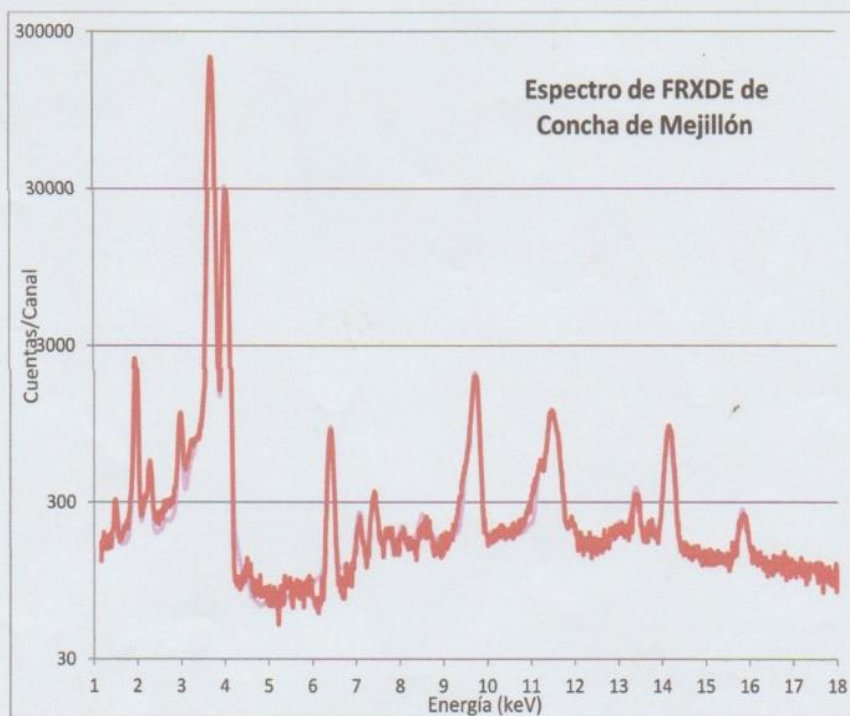


Figura 1. Espectro de FRXDE de concha de mejillón en escala semi-logarítmica. Incluye el pico de Ar del aire y los picos de rayos-X de Au dispersados por la muestra. La curva en azul muestra el espectro simulado

Investigador Responsable:

Dr. Jorge A. Bravo Cabrejos
Laboratorio de Arqueometría



Lima, 19 de junio del 2018

ANEXO N°5
Ensayo de PH y alcalinidad



CORPORACIÓN DE LABORATORIOS DE ENSAYOS CLÍNICOS, BIOLÓGICOS E INDUSTRIALES

“COLECBI” S.A.C.

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

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

INFORME DE ENSAYO N° 20180620-004

Pág. 1 de 1

SOLICITADO POR	: ELKIN AMARANTO VILLEGAS.
DIRECCIÓN	: Av. Enrique Meiggs 2664 La Libertad Chimbote.
PRODUCTO DECLARADO	: ABAJO INDICADOS.
CANTIDAD DE MUESTRA	: 05 muestras.
PRESENTACIÓN DE LA MUESTRA	: En bolsa de polietileno cerrada.
FECHA DE RECEPCIÓN	: 2018-06-20
FECHA DE INICIO DEL ENSAYO	: 2018-06-20
FECHA DE TÉRMINO DEL ENSAYO	: 2018-06-21
CONDICIÓN DE LA MUESTRA	: En buen estado.
ENSAYOS REALIZADOS EN	: Laboratorio de Físico Químico.
CÓDIGO COLECBI	: SS 180620-3

RESULTADOS

MUESTRAS	ENSAYO
	pH
POLVO DE CONCHA DE MEJILLON	13,66
CENIZA DE COLA DE CABALLO	10,67
CEMENTO PORTLAND TIPO I	13,95
85% DE CEMENTO PORTLAND TIPO I + 6% CENIZA DE COLA DE CABALLO + 9% POLVO DE CONCHA DE MEJILLON	13,75
90% DE CEMENTO PORTLAND TIPO I + 4% CENIZA DE COLA DE CABALLO + 6% POLVO DE CONCHA DE MEJILLON	13,68

METODOLOGÍA EMPLEADA


pH : Potenciométrico.

