

UNIVERSIDAD SAN PEDRO

FACULTAD DE INGENIERÍA

PROGRAMA DE ESTUDIOS DE INGENIERIA CIVIL



Resistencia a compresión del mortero sustituyendo el cemento en 18% por el polvo de Concha de Abanico (*Argopecten Purpuratus*) y por Arcilla-Carhuaz

Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Civil

Autor:

Gerson Víctor Cerna Espinoza

Asesor:

Cerna Chavez Rigoberto

Chimbote – Perú - 2020

PALABRA CLAVE

TEMA	Mortero
ESPECIALIDAD	Tecnología del concreto

KEYWORKS

TOPIC	Mortar
SPECIALTY	Concrete technology

LINEA DE INVESTIGACION

PROGRAMA: INGENIERIA CIVIL

OCDE

LINEA DE INVESTIGACION

Construcción y gestión de la construcción

AREA

Ingeniería y tecnología

SUB AREA

Ingeniería civil

DISCIPLINA

Ingeniería de la construcción.

TITULO:

“Resistencia a compresión del mortero sustituyendo el cemento en 18% por el polvo de concha de abanico (*Argopecten Purpuratus*) y por arcilla-Carhuaz”

RESUMEN:

El presente trabajo de investigación tuvo como objetivo general determinar la resistencia a compresión del mortero haciendo el uso de Arcilla y Conchas de Abanico cuando se sustituye porcentajes de estos materiales, los efectos que llegó a pasar al mortero con respecto a sus propiedades.

La metodología de investigación fue experimental porque se modificó el diseño de la estructura convencional del mortero sustituyendo Conchas de abanico 6% y la arcilla 12% y esto se consolida siguiendo un conjunto de pasos previos consiguiendo resultados óptimos. Primero se realizó la recolección de las conchas de abanico sustraídas de la bahía de Chimbote, a la vez se obtuvo la arcilla que se recolectó en el pueblo de Carhuaz que luego fue calcinada y así se consiguió las cenizas de estos materiales. Para lo cual se realizó el análisis térmico diferencial de cada elemento que sustituimos el cual nos sirvió para saber a cuantos grados debíamos calcinar el material para trabajarlo en la mezcla, el análisis químico que nos brindó la composición química de cada material y por último se llevó a cabo el ensayo de la resistencia a compresión para verificar los resultados que obtuvimos de este mortero experimental.

Utilizamos estos dos componentes ya que la Concha de abanico tiene un buen comportamiento puzolánicos siendo la composición química expresada en óxidos de (Calcio + Silicio + Aluminio + Hierro = 98.84 % la cual pasa a los 92.63% del Cemento Portland Tipo I) y la Arcilla su composición química expresada en óxidos de (Calcio + Silicio + Aluminio + Hierro = 97.38 % la cual pasa a los 92.63% del Cemento Portland Tipo I) y mayor al 85% de las arcillas de Cuba (*Fernandez. R, Martirena. F y Scri*).

Se realizaron 12 cubitos de mortero para el ensayo experimental y 12 para el patrón, el cual de la resistencia del mortero experimental a los 3 días de curado tuvo una variación significativa estando al 60.87% del mortero patrón, por otro lado la resistencia a los 7, 28 y 60 días de curado tuvieron un acercamiento más próximo estando al 89.21%, 87.99% y 89.07% respectivamente a la del mortero patrón, en lo que se comprobó que es posible una sustitución con los materiales que reemplazamos aumentando las proporciones de la Concha de abanico que es el que contiene más óxido de calcio, teniendo en cuenta que se dará un uso productivo a los materiales que en la actualidad no se usan para ningún fin con resultados favorables en cuanto a su producción económica y factibilidad.

ABSTRACT:

The present research work had the general objective of determining the compressive strength of the mortar using Clay and Fan Shells when percentages of these materials are replaced, the effects that came to pass to the mortar with respect to its properties.

The research methodology was experimental because the design of the conventional mortar structure was modified, replacing 6% fan shells and 12% clay, and this was consolidated following a set of previous steps, achieving optimal results. First, the scallops from the Chimbote Bay were collected, while the clay that was collected in the town of Carhuaz was obtained, which was then calcined and thus the ashes of these materials were obtained. For which the differential thermal analysis of each element that we replaced was carried out, which helped us to know to what degrees we had to calcine the material to work it in the mixture, the chemical analysis that gave us the chemical composition of each material and finally, it was carried out the compression resistance test to verify the resistance obtained from this experimental mortar.

We use these two components since the scallop has a good pozzolanic behavior, being the chemical composition expressed in oxides of (Calcium + Silicon + Aluminum + Iron = 98.84% which goes to 92.63% of Portland Cement Type I) and Clay its chemical composition expressed in oxides of (Calcium + Silicon + Aluminum + Iron = 97.38% which goes to 92.63% of Portland Cement Type I) and greater than 85% of the clays of Cuba (Fernandez. R, Martirena. F and Scri).

12 mortar cubes were made for the experimental test and 12 for the standard, which had a significant variation in the resistance of the Experimental mortar after 3 days of curing, being at 60.87% of the standard mortar, on the other hand the resistance at 7 , 28 and 60 days of curing had a closer approach being at 89.21%, 87.99% and 89.07% respectively to that of the standard mortar, in which it was verified that a substitution with the materials we replace is possible, increasing the proportions of the shell fan that is the one that contains more calcium oxide, taking into account that productive use will be given to materials that are not currently used for any purpose with favorable results in terms of their production, economy and feasibility.

INDICE

Contenido

Palabras clave	i
Título del trabajo.....	ii
Resumen	iii
Abstract.....	iv
Índice.....	v
Introducción.....	1
Metodología del trabajo.....	31
Resultados	39
Análisis y discusión.....	58
Conclusiones	69
Recomendaciones.....	71
Agradecimiento	73
Referencias bibliográficas	74
Anexos.....	75

INDICE DE TABLAS

Tabla 1 : Granulometria de la Arena	6
Tabla 2: Componentes quimicos del Cemento	9
Tabla 3: Componentes quimicos en oxidos del Cemento Pacasmayo Tipo I.....	10
Tabla 4: Proporciones generales para la fabricacion del cemento Portland Tipo I	10
Tabla 5: Limites de la Gradacion, Arena para mortero	12
Tabla 6 : Requisitos para agua de mezcla-ntp 339.088	13
Tabla 7: Especificaciones por propiedades, para morteros de cemento	15
Tabla 8: Especificaciones por propiedades, para morteros de cemento	15
Tabla 9: Especificacion granulometrica para morteros	16
Tabla 10: Tolerancia permisible para tiempo de ensayo	20
Tabla 11: Disponibilidad de la Arcilla de Carhuaz	23
Tabla 12: Composicion química expresada como oxidos de la Arcilla	23
Tabla 13: Gradacion del Agregado fino	43
Tabla 14: Composicion del mortero	50
Tabla 15: Composicion quimica expresada como oxidos de la Arcilla de Carhuaz	51
Tabla 16: Composicion quimica expresada como oxidos de la Concha de abanico	51
Tabla 17: Composicion de mortero patrón para moldes de de 3-6-9-12 especimenes.....	52
Tabla 18: Pesos retenidos de cada malla según la NTP 399.607 (2013)	53
Tabla 19: Pesos para 3 especimenes.....	53
Tabla 20: Especimenes ensayados en 3 dias de curado - Patron	54
Tabla 21: Especimenes ensayados en 7 dias de curado - Patron.....	54
Tabla 22: Especimenes ensayados en 28 dias de curado - Patron	55
Tabla 23: Especimenes ensayados en 60 dias de curado - Patron	55
Tabla 24: Especimenes ensayados en 3 dias de curado - Experimental.....	56
Tabla 25. Especimenes ensayados en 7 dias de curado - Experimental.....	56
Tabla 26: Especimenes ensayados en 28 dias de curado - Experimental.....	57
Tabla 27: Especimenes ensayados en 60 dias de curado - Experimental.....	57
Tabla 28: Comparativo Cemento tipo I con la Arcilla de Carhuaz.....	61
Tabla 29: Comparativo Cemento tipo I con la Concha de abanico	62
Tabla 30: Comparativo mortero Patron con Experimental.....	64
Tabla 31: Dispersion para Especimenes de 3 dias de curado - Patron	64
Tabla 32: Dispersion para Especimenes de 7 dias de curado - Patron	65
Tabla 33: Dispersion para Especimenes de 28 dias de curado - Patron.....	65
Tabla 34: Dispersion para Especimenes de 60 dias de curado - Patron.....	65
Tabla 35: Dispersion para Especimenes de 3 dias de curado - Experimental.....	66
Tabla 36: Dispersion para Especimenes de 7 dias de curado - Experimental	66
Tabla 37: Dispersion para Especimenes de 28 dias de curado - Experimental	66
Tabla 38: Dispersion para Especimenes de 60 dias de curado - Experimental.....	67

INDICE DE FIGURAS

Figura 1: Instrumento: Mesa de flujo	18
Figura 2: Producción de Conchas de Abanico por regiones.....	25
Figura 3: Colección de la Arcilla.....	41
Figura 4: Arcilla lavada y secada a 110°C	41
Figura 5: Arcilla lista para ensayo de ATD y analisis de composicion quimica.....	41
Figura 6: Ensayo de Limites de Atterberg.....	41
Figura 7: Colección de la Concha de abanico	42
Figura 8: Lavado de Concha de abanico con agua hasta quedar totalmente limpia	42
Figura 9: Posteriormente de pone a secar a 110°C durante 24 horas en la estufa - USP.	42
Figura 10: Muestra ya calcinada a 900°C.....	42
Figura 11: Colección del agregado fino. Cantera “La sorpresa” - Chimbote.....	43
Figura 12: Arena tamizada por la malla N°4, 8, 16, 30, 50, 100 y 200. Según la NTP 400.037	44
Figura 13: Procedemos a mezclar cada peso retenido.....	44
Figura 14: Cuarteo de cada peso retenido para tener una mezcla homogenea.	44
Figura 15, 16: Fluidez de la mezcla Patron.....	45
Figura 17, 18: Fluidez de la mezcla Experimental.....	45
Figura 19, 20: Desencofrado peso y curado.	46
Figura 21, 22: Desencofrado peso y curado	46
Figura 23: Analisis de los resultados de ensayos de Limites de Atterberg de la Arcilla de Carhuaz	48
Figura 24: Curva de Pérdida de Masa Análisis Térmico Gravimétrico de la Arcilla Carhuaz	48

Figura 25: Curva Calorimétrica DCS (Curva de Calor Absorbido) de la Arcilla de Carhuaz	49
Figura 26: Curva de Pérdida de Masa Análisis Térmico Gravimétrico de la Concha de abanico.....	49
Figura 27: Curva Calorimétrica DCS (Curva de Calor Absorbido) de la Concha de abanico	50
Figura 28: Fluidez de la mezcla.....	53
Figura 29: Comparativo mortero Patron y Experimental	65

I: INTRODUCCION

Antecedentes Internacionales:

Alujas, A. Fernandez, R. Martinera, J. & Quintana, R. (2010), elaboraron un estudio para la revista CENIC (Ciencias químicas Vol. 41) titulado “Empleo de las arcillas caoliniticas de bajo grado activadas térmicamente como una alternativa para el reemplazo parcial de cemento portland”. Se tuvo como objetivo evaluar la reactividad puzolanica de los productos calcinados de una arcilla cubana con poco contenido de caolinita y el potencial uso substituto parcial del cemento portland ordinario (CPO). Se utilizo una roca arcillosa, que proviene del yacimiento La moza, ubicada en la provincia de Villa clara, el cual es sometida en su estado de entrega al proceso de sedimentación empleando hexametafosfato de sodio como un agente defloculante. La suspensión obtenida es secada en 72 horas a 80°C con extracción de aire y el residuo ya seco es molido durante 30 segundos en un molino de anillos para recuperar su constitución original en forma de polvo. Una vez recuperada la fracción arcillosa, es sometida a una completa caracterización químico estructural y morfológica mediante difracción de rayos X. Fluorescencia de rayos X (FRX), el análisis térmico y termogravimétrico (ATG), distribución del tamaño de partículas (PSD) y superficie específica. Las principales fases arcillosas identificadas fueron Caolinita (40%), Montmorillonita e Illita. Las tres porciones anteriormente homogeneizadas de la fracción arcillosa son calcinadas por 60 minutos a una temperatura entre 600, 800 y 925 °C, temperaturas escogidas a partir de un análisis del comportamiento térmico de la arcilla estudiada. Estas fracciones arcillosas calcinadas son caracterizadas según el mismo procedimiento seguido para la arcilla sin calcinar. En lo adelante se denominara 66,86 y 96 a las fracciones arcillosas calcinada a 600, 800 y 925 °C durante 90 minutos respectivamente.

Para la evaluación de la actividad puzolanica fueron alistados 4 sistemas de pastas cemento portland, puzolanas con una relación agua/aglomerante = 0.4, empleando un cemento portland tipo I de 42,5 Mpa. En tres de las series, el 30% de masa del CPO fue sustituido por las arcilla calcinadas a 600, 800 y 925 °C, que se denominan series OPC-66, OPC-86 y OPC-96, respectivamente. La cuarta serie control es preparada empleando el 100% de cemento portland como el aglomerante que se denomina serie OPC. Para los ensayos de resistencia a compresión fueron preparadas cinco series de morteros, sus dimensiones son de 4x4x16 mm, según se especifica en la norma Suiza SIA 215.001.

equivalente a la norma europea EN 196.1. Las series de mortero incluyen una serie de control, con 100% de CPO y 3 series con el 30% de sustitución del CPO por las arcillas calcinadas a diferentes temperaturas. Los morteros fueron desmoldados luego de 1 día y los ensayos de resistencia a compresión y a la flexión realizados a 1, 7, 28 y 90 días. Cinco replicas 4 fueron realizadas para cada ensayo, la temperatura de curado fue mantenida constante a 30 °C para todas las series. Al final se tuvo como conclusión que a pesar de que relativamente el contenido de Caolinita (40%) es bajo, la fracción arcillosa estudiada luego de ser calcinada a temperaturas de 925 °C la reactividad puzolánica mostrada fue moderada o bajo, dependiendo de la temperatura de curado. La contribución de las fracciones arcillosas calcinadas estudiadas al incremento de la resistencia a compresión en morteros es una combinación de reacción puzolánica y efecto filler, ayudando a alcanzar una mayor porcentaje de hidratación del CPO en los sistemas con el 30% de sustitución.

Fernandez, R.; Martirena, F. & Scrivener, K. (2011). Tuvo como objetivo realizar Pastas de cemento y morteros para lo cual se produjeron con una sustitución del cemento en un 30 % por arcilla tratadas térmicamente a 600 ° C y 800 ° C en un tiempo de 60 min y el efecto de este tratamiento en su actividad puzolánica en materiales cementantes. Las conclusiones demuestran que la arcilla caolinita, debido a la cantidad y la ubicación de grupos OH en su estructura tiene un proceso de descomposición diferente. Esto se considera que es debido a un mayor contenido de sus grupos hidroxilo y su ubicación en la estructura cristalina de la arcilla, lo que favorece más desorden y la exposición de (Al). Esto explica su actividad puzolánica reforzada en comparación con otras mezclas de arcilla y cemento calcinados.

La microestructura del sistema calcinado-caolinita-cemento mostró características diferentes: una microestructura densa, la ausencia de grupos de hidróxido de calcio visibles y no hay anillos de hidratación alrededor los granos de cemento. Esto sugiere que ha habido un producto químico fuerte la interacción entre la puzolana y el cemento desde edades tempranas.

El estudio sobre morteros confirmó que la actividad puzolánica de la caolinita calcinado puede mejorar las propiedades mecánicas en mezclas del cemento, superando a la de la

pasta de cemento de referencia 100% ya que en 7 días. Las otras mezclas muestran propiedades mecánicas similares a la mezclar con material de carga inerte.

Antecedentes Nacionales:

Castillo, R., Alujas, A. & Martinera, J. (2011), elaboraron un estudio para la revista Ingeniería de Construcción vol.26 N°1 que titula “Estudio de la adición de arcillas calcinadas en durabilidad de hormigones”, la cual tuvo como objetivo evaluar el comportamiento de sus propiedades físico mecánicas y también la durabilidad en microhormigones, aplicando la arcilla calcinada y molida como un material para sustituir el 30% en peso al cemento portland ordinario. Se utilizó un suelo arcilloso, principalmente caolinita y montmorillonita, estos con el grado de pureza muy baja, este material fue molido durante 1 hora para poder disminuir la finura hasta que su valor sea inferior al del cemento. Esta preparación consistió en que los materiales se calcinaran a 900°C en el transcurso de 60 minutos, bajo el control de condiciones de temperatura en un horno de laboratorio y posteriormente moler durante 2 horas en el molino de bolas con la capacidad de 60 litros.

Se realizaron probetas de microhormigon de 40x40x160 mm, según lo que se requiere en la norma ASTM CI 50-02 y con su resistencia a compresión a los 28 días de 35 MPa, finalmente se obtuvo como resultados que todos los valores a los 28 días fueron superiores a los 45 MPa y el sistema AS-900 alcanzó el máximo de valores con aproximadamente 80 MPa, siendo este consecuente con el resultado obtenido anteriormente en morteros llegando a la conclusión que este proceso indica las potencialidades de estos materiales para ser utilizados como una adición mineral activa para sustituir el cemento sin que se afecte las exigencias en procesos tecnológicos en cuanto a su resistencia a la compresión a edades tempranas.

Antecedentes Locales:

Julián, C.; Segura, L. & Jara, W. (2015). Desarrollaron un estudio para la revista Conocimiento para el desarrollo Vol 2 N°01 titulado “Sustitución parcial del cemento por residuos calcáreos de *Argopecten Purpuratus* (Conchas de Abanico) en mezclas de concreto” El objetivo de este trabajo fue determinar la resistencia en compresión de un

concreto, en el cual, el cemento fue sustituido en porcentajes de 5%, 10% y 15% por separado para cada uno de los materiales investigados, residuos de *Agropecten Purpuratus* “concha de abanico” hojas secas de bambú y vidrio reciclado. La metodología consistió en triturar la concha de abanico a 0.30 mm, luego calcinarlo a 900°C por 4 horas y finalmente molerlo por 3 horas hasta 0.15 mm.