NOTA:

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

Fecha de Emisión: Nuevo Chimbote, Junio 22 del 2018.

GVR/jms


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

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

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

COLECBI S.A.C.

Urb. Buenos Aires Mz. A - Lt. 7 | 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 N°6
Verificación de Gradación



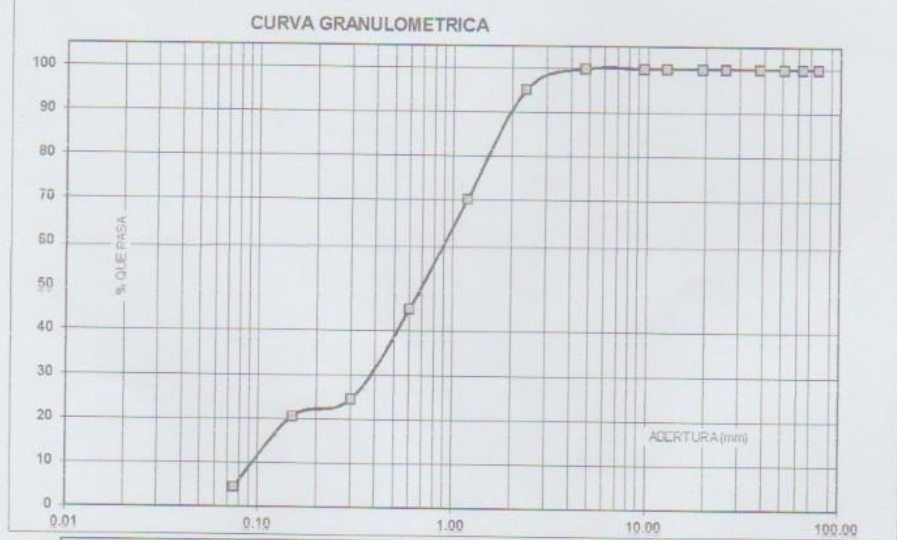
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO AGREGADO FINO
(ASTM C 136-06)

SOLICITA : BACH. ELKIN AGEMILER AMARANTO VILLEGAS
 TESIS : RESISTENCIA DE MORTEROS CON CEMENTO SUSTITUIDO EN 10% Y 15% POR UNA COMBINACION DE POLVO DE CONCHA DE MEJILLON Y CENIZAS DE COLA DE CABALLO
 LUGAR : CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - ANCASH
 CANTERA : VESIQUE
 MATERIAL : ARENA GRUESA
 FECHA : 07/11/2019

TAMIZ	Abert.(mm)	Peso retenido (gr.)	% ret. Parcial (%)	% ret. Acumu. (%)	% Que pasa (gr.)
N° 3"	76.20	0.0	0.0	0.0	100.0
2 1/2"	63.50	0.0	0.0	0.0	100.0
2"	50.80	0.0	0.0	0.0	100.0
1 1/2"	38.10	0.0	0.0	0.0	100.0
1"	25.40	0.0	0.0	0.0	100.0
3/4"	19.10	0.0	0.0	0.0	100.0
1/2"	12.50	0.0	0.0	0.0	100.0
3/8"	9.52	0.0	0.0	0.0	100.0
N° 4	4.76	0.0	0.0	0.0	100.0
N° 8	2.36	33.00	4.8	4.8	95.2
N° 16	1.18	171.88	25.0	29.8	70.2
N° 30	0.60	171.88	25.0	54.8	45.2
N° 50	0.30	141.63	20.6	75.4	24.6
N° 100	0.15	27.50	4.0	79.4	20.6
N° 200	0.08	110.00	16.0	95.4	4.6
PLATO	ASTM C-117-04	31.63	4.6	100.0	0.0
TOTAL		687.5	100.0		

PROPIEDADES FISICAS	
Modulo de Fineza	2.44

OBSERVACIONES
 La Muestra tomada identificada por el solicitante.