Se concluye que las mejores resistencias correspondieron a 5% de sustitución para los residuos de las conchas de abanico y 10% para las hojas secas del bambú y del vidrio reciclado.

FUNDAMENTACION CIENTIFICA

TECNOLOGÍA DEL CONCRETO

Según Jimenez, R. (2011); sostiene toda la composición química del cemento portland y el contenido en porcentaje que tiene cada uno:

ÓXIDO	CONTENIDO (%)
CaO	60 – 67
SiO ₂	17 – 25
Al ₂ O ₃	3 – 8
Fe ₂ O ₃	0,5 – 6,0
MgO	0,1 – 4,0
Álcalis	0,2 – 1,3
SO ₃	1 – 3

Contiene los diferentes tipos de cementos y su utilización, estas propiedades son;

Densidad: La densidad del cemento portland tiene una variación mayormente entre 2.90 y 3.20 g/cm³ esto depende principalmente de la cantidad y densidad del material puzolánico que se agregue.

Finura: La importancia de esta propiedad en el cemento se establece debido a que mayor finura el cemento va a desarrollar mayor resistencia desprendiendo mayor calor.

Fraguado: El fraguado hace referencia al paso de la mezcla de estado fluido o plástico al estado sólido.

Falso fraguado: Se refiere a la rigidez prematura y anormal del cemento, presentándose dentro de los primeros minutos después de hacer la mezcla con el agua.

Calor de hidratación.- El calor de hidratación se genera cuando reaccionan el agua y el cemento. La cantidad de calor que se genera depende básicamente de su composición química del cemento.

Los Agregados a utilizar para el Mortero o el concreto, estos agregados que son llamados áridos son aquellos materiales inertes, de forma granular, artificiales o naturales, que aglomerados por el cemento en presencia del agua forman una mezcla compacta (piedra artificial), que se conoce como mortero o concreto.

La manejabilidad es una propiedad del concreto en estado fresco esto se refiere a la facilidad con que este puede ser: manejado, mezclado, transportado, colocado, compactado y terminado sin que se pierda su homogeneidad.

La economía en una mezcla de mortero se adquiere encontrando la combinación que más nos favorezca entre los agregados disponibles, agua, cemento y también cuando se requieran aditivos, utilizando la cantidad mínima de pasta (menos cemento) por unidad de volumen de concreto y obtener de resultado una mezcla que cumpla con la estructura especificada. Variando las proporciones de mezcla y escogiendo los materiales más apropiados, lo probable es obtener la mezcla más económica entre varias que cumplen igualmente con los requisitos de manejabilidad, resistencia y durabilidad necesarios para el tipo de estructura en que se va a utilizar.

MORTERO

Según MacCorman, J. y Russell, H. (2011) Los morteros se elaboran con agua, arena y cemento. Los morteros se utilizan tradicionalmente para asentar tabiques y en todo tipo de tarrajeo de muros y techos, aunque existen otras aplicaciones en el área de ingeniería civil que tienen que ver con la necesidad de aplicar una mezcla de textura suficientemente trabajable para que pueda entrar en pequeñas áreas ya sea para resanar, sellar o nivelar con mejor facilidad de lo que sería posible con una mezcla de concreto.

Esto debido a que los morteros no contienen grava y son más fáciles de manejar y así se consume menos energía en su mezcla y colocación, ya sea por medios mecánicos o manualmente.

El mortero esta constituido por una mezcla de aglomerantes y agregado fino y se añadirá una máxima cantidad de agua para que proporcione una mezcla trabajable, adhesiva y sin segregación del agregado. Se tendrá en cuenta lo indicado en las normas NTP 399.607 y 399.610 para la elaboración de morteros destinado a obras de albañilería y tarrajeo.

COMPONENTES

MORTERO = CEMENTO PORTLAND + AGREGADOS + AIRE + AGUA

- a) Los materiales aglomerantes utilizados para el mortero pueden ser:
 - Cemento Portland Tipo I
- b) El agua deberá ser potable y libre de sustancias acidas, álcalis y materia orgánica.
- c) El agregado fino utilizado será arena gruesa natural, que esté libre de materia orgánica y de sales, con las características que se muestran en la tabla 1.

Tabla 1 – Granulometría de la Arena

GRANULOMETRIA DE ARENA GRUESA	
MALLA (ASTM)	PORCENTAJE QUE PASA
N° 4	100
N° 8	95 - 100
N° 16	70 - 100
N° 30	40 - 75
N° 50	10 - 35
N° 100	2 - 15
N° 200	Menos de 2

- No debe quedar retenido más del 50% de arena entre dos mallas consecutivas.
- El módulo de fineza debe estar entre 1.6 y 2.5.
- El porcentaje máximo de partículas quebradizas será de 1% en peso.
- No se deberá utilizar arena proveniente del mar

ESPECIFICACIONES:

La resistencia a la compresión mínima es de 40 kg/cm².

- La consistencia del mortero se ajustara tratando de que se alcance la fluidez mínima compatible con una colocación sencilla.
- El tiempo de mezclado, una vez que se agregue el agua, no deberá ser menor a 3 min.

FUNCIONES PRINCIPALES DEL MORTERO

Las funciones principales del mortero son:

Función Estructural:

- Se constituye el material de base para la construcción de muros, paredes y cubiertas.
- Constituyen el material de unión durante el asentamiento de las unidades de albañilería.
- Se adhieren a los amarres metálicos, juntas y también pernos anclados, de esta forma hace que actúen de forma conjunta.

Función Decorativa:

- Constituye el material de revestimiento, es decir el pulimento de la obra.
- Protege a los elementos constructivos de la acción de la intemperie.
- También se les denomina “Superficie de sacrificio” o “La piel del edificio”

Según la norma E.070 Albañilería Sencico San Bartolomé

• CEMENTO

Según Umacon (2016) El cemento Portland es un material que se obtiene de la fusión química a temperaturas altas de materiales arcillosos y calcáreos, este nuevo material reacciona cuando se mezcla con el agua logrando un endurecimiento con el tiempo hasta que se convierte en una piedra artificial, por lo que también recibe el nombre de cemento hidráulico. La forma básica en el que se puede producir el cemento Portland fue descubierto por Joseph Aspdin (Inglaterra) en 1824, quien identificó el cemento como Portland por su semejanza del cemento endurecido con las canteras de la isla de Portland (Inglaterra). Desde que se descubrió el cemento Portland se ha vuelto el material de construcción por excelencia, teniendo a la fecha una gran variedad de aplicaciones de productos derivados al cemento.

CLINKER

Según Rivera, L. (2011) Este material es un producto artificial que se obtiene de la calcinación a elevadas temperaturas entre 1400-1450°C de la mezcla en proporciones

específicas de polvo de roca arcillosa y caliza, que se obtiene de módulos de varios tamaños mayormente ¼” a 1” de diámetro tiene un color negro característico, reluciente y duro al enfriar.

MATERIA PRIMA UTILIZADA EN LA ELABORACION DEL CEMENTO PORTLAND

Los materiales principales que se utiliza para la fabricación del cemento son dos: la piedra caliza y la arcilla.

FABRICACION DEL CEMENTO PORTLANDO.

Según Abanto, C. (2009) Las materias primas, finalmente molidas e íntimamente mezcladas, se calientan hasta principios de la fusión que va entre 1400-1450°C. Usualmente en hornos grandes giratorios, que llegan a medir más de 200 metros de longitud y 5.50 metros de diámetro.

El Clinker ya enfriado y molido a polvo muy fino, es lo que forma el cemento portland comercial. Mientras se va moliendo se agrega una pequeña cantidad de yeso entre 3% a 6% para así regular el fraguado del cemento.

- **Composición química:**

1. Silicato Tricalcio, es el compuesto activo por excelencia del Clinker, es aquel que produce la alta resistencia al inicio del cemento portland hidratado. Llega a pasar del fraguado inicial al fraguado final en pocas horas.
2. Silicato Dicalcio, es aquel que define la resistencia a largo plazo y no tiene incidencia en el calor hidratado.
3. El Ferroaluminato Tetracalcico, influye en la velocidad de hidratación secundariamente en el calor de hidratación.
4. Aluminato tricalcico, se presenta un fraguado instantáneo al ser hidratado y gran retracción. Es aquel causante primario del fraguado inicial del cemento portland y a su vez desprende gran cantidad de calor durante la hidratación.

<i>%</i>	<i>COMPONENTE QUIMICO</i>	<i>PROCEDENCIA</i>
	<i>Oxido de calcio (CaO)</i>	<i>Rocas calizas</i>
<i>95% <</i>	<i>Oxido de sílice (SiO₂)</i>	<i>Areniscas</i>
	<i>Oxido de aluminio (Al₂O₃)</i>	<i>Arcilla</i>
	<i>Oxido de hierro (Fe₂O₃)</i>	<i>Mineral de hierro, pirita y arcillas</i>
<i>5%<</i>	<i>Oxido de magnesio, Sodio, potasio, azufre, fosforo, titanio y magnesio</i>	<i>Varios minerales</i>

Tabla 2. Componentes químicos del cemento

Tipos de Cemento Según Abanto, C. (2009)

- **CEMENTO – TIPO I**

El uso generalmente es en las construcciones, para emplearse en las obras que no se requieran propiedades especiales en la estructura.

DESCRIPCION

El cemento portland tipo I es de uso general el cual cumple con lo que requiere la norma técnica peruana NTP 334.009 y ASTM c 150. Este cemento se fabrica mediante la molienda conjunta de Clinker tipo I y el yeso que brindan mayor resistencia inicial y un fraguado en menor tiempo.

PROPIEDADES

- Una resistencia inicial mayor.
- Gracias a su óptima formulación el cemento portland tipo I a edades tempranas desarrolla una mayor resistencia y el tiempo de fraguado es menor.
- En el siguiente cuadro se indican las propiedades específicas del cemento portland tipo I.

Tabla 3. Componentes Químicos en óxidos cemento Pacasmayo tipo I

COMPONENTES	CEMENTO PACASMAYO TIPO I
Oxido de Silice (SiO ₂)	20.5%
Óxido de hierro (Fe ₂ O ₃)	5.14%
Oxido de aluminio (Al ₂ O ₃)	4.07%
Oxido de calcio (CaO)	62.92%
Oxido de magnesio (MgO)	2.10%
Oxido de azufre (SO ₃)	1.83%
Perdida por calcinación (P.C)	1.93%
Cal libre (CaO)	1.10%
Álcalis (Na ₂ O)	0.22%
Silicato tricalcico (C ₃ S)	44.70%

(Rivera, pág. 23) Los principales componentes químicos de las materias prima para la fabricación del cemento portland tipo I y sus proporciones generales en el que intervienen son:

OXIDOS	CONTENIDO (%)
Oxido de calcio (CaO)	60 - 67
Oxido de silice (SiO ₂)	17 – 25
Oxido de aluminio (Al ₂ O ₃)	3 – 8
Oxido de fierro (Fe ₂ O ₃)	0.5 – 6
Oxido de magnesio (MgO)	0.1 – 4.0
Álcalis	0.2 – 1.3
Óxido de azufre (SO ₃)	1 - 3

Tabla 4. Proporciones generales para la fabricación del cemento portland tipo I

- **AGREGADO FINO**

El agregado fino proviene de la desintegración artificial o natural de las rocas, el cual pasan por el tamiz de 3/8" (9.51mm) y a su vez es retenido por el tamiz N°200. Norma Técnica Peruana 400.011.

Propiedades físicas del agregado fino

El agregado fino que se utilizara en el concreto o mortero debe cumplir con unos requisitos mínimos de calidad según lo indica la norma técnica peruana.

Peso unitario

El peso unitario depende de algunas condiciones esenciales de los agregados, siendo su forma, granulometría y tamaño, así como el contenido de humedad, también se depende de ciertos factores externos tales como el grado de compactación requerido, el tamaño máximo del agregado en relación con el volumen del recipiente, la forma de consolidación, etc.

Peso específico

Es la relación entre el volumen y el peso del material, la diferencia con respecto al peso unitario es que en esta propiedad no toma en cuenta el volumen que ocupan los vacíos del material. Se necesita obtener este valor para realizar la dosificación de la mezcla y también para verificar que el agregado corresponda al material de peso normal.

Contenido de humedad

Es la cantidad de agua que contiene el agregado fino. Esta propiedad es una de las más importantes porque según su valor (porcentaje), la cantidad de agua en el mortero varía.

Granulometría

Se refiere a la distribución de las partículas de arena. Este análisis granulométrico divide la muestra en fracciones de elementos del mismo tamaño, según el número del tamiz utilizado. La NTP establece las especificaciones de la granulometría.

Absorción

Es la capacidad del agregado fino que tiene para absorber el agua ni bien tiene contacto con él. Al igual que el contenido de humedad influye en la cantidad de agua que se utilizara para la relación agua cemento en el mortero.

Módulo de finura

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

Superficie específica.

Es la suma de áreas superficiales de las partículas del agregado por la unidad de peso, para la determinación se debe considerar dos hipótesis que son: todas las partículas son esféricas y el tamaño medio de las partículas que pasan por el tamiz y quedan retenidas en el otro es igual al promedio de las partículas.

Tabla 5. Límites de la Gradación, Arena para Mortero

NUMERO DE TAMIZ	PORCENTAJE QUE PASA	
	ARENA	ARENA MANUFACTURADA
(N°4)	100	100
(N°8)	95 – 100	95 – 100
(N°16)	70 – 100	70 – 100
(N°30)	40 – 75	40 – 75
(N°50)	10 – 35	20 – 40
(N°100)	2 – 15	10 – 25
(N°200)	0 - 5	0 - 100

- **AGUA**

Según De Guzman, D. (2001) Es muy importante en los procesos de elaboración del mortero: mezcla fraguado y curado. El agua en la mezcla ocupa mayormente entre 15% y 20% del volumen del mortero en estado fresco y junto con el cemento, forman un producto coherente, manejable y pastoso, que adhiere el agregado.

A la vez el agua reacciona químicamente con el cemento, hidratándolo y efectuando el fraguado en el sentido mas amplio, desde el estado plástico inicial, pasando por lo que se denomina endurecimiento, hasta el desarrollo de resistencia en un plazo mayor. Por otro lado el agua de curado es importante para reponer la humedad que se pierde en la evaporación posteriormente que el mortero ha sido compactado y aislado en su superficie.

El agua de mezclado como el agua de curado deberá estar libre de contaminantes que perjudiquen el fraguado o que lleguen a reaccionar negativamente, en estado fresco o en estado endurecido.

AGUA PARA MEZCLADO

Según Abanto, C. (2009) El agua para la mezcla cumple con dos funciones importantes las de hidratar el cemento y proporcionar fluidez y lubricación del mortero. Este elemento causa la formación de conductos capilares que conectan poros, estos se llenan parcialmente de aire y así producen concretos o morteros con menor resistencia y menor durabilidad, por tanto se debe usar el menor volumen de agua que sea posible para poder obtener la fluidez que se requiere. Las impurezas que encuentren en el agua pueden causar reacciones que perjudiquen al concreto o mortero y también provocando alteraciones en sus propiedades como la trabajabilidad, tiempos en su fraguado, resistencias mecánicas, adherencia entre mortero y refuerzo, durabilidad entre otros.

Para la elaboración del mortero se utiliza agua potable, es decir que sus características químicas y físicas sean útil para el consumo humano o que se cumpla con los requisitos de calidad que están establecidos en la norma, careciendo de impurezas tales como cloruros que alteran la durabilidad y aspecto estético, también ácidos que puedan reaccionar.

Tabla 6. Requisitos para el 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.

AGUA DE CURADO

Según **De Guzman, D. (2001)** Forma parte del suministro de agua adicional para hidratar eficazmente el cemento. El suministro añadido depende de la humedad del ambiente, ya que la evaporación del agua libre de la pasta ocurre con rapidez cuando la humedad relativa es menor. Por otro lado, el cemento y el agua al mezclarse ocupan un espacio inicial que permanece constante y que tiende a ser llenado de forma gradual por los elementos de hidratación.

CARACTERÍSTICAS DEL MORTERO SEGÚN SU CLASIFICACION

Según Salamanca, R. (2001).

Característica del mortero tipo “M”

- Se obtiene una mayor durabilidad comprando con otros tipos de mortero.
- Se obtiene una mejor resistencia a la compresión.
- El uso destinado es para mampostería sometida a grandes fuerzas de compresión, acompañadas de congelamiento, grandes cargas laterales de tierra, vientos fuertes y movimientos sísmicos.
- El uso de este mortero se recomienda para estructuras en contacto con el suelo, cimentaciones, muros de contención, etc.

CLASIFICACION DE LOS MORTEROS DE CEMENTO

La Norma ASTM C 270 nos indica que los morteros se clasifican según sus propiedades o proporciones, considerando que las especificaciones se realizaran solo por una de ellas, nunca ambas.

CLASIFICACION POR SUS PROPIEDADES

Se refiere a la resistencia a la compresión, retención de agua, contenido de aire. Son usados para efectos de diseño en base a pruebas realizadas en laboratorios y no para mezclados en obra

Tabla 7 Especificaciones por sus propiedades para morteros de cemento.

TIPO DE MORTERO	Resistencia mínima a compresión a los 28 días Kg/cm² (Mpa)	Retención mínima de agua (%)	Contenido Máximo de Aire, %	Relación de agregados (medida en condición húmeda y suelta)
M	175(70.0)	75	12	No menor a 2.25 y no mayor a 3.5 veces la suma del volumen separados de materiales cementantes.

Fuente: Tecnología del mortero. Ing. Rodrigo Salamanca Correa.

CLASIFICACION POR PORPORCIONES.

Se establece en el conocimiento previo de los pesos unitarios de cada material que compone el mortero y de la proporción volumétrica de estos con respecto al volumen contenido del cemento.

Tabla 8. Especificaciones por proporción para morteros de cemento

TIPO DE MORTERO	Proporción por volumen (materiales cementantes)	Relación de agregados (medidas en condición suelta y húmeda)
M	1	No menor a 2.25 y no mayor que 3.5 veces la suma del volumen separado del material cementante.

ALCANCES Y CONSIDERACIONES PARA MORTERO

Granulometría recomendada

Según la norma NTP se recomienda el uso granulométrico según la siguiente tabla N°9:

TABLA N°9. Especificación granulométrica para el mortero

Porcentaje que pasa el tamiz (N°)	Arena natural	Arena de trituración	Arena para mortero
N°4	100	100	95-100
N°8	95-100	95-100	80-100
N°16	70-100	70-100	50-85
N°30	40-75	40-75	25-60
N°50	10-35	20-40	10-30
N°100	2-15	10-25	2-10
N°200	0-0	0-10	-
Módulo de finura	2.83-1.75	2.65-1.60	3.38-2.15

Fuente. Tecnología del mortero. Ing. Rodrigo Salamanca Correa.

Asimismo se debe tener en cuenta lo siguiente:

- La arena no debe exceder el 50% de retenido entre dos tamices consecutivos ni más del 25% del tamiz N°100
- Para las juntas delgadas se utilizara arenas que pasen en su totalidad por el tamiz N°8
- Cuando la junta tenga más de 10mm de espesor, es conveniente usar la arena más gruesa

Relación entre la unidad de albañilería y el mortero

Entre la unidad de albañilería (asentado de ladrillos) y el tipo de mortero usado, debe tener una compatibilidad con el fin de que se garantice una mejor adherencia que impida el paso de agua al muro, es decir para ladrillos porosos se recomienda el uso de mortero de tipo “O”, pues son capaces de retener el agua.

Dosificación.

Es variable esto se debe a los distintos tipos de cementos que existen, aunque se pueden establecer algunas pautas generales. Un ejemplo, en el estado seco (antes desamassado), la proporción volumétrica mayormente está dada por una unidad de cemento por cada tres o siete proporciones de arena, el cual en la preparación final (estado fresto) es bastante común la relación de 3.5 litros de agua por cada bolsa de 25 Kg de arena y cemento.

Según la NTP 334.051 (2013) Proceso para la Realización del mortero de cemento portland usando especímenes cúbicos de 50 mm de cada lado, nos indican aquellos equipos que se emplearan para la elaboración de los morteros.

- Moldes cúbicos de bronce, de 5 cm cada lado.
- Barra de madera para compactar de roble lisa, debe tener la sección transversal de 13 mm por 25mm y su longitud de 1.20 cm a 1.50 cm, la cara de impacto será plana y en ángulo recto.
- Cinta transparente para forrar el molde cubico.
- También una cuchara para poder vaciar la mezcla y una plancha de albañilería de acero.

Así mismo nos establece el procedimiento para elaboración de los mismos:

1. Se vierte concreto al equipo mezclador, con la espátula lo arrastramos hacia el fondo del recipiente el mortero adherido a las paredes y posteriormente se prende la mezcladora durante 15 segundos a una velocidad media (285 revoluciones/min). El mortero adherido en la paleta del mezclado se remueve cuando se termina con el batido y finalmente se deposita en el recipiente
2. El vaciado del compartimiento debe empezar antes de los 150 segundos, contados desde que se finalizó con la mezcla inicial del mortero. Para el ensayo a compresión se necesita hacer mínimo 3 cubos.
3. En cada compartimiento se agrega una capa de mortero de 25 mm y se apisonan con 32 golpes de compactador en el trancurso de 10 segundos. Estos golpes se realizan sobre la superficie del producto, en 4 etapas de 8 golpes cada una. Estos golpes se deben dar siguiendo una dirección en forma perpendicular a los de la anterior. La presión del compactado debe asegurar el llenado uniforme de los compartimientos. Se empleara 4 etapas de compactación en cada compartimiento, antes de que se siga.

Una vez terminada el paso anterior en todos los compartimientos se llena con la segunda capa y se apisonan igual a la primera.

Durante el compactado de la segunda capa, al completar cada etapa y antes de seguir con la siguiente, se introduce en los compartimientos el mortero que se ha depositado en los bordes del molde con ayuda de los dedos.

4. Cuando se finaliza la compactación, las caras de la parte superior de los cubos deben quedar más alto que los bordes superior del molde. El mortero que se deposita en los bordes el molde debe verterse a los compartimientos con el badilejo.
5. La superficie de los cubos se debe aislar con la parte plana del badilejo una vez en sentido perpendicular a la longitud de este y otra en el sentido longitudinal. Lo que sobresale del cubo de la cara superior del molde se quita con el badilejo sostenido casi perpendicularmente con un movimiento de corte a lo largo de la longitud del molde de mortero.

- **FLUIDEZ DE LA MEZCLA PARA MORTERO**

Según la MTC E616 (2016) Fluides del mortero de cemento hidráulico (mesa de flujo)

Equipos, Materiales e Insumos: Mesa de flujo, cuenta básicamente de la siguiente manera: un soporte, una plataforma circular y un árbol.



Figura 1. Mesa de Flujo

Procedimiento: Llenar el molde, limpiar y secar la plataforma de la mesa de flujo, posicionar el molde en el centro, verter una capa de mortero de 25 mm (1”) de espesor en el molde y apisonar con 20 golpes del compactador uniformemente y distribuidos; llenar en su totalidad el molde con la segunda capa de mortero y continuar igual que la primera capa. La presión que se ejerce al compactar deberá ser tal que asegure el llenado total y

en forma uniforme al molde, se retira el exceso de mortero de la parte superior y a su vez alisando la superficie con ayuda de la espátula.

Una vez lleno el molde, limpiar y secar la plataforma de la mesa evitando secar el agua que esta alrededor de la base del molde de mortero. Pasando 1 minuto de terminada la ejecución de mezclado se retira el molde, se levanta e inmediatamente se deja caer la mesa de flujo desde la altura de 12.7 mm (1/2") 25 veces en 15 segundos. Después se mide el diámetro de la base del mortero en cuatro puntos equidistantes y luego calcular el diámetro promedio.

Calculo de la fluidez: Se define fluidez al aumento del diámetro promedio de la base de la muestra de mortero, expresándose como un porcentaje del diámetro original.

Se determina el diámetro promedio con el vernier y se calcula el porcentaje de fluidez con la ayuda de la formula expresada:

$$\text{Porcentaje fluidez (\%)}: \frac{\text{Diametro promedio} - 10.16 \text{ cm}}{10.16 \text{ cm}} \times 100$$

Nota: La cantidad de agua para el amasado está en el rango de fluidez $110 \pm 5 \%$

FRAGUA, CURADO Y ENSAYO A COMPRESION DE MORTEROS

Según la norma NTP 334.051 (2013) Metodo de ensayo para la determinación de la resistencia a la compresión. Nos indica que el tiempo para el fraguado, el procedimiento para el curado y de la misma manera como se realizaran los ensayos a la compresión de los morteros. A la vez que se termina la operación de llenado, se coloca los especímenes en sus moldes sobre una placa base, en una cámara húmeda o cuarto de curado. Inmediatamente después del moldeo se mantiene todos los especímenes en sus moldes, sobre una placa base, en la cámara húmeda o cuarto para curado entre 20 y 72 horas con la parte superior del cubo expuesta al aire húmedo, pero protegiendo por una eventual caída de gotas de agua. Si los cubos de mortero son retirados de los moldes antes de las 24 horas se mantendrá en los estantes del cuarto de curado hasta que tengan 24 horas de edad y luego sumergirlos, excepto los que serán ensayados a las 24 horas, en aguas saturadas con cal en tanques de almacenamiento construido de un material corrosivo. Mantener limpia el agua donde se almacenan los cubos y cuando se requiera cambiarlo. Los cubos en su totalidad deberán ser probados dentro de la tolerancia especificada.

Tabla 10. Tolerancia Permisible para Tiempo de ensayo.

EDAD DE ENSAYO	TOLERANCIA
24 horas	± 1/2 hora
3 días	± 1 hora
7 días	± 3 horas
28 días	± 12 horas

Si se llega a tomar más de un cubo de mortero al mismo tiempo de la cámara húmeda para aplicar el ensayo a 24 horas, estos se van a mantener con un paño húmedo hasta el momento del ensayo. Si se toman más de un espécimen al mismo tiempo del agua de almacenamiento se deberá conservar en agua entre 23°C – 1.7°C y a la profundidad suficiente para que cada cubo de mortero este sumergida hasta el momento del ensayo. La norma ASTM C109 y la NTO 334.051 nos indican el procedimiento para poder determinar la resistencia a compresión de mortero de cemento portland, usando muestras de cubos de 5 cm de cada lado. Se expresa el esfuerzo a la compresión en kg/cm² y se calcula de la siguiente manera:

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

Dónde:

P: Carga máxima de rotura (kg)

A: Área de la sección transversal (cm²)

f'c : Resistencia a la compresión en (kg/cm²)

- **ARCILLA**

Según Perez, P. (2015) Se define como un suelo o roca sedimentaria que esta constituida por agregados de aluminio hidratados y silicatos, que se obtiene de la descomposición de rocas que contienen feldespato como el granito. Se presenta de diversos colores según su impureza, desde rojo anaranjado hasta blanco cuando es pura. Físicamente se denomina coloide, con partículas extremadamente pequeñas y de superficie lisa. La arcilla tiene el diámetro de sus partículas menores a 0.002 mm. En la fracción textural en la arcilla puede haber partículas que no son minerales, los fitolitos. Finalmente en forma química es un silicato hidratado de alúmina y su fórmula es: Al₂O₃ 2SiO₂ H₂O.

La característica principal es que adquiere plasticidad al momento de mezclarse con el agua, otra de sus características es que se endurece al ser calentada por encima de los 600°C. La arcilla endurecida por la acción del fuego ha sido la primera cerámica elaborada por los humanos y todavía es uno de los materiales más baratos y de distintos usos como los ladrillos, utensilios de cocina, objetos de arte y también instrumentos musicales.

También se utiliza en varios procesos industriales, así como en la elaboración de papel, procesos químicos y producción de cemento.

ARCILLA TIPO MONTMORILLONITA

La arcilla de tipo monmorillonita pertenece al grupo de las esmectitas y está formado estructuralmente por una capa octaédrica y dos capas tetraedricas, juntos forman una estructura tipo sándwich, tetraedrica octaédrica y tetraedrica.

La capa tetraedrica está formado por oxígenos coordinados al Si^{4+} , aunque en pocos casos se da la sustitución de Si^{4+} por Al^{3+} . Los tetraedros unen las bases compartiendo los vértices que están ocupados por los oxígenos basales formando anillos de simetría pseudo-hexagonal que se esparce a lo largo de la hoja creando una red de dos dimensiones. El cuarto vértice de tetraedro que está ocupado por el oxígeno apical esta orientado hacia el interior de la lámina, donde empalma a la hoja octaédrica.

Hidratación e hinchamiento.

La propiedad más distintiva de las arcillas y más aun de las de tipo montmorillonita es la capacidad que tienen para hincharse considerablemente al contacto con agua, formando masas gelatinosas. La arcilla absorbe el agua en el espacio interlaminar que tiene como consecuencia que las láminas se separan dando el lugar al hinchamiento. Ocurre este fenómeno por la hidratación del espacio interlaminar y depende de la carga de la lámina y de la naturaleza del catión interlaminar.

Mientras se intercalan las capas de agua la separación entre láminas aumenta, las fuerzas que predominan son de repulsión electrostática entre láminas, esto contribuye a que el proceso de hinchamiento pueda llegar a disociar completamente unas láminas de otras. Cuando el catión interlaminar es el Na, la arcilla montmorillonita tiene la capacidad de hincharse. Por el contrario tienen Ca o Mg como cationes de cambio, el cambio de capacidad de hinchamiento se reducirá.

PLASTICIDAD DE LA ARCILLA.

Generalmente las arcillas son plásticas. Esto se debe a que el agua forma una envuelta sobre sus partículas laminares lo que produce un efecto lubricante que permite el deslizamiento entre partículas cuando se produce un esfuerzo sobre ellas.

Su plasticidad es muy alta esto en consecuencia nuevamente de su morfología laminar, la alta capacidad de hinchamiento y por el tamaño de partícula que es extremadamente pequeña (su área superficial es elevada).

Mayormente, la plasticidad de la arcilla es cuantificada mediante la determinación del índice de Atterberg es decir el Límite líquido, límite plástico y límite de retracción. Los límites marcan la separación arbitraria entre los cuatro estados o modos de comportamiento del suelo sólido, semisólido, plástico y viscoso.

Entre el límite líquido y el índice de plasticidad existe una relación que ofrece gran información sobre su composición granulométrica, comportamiento, naturaleza y la calidad que la arcilla tiene. La variación que existe en el límite de Atterber de los distintos minerales de la arcilla es mucha e incluso para un mismo mineral arcilloso en función al catión de cambio. En la mayoría de veces la variación sucede por la diferencia del tamaño de partícula y el grado de perfección del cristal. En general, mientras más pequeño son las partículas y más imperfecta es su estructura, el material es más plástico.

EXTRACCIÓN Y PROCESADO

La explotación, normalmente, se aplica en áreas abiertas sin techo, empleando medios mecánicos convencionales. La fuerza del recubrimiento a remover es distinta de unos yacimientos a otros, pero en general la gran parte de las explotaciones son menos a los 15 metros. El proceso industrial del producto de cantera viene fijado por la naturaleza y uso al que se le destine.

Mayormente es sencillo, reduciéndose a un machaqueo previo, eliminación de la humedad y posteriormente a una molienda hasta obtener el tamaño deseado de las partículas. La temperatura para secar depende al uso que se le dará a la arcilla.

ASPECTOS GENERALES DE LA ZONA DE ESTUDIO

La arcilla, contiene aluminio, silicato, caolín y otros minerales más, que al mezclarse con el agua y cemento hace una reacción química de adherir todas sus partículas sueltas, y al mismo tiempo de comenzar a endurecerse con mayor rapidez, no dejando vacíos.

Tabla 11. Disponibilidad de la Arcilla de Carhuaz

CARHUAZ EN ANCASH	
Ubicación de Carhuaz	
Distrito:	Carhuaz
Provincia:	Carhuaz
Región:	Ancash
Ubigeo:	020601
Latitud Sur:	9° 04' 01" S
Longitud Oeste:	77° 49' 01" W
Altitud:	2638 msnm
Huso horario:	UTC-5

DETERMINACIÓN DE LA COMPOSICION QUIMICA DE LA ARCILLA MEDIANTE LA FLUORESCENCIA DE RAYOS X

Tabla 12. Composición química expresada como óxidos de la Arcilla

COMPOSICIÓN QUÍMICA	RESULTADO (%)	MÉTODO UTILIZADO
Trióxido de Aluminio (Al ₂ O ₃)	59.135	
Dióxido de Silicio (SiO ₂)	30.535	
Oxido de Potasio (K ₂ O)	6.345	
Trióxido de Hierro (Fe ₂ O ₃)	3.398	
Pentóxido de Fósforo (P ₂ O ₅)	0.234	
Oxido de Calcio (CaO)	0.197	Espectrometría de Fluorescencia de Rayos X
Dióxido de Titanio (TiO ₂)	0.097	
Trióxido de Azufre (SO ₃)	0.040	
Óxido de Rubidio (Rb ₂ O)	0.008	
Óxido de Cobre, (CuO)	0.006	
Óxido de Estroncio (SrO)	0.005	

Fuente: Labicer

Equipo: Espectrómetro de Fluorescencia de rayos X. SHIMADZU, EDX 800-HS

- **LA CONCHA DE ABANICO**

Los residuos obtenidos de la concha de abanico en general se obtienen cuando se separa la parte comestible del molusco del caparazón que protege o conocido como concha, estos residuos son desechados. Las actividades humanas como el cultivo de concha de abanico también originan una serie de impactos ambientales tanto positivo como negativo, lo que puede beneficiar o perjudicar en el medio ambiente en donde se desarrolla esta actividad. Uribe & Blanco nos indican que el cultivo de bivalvos y en general las grandes agregaciones de organismos bentónicos, provocan un gran impacto en los nutrientes y también en el ciclo de energía del ecosistema marino. Impactos ambientales del cultivo de concha de abanico en la bahía de Samanco-Peru, 2015.

Inicialmente la pesca de la concha de abanico era en general de forma artesanal y estaba dirigido al mercado interno, los residuos provocados eran arrojados a los basurales de los conglomerados humanos. Recientemente junto con el advenimiento de la acuicultura y el manejo del cautiverio de las conchas de abanico se ha conseguido una actividad empresarial que se dedica al procesamiento y exportación de la parte comestible de este molusco. Impactos ambientales del cultivo de concha de abanico en la bahía de Samanco. Está conformado por 3 capas, aunque en ciertos grupos de moluscos desaparecen algunas capas. La que se encuentra más adentro es el nácar o endostraco. Es una mezcla orgánica de capas de conquiolina que quiere decir una escleroproteína, relacionada con la quitina que constituye el caparazón de los crustáceos, insectos y otros organismos junto con los cristales de aragonito. La intermedia es el mesostraco, donde se encuentran los cristales prismáticos de carbonato cálcico (CaCO_3), en forma calcita o de aragonito.

La segregación del nácar se debe a las células ectodérmicas del manto de lagunas especies de molusco. La sangre de los moluscos contiene mucho calcio en forma líquida, que está concentrado fuera del flujo sanguíneo y al cristalizarse se obtiene carbonato de calcio. Cada capa contiene una capa individualmente, de la cuales difieren en su forma y orientación. El nácar se deposita en forma continua en la superficie interna de la concha del animal (la capa nacarada iridiscente).

CULTIVO DE LA CONCHA DE ABANICO

Según Flores, L y Mazza, J (2014), existen demasiados bancos naturales de este molusco en el Perú, entre ellas como las de la bahía de Sechura y lobos de tierra en Piura, la bahía de Samanco y también el Dorado ubicado en Chimbote, bahía de Independencia y de Guaynuna en Casma y por ultimo Paracas en pisco. Se ubican en agua costeras de 3 a 30

metros, con fondos que varían; fondo blanco, arena endurecida, de conchuela con algas y cascajo, estos moluscos normalmente viven en las bahías protegidas del oleaje con una temperatura que varía entre 14 a 20°C, esta especie requiere que el agua este bien oxigenada y con la salinidad entre 34,4 a 34,9 por mil incluyendo este parámetro en el desarrollo, reproducción y alimentación.

El cultivo de la concha de abanico (*argopecten purpuratus*) es una actividad acuícola que viene obteniendo una mayor importancia. En el último tiempo, este molusco se ha vuelto en el principal especie de exportación de la acuicultura peruana, los destinos tradicionales son Francia y USA. La técnica de cultivo principal para la concha de abanico es la de cultivo suspendido, en casi toda la costa peruana; teniendo como las principales regiones en donde se desarrolla con mayor producción el cultivo de este molusco son Ancash, Ica y Piura. Como cualquier actividad humana, el cultivo de la concha de abanico origina distintos tipos de impactos ambientales tantos positivos como negativos, lo que perjudica o beneficia al medio ambiente donde se desarrolla esta actividad.