Finos	Arena			Grava	
Limo y Arcilla	Fina	Media	Gruesa	Fina	Gruesa

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



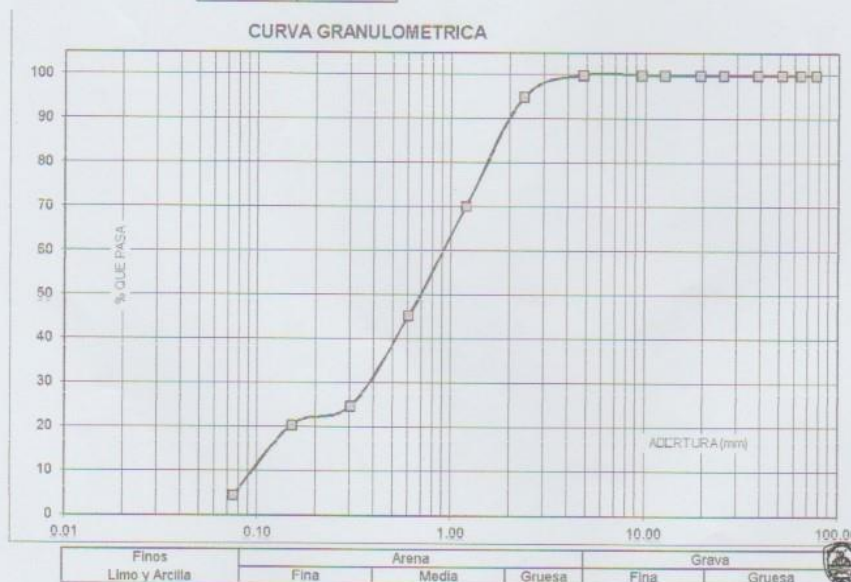
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO AGREGADO FINO
(ASTM C 136-06)

SOLICITA : BACH-ELKIN AGEMILER AMARANTO VILLEGAS
 TESIS : "RESISTENCIA DE MORTEROS CON CEMENTO SUSTITUIDO EN 10% Y 15 % POR UNA COMBINACION
 DE POLVO DE CONCHA DE MEJILLON Y CENIZAS DE COLA DE CABALLO
 LUGAR : CHIMBOTE – PROVINCIA DEL SANTA – ANCASH
 CANTERA : VESIQUE
 MATERIAL : ARENA GRUESA
 FECHA : 07/11/2019

TAMIZ	Peso retenido	% ret. Parcial	% ret. Acumu.	% Que pasa
N°	Abert.(mm)	(gr.)	(%)	(%)
3"	76.20	0.0	0.0	100.0
2 1/2"	63.50	0.0	0.0	100.0
2"	50.80	0.0	0.0	100.0
1 1/2"	38.10	0.0	0.0	100.0
1"	25.40	0.0	0.0	100.0
3/4"	19.10	0.0	0.0	100.0
1/2"	12.50	0.0	0.0	100.0
5/8"	9.52	0.0	0.0	100.0
N° 4	4.75	0.0	0.0	100.0
N° 8	2.36	22.93	5.0	95.0
N° 16	1.18	114.70	24.9	70.1
N° 30	0.60	114.70	24.9	45.3
N° 50	0.30	94.35	20.5	24.8
N° 100	0.15	19.97	4.3	20.5
N° 200	0.08	73.28	15.9	4.6
PLATO	ASTM C-117-04	21.07	4.6	100.0
TOTAL		461.0	100.0	

PROPIEDADES FISICAS	
Módulo de Fineza	2.44

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 Jara
 JEFE

ANEXO N°7
Ensayos de Laboratorio



**CONTENIDO DE HUMEDAD AGREGADO FINO
(ASTM D-2216)**

SOLICITA : BACH:ELKIN AGEMILER AMARANTO VILLEGAS
TESIS : *RESISTENCIA DE MORTEROS CON CEMENTO SUSTITUIDO EN 10% Y 15 % POR UNA COMBINACIÓN
DE POLVO DE CONCHA DE MEJILLON Y CENIZAS DE COLA DE CABALLO
LUGAR : CHIMBOTE – PROVINCIA DEL SANTA – ANCASH
CANTERA : VESIQUE
MATERIAL : ARENA GRUESA
FECHA : 07/11/2019