PRODUCCION

Según Flores, L y Mazza, J (2014, Las conchas de abanico en el Peru se pueden encontrar desde Paita hasta Ilo, aunque la cosecha de este molusco esta mayormente concentrado en las regiones de Ancash y Piura.

Figura 2. Producción de Conchas de abanico en las regiones.



La concesión requerida mínima para que un proyecto de cultivo de conchas de abanico sea rentable esta entre 80 a 100 hectáreas de cultivo. En marzo del 2011 aproximadamente existían 60 empresas que producían este molusco en casi dos mil hectáreas y quedando disponible casi 5 mil hectáreas para que se desarrollen la acuicultura entre Samanco y Piura.

CARACTERISTICAS DE LA CONCHA DE ABANICO

Este molusco se encuentra conformada por caparazones de carbonato de calcio. También existe la posibilidad de ser usadas como agregados por ser un material no nocivo para el concreto o mortero, también al ser inorgánico y con características parecidas a los agregados que usualmente se utilizan.

Textura

Esta característica que presenta cada caparazón es de dos tipos, tienen un lado muy rugoso y el otro lado totalmente liso.

Forma

En cuanto a la forma de los caparazones de este molusco, está constituida de partículas irregulares y laminares, ya que su espesor varía entre 1.50 mm y 3.00 mm.

Resistencia a sulfatos

Para entender mejor el comportamiento del concreto, es adecuado analizar la resistencia de los agregados a la desintegración mediante soluciones saturadas de sulfato de sodio o sulfato de magnesio, que esta especificado en la NTP 400.016.

Resistencia a la abrasión

Una referencia de la resistencia al desgaste que se presenta en el caparazón de la concha de abanico será interesante, dependiendo al uso que se le dé. Se puede observar que es un material menos resistente a agregados convencionales, pero se tendría que realizar este ensayo y analizar los resultados.

ACTIVACION DE LA CONCHA DE ABANICO Y SU MULTIFUNCIONALIDAD.

Según Chaffwall, C, (1999), sin tomar en cuenta las consideraciones de la interacción con moléculas orgánicas que se presentan en el proceso de biomineralización de las conchas de abanico, se conocen ahora que el 99% del compuesto de este molusco es carbonato de calcio (CaCO_3) y que alrededor del 1% es material orgánico multifuncional.

Ese presenta a continuación la ruta cronológica de las investigaciones que contribuyeron a descifrar lo que ahora se conoce sobre las propiedades de las conchas de abanico:

El primer producto natural de estos moluscos es una pintura con funciones desodorizantes anti bacteriales que se obtiene al calcinar los residuos calcáreos.

1.6 CONCEPTUACION Y OPERACIONALIZACION DE LAS VARIABLES

1.6.1 VARIABLE DEPENDIENTE: RESISTENCIA A COMPRESION DEL MORTERO.

Definición Conceptual.

Rivera (2013) sostiene que la resistencia mecánica del cemento endurecido es la propiedad del material que posiblemente resulte más obvia en cuanto a los requisitos de usos estructurales. Por lo tanto, no es sorprendente que las pruebas de resistencia estén indicadas en las especificaciones correspondientes respecto al cemento.

Definición Operacional.

Normalmente la resistencia a la compresión, se expresa en kilogramos por centímetros cuadrados (kg/cm^2), mega pascales (MPa) a la edad de 28 días. Se pueden usar diferentes edades para realizar las pruebas, pero es importante saber la relación entre la resistencia a los 28 días y la resistencia en otras edades. Normalmente se estima que la resistencia a los 7 días es el 75% de la resistencia a los 28 días y las resistencias a los 56 y 90 días son aproximadamente 10% y 15% mayores que la resistencia a los 28 días.

La relación agua cemento de la mezcla influyó mucho sobre la resistencia del mortero endurecido. Una mayor relación A/C dará una menor resistencia, esto quiere decir que, a mayor cantidad de agua, menos resistencia.

Dimensiones.

a. Area

Abraham (2010), superficie de contacto perpendicular a la carga de ruptura.

b. Carga de ruptura

Abraham (2010), define carga de ruptura como la carga máxima admitida por un cuerpo antes de la ruptura, generalmente expresada en Kgf.

VARIABLE	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	INDICADOR
Resistencia a la compresión de la mezcla de mortero, en el cual el cemento ha sido sustituido al 18% por Arcilla y Polvo de Concha de abanico	Es el esfuerzo máximo que puede soportar un material bajo una carga de aplastamiento.	Es el esfuerzo máximo que puede soportar un mortero de concreto bajo una carga admisible.	kg/cm ² .

1.6.2 VARIABLES INDEPENDIENTES:

EL 6% DE CONCHA DE ABANICO Y 12% DE ARCILLA

VARIABLE	DEFINICION OPERACIONAL	INDICADOR
Sustitución del 18% del cemento en un mortero por Arcilla calcinada y polvo de concha de abanico	Compuesto sedimentario de partículas muy pequeñas de silicato de aluminio hidratado.	%

Pues permitirá manipular las cantidades, obteniendo un nuevo diseño con otras características mejorando resistencia a la compresión, en comparación de los morteros convencionales.

PROCESO METODOLOGICO

Se seguirán los siguientes pasos para la recolección de datos:

- ✓ Se adquirirá los materiales de las canteras: de EL MERCADO DE PECES las conchas de abanico y de CARHUAZ la arcilla
- ✓ Se solicitará y Coordinará el acceso a laboratorio de mecánica de suelos.
- ✓ Se recolectará el material para poder hacer los ensayos respectivos.
- ✓ Luego se empezará hacer los ensayos de las características de los agregados como: granulometría, peso unitario, peso compactado, absorción- gravedad específica, y contenido de humedad.
- ✓ Aplicaremos un registro de apuntes, mediante fotografía, videos y fichas de registro para ver el desarrollo de nuestros cubos de mortero en sus diferentes días de análisis.
- ✓ Se calculará del diseño de mezcla con los datos obtenidos de las características de

los agregados, con el fin de elaborar Los cubos de mortero patrón (mortero convencional).

- ✓ Se realizaran ensayos al mortero en estado fresco: asentamiento (Slump), Exudación, Peso unitario, Contenido de aire, y temperatura.
- ✓ Se procederá al lavado de la Concha de abanico y Arcilla
- ✓ Se procederá al secado de la Concha de abanico y la Arcilla
- ✓ Se realizara el ensayo de Límites de Atterberg en la Arcilla para conocer el tipo.
- ✓ Se procederá a la calcinación del polvo de concha de abanico en el Laboratorio de la Universidad San Pedro.
- ✓ Se procederá a la calcinación de la arcilla en el Laboratorio de la Universidad San Pedro.
- ✓ Se calculara la dosificación con el polvo de concha de abanico y la arcilla.
- ✓ Se realizaran los ensayos en la Arcilla para saber el tipo obtenido
- ✓ Se realizara la sustitución del polvo de concha de abanico y arcilla al cemento tipo I, al (6% y 12% respectivamente).
- ✓ Luego de realizar dichos ensayos se procederá a colocarlos en cilindros con agua para el respectivo curado de los cubos de mortero.
- ✓ Haremos los Ensayos de concreto en estado fresco y endurecido con todas las proporciones del polvo de concha de abanico y arcilla al cemento tipo I, al (6% y 12% respectivamente). De manera similar al Concreto patrón.
- ✓ Los datos serán procesados con los programas Excel y SPSS.
- ✓ El análisis de los datos se realizará con tablas, gráficos, porcentajes, promedios, varianzas y una prueba de hipótesis (ANOVA).

5. HIPOTESIS

“SUSTITUYENDOLE AL CEMENTO EN UN 6% DE POLVO DE CONCHA DE ABANICO Y 12% DE ARCILLA ACTIVADA, SE LOGRARIA UNA RESISTENCIA A COMPRESION POR ENCIMA DE UNA MEZCLA CONVENCIONAL”

6. OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Determinar la resistencia del mortero a compresión sustituyendo al cemento en 6% por el polvo de conchas de abanico y por un 12% de arcilla en comparación de un mortero convencional.

OBJETIVOS ESPECIFICOS

- 1- Determinar el tipo de arcilla e índice de plasticidad
- 2- Realizar el análisis térmico diferencial (A.T.D) de la Concha de Abanico para determinar la temperatura de calcinación.
- 3- Determinar la alcalinidad (PH) de la arcilla, la concha de abanico, del cemento y de la mezcla de estos elementos.
- 4- Determinar el análisis químico de la Concha de abanico y la Arcilla mediante la Fluorescencia de rayos X
- 5- Determinar la relación Agua/Cemento-Arcilla-Polvo de concha de abanico, del mortero experimental para evitar sedimentación, cangrejas y agrietamientos de las muestras.
- 6- Determinar la resistencia a la compresión del mortero con un 6% y 12 % de sustitución al cemento con polvo de concha de abanico combinadas con la arcilla respectivamente a los 3, 7, 28 y 60 días de curado y comparar resultados con un mortero convencional.

CAPITULO II

METODOLOGIA

7. METODOLOGIA DEL TRABAJO

TIPO Y DISEÑO DE INVESTIGACION

A. TIPO DE INVESTIGACION

La investigación fue de tipo APLICADA - EXPLICATIVA ya que teniendo en cuenta los conocimientos previos ya estudiados, comprobamos de manera experimental la CALIDAD DEL MORTERO F'C=210 KG/CM2 SUSTITUYENDO AL CEMENTO POR POLVO DE CONCHA DE ABANICO Y ARCILLA además descubrimos las cantidades mínimas necesarias para su elaboración y la discusión de los residuos vegetales y minerales tales resultados fueron utilizados a la solución del problema relacionados a las contracciones de viviendas, brindando así un nuevo material para la edificación de viviendas que sea de mayor accesibilidad para la población.

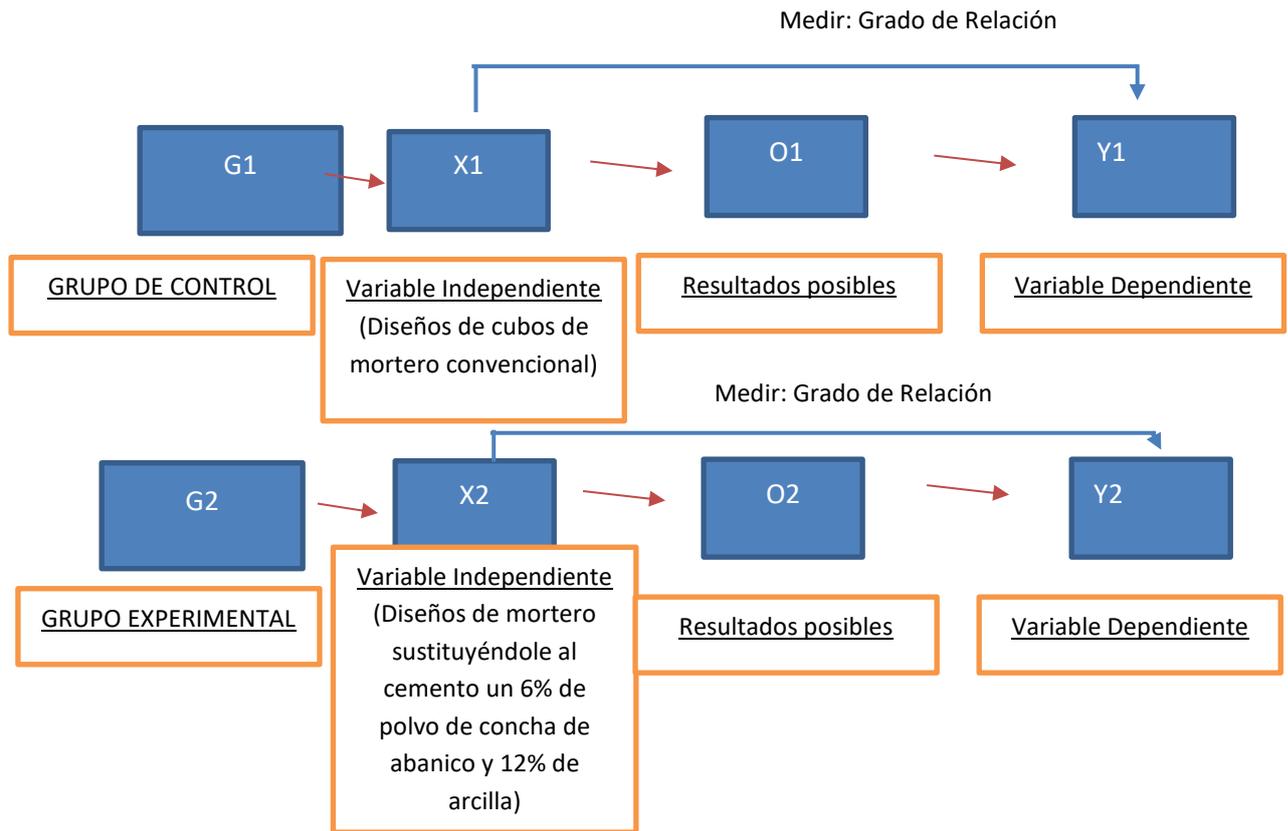
Los ensayos para determinar la calidad del mortero se hicieron de manera experimental, siendo el tiempo un factor importante para la deducción de los resultados.

La mayor parte del estudio, se realizó en el laboratorio de suelos, que fueron observados y analizados debidamente los resultados obtenidos con los técnicos profesionales en el ámbito de materiales de albañilería.

B.DISEÑO DE INVESTIGACION

La investigación fue EXPERIMENTAL de nivel CUASI-EXPERIMENTAL porque la variable independiente se manipuló al accionarse el 6% de polvo de concha de abanico y 12% de arcilla luego se realizó ensayos en el laboratorio y cambió mi variable. Se empleó

el diseño CUASI –EXPERIMENTAL: Cuyo esquema es el siguiente:



Donde:

G1: Grupo de Control: Muestra de diseño de cubos de mortero convencional, es decir sin modificar.

G2: Grupo Experimental: Muestra de diseño de cubos de morteros modificado

X1: Variable Independiente: Diseño de cubos de mortero convencional.

X2: Variable Independiente: Diseño de cubos de mortero modificadas, al sustituir 6% de polvo de concha de abanico y 12% de arcilla por cemento al concreto.

Y1: Variable Dependiente: Resistencia a la compresión de diseños de cubos de mortero convencional

Y2: Variable Dependiente: Resistencia a la compresión de diseños de cubos de mortero modificado.

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

O2: Observaciones (resultados) posibles de obtenerse en grupo experimental.

DÍAS DE CURADO	RESISTENCIA DEL MORTERO SUSTITUYENDO EN UN 18%EL CEMENTO POR POLVO DE CONCHA DE ABANICO Y POR ARCILLA	
	Patrón	18%
3	■	■
	■	■
	■	■
7	■	■
	■	■
	■	■
28	■	■
	■	■
	■	■
60	■	■
	■	■
	■	■

ENFOQUE DE INVESTIGACION

Nuestro enfoque es cuantitativo porque el procedimiento que se basa en la experimentación se basa en la metodología estadística tanto en la fase descriptiva como en la fase inferencial. Y a la vez se desarrollaron ensayos que se van a repetir tales como: peso unitario, porcentaje de humedad, resistencia a la compresión, etc

POBLACION Y MUESTRA

POBLACION

Conjunto de dados de mortero de 50 mm de lado. Elaborados con agregados fino, con agua potable, con cemento portland tipo I Pacasmayo, con polvo de abanico y arcilla activada térmicamente, Para determinar la resistencia de compresión se utilizó el polvo de concha de abanico y arcilla activada como material de sustitución al cemento empleadas en la elaboración del mortero, relación del diseño de mezcla 1:2.75 según

NTP 334.051 y adaptada según propiedades físicas del agregado fino a proporciones según diseño de 1:2.831.

Para la elaboración de las unidades de estudio (cubos de mortero) se utilizó las siguientes referencias:

La materia prima renovable de la arcilla se obtuvo de la ciudad de Carhuaz, debido a la abundancia del material en dicho sitio, el material fue reciclado y puesto a secar para posteriormente ser molidas y pasadas por el tamiz de la malla número 200 y ser objetos de investigación y experimentación en los laboratorios de la USP, UNT, UNI.

La materia prima concha de abanico se obtuvo en el Centro poblado de casma, debido a la abundancia del material en dicho lugar, el material fue recolectado de los criaderos de concha de abanico selectas la cual fue objeto de investigación y experimentación en los laboratorios de la USP, UNT, UNI.

La arena para el diseño de probetas se obtuvo de las canteras la cantera Vesique (agregado fino) y tuvo que ser manipulada para lograr una arena gradada.

Los materiales fueron transportados en cajas de cartón y sacos de polietileno a los laboratorios de la USP, UNI, UNT para su procesamiento y análisis.

La muestra estuvo constituida por 24 cubos de mortero con un diseño dosificación de 1: 2.75 según NTP 334.051. Con patrones de sustitución al cemento en un 6% y 12% por polvo de concha de abanico y arcilla activada respectivamente.

Se realizaron 12 cubos para el mortero patrón y 12 cubos para el mortero experimental. (Según lo establecido en la Norma Técnica Peruana NTP. 334.051)

Mortero Patrón: 3 cubos por cada día:

- ✓ 3 cubos a los 3 días de curado
- ✓ 3 cubos a los 7 días de curado
- ✓ 3 cubos a los 28 días de curado
- ✓ 3 cubos a los 60 días de curado

Mortero Experimental: 3 cubos por cada día:

- ✓ 3 cubos a los 3 días de curado
- ✓ 3 cubos a los 7 días de curado
- ✓ 3 cubos a los 28 días de curado
- ✓ 3 cubos a los 60 días de curado

TECNICAS E INSTRUMENTOS DE INVESTIGACION

TECNICA	INSTRUMENTO	AMBITO
Observación Científica	Guía de observación Resumen.	<p style="text-align: center;">Grupo Control:</p> <p>Muestra de cubos, de mortero sin modificación.</p> <p style="text-align: center;">Grupo Experimental:</p> <p>Muestra de diseño de cubos de mortero modificada. Adición de 6% de polvo de concha de abanico Adición de 12% de arcilla</p>

Para recolectar datos para desarrollar éste proyecto de investigación se aplicó el método de la experimentación de nivel Cuasi experimental, mediante la aplicación de su instrumento GUÍA DE OBSERVACIÓN RESUMEN porque mediante la experimentación se comprobó si el resultado de la resistencia a la compresión en el diseño experimental mejorará en comparación a un diseño convencional, la cual se realizó a través de ensayos en laboratorio.

Para las pruebas a realizadas se utilizaron Fichas Técnicas las cuales comprendieron los siguientes ensayos y se realizó posteriormente la recolección de datos.

- Ensayo Granulométrico
- Ensayo de Peso Específico de Arena Gruesa
- Ensayo de Peso Unitario de Arena
- Contenido de Humedad

- Diseño de Mortero
- Elaboración de Morteros
- Ensayo a la Comprensión
- Ruptura de Morteros

Los Instrumentos fueron tomados con respecto a los siguientes ensayos:

Guía de Observación.- Este instrumento nos permitió observar la calidad en el Diseño de la Elaboración de mortero, como se ejecutó realmente y cómo repercutió en la prevención de fallas constructivas en las zonas urbanas y rurales.

- Ensayo de Compresión
- Para los cálculos y el diseño de morteros nos apoyamos sobre todo en métodos especializados en estructuras; de igual manera para el análisis de los resultados arrojados en el laboratorio de ingeniería.
- En los ensayos realizados se contó con el apoyo de expertos en laboratorio de suelos de nuestra universidad.
- Se utilizaron elementos como cámara fotográfica, filmadora y demás instrumentos que permitieron registrar y evidenciar lo planteado en el presente perfil del proyecto.

PROCEDIMIENTO DE LA RECOLECCIÓN DE DATOS

- ✓ Coordinación con el personal técnico de laboratorio de Mecánica de Suelos para la realización de ensayos.
- ✓ Recolectar la arcilla de CARHUAZ y la concha de abanico del Mercado de Pesces-Chimbote.
- ✓ Recoger un registro de datos mediante fotografía, filmadora y fichas de registro para ver el desarrollo de los cubos de mortero en sus diferentes días de análisis.
- ✓ Realizar un diseño de mezcla $f'c$ 210 kg/cm² con su respectiva desviación estándar.
- ✓ Realizar los ensayos en Arcilla para saber el tipo.

- ✓ Elaboración de morteros con la sustitución del polvo de Concha de Abanico y la arcilla y de forma convencional.
- ✓ Se realizó cuadros con los datos obtenidos que nos ayudaron a comparar nuestros resultados.

VALIDEZ

Para la validez de la guía de resumen y los demás instrumentos, que se ha consultado 2 personas entendidas, del área o tema de estudio, solicitando una consulta y colaboración. En primera instancia se verificó si la guía de observación era aceptable y nos permitió considerar las variables que se está considerando y de modo contrario se realizó las correcciones pertinentes hasta lograr una guía de observación aceptable, la cual los ingenieros dieron por aprobada y firmada nuestra guía de observación.

CONFIABILIDAD

En cuanto a la confiabilidad utilizamos el “método de Alfa Conbrach”, el cual sirvió para medir el grado de confiabilidad de cada uno de los instrumentos utilizados en este proyecto.

El Alfa de Cronbach es un coeficiente que sirve para medir la fiabilidad de una escala de medida.

El alfa de Cronbach permite cuantificar el nivel de fiabilidad de una escala de medida para la magnitud inobservable construida a partir de las “n” variables observadas.

Teniendo como conocimiento que este método consiste en obtener un índice de consistencia interna que toma valores entre 0 y 1

Y que sirve para comprobar si el instrumento que se está evaluando recopila información defectuosa y por lo tanto nos llevaría a conclusiones equivocadas o si se trata de un instrumento fiable que hace mediciones estables y consistentes.

Es por tal motivo que se optó por realizar esta confiabilidad al momento de decidir la vulnerabilidad del diseño de mezcla de sub base aplicando polietileno tereftalato.

Para la interpretación del Coeficiente Alfa de Cronbach se toma:

- ✓ Valor mínimo= 0.70; si hay un valor menor a este se considera correlación baja.
- ✓ Valor máximo= 0.90; si es mayor a este valor se trata de redundancia o duplicación.

Usualmente los valores están entre 0.70 y 0.90

Dónde:

$$\alpha = \left[\frac{K}{K-1} \right] \left[1 - \frac{\sum_{i=1}^K S_i^2}{S_t^2} \right]$$

$\sum_{i=1}^K S_i^2$: Es la suma de varianzas de cada ítem.

S_t^2 : Es la varianza del total de filas (puntaje total de los jueces).

K : Es el número de preguntas o ítems.

A partir de las correlaciones entre los ítems, el alfa de Cronbach estandarizado se calcula así:

$$\alpha_{est} = \frac{kp}{1 + p(k-1)},$$

Donde:

k : Es el número de ítems

p : Es el promedio de las correlaciones lineales entre cada uno de los ítems (se tendrán $[k(k-1)]/2$ pares de correlacione).

Lo deseable para crear una escala fiable es que los ítems estén muy correlacionados entre sí. El nivel máximo de correlación se alcanza cuando los ítems X_1, \dots, X_k son todos iguales. En tal caso, por las propiedades de la varianza, $\sum_{i=1}^k S_i^2 = kS_1^2$ por lo que el valor es igual a 1.

Si los ítems fuesen independientes entre sí (por lo que no podrían constituir conjuntamente una escala fiable), entonces se tendría que $S_t^2 = \sum_{i=1}^k S_i^2$ y el valor

de alfa sería 0. Hay que advertir que el alfa de Cronbach puede llegar a alcanzar valores negativos de existir parejas de ítems negativamente correlacionados.

APLICACIÓN:

Al evaluar los datos obtenidos aplicando la fórmula, nos brindó si es confiable la Guía de Observación, lo que debe resultar el alfa de Cronbach un número cerca de 1 ya que es el grado más alto de confiabilidad, pero el alfa de Cronbach se considera aceptable desde 0.80. Lo cual nos indicará el grado de confiabilidad de los resultados que se obtuvo aplicando la Guía de Observación. (Esta se adjunta en los anexos de la investigación.)

8. PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN:

Para el presente proyecto de investigación el procesamiento de datos fue posterior a los ensayos respectivos apoyados en una hoja de cálculo Excel y con el SPSS v21.

Para realizar el análisis de los datos se tuvo presente:

Cálculo de dosificación para el Diseño de Mezcla de morteros con la sustitución del cemento en un 6% y 12% por polvo de concha de abanico y arcilla activada respectivamente. Una vez recolectada la información en base a la aplicación de los ensayos descritos anteriormente para procesar, resumir y presentarlos adecuadamente se utilizó los métodos estadísticos tanto descriptivos como inferenciales.

8.1. Métodos Descriptivos

La información recolectada se clasificó sistemáticamente y se presentó en tablas estadísticas de distribución de frecuencias, además para visualizar mejor el comportamiento de variables se construyeron gráficos como: gráfico de barras, gráfico de sectores circulares, y se calcularon medidas estadísticas como: Media aritmética, Moda, varianza, desviación estándar y para efecto de determinar el grado de relación entre las variables se aplicó el coeficiente de correlación lineal (coeficiente de Pearson).

8.2. Métodos Inferenciales

A través de los métodos inferenciales tales como Estimación de Parámetros, Prueba de Hipótesis, se pudo inducir basándose de la información recolectada por la muestra, el comportamiento de la población con un riesgo de error medible en términos de probabilidad. Para verificar la veracidad de la hipótesis planteada en esta investigación, se utilizó la Prueba de Hipótesis. Y se usó en Análisis de la Varianza y se comparó si los valores de la media de los resultados de la muestra patrón fueron significativamente distintos a los valores de la muestra experimental.

2.7 METODOLOGÍA

2.7.1 EXTRACCIÓN DE MATERIALES:

2.7.1.1 ARCILLA

MATERIA PRIMA



Figura 3: Colección de la Arcilla: Carhuaz-Huaraz

La arcilla fue obtenida del pueblo de Carhuaz a una hora de la ciudad de Huaraz. Fue llenado en dos sacos



Figura 4: Precursores de la Arcilla de Carhuaz: Si, Al, Ca.
Arcilla lavada, Secada a 110°C.



Figura 5: Arcilla lavada, Secada a 110°C, Molida y Tamizada por la malla organza y N° 200.

Lista para A.T.D y Análisis de Composición Química



Figura 6: Ensayo de Límites de Atterberg:

✓ LL = 51.89 / LP: 17.83 / IP: 34.70

2.7.1.2 CONCHA DE ABANICO

MATERIA PRIMA



Figura 7: Colección de la Concha de Abanico: Chimbote



Figura 8: Lavado de la Concha de abanico con agua hasta quedar totalmente limpia como se observa en la imagen



Figura 9: Posteriormente se pone a secar a 110°C durante 24 horas en la estufa de la Usp.



Figura 10: Muestra ya Calcinada a 900°C. Posteriormente se pesa para conocer la pérdida de masa. Luego sellar para evitar contaminación.

2.7.2 GRADACIÓN DEL AGREGADO FINO



Figura 11: Colección del agregado fino. Cantera “La Sorpresa”-Chimbote

Fecha: 28/04/2018

La arena obtenida de la cantera “LA SORPRESA” fue tamizada y se utilizó solo el material que paso por el tamiz N°4. Según el análisis granulométrico realizado según la N.T.P. 400.037 como se aprecia en la tabla.

Tabla 13. Gradación Del Agregado Fino

TAMAÑO DE TAMIZ	PORCENTAJE QUE PASA	
	NTP 399.607	ARENA MANUFACTURADA
N°4	100	100
N°8	95 a 100	95.70
N°16	70 a 100	77.70
N°30	40 a 75	47.62
N°50	20 a 40	35.30
N°100	10 a 25	22.70
N°200	0 a 10	2.78



Figura 12: La arena es tamizada por la malla N°4, 8, 16, 30, 50, 100 y 200. Según la N.T.P. 400.037



Figura 13: Una vez tamizada y pesada la arena según la Tabla 11. Procedemos a mezclar cada peso retenido



Figura 14: Cuarteo de cada peso retenido para tener una mezcla homogénea.

2.7.3 FLUIDEZ DE LA MEZCLA DEL MORTERO PATRON



D1=11.75 cm
 D2=11.80cm
 D3=11.85 cm
 D4= 11.75 cm

 Pr = 11.79 cm

$$\frac{11.79 - 10.16}{10.16} \times 100$$
 = 16.02 %
A/C = 0.485

Figura 15,16: Fluidez de la mezcla patrón

2.7.4 FLUIDEZ DE LA MEZCLA DEL MORTERO EXPERIMENTAL



D1=11.80cm
 D2=11.85 cm
 D3=11.90 cm
 D4= 11.90 cm

 Pr = 11.86 cm

$$\frac{11.86 - 10.16}{10.16} \times 100$$
 = 16.76 %
A/C= 0.515

Figura 17,18: Fluidez de la mezcla experimental

2.7.5 PESO Y CURADO DEL MORTERO PATRON PARA 60, 28, 7 y 3 DIAS



Pesos:	
P60=	309.80 gr
P60=	309.00 gr
P60=	310.00 gr
P28=	309.9 gr
P28=	309.2 gr
P28=	310.6 gr
P7=	315.5gr
P7=	313.6 gr
P7=	315.9 gr
P3=	311.0 gr
P3=	311.8 gr
P3=	310.0 gr

*Figura 19, 20. Desencofrado Peso y Curado
Fecha: 06/06/2018*

2.7.6 PESO Y CURADO DEL MORTERO EXPERIMENTAL PARA 60, 28, 7 y 3 DIAS



Pesos:	
E60=	304.90 gr
E60=	304.20 gr
E60=	303.40 gr
E28=	302.8 gr
E28=	302.5 gr
E28=	304.6 gr
E7=	305.7 gr
E7=	305.6 gr
E7=	307.5gr
E3=	305.0 gr
E3=	303.4 gr
E3=	304.2 gr

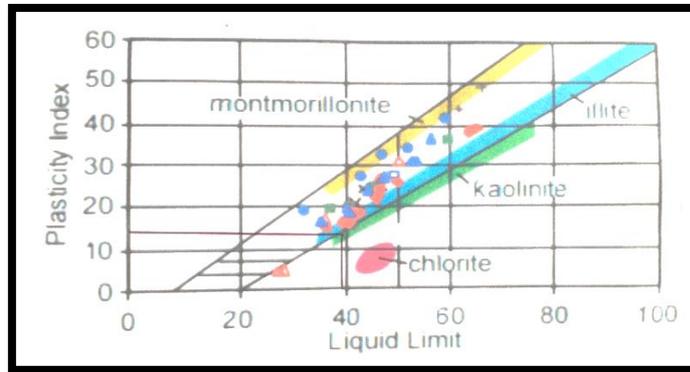
*Figura 21, 22. Desencofrado Peso y Curado
Fecha: 06/06/2018*

CAPITULO III

RESULTADOS

3.1 RESULTADO DEL ENSAYO DE LIMITES DE ATTERBERG

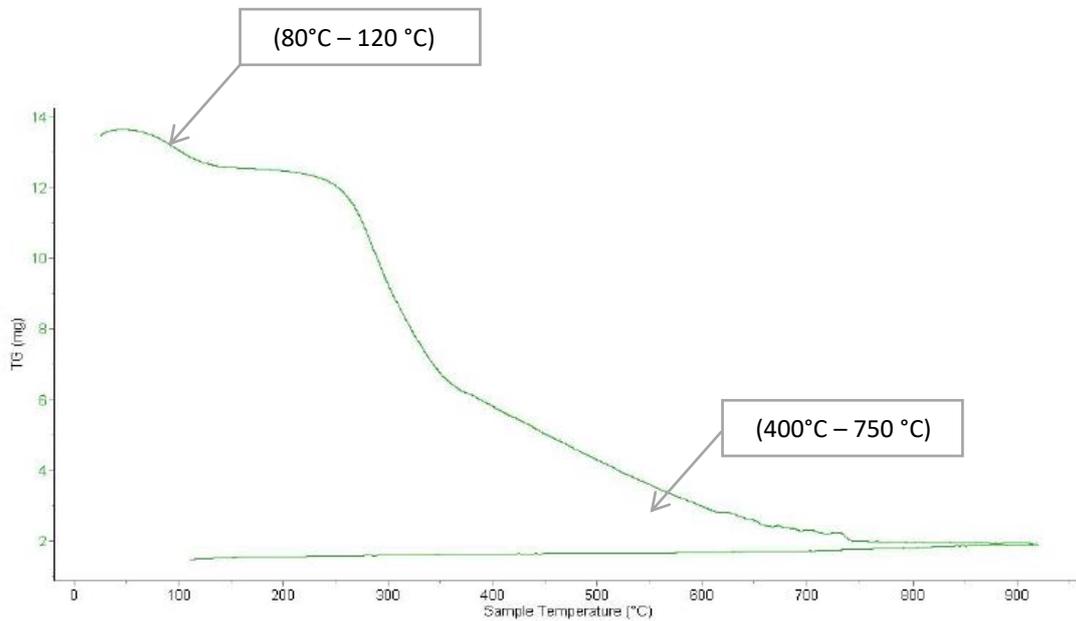
LIMITE LIQUIDO = 51.89 LIMITE PLASTICO = 17.81 INDICE DE PLASTICIDAD = 34.08.



Fuente: Holtz And Kovacs (1948)

Figura 23: Análisis del resultado del ensayos de límites de Atterberg de la Arcilla Carhuaz
Fecha: 27/11/2018

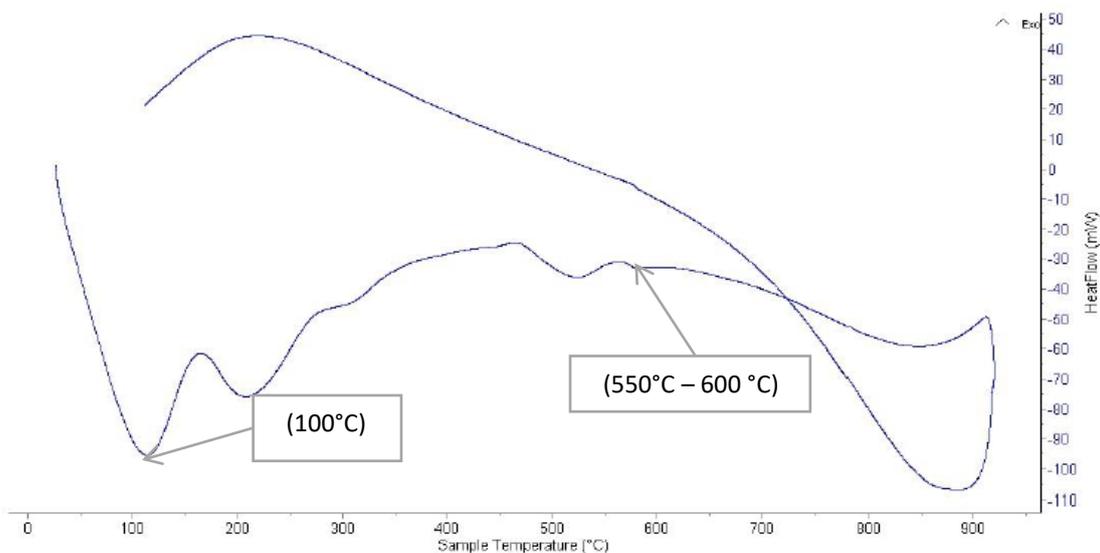
LA DETERMINACION DEL FRADO Y TIEMPO PARA LA CALCINACION DE LA ARCILLA DE CARHUAZ



Fuente: Laboratorio de polímeros (U.N.T)

Equipo: Analisis térmico simultaneo TG-DTA-DSC Cap. Máxima: 1600°C

Figura 24: Curva de Pérdida de Masa Análisis Térmico Gravimétrico de la Arcilla Carhuaz
Fecha: 15/05/2017