PRUEBA N°	01	02
TARA N°		
TARA + SUELO HUMEDO (gr)	993.3	886.6
TARA + SUELO SECO (gr)	990.3	883.5
PESO DEL AGUA (gr)	3.0	3.1
PESO DE LA TARA (gr)	205	206
PESO DEL SUELO SECO (gr)	785.3	677.5
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	0.38	0.46
PROM. CONTENIDO HUMEDAD (%)	0.42	


UNIVERSIDAD SAN PEDRO
FACULTAD DE INGENIERIA
Los Molinos, San Pedro, Chayta de Norte
Mg. Miguel Solar Jara
JEFE



PESO UNITARIO DEL AGREGADO FINO

(ASTM C29 / C29M - 09)

SOLICITA : BACH:ELKIN AGEMILER AMARANTO VILLEGAS
TESIS : RESISTENCIA DE MORTEROS CON CEMENTO SUSTITUIDO EN 10% Y 15 % POR UNA COMBINACION
DE POLVO DE CONCHA DE MEJILLON Y CENIZAS DE COLA DE CABALLO
LUGAR : CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - ANCASH
CANTERA : VESIQUE
MATERIAL : ARENA GRUESA
FECHA : 07/11/2019

PESO UNITARIO SUELTO

Ensayo N°	01	02	03
Peso de molde + muestra	7850	7800	7950
Peso de molde	3326	3326	3326
Peso de muestra	4524	4474	4624
Volumen de molde	2788	2788	2788
Peso unitario (Kg/m ³)	1623	1605	1659
Peso unitario prom. (Kg/m ³)	1629		
CORREGIDO POR HUMEDAD	1622		

PESO UNITARIO COMPACTADO

Ensayo N°	01	02	03
Peso de molde + muestra	8400	8400	8400
Peso de molde	3326	3326	3326
Peso de muestra	5074	5074	5074
Volumen de molde	2788	2788	2788
Peso unitario (Kg/m ³)	1820	1820	1820
Peso unitario prom. (Kg/m ³)	1820		
CORREGIDO POR HUMEDAD	1812		



Mg. Miguel Solar Jara
JEFE



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

SOLICITA : BACH. ELKIN AGEMILER AMARANTO VILLEGAS
 TESIS : RESISTENCIA DE MORTEROS CON CEMENTO SUSTITUIDO EN 10% Y 15 % POR UNA COMBINACION
 DE PÓLVORO DE CONCHA DE MEJILLÓN Y CENIZAS DE COLA DE CABALLO
 LUGAR : CHIMBOTE – PROVINCIA DEL SANTA – ANCASH
 CANTERA : VESIQUE
 MATERIAL : ARENA GRUESA
 FECHA : 07/11/2018

A	Peso de material saturado superficialmente seco (aire)	gr	300.00	300.00
B	Peso de picnometro + agua	gr	668.00	668.00
C	Volumen de masa + volumen de vacios (A+B)	cm ³	968.00	968.00
D	Peso de picnometro + agua + material	gr	859.80	859.80
E	Volumen de masa + volumen de vacios (C-D)	cm ³	108.20	108.20
F	Peso de material seco en estufa	gr	297.50	297.50
G	Volumen de masa (E-(A-F))		105.70	105.70
H	P.e. Bulk (Base Seca) F/F		2.750	2.750
I	P.e. Bulk (Base Saturada) A/E		2.773	2.773
J	P.e. Aparente (Base Seca) F/E		2.815	2.815
K	Absorción (%) ((D-A/A)x100)		0.84	0.84

P.e. Bulk (Base Seca) : 2.750
 P.e. Bulk (Base Saturada) : 2.773
 P.e. Aparente (Base Seca) : 2.815
 Absorción (%) : 0.84


 UNIVERSIDAD SAN PEDRO
 FACULTAD DE INGENIERIA
 Lab. Mecánica de Suelos / Grupo de Materiales

Mg. Miguel Spjar Jara
 JEFE



**UNIVERSIDAD
SAN PEDRO**

**PROGRAMA DE ESTUDIOS
DE INGENIERÍA CIVIL**

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE
SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES**

DETERMINACION DE PESO ESPECIFICO

(Frasco de Le Chaleir)

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

SOLICITA : BACH-ELKIN AGEMILER AMARANTO VILLEGAS
TESIS : *RESISTENCIA DE MORTEROS CON CEMENTO SUSTITUIDO EN 10% Y 15 % POR UNA COMBINACION
DE POLVO DE CONCHA DE MEJILLON Y CENIZAS DE COLA DE CABALLO
MATERIAL : 90% CEMENTO + 4% CENIZAS DE COLA DE CABALLO + 6% DE POLVO CONCHA DE MEJILLON
FECHA : 07/11/2019

PRUEBA N°		01	02
FRASCO N°			
LECTURA INICIAL	(ml)	0.00	0.00
LECTURA FINAL	(ml)	19.40	19.40
PESO DE MUESTRA	(gr)	64.00	64.00
VOLUMEN DESPLAZADO	(ml)	19.40	19.40
PESO ESPECIFICO		3.299	3.299
PESO ESPECIFICO PROMEDIO	(gr / cm ³)	3.299	

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

Mg. Miguel Solar Jara
JEFE

www.usanpedro.edu.pe

Ciudad Universitaria - Urb. Los Pinos Mz. B s/n - Chimbote
Telf. (043) 483212 - Celular. 990562762
Email: imsyem@usanpedro.edu.pe



DETERMINACION DE PESO ESPECIFICO

(Frasco de Le Chaleteir)

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

SOLICITA : BACH. ELKIN AGEMILER AMARANTO VILLEGAS
TESIS : *RESISTENCIA DE MORTEROS CON CEMENTO SUSTITUIDO EN 10% Y 15 % POR UNA COMBINACION
DE POLVO DE CONCHA DE MEJILLON Y CENIZAS DE COLA DE CABALLO
MATERIAL : 85% CEMENTO + 6% CENIZAS DE COLA DE CABALLO + 9% DE POLVO CONCHA DE MEJILLON
FECHA : 07/11/2019

PRUEBA N°		01	02
FRASCO N°			
LECTURA INICIAL	(ml)	0.00	0.00
LECTURA FINAL	(ml)	19.20	19.20
PESO DE MUESTRA	(gr)	64.00	64.00
VOLUMEN DESPLAZADO	(ml)	19.20	19.20
PESO ESPECIFICO		3.333	3.333
PESO ESPECIFICO PROMEDIO	(gr / cm ³)	3.333	



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

Mg. Miguel Solar Jara
JEFE



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

SOLICITA : BACH. ELKIN AGUILAR AMARANTO VILLEGAS
TESIS : RESISTENCIA DE MORTEROS CON CEMENTO SUSTITUIDO EN 10% Y 15 % POR UNA COMBINACION
DE POLVO DE CONCHA DE MEJILLON Y CENIZAS DE COLA DE CABALLO
LUGAR : CHIMBOTE – PROVINCIA DEL SANTA – ANCASH
MATERIAL : ARENA GRUESA
FECHA : 07/11/2019
RELACION A/C : 0.485

D(FLUIDEZ)	DIAMETRO PROMEDIO	DIAMETRO INICIAL	FLUIDEZ %
12.60	12.82	10.16	26.16
12.65			
12.82			
13.20			

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

UNIVERSIDAD SAN PEDRO
FACULTAD DE INGENIERIA
Lab. Mecánica de Suelos - Chimbote de (MTC E 616)

Mg. Miguel Solar Jara
JEFE



**UNIVERSIDAD
SAN PEDRO**

**PROGRAMA DE ESTUDIOS
DE INGENIERÍA CIVIL**

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE
SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES**

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

SOLICITA : BACH. ELKIN AGEMILER AMARANTO VILLEGAS
TESIS : *RESISTENCIA DE MORTEROS CON CEMENTO SUSTITUIDO EN 10% Y 15 % POR UNA COMBINACION
DE POLVO DE CONCHA DE MEJILLON Y CENIZAS DE COLA DE CABALLO
LUGAR : CHIMBOTE – PROVINCIA DEL SANTA – ANCASH
MATERIAL : ARENA GRUESA
FECHA : 07/11/2019
RELACION A/C : 0.50