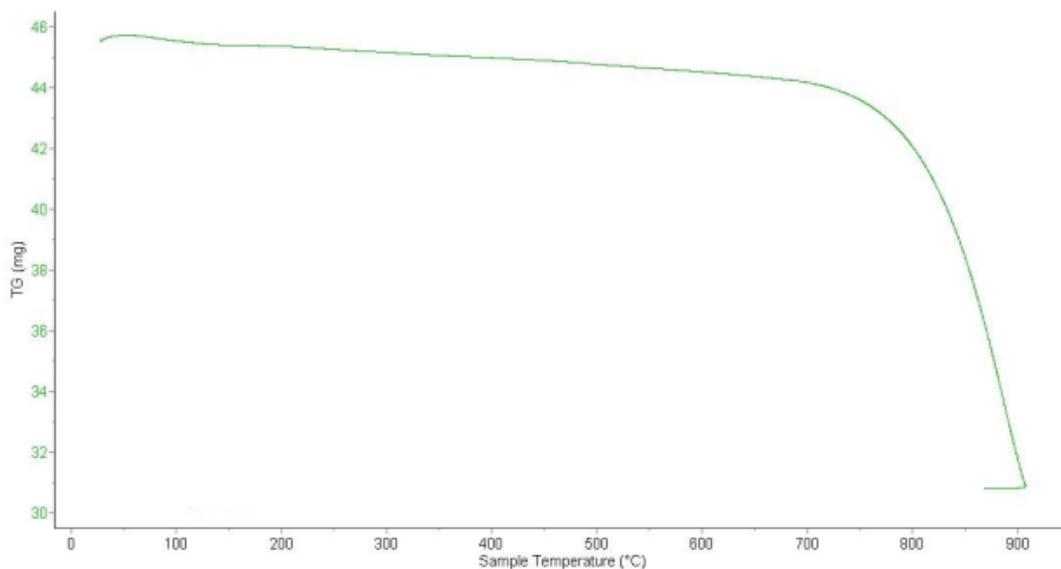
Fuente: Laboratorio de polímeros (U.N.T)

Equipo: Analizador Térmico Simultáneo TG- DTA-DSC Cap. Max: 1600°C

Figura 25. Curva Calorimétrica DCS (Curva de Calor Absorbido) de la Arcilla de Carhuaz

Fecha: 15/05/2017

DETERMINACIÓN DEL TIEMPO Y GRADO DE CALCINACIÓN DE LA CONCHA DE ABANICO

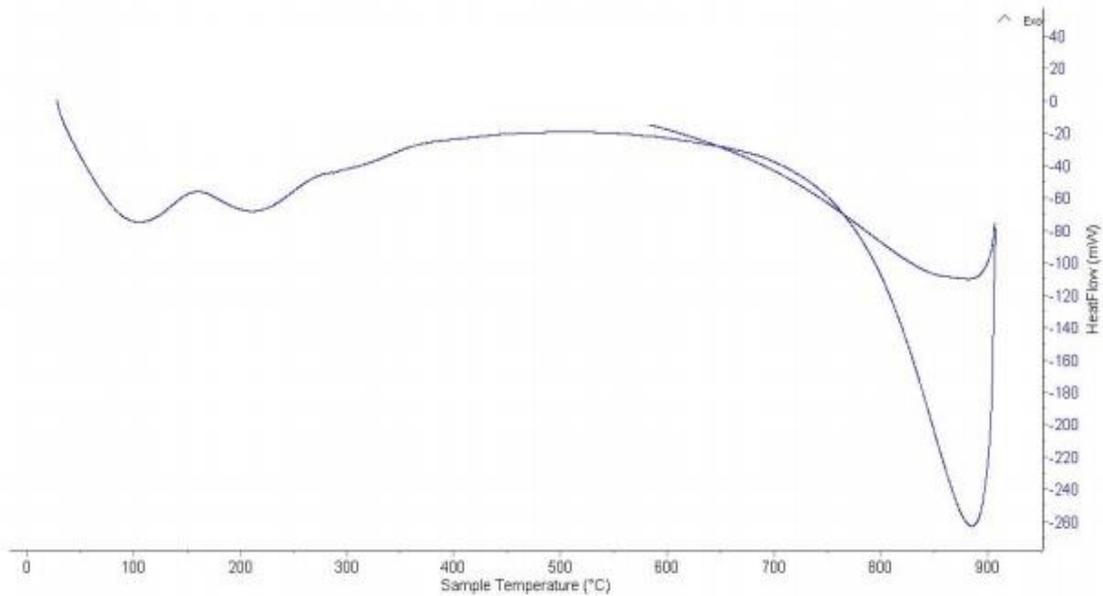


Fuente: Laboratorio de polímeros (U.N.T)

Equipo: Analizador Térmico Simultáneo TG- DTA-DSC Cap. Max: 1600°C

Figura 26. Curva de Pérdida de Masa Análisis Térmico Gravimétrico de la Concha de abanico

Fecha: 05/06/2018



Fuente: Laboratorio de polímeros (U.N.T)

Equipo: Analizador Térmico Simultáneo TG- DTA-DSC Cap. Max: 1600°C

Figura 27. Curva Calorimétrica DCS (Curva de Calor Absorbido) de la Concha de abanico

Fecha: 05/06/2018

DETERMINACIÓN DEL POTENCIAL DE HIDRÓGENO DE LA ARCILLA, DEL POLVO DE CONCHA DE ABANICO

Tabla 14. Composición de Mortero

MUESTRA	ENSAYOS
	Ph
ARCILLA	5,81
POLVO DE CONCHA DE ABANICO	12,68

MUESTRA	ENSAYOS
	pH
Arcilla	5,81 ^o
Polvo de Concha de Abanico	12,68

DETERMINACIÓN DE LA COMPOSICIÓN QUÍMICA (FLUORESCENCIA DE RAYOS X)

Tabla 15. Composición Química Expresada como Óxidos de la Arcilla de Carhuaz

COMPOSICIÓN QUÍMICA	RESULTADO (%)	MÉTODO UTILIZADO
Trióxido de Aluminio (Al ₂ O ₃)	35.261	
Dióxido de Silicio (SiO ₂)	57.058	
Óxido de Potasio (K ₂ O)	2.287	
Trióxido de Hierro (Fe ₂ O ₃)	4.692	
Óxido de Calcio (CaO)	0.383	Espectrometría de Fluorescencia de Rayos X
Dióxido de Titanio (TiO ₂)	0.116	
Monóxido de Bario (BaO)	0.099	
Oxido de Manganeso (MnO)	0.021	
Óxido de Zinc, (ZnO)	0.019	
Óxido de Galio, (Ga ₂ O ₃)	0.012	
Óxido de Rubidio (Rb ₂ O)	0.005	
Óxido de Estroncio (SrO)	0.003	
	100	

Fuente: Laboratorio de Arqueometria (Universidad Mayor de San Marcos)

Equipo: Espectrómetro de Fluorescencia de Rayos X, SHIMADZU, EDX 800-HS

Fecha: 09/08/2018

Tabla 16. Composición Química Expresada como Óxidos de la Concha de Abanico

COMPOSICIÓN QUÍMICA	RESULTADO (%)	MÉTODO UTILIZADO
Oxido De Calcio (CaO)	89.860	
Oxido de Aluminio (Al ₂ O ₃)	8.839	
Dioxido de Azufre (SO ₂)	0.459	
Dioxido de Silicio (SiO ₂)	0.139	
Oxido de Cadmio (CdO)	0.229	Espectrometría de Fluorescencia de Rayos X
Oxido de Estroncio (SrO)	0.177	
Dioxido de Cloro (ClO ₂)	0.177	
Oxido de Potasio (K ₂ O)	0.060	
Oxido de Titanio (TiO ₂)	0.013	
Óxido de Zinc, (ZnO)	0.010	
	100	

Fuente: Laboratorio de Arqueometria (Universidad Mayor de San Marcos)

Equipo: Espectrómetro de Fluorescencia de Rayos X, SHIMADZU, EDX 800-HS

Fecha: 09/08/2018

COMPOSICIÓN DEL MORTERO PATRÓN

Tabla 17. Composición de Mortero Patrón para moldes de 3.6.9.12 especímenes

MATERIALES	NÚMERO DE ESPECIMENES			
	3	6	9	12
CEMENTO (g)	250	500	750	1000 gr
ARENA (g)	687.5	1375	2062.5	2750 gr
AGUA(cm3)				
PÓRTLAND (AGUA/CEMETO) (0.485)	121	242	363	484

Fuente: Unidades de albañilería NTP 334.051 (2013)

Para una tanda de 3 especímenes, (sustitución por 12% de arcilla al cemento en peso (gr) mas (sustitución por 6% de polvo de concha de abanico al cemento en peso (gr))

250 gr (Cemento) / 687.5 gr (Arena) M. PATRON

12% de 250 gr – 6% de 250 gr

(210.0 gr (Cemento) + (30 gr (Arcilla) + 15 gr (Polvo de C.A) / 687.5 gr (Arena) M.

EXPERIMENTAL

Usare 120 gr de Arcilla para 12 muestras experimentales

Usare 60 gr de Polvo de Concha de Abanico para 12 muestras experimentales

FLUIDEZ DE LA MEZCLA DEL MORTERO EXPERIMENTAL



Figura 28. Fluidez
Fecha: 13/06/2018

Tabla 18. Pesos retenidos de cada malla según NTP 399.607 (2013)

ARENA MANUFACTURADA			
Nº MALLAS	PESOS RETENIDOS (gr)	% RETENIDO	% PASA
# 4	0	0	100
# 8	21.50	4.30	95.70
# 16	90.00	18.00	77.70
# 30	150.40	30.08	47.68
# 50	61.60	12.32	35.30
# 100	63.00	12.60	22.70
# 200	99.60	19.92	2.78
Plato	13.90	2.78	
Total	500		

Tabla 19. Pesos para 3 especímenes

MATERIALES	Nº ESPECIMENES
	3
CEMENTO (g)	250
ARCILLA CALCINADA (g)	30
POLVO DE CONCHA DE ABANICO (gr)	115
ARENA (g)	687.5
AGUA (g)	126
PÓRTLAND (AGUA/CEMETO) (0.515)	

**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION (Kg/cm2) REGISTRADAS
SEGÚN MORTEROS PATRONES**

Tabla 20. Especímenes ensayados en 3 días de curado

MUESTRA	PESO ANTES DE CURADO (gr.)	PESO DESPUES DE CURADO (gr.)	AREA (cm2)	CARGA (Kg-f)	RESISTENCIA (Kg/cm2)	RESIST. PROM. (Kg/cm2)
P-1	309.90	314.20	25.91	10466	392	
P-2	309.20	313.40	26.00	9779	370	372.6
P-3	310.60	314.60	26.11	9445	356	
	309.90	314.40	26.0			

Fuente: Prueba de Compresión. Laboratorio de Mec. De Suelos de la Univ. San Pedro

Tabla 21. Especímenes ensayados en 7 días de curado

MUESTRA	PESO ANTES DE CURADO (gr.)	PESO DESPUES DE CURADO (gr.)	AREA (cm2)	CARGA (Kg-f)	RESISTENCIA (Kg/cm2)	RESIST. PROM. (Kg/cm2)
P-1	315.50	318.50	25.7	10323	402	
P-2	313.60	316.10	25.8	10525	408	410.6
P-3	315.90	318.80	25.5	10737	422	
	315.00	317.80	25.66			

Fuente: Prueba de Compresión. Laboratorio de ensayo de materiales de la Univ. Nacional de Ingeniería (UNI)

Tabla 22. Especímenes ensayados en 28 días de curado

MUESTRA	PESO ANTES DE CURADO (gr.)	PESO DESPUES DE CURADO (gr.)	AREA (cm2)	CARGA (Kg-f)	RESISTENCIA (Kg/cm2)	RESIST. PROM. (Kg/cm2)
P-1	311.00	318.10	26.0	11198	431	
P-2	311.80	318.20	25.9	11338	438	435.3
P-3	310.00	316.50	25.9	11312	437	
	310.90	317.6	25.9			

Fuente: Prueba de Compresión. Laboratorio de ensayo de materiales de la Univ. Nacional de Ingeniería (UNI)

Tabla 23. Especímenes ensayados en 60 días de curado

MUESTRA	PESO ANTES DE CURADO (gr.)	PESO DESPUES DE CURADO (gr.)	AREA (cm2)	CARGA (Kg-f)	RESISTENCIA (Kg/cm2)	RESIST. PROM. (Kg/cm2)
P-1	309.80	317.10	26.0	11894	458	
P-2	309.00	316.20	25.9	12668	489	466.6
P-3	310.00	317.50	26.0	11776	453	
	309.90	316.90	25.95			

Fuente: Prueba de Compresión. Laboratorio de ensayo de materiales de la Univ. Nacional de Ingeniería (UNI)

**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION (Kg/cm2) REGISTRADAS
SEGÚN MORTEROS EXPERIMENTALES**

Tabla 24. Especímenes ensayados en 3 días de curado

MUESTRA	PESO ANTES DE CURADO (gr.)	PESO DESPUES DE CURADO (gr.)	AREA (cm2)	CARGA (Kg-f)	RESISTENCIA (Kg/cm2)	RESIST. PROM. (Kg/cm2)
E-1	302.80	305.60	25.9	6440	249	
E-2	302.50	305.40	26.5	6108	230	246.6
E-3	304.60	307.10	26.5	6930	261	
	303.30	306.03	26.3			

Fuente: Prueba de Compresión. Laboratorio de ensayo de materiales de la Univ. Nacional de Ingeniería (UNI)

Tabla 25. Especímenes ensayados en 7 días de curado

MUESTRA	PESO ANTES DE CURADO (gr.)	PESO DESPUES DE CURADO (gr.)	AREA (cm2)	CARGA (Kg-f)	RESISTENCIA (Kg/cm2)	RESIST. PROM. (Kg/cm2)
E-1	305.7	309.2	25.9	9481	367	
E-2	305.6	309.1	26.4	9290	352	366.3
E-3	307.5	310.9	25.6	9718	380	
	306.25	309.70	25.95			

Fuente: Prueba de Compresión. Laboratorio de ensayo de materiales de la Univ. Nacional de Ingeniería (UNI)

Tabla 26. Especímenes ensayados en 28 días de curado

MUESTRA	PESO ANTES DE CURADO (gr.)	PESO DESPUES DE CURADO (gr.)	AREA (cm2)	CARGA (Kg-f)	RESISTENCIA (Kg/cm2)	RESIST. PROM. (Kg/cm2)
E-1	305.00	311.00	26.0	9883	381	
E-2	303.40	309.4	26.0	10171	391	383
E-3	304.20	310.20	26.0	9803	377	
	304.20	310.20	26.00			

Fuente: Prueba de Compresión. Laboratorio de ensayo de materiales de la Univ. Nacional de Ingeniería (UNI)

Tabla 27. Especímenes ensayados en 60 días de curado

MUESTRA	PESO ANTES DE CURADO (gr.)	PESO DESPUES DE CURADO (gr.)	AREA (cm2)	CARGA (Kg-f)	RESISTENCIA (Kg/cm2)	RESIST. PROM. (Kg/cm2)
E-1	304.90	310.00	26.1	10962	421	
E-2	304.40	310.4	25.9	10909	421	415.6
E-3	303.20	309.00	26.0	10532	405	
	304.20	310.00	26.00			

Fuente: Prueba de Compresión. Laboratorio de ensayo de materiales de la Univ. Nacional de Ingeniería (UNI)

CAPITULO IV
ANÁLISIS Y DISCUSIÓN
DE RESULTADOS

4.1 ANALISIS Y DISCUSION DE RESULTADOS

En el siguiente capítulo se analiza y discute los resultados que se obtuvieron en los ensayos del laboratorio, con el fin de contrastar la hipótesis del trabajo presentado en el primer capítulo de esta presente tesis.

4.1.1 RESULTADOS DE ENSAYOS DE LIMITES DE ATTERBERG

- ✓ **UNIDAD:** Se representa en porcentaje de masa de la arcilla.
- ✓ **LIMITE LIQUIDO = 51.89 %** Es la cantidad de agua que requiere la arcilla para empezar a fluir, Equipo utilizado Copa de Casa Grande.
- ✓ **LIMITE PLÁSTICO: 17.81 %** Es el menor contenido de agua de la arcilla seca, a que el cuerpo puede rodarse en hilos sin romper (*Bergaya et al, 2006*)
- ✓ **INDICE DE PLASTICIDAD:34.08 %** Viene a ser la diferencia de ambos valores

Ubicación de la arcilla de Carhuaz en el gráfico de Holtz and Kovacs (1948)

- Al intersectar los resultados de límite líquido e índice de plasticidad obtenidos se pudo observar que la arcilla de Carhuaz está ubicado en el grupo de Mormolinonita según grafica de Holtz And Kovacs
- En el caso del tipo montmorillonita, pertenece al grupo de las esmectitas y estructuralmente está formado por 2 capas tetraédricas y una octaédrica, formando una estructura tipo sandwich, tetraédrica - octaédrica. Su composición química incluye de 50 a 60 % de SiO₂, 10 a 25 de Al₂O₃ hasta 4 de alcalies y 6% de alcalinotérreos.(De Pablo, pag. 54)
- Estos tipos de Arcilla se tratan térmicamente a 600 °C y 800 ° C en un tiempo de 60 min y el efecto de este tratamiento en su actividad puzolánica en materiales cementantes, (Chakchouk. A, 2006).

4.1.2 LA DETERMINACION DEL GRADO Y TIEMPO DE CALCINACION DE LA ARCILLA - CARHUAZ

Grafica N° 02: Cueva de Pérdida de Masa – Análisis Térmico Gravimétrico de la Arcilla de Carhuaz.

- Se realizó el Análisis Térmico Diferencial, estudio de la evolución de las propiedades de una muestra o compuesto cuando es sometida a un calentamiento a altas temperaturas.

- Rango de análisis de la Arcilla de Carhuaz. 25° – 900°C.
- Entre los rangos de 80° y 120° se observa una pérdida mínima de masa ya que se evapora el agua entre estas temperaturas.
- Entre los rangos 250° y 320° posteriormente entre 350° y 600°C se aprecia una importante pérdida de masa ya que los OH (oxidrilos) se rompen y hay un cambio de fase de cristalino a amorfo gracias a la volatilización de los átomos (*Fernandez, R, 2011*).
- En los 600 °C los componentes químicos de la arcilla que están como elementos pasan a ser óxidos lo cual nos brinda sus componentes puzolanicos dejando enlaces libre para poder funcionar con los componentes de cemento portland tipo I .