D(FLUIDEZ)	DIAMETRO PROMEDIO	DIAMETRO INICIAL	FLUIDEZ %
12.70	12.66	10.16	26.75
12.45			
13.15			
13.21			

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


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

Mg. Miguel Solar Jara
JEFE

www.usanpedro.edu.pe

Ciudad Universitaria - Urb. Los Pinos Mz. B s/n - Chimbote
Telf. (043) 483212 - Celular. 990562762
Email: imsyem@usanpedro.edu.pe

ANEXO N°8

**Ensayos a compresión
de mortero patrón y experimental**



INFORME N°243/AGO10

Solicitante : Elkin Agemiler Amaranto Villegas
DNI : 46504581
Investigación : "Resistencia de morteros con cemento sustituido en 10% y 15% por una combinación de polvo de concha de mejillón y ceniza de cola de caballo"
Muestreo realizado por : Elkin Agemiler Amaranto Villegas
Fecha de recepción : 10 de agosto del 2018

MUESTRA

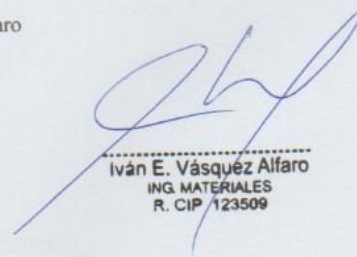
Espécimen : Cubo de concreto moldeado, - Kg/cm²
Dimensiones : 50 mm x 50 mm x 50 mm
Aplicación de Norma : Resistencia a la compresión
bajo norma ASTM C 39/ AASHTO T 22/ P 339.034
N° de Especímenes : 9
Edad del Espécimen : 3-n días

✓ **Parámetros del Equipo:**

Equipo: Compresión ELE Serie T automático, error de +/-0.5%

Modo	Unidades	Velocidad de Carga (KN/seg)
Mode I Compresión	SI	0.90

Jefe de Laboratorio: Ing. Iván E. Vásquez Alfaro



Iván E. Vásquez Alfaro
ING. MATERIALES
R. CIP 123509

Trujillo, 10 de agosto del 2018



INFORME N°243/AGO10

III. Resistencia a la compresión en testigos cilíndricos, ASTM C 39/ AASHTO
T 22 / NTP 339.034


✓ Parámetros de las muestras:

N° de Espécimen	Código	Fecha vaciado de concreto	Fecha de rotura	Tiempo de curado	Peso, gr
1	Patrón - 3	07-08-2018	10-08-2018	3	326.04
2	Patrón - 3	07-08-2018	10-08-2018	3	314.43
3	Patrón - 3	07-08-2018	10-08-2018	3	321.75
4	Patrón - 7	10-07-2018	17-07-2018	7	302.28
5	Patrón - 7	10-07-2018	17-07-2018	7	303.72
6	Patrón - 7	10-07-2018	17-07-2018	7	300.67
7	Patrón - 28	19-06-2018	17-07-2018	28	306.52
8	Patrón - 28	19-06-2018	17-07-2018	28	305.61
9	Patrón - 28	19-06-2018	17-07-2018	28	306.80

✓ Resultados:

N° de espécimen	Código	Dimensiones(mm)			Tiempo de curado	Carga máxima (KN)	Resistencia a la compresión (Kg/cm ²)
		Largo	Ancho	Altura			
1	Patrón - 3	52.35	52.36	52.26	3	65.4	243
2	Patrón - 3	51.11	51.49	52.10	3	60.8	236
3	Patrón - 3	51.56	51.68	52.34	3	67.0	256
4	Patrón - 7	50.86	51.00	50.49	7	62.5	246
5	Patrón - 7	50.87	51.16	51.21	7	66.5	261
6	Patrón - 7	50.91	51.27	50.79	7	66.3	259
7	Patrón - 28	51.01	50.86	51.36	28	82.7	325
8	Patrón - 28	50.85	50.95	51.32	28	85.5	337
9	Patrón - 28	51.22	51.41	50.82	28	85.7	332

Jefe de Laboratorio: Ing. Iván E. Vásquez Alfaro


Iván E. Vásquez Alfaro
ING. MATERIALES
R. CIP 123509

Trujillo, 10 de agosto del 2018



INFORME N°244/AGO10

Solicitante : Elkin Agemiler Amaranto Villegas
DNI : 46504581
Investigación : "Resistencia de morteros con cemento sustituido en 10% y 15% por una combinación de polvo de concha de mejillón y ceniza de cola de caballo"

Muestreo realizado por : Elkin Agemiler Amaranto Villegas

Fecha de recepción : 10 de agosto del 2018

MUESTRA

Espécimen : Cubo de concreto moldeado, - Kg/cm²
Dimensiones : 50 mm x 50 mm x 50 mm
Aplicación de Norma : Resistencia a la compresión
bajo norma ASTM C 39/ AASHTO T 22/ P 339.034
N° de Especímenes : 9
Edad del Espécimen : 3-n días

✓ **Parámetros del Equipo:**

Equipo: Compresión ELE Serie T automático, error de +/-0.5%

Modo	Unidades	Velocidad de Carga (KN/seg)
Mode I Compresión	SI	0.90

Jefe de Laboratorio: Ing. Iván E. Vásquez Alfaro



Iván E. Vásquez Alfaro
ING. MATERIALES
R. CIP 123509

Trujillo, 10 de agosto del 2018



INFORME N°244/AGO10

I. Resistencia a la compresión en testigos cilíndricos, ASTM C 39/ AASHTO
T 22 / NTP 339.034

✓ Parámetros de las muestras:

N° de Espécimen	Código	Fecha vaciado de concreto	Fecha de rotura	Tiempo de curado	Peso, gr
1	Exp 1 - 10%	07-08-2018	10-08-2018	3	304.51
2	Exp 2 - 10 %	07-08-2018	10-08-2018	3	304.63
3	Exp 3 - 10%	07-08-2018	10-08-2018	3	303.65
4	Exp 1 - 10%	03-08-2018	10-08-2018	7	310.31
5	Exp 2 - 10%	03-08-2018	10-08-2018	7	310.96
6	Exp 3 - 10%	03-08-2018	10-08-2018	7	310.96
7	Exp 1 - 10%	13-07-2018	10-08-2018	28	318.20
8	Exp 2 - 10%	13-07-2018	10-08-2018	28	320.95
9	Exp 3 - 10%	13-07-2018	10-08-2018	28	321.12

✓ Resultados:

N° de espécimen	Código	Dimensiones(mm)			Tiempo de curado	Carga máxima (KN)	Resistencia a la compresión (Kg/cm ²)
		Largo	Ancho	Altura			
1	Exp 1 - 10%	51.09	51.23	50.43	3	55.8	217
2	Exp 2 - 10 %	50.92	51.07	51.27	3	50.6	198
3	Exp 3 - 10%	51.11	51.36	50.64	3	51.7	201
4	Exp 1 - 10%	51.16	50.86	51.95	7	63.1	247
5	Exp 2 - 10%	50.97	51.46	51.76	7	59.9	233
6	Exp 3 - 10%	50.94	51.33	51.68	7	64.7	252
7	Exp 1 - 10%	50.92	51.15	52.32	28	74.9	293
8	Exp 2 - 10%	51.10	51.06	52.36	28	77.2	302
9	Exp 3 - 10%	51.96	51.37	52.73	28	79.2	303

Jefe de Laboratorio: Ing. Iván E. Vásquez Alfaro


Iván E. Vásquez Alfaro
ING. MATERIALES
R. CIP 123509

Trujillo, 10 de agosto del 2018



INFORME N°245/AGO10

Solicitante : Elkin Agemiler Amaranto Villegas
DNI : 46504581
Investigación : "Resistencia de morteros con cemento sustituido en 10% y 15% por una combinación de polvo de concha de mejillón y ceniza de cola de caballo"

Muestreo realizado por : Elkin Agemiler Amaranto Villegas
Fecha de recepción : 10 de agosto del 2018

MUESTRA

Espécimen : Cubo de concreto moldeado, - Kg/cm²
Dimensiones : 50 mm x 50 mm x 50 mm
Aplicación de Norma : Resistencia a la compresión
bajo norma ASTM C 39/ AASHTO T 22/ P 339.034
N° de Espécimenes : 9
Edad del Espécimen : 3-n días