Grafica N° 03: Curva Calorimétrica DCS (Curva de Calor Absorbido) de la Arcilla de Carhuaz

- Se puede observar en la curva Calorimétrica un pico endotérmico, (absorción de calor) aproximadamente en los 100°. Temperatura de evaporación del agua.
- También se observa una región endotérmica entre los rangos 200° y 250°C.
- Posteriormente se muestra un pico endotérmico en los rangos 205° y 320° luego entre 350° y 600 °C que anuncia una posible transformación de fase y cambio cristalino, lo cual corrobora que los componentes puzolanicos de la arcilla de Carhuaz se activan al ser calcinado a unos 600 °C.
- Tiempo de calcinación se tomó de referencia.

4.1.3 DETERMINACIÓN DEL TIEMPO Y GRADO DE CALCINACIÓN DE LA CONCHA DE ABANICO

Grafica N° 02: Curva de Pérdida de Masa – Análisis Térmico Gravimétrico de la Concha de Abanico

- Se realizó el Análisis Térmico Diferencial, estudio de la evolución de las propiedades de una muestra o compuesto cuando es sometida a un calentamiento a altas temperaturas.
- Rango de análisis de la Concha de abanico. 25° – 900°C.
- Se detalló en el Análisis Termo Gravimétrico (TG) una estabilidad térmica de la muestra hasta los 800°C. A partir de 800°C aparece una caída de la masa. (Fig. N°03)

- A partir de 800°C aparece una importante pérdida de masa ya que los OH (oxidrilos) se rompen y hay un cambio de fase de cristalino a amorfo gracias a la volatilización de los átomos (*Fernandez. R, 2011*).
- En los 900 °C los componentes químicos de la concha de abanico que están como elementos pasan a ser óxidos lo cual nos brinda sus componentes puzolanicos dejando enlaces libre para poder funcionar con los componentes de cemento portland tipo I .

Grafica N° 03: Curva Calorimétrica DCS (Curva de Calor Absorbido) de la Concha de abanico

- Se puede observar en la curva Calorimétrica que no existen un pico endotérmico, (absorción de calor) aproximadamente hasta los 800°C .
- Posteriormente se muestra un pico endotérmico en el rango de 800° y 900° C que anuncia una posible transformación de fase y cambio cristalino, lo cual corrobora que los componentes puzolanicos de la concha de abanico se activan al ser calcinado a unos 900 °C.
- Tiempo de calcinación será de 4 horas tomado de referencia. (**Julian,C. 2015**)

4.1.4 DETERMINACIÓN DE LA COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LA ARCILLA DE CARHUAZ POR (FLUORESCENCIA DE RAYOS X)

- Comparando similitud de componentes químicos en óxidos entre el cemento y la arcilla calcinada de Carhuaz.

Tabla 28. Comparativo Cemento tipo I con la Arcilla de Carhuaz

COMPONENTES	CEMENTO TIPO I	ARCILLA
Oxido de Sílice: SiO ₂	20,50%	57,05%
Óxido de hierro: Fe ₂ O ₃	5,14%	4,69%
Oxido de Aluminio: Al ₂ O ₃	4,07%	35,26%
Oxido de Calcio: CaO	62,92%	0,38%
TOTAL	92,63%	97,38%

- La Arcilla de Carhuaz tiene un buen comportamiento puzolánicos ya que la composición química expresada en óxidos de (Calcio + Silicio + Aluminio + Hierro = 97.38 % la cual pasa a los 92.63% del Cemento Portland Tipo I) y mayor que el 85% de las arcillas de Cuba (*Fernandez. R, Martirena. F y Scrivener. K (2011)*)
- La Arcilla de Carhuaz por su bajo contenido de Potasio (2.287 %) y Magnesio (0.021%), pueda que obtenga un mortero sólido y sin agrietamientos.

4.1.5 DETERMINACIÓN DE LA COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LA ARCILLA DE CARHUAZ POR (FLUORESCENCIA DE RAYOS X)

- Comparando similitud de componentes químicos en óxidos entre el cemento y la Concha de abanico.

Tabla 29. Comparativo Cemento tipo I con las conchas de abanico

COMPONENTES	CEMENTO TIPO I	CONCHA DE ABANICO
Oxido de Sílice: SiO ₂	20,50%	0,14%
Óxido de hierro: Fe ₂ O ₃	5,14%	0,00%
Oxido de Aluminio: Al ₂ O ₃	4,07%	8,84%
Oxido de Calcio: CaO	62,92%	89,86%
TOTAL	92,63%	98,84%

- La Concha de abanico tiene un buen comportamiento puzolánicos ya que la composición química expresada en óxidos de (Calcio + Silicio + Aluminio + Hierro = 98.84 % la cual pasa a los 92.63% del Cemento Portland Tipo I)
- La Concha de abanico por su bajo contenido de Potasio (0.060 %) y Magnesio (0%), pueda que obtenga un mortero sólido y sin agrietamientos.

4.1.6 DETERMINACIÓN DEL POTENCIAL DE HIDRÓGENO DEL POLVO DE CONCHA DE ABANICO Y DE LA ARCILLA DE CARHUAZ

- El proposito de medir el pH de los materiales es porque el cemento portland tipo I presenta un alto contenido de alcalinidad de 13.09, por esta razón se procedió a medir el pH del polvo de Concha de abanico y de la Arcilla calcinada de Carhuaz, así como el pH de la sustitución al 18% del cemento por el polvo de concha de abanico y de la arcilla de Carhuaz.
- La Arcilla calcinada de Carhuaz tiene un pH = 5.81 lo cual me indica que es un material base.
- El polvo de Concha de abanico tiene un pH= 12.68 lo cual indica que tiene un pH similar al del cemento
- La combinación de esos elementos, cemento, concha de abanico y arcilla según su sustitución tiene un pH= 13.46
- El aumento el pH del cemento fue regular ya que mi sustitución no fue mucha 18% en comparación a mis antecedentes el cual fue de 30%.

4.1.7 FLUIDEZ DE LA MEZCLA DEL MORTERO PATRON Y EXPERIMENTAL

- En la relación agua / cemento, tanto en la mezcla de mortero patrón como experimental existe una variación ya que la arcilla a sustituir tiene un límite liquido es **51.89 %**. El cual indica que el material absorbe agua
- Límite líquido es la cantidad de agua que necesita la arcilla para que empiece a fluir *Casagrande, A (1902-1981)*, esto implica la variación en la relación agua / cemento en dicha sustitución, en una cantidad de 0.030 que es mínima por la cantidad de 12 % a ser sustituida por el peso del cemento.
- En el caso del polvo de Concha de abanico la sustitución fue mínima 6% el cual indica que no influyo mucho en la relación agua/cemento

**4.1.8 ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION (Kg/cm2)
OBTENIDAS SEGÚN MORTEROS PATRON Y EXPERIMENTAL**

Tabla 30. Cuadro comparativo de morteros patrones y experimentales

DIAS DE CURADO	PATRON		EXPERIMENTAL	
	RESISTENCIA (kg/cm2)	(%)	RESISTENCIA (kg/cm2)	Comparando con Patrones (%)
3	372,6	100	246,6	66,20
7	410,6	100	366,3	89,21
28	435,3	100	383	87,99
60	466,6	100	415,6	89,07

Fuente: Prueba de Compresión. Laboratorio de Ensayo de materiales (UNI)

4.1.8.1 TABLAS DE DISPERSION EN MUESTRAS DE MORTERO PATRON:

Para el cálculo de la dispersión de las muestras se utilizará la siguiente formula:

$$S = \sqrt{\frac{\sum_i (X_i - \bar{X})^2}{n}}$$

Tabla 31. Dispersión para especímenes de 3 días de curado - Patrón

MUESTRAS	Resistencia	Promedio	$(\bar{X} - X_1)^2$	$\frac{\sqrt{(\bar{X} - X_1)^2}}{n}$	2S
P-1	392	372.6	376.36	14.82	± 29.64
P-2	370		6.76		
P-3	356		275.56		
Σ			658.68		

Tabla 32. Dispersión para especímenes de 7 días de curado - Patrón

MUESTRAS	Resistencia	Promedio	$(\bar{X} - X1)^2$	$\frac{\sqrt{(\bar{X} - X1)^2}}{n}$	2S
P-1	402		73.96		
P-2	408	410.6	6.76	8.38	± 16.36
P-3	422		129.96		
Σ			210.68		

Tabla 33. Dispersión para especímenes de 28 días de curado - Patrón

MUESTRAS	Resistencia	Promedio	$(\bar{X} - X1)^2$	$\frac{\sqrt{(\bar{X} - X1)^2}}{n}$	2S
P-1	431		18.49		
P-2	438	435.3	7.29	3.09	± 6.18
P-3	437		2.89		
Σ			28.67		

Tabla 34. Dispersión para especímenes de 60 días de curado - Patrón

MUESTRAS	Resistencia	Promedio	$(\bar{X} - X1)^2$	$\frac{\sqrt{(\bar{X} - X1)^2}}{n}$	2S
P-1	458		73.96		
P-2	489	466.6	501.76	15.92	± 31.84
P-3	453		184.96		
Σ			760.68		

- De los resultados obtenidos del Ensayo a la Compresión para cubos de mortero patrón con 3, 7, 28 Y 60 días de curado, se observa que se registró una resistencia a la compresión promedio de 372.6 kg/cm², 410.6 kg/cm², 435.3 kg/cm² y 466.6 kg/cm² respectivamente, estos resultados cumplen el rango máximo de dispersión entre los 3 cubos de un mismo molde; es decir se encuentran dentro del margen calculado:
 - Muestra a los 3 días = ± 29.64
 - Muestra a los 7 días = ± 16.36
 - Muestra a los 28 días = ± 6.18
 - Muestra a los 60 días = ± 31.84

4.1.8.2 TABLAS DE DISPERSION EN MUESTRAS DE MORTERO EXPERIMENTAL:

Para el cálculo de la dispersión de las muestras se utilizará la siguiente formula:

$$S = \sqrt{\frac{\sum_i (X_i - \bar{X})^2}{n}}$$

Tabla 35. Dispersión para especímenes de 3 días de curado - Experimental

MUESTRAS	Resistencia	Promedio	$(\bar{X} - X_1)^2$	$\frac{\sqrt{(\bar{X} - X_1)^2}}{n}$	2S
P-1	249		5.76		
P-2	230	246.6	275.56	12.76	± 25.52
P-3	261		207.36		
Σ			488.68		

Tabla 36. Dispersión para especímenes de 7 días de curado - Experimental

MUESTRAS	Resistencia	Promedio	$(\bar{X} - X_1)^2$	$\frac{\sqrt{(\bar{X} - X_1)^2}}{n}$	2S
E-1	367		0.49		
E-2	352	366.3	204.49	11.44	± 22.88
E-3	380		187.69		
Σ			392.67		

Tabla 37. Dispersión para especímenes de 28 días de curado - Experimental

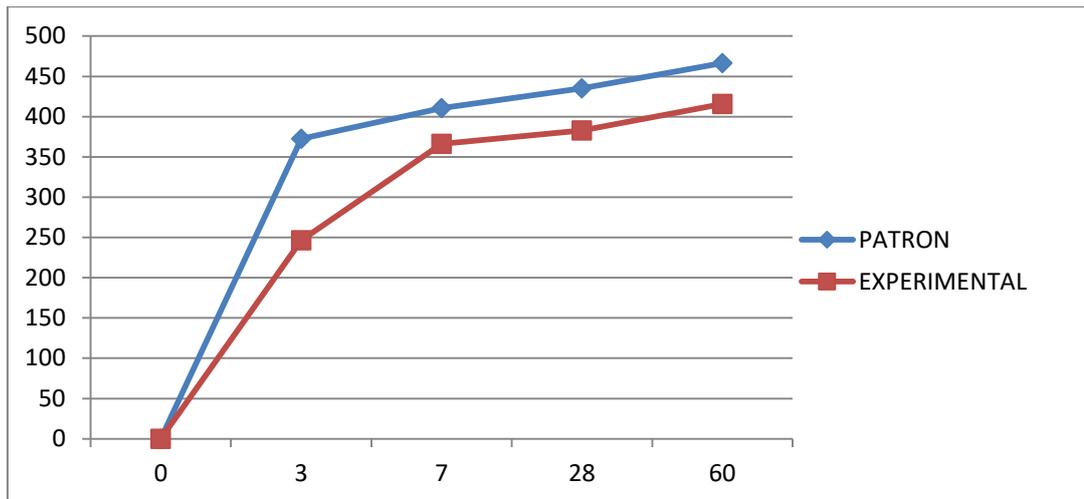
MUESTRAS	Resistencia	Promedio	$(\bar{X} - X_1)^2$	$\frac{\sqrt{(\bar{X} - X_1)^2}}{n}$	2S
E-1	381		4		
E-2	391	383	64	5.89	± 11.78
E-3	377		36		
Σ			104		

Tabla 38. Dispersión para especímenes de 60 días de curado - Experimental

MUESTRAS	Resistencia	Promedio	$(\bar{X} - X1)^2$	$\frac{\sqrt{(\bar{X} - X1)^2}}{n}$	2S
E-1	421		29.16		
E-2	421	415.6	29.16	7.54	± 15.08
E-3	405		112.36		
Σ			170.68		

- De los resultados obtenidos del Ensayo a la Compresión para cubos de mortero Experimental con 3, 7, 28 Y 60 días de curado, se observa que se registró una resistencia a la compresión promedio de 246.6 kg/cm², 366.6 kg/cm², 383 kg/cm² y 415.6 kg/cm² respectivamente, estos resultados cumplen el rango máximo de dispersión entre los 3 cubos de un mismo molde; es decir se encuentran dentro del margen calculado:
- Muestra a los 3 días = ± 25.52
- Muestra a los 7 días = ± 22.88
- Muestra a los 28 días = ± 11.78
- Muestra a los 60 días = ± 15.08

Figura 29. Comparativo Mortero patrón y experimental



- Los resultados de ensayo a la Compresión en cubos de mortero experimentales reflejan que a los 3 días de curado hay un acercamiento del 66.20% siendo el más lejano al mortero patrón, posteriormente a los 7 días de curado se presenta menos diferencia siendo un 89.21% de acercamiento a la muestra patrón siendo el más cercano, a los 28 días de curado disminuye levemente la proximidad de resistencia teniendo un 87.99% de acercamiento y finalmente a los 60 días vuelve a acercarse más a la resistencia patrón con un 89.07 %, esto se debe a que mi materia prima es arcilla siendo del tipo de Montmorillonita En el caso de la montmorillonita, pertenece al grupo de las esmectitas y estructuralmente está formado por 2 capas tetraédricas y una octaédrica, formando una estructura tipo sandwich, tetraédrica - octaédrica. Su composición química incluye de 50 a 60 % de SiO₂, 10 a 25 de Al₂O₃ hasta 4 de alcalies y 6% de alcalinotérreos.(De Pablo, pag. 54)
- En el caso del polvo de Concha de abanico la sustitución aplicada fue mínima por lo cual casi no ayudo en la resistencia del mortero experimental, el cual obtiene un porcentaje del 89.56% de óxido de Calcio (CaO).

CAPITULO V

CONCLUSIONES Y

RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos de la elaboración de cubos de mortero, se observan las siguientes conclusiones:

- Según los resultados de Límites de Atterberg de la Arcilla de Carhuaz activada mecánicamente, obtuvimos que su límite líquido es de 51.89% y su límite plástico es de 17.81%, teniendo como resultado el índice de plasticidad de 34.08% y con estos datos se pudo conocer mediante la tabla de Holtz And Kovacs el tipo de arcilla, el cual se obtuvo Montmorillonita.
- La Arcilla calcinada tiene la similitud de las propiedades químicas en óxidos de silicio de un cemento portland I; concluyendo así que reacciona como un material cementante. A su vez el polvo de Concha de Abanico tiene un alto porcentaje de óxido de Calcio (CaO) (89.86%).
- La arcilla que obtuvimos en esta investigación fue de tipo Montmorillonita la cual no es la apropiada para la resistencia a compresión, para este tipo de pruebas se necesita la arcilla tipo Caolinita.
- El pH de la combinación es alcalino con un valor de 13.46 a nivel de un Cemento Portland Tipo I.
- La relación A/C de la mezcla para mortero patrón y mortero experimental tuvo una mínima variación siendo 0.030 ya que la materia prima no es un material que necesita mucha agua para que su partícula empiece a fluir.
- La resistencia del mortero Experimental a los 3 días de curado tuvo una variación significativa estando al 60.87% del mortero patrón, por otro lado la resistencia a los 7, 28 y 60 días de curado tuvieron la similitud más próxima estando al 89.21%, 87.99% y 89.07% respectivamente a la del mortero patrón, en lo que se comprobó una baja efectividad del uso de la Arcilla Calcinada de Carhuaz mezclada con el polvo de Concha de Abanico para sustituir al cemento en un 18% en mezclas de mortero.

RECOMENDACIONES

- Para el mezclado primero deberá realizarse entre la Arcilla calcinada de Carhuaz y el Polvo de concha de abanico posteriormente mezclarse con el cemento portland tipo I. Para este procedimiento deberá utilizar una fuente con palitos de chupete para que la mezcla sea más homogénea
- Tener en cuenta la gradación de los materiales, los cuales deberán tener los límites establecidos en la NTP 399.607, así mismo se recomienda tener en cuenta los indicadores establecidos en la NTP-334.051 para la correcta elaboración y ensayo de los especímenes.
- Realizar la fluidez de la mezcla previo a realizar los especímenes ya sea tanto patrón como experimental según los límites de fluidez de la MTC E 616 (2016).
- Se recomienda sustituir mayores porcentajes de arcilla calcinada de Carhuaz para saber si la resistencia aumenta, de acuerdo a la cantidad de porcentaje sustituido, en la presente investigación.
- Se recomienda disminuir la cantidad de agua agregado a la mezcla experimental para saber si llega a superar la resistencia al mortero patrón.
- También se recomienda aumentar la sustitución con el Polvo de Concha de abanico calcinada ya que contiene altos porcentajes de óxido de Calcio (CaO)

DEDICATORIA

Para mis padres y mi hermano por ser el motivo más importante y a la vez demostrarme siempre el apoyo y cariño incondicional respetando nuestras diferencias de opiniones.

Hacia mi familia, ya que siempre me brindaron el apoyo permanente y compartir conmigo los buenos y malos momentos que se nos presentaron.

A mis docentes que gracias a su tiempo, a su apoyo, así también por la sabiduría que me transmitieron en el transcurso de mi formación como profesional.