✓ **Parámetros del Equipo:**

Equipo: Compresión ELE Serie T automático, error de +/-0.5%

Modo	Unidades	Velocidad de Carga (KN/seg)
Mode I Compresión	SI	0.90

Jefe de Laboratorio: Ing. Iván E. Vásquez Alfaro



Iván E. Vásquez Alfaro
ING. MATERIALES
R. CIP 123509

Trujillo, 10 de agosto del 2018



INFORME N°245/AGO10

II. Resistencia a la compresión en testigos cilíndricos, ASTM C 39/ AASHTO
T 22 / NTP 339.034


✓ Parámetros de las muestras:

N° de Espécimen	Código	Fecha vaciado de concreto	Fecha de rotura	Tiempo de curado	Peso, gr
1	Exp 1 - 15%	07-08-2018	10-08-2018	3	298.54
2	Exp 2 - 15 %	07-08-2018	10-08-2018	3	301.44
3	Exp 3 - 15%	07-08-2018	10-08-2018	3	299.42
4	Exp 1 - 15%	03-08-2018	10-08-2018	7	302.49
5	Exp 2 - 15%	03-08-2018	10-08-2018	7	299.46
6	Exp 3 - 15%	03-08-2018	10-08-2018	7	299.69
7	Exp 1 - 15%	13-07-2018	10-08-2018	28	314.54
8	Exp 2 - 15%	13-07-2018	10-08-2018	28	315.24
9	Exp 3 - 15%	13-07-2018	10-08-2018	28	315.54

✓ Resultados:

N° de espécimen	Código	Dimensiones(mm)			Tiempo de curado	Carga máxima (KN)	Resistencia a la compresión (Kg/cm ²)
		Largo	Ancho	Altura			
1	Exp 1 - 15%	51.20	51.16	51.10	3	49.4	192
2	Exp 2 - 15 %	51.08	51.25	50.52	3	51.1	199
3	Exp 3 - 15%	51.07	51.03	51.25	3	52.9	207
4	Exp 1 - 15%	50.92	50.12	51.60	7	61.7	242
5	Exp 2 - 15%	51.06	51.15	50.67	7	57.4	224
6	Exp 3 - 15%	51.12	51.37	51.12	7	60.0	233
7	Exp 1 - 15%	51.40	51.23	52.15	28	82.8	321
8	Exp 2 - 15%	51.37	52.04	52.30	28	83.4	318
9	Exp 3 - 15%	51.11	51.37	52.32	28	80.1	311

Jefe de Laboratorio: Ing. Iván E. Vásquez Alfaro


Iván E. Vásquez Alfaro
ING. MATERIALES
R. CIP 123509

Trujillo, 10 de agosto del 2018

ANEXO N°9
Panel Fotográfico



Figura 27. Lugar de extracción de material de la cola de caballo



Figura 28. Recolección del material en sacos para ser llevados a Laboratorio de Mecánica de Suelos



Figura 29. Secado del material de la cola de caballo al aire libre



Figura 30. Secado del material de las conchas de mejillón al aire libre



Figura 31. Separación de los agregados de acuerdo al tipo de malla



Figura 32. Cantidad del material pre quemado de la cola de caballo



Figura 33. Calcinación del pre quemado de la cola de caballo



Figura 34. Ensayo de contenido de humedad del agregado



Figura 35. Ensayo del Gravedad Especifica y Absorción Agregado Fino



Figura 36. Ensayo para calcular la Fluidez del Mortero Patrón



Figura 37. Medición del diámetro de mortero para ver si es óptimo



Figura 38. Llenado y chuceado del concreto en los moldes para morteros



Figura 39. Cubos de concreto para mortero finalizado



Figura 40. Pesos de los cubos de concreto después de los 7 días



Figura 41. Prueba de compresión en el Laboratorio de concreto y reciclado de la Universidad Nacional de Trujillo



Figura 42. Rotura de los Moldes de Concreto para Morteros en el Laboratorio de Concreto y reciclado de la Universidad Nacional de Trujillo