AGRADECIMIENTO

Agradezco por este trabajo en primer lugar a Dios por darme la vida y haber permitido el haber logrado llegar hasta este momento tan importante de mi formación como profesional y también a cada uno de los asesores que con su charla semana a semana ayudaron a que esta investigación vaya por buen camino.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Abanto, F. (2009) Tecnología del Concreto. 2° edición. Perú: San Marcos.
- Araya, M. (2001) “Compendio de material para el curso concreto”
- De Guzman, D. (2001), Tecnología del concreto y del mortero. Bogota
- Fernandez. R, Martirena. F y Scrivener. K (2011), El origen de la Actividad Puzolánica de minerales de arcilla calcinados: Una comparación entre Caolinita, Illita y Montmorillonita 113 - 122.
- Jimenez R. (2011). Tecnología del concreto.
- Julián et al. (2013). Presentaron la investigación de la concha de abanico en mezclas de concreto, donde sustituyen el 5, 10 y 15 % del cemento por cenizas de conchas de abanico calcinadas a 900° C por 4 horas.
- Julian C. et. al. (2015). Resistencia de nuevos materiales para sustituir el cemento en concreto. Revista Oficial de investigación científica, vol. 6, N° 2
- MTC E 616 (2016) Fluidez de Morteros de Cemento Hidráulico (mesa de flujo).
- MacCorman, J. y Russell, H. (2011). Diseño de Concreto Reforzado.
- Nizama, D. (2014). Valoración de residuos crustáceos para concretos de baja resistencia. Tesis de pregrado no publicado en Ingeniería Civil. Universidad de Piura. Piura, Perú
- Norma Técnica Peruana NTP 400.012. (2001), Agregados. Análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global.
- Norma Técnica Peruana NTP 334.051 (2013), Método de ensayo para la determinar la resistencia a la compresión de morteros de cemento portland usando especímenes cúbicos de 50 mm de lado.
- NTG 41002 (2013) Práctica para la mezcla mecánica de pastas de cemento hidráulico y morteros de consistencia plástica.
- Norma Técnica Peruana NTP 399.607 (2013), Unidades de albañilería. Especificación normalizada de agregados para mortero de albañilería.
- Página web. Recuperado <https://www.produce.gob.pe/documentos/pesca/dgsp/notas-informativas/sechura-05072017.pdf>

Rivera L., Gerardo A. (2013). Concreto Simple. Editorial unicauca. Popayan.

Scrivener, K. (2011), Estudio de la adición de arcillas calcinadas en la durabilidad de morteros y hormigones 25-40.

Salamanca R. (2001), La tecnología de los morteros. – Colombia: Universidad Militar Nueva Granada

ANEXOS

ANEXO N° 01
ANÁLISIS TÉRMICO DIFERENCIAL
DE LA ARCILLA DE CARHUAZ



Trujillo, 12 de Mayo del 2017

INFORME N° 53 - MAY 17

Solicitante: Cerna Espinoza Gerson - Universidad San Pedro Chimbote
RUC/DNI:
Supervisor:

1. MUESTRA: Arcilla de Carhuaz (1 gr)

N° de Muestras	Código de Muestra	Cantidad de muestra ensayada	Procedencia
1	CI-52M	41 mg	Carhuaz

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: 41 mg.

Jefe de Laboratorio:

Ing. Danny Chávez Novoa

Analista responsable:

Ing. Danny Chávez Novoa

Danny M. Chávez Novoa
ING. MATERIALES
R. CIP. 84953

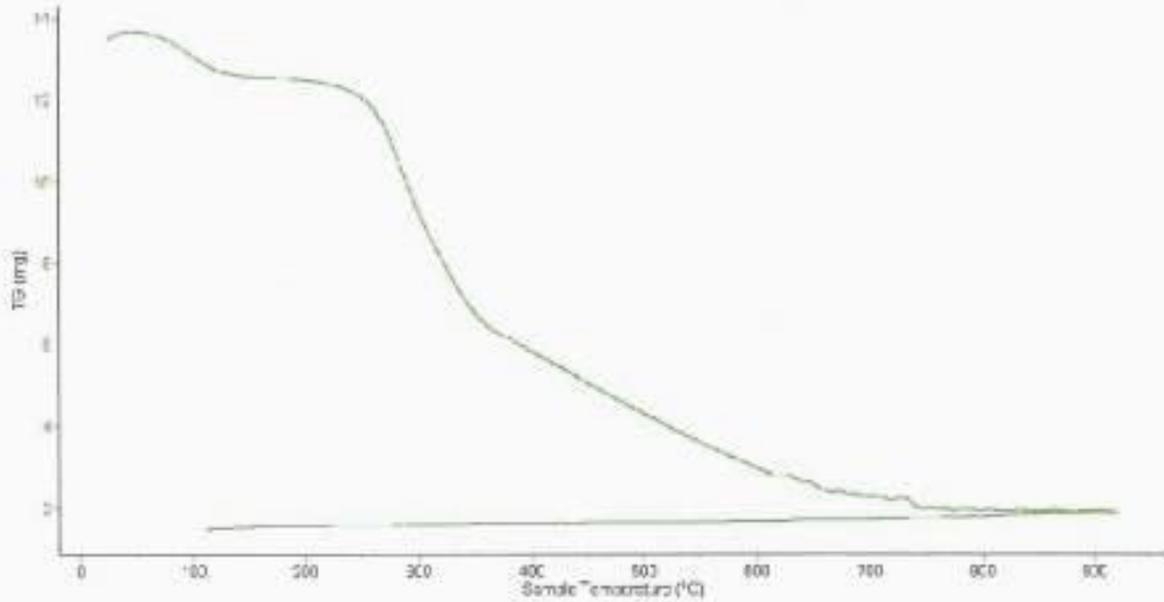


Trujillo, 12 de Mayo del 2017

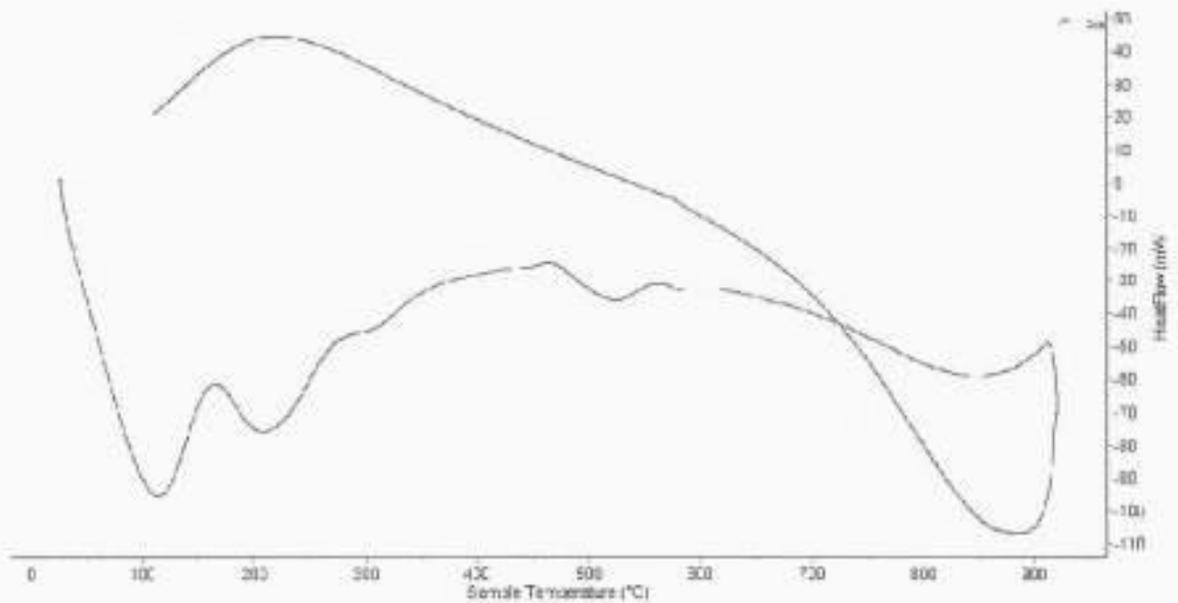
INFORME N° 53 - MAY 17

4. Resultados:

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



II- Curva Calorimétrica ATD



Denny M. Chávez
ING. MATERIALES
R. CIP 84953



Trujillo, 12 de Mayo del 2017

INFORME N° 53 - MAY 17

5. CONCLUSION:

1. Según el análisis Termo gravimétrico se muestra solo un importante rango de pérdida significativa de la masa del material ensayado, la que se da en el rango entre 80 y 120°C, posteriormente el material pierde masa en un rango entre 250 y 320°C, después la pérdida es lenta conforme se incrementa la temperatura hasta llegar a una pérdida total de aproximadamente 85 % de su masa inicial cuando alcanza la máxima temperatura de ensayo.
2. De acuerdo al análisis calorimétrico, la curva muestra una región endotérmica a aproximadamente a 110°C y otra región entre 190°C y 230°C. Posteriormente se evidencia un ligero pico de absorción térmica alrededor de 520°C y otra banda a 850 ° C con probabilidad de existir cambio en la característica del material.

Trujillo, 12 de Mayo del 2017



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


Danny M. Chávez Novoa
ING. MATERIALES
R. CIP 84953

ANEXO N° 02

ANÁLISIS TÉRMICO DIFERENCIAL
DE LA CONCHA DE ABANICO



Trujillo, 05 de junio del 2018

INFORME N° 156 - JUN-18

Solicitante: Diego Campos Juan / Cerna Espinoza Gerson – Universidad San Pedro

RUC/DNI:

Supervisor:

1. MUESTRA: Concha de abanico (1. gr)

N° de Muestras	Código de Muestra	Cantidad de muestra ensayada	Procedencia
1	CA-156J	46.2 mg

2. ENSAYOS A APLICAR

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

3. EQUIPO EMPLEADO Y CONDICIONES

- Analizador Térmico simultáneo TG_DTA_DSC Cap. Máx.: 1600°C SetSys_Evolution, cumple con normas ASTM ISO 11357, ASTM E967, ASTM E968, ASTM E793, ASTM D3895, ASTM D3417, ASTM D3418, DIN 51004, DIN 51007, DIN 53765.
- Tasa de calentamiento: 20 °C/min
- Gas de Trabajo - Flujo: Nitrógeno, 10 ml/min
- Rango de Trabajo: 25 – 1000 °C.
- Masa de muestra analizada: 46.2 mg.

Jefe de Laboratorio:

Ing. Danny Chávez Novoa

Analista responsable:

Ing. Danny Chávez Novoa

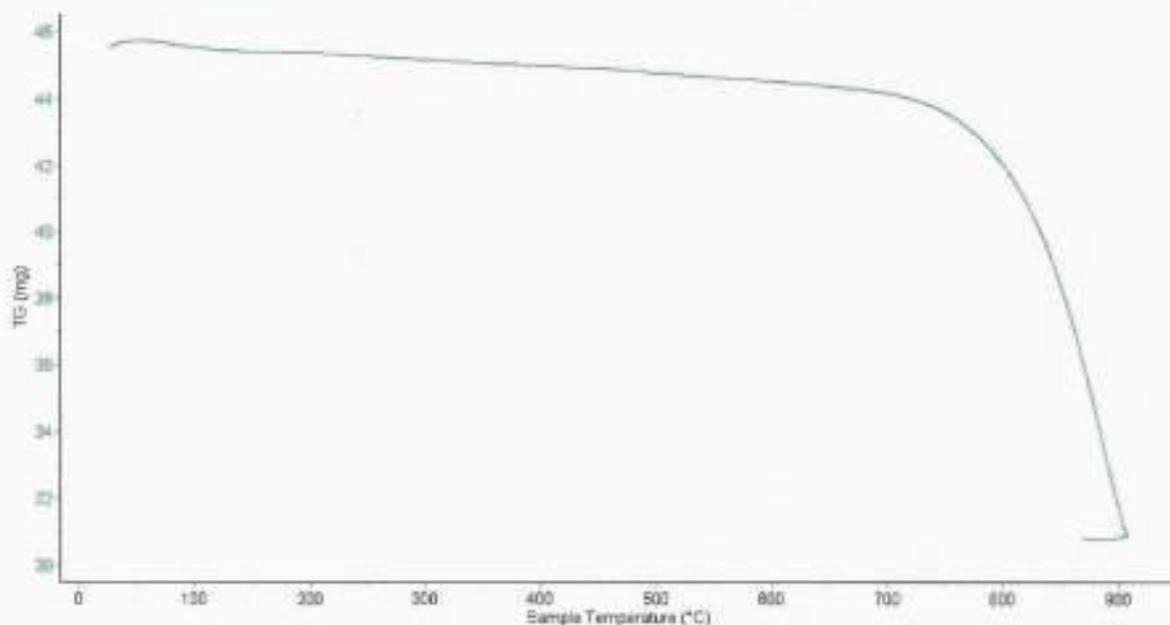


Trujillo, 05 de junio del 2018

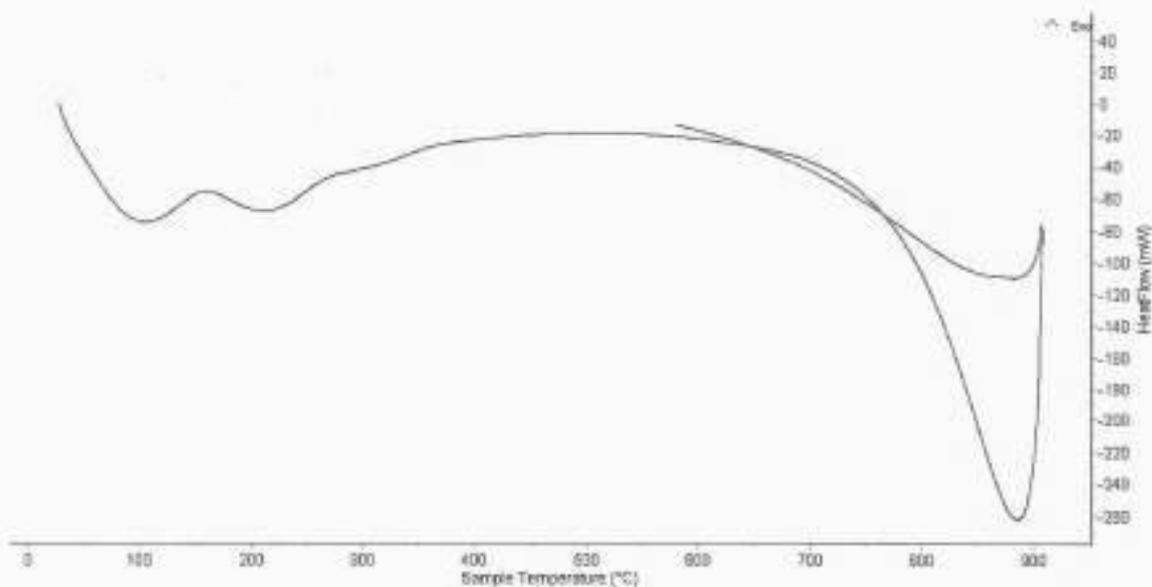
INFORME N° 156 - JUN-18

4. Resultados:

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



II- Curva Calorimétrica DSC





Trujillo, 05 de junio del 2018

INFORME N° 156 - 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 39% 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, 05 de junio del 2018

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

ANEXO N° 03

**CALCINACION DEL POLVO DE
CONCHA DE ABANICO Y DE LA
ARCILLA DE CARHUAZ**



ANÁLISIS DE LABORATORIO

SOLICITADO POR : CERNA ESPINOZA GERSON VICTOR
ASUNTO : Calcinación de Muestras
TESIS : Resistencia a la compresión del mortero
sustituyendo al cemento en 18% por el polvo de concha de abanico
(*argopecten purpuratus*) y por arcilla - Carhuaz

Descripción	Proceso	Temperatura (°C)	Tiempo	Peso inicial (gr)	Peso final (gr)
Concha de abanico	Calcinación	900	240 min	1924.8	1099.2

Chimbote, 18 de enero de 2019



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

Jorge Montañez Reyes
Ing. Jorge Montañez Reyes
JEFE



ANÁLISIS DE LABORATORIO

SOLICITADO POR : CERNA ESPINOZA GERSON VICTOR

ASUNTO : Calcinación de Muestras

TESIS : Resistencia a la compresión del mortero
sustituyendo al cemento en 18% por el polvo de concha de abanico
(argopecten purpuratus) y por arcilla - Carhuaz

Descripción	Proceso	Temperatura (°C)	Tiempo	Peso inicial (gr)	Peso final (gr)
Arcilla	Calcinación	600	90 min	2152.1	1975.60

Chimbote, 18 de enero de 2019

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

ANEXO N° 04

POTENCIAL DE HIDROGENO DEL POLVO DE CONCHA DE ABANICO Y DE LA ARCILLA DE CARHUAZ



CORPORACIÓN DE LABORATORIOS DE ENSAYOS
CLÍNICOS, BIOLÓGICOS E INDUSTRIALES

“COLECBI” S.A.C.

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

INFORME DE ENSAYO N° 20190110-016

Pág. 1 de 1

SÓLICITADO POR : CERNA ESPINOZA GERSON VICTOR
DIRECCIÓN : Av. Pardo # 1875 Miraflores Alto - Chimbote.
PRODUCTO DECLARADO : ABAJO INDICADOS.
CANTIDAD DE MUESTRA : 04 muestras
PRESENTACIÓN DE LA MUESTRA : En bolsa de polietileno transparente cerrada.
FECHA DE RECEPCIÓN : 2019-01-10
FECHA DE INICIO DEL ENSAYO : 2019-01-10
FECHA DE TERMINO DEL ENSAYO : 2019-01-10
CONDICIÓN DE LA MUESTRA : En buen estado.
ENSAYOS REALIZADOS EN : Laboratorio de Físico Químico.
CÓDIGO COLECBI : SS 190110-5

RESULTADOS

MUESTRA	ENSAYOS
	pH
Arcilla	5,81
Polvo de Concha de Abanico	12,68
Cemento	13,09
Combinación del Cemento con el Polvo de Concha de Abanico (8%) y Arcilla (12%)	13,46

METODOLOGÍA EMPLEADA

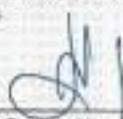
pH : Potenciométrico.

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, Enero 11 del 2019.

GVR/jms


A. Gustavo Vargas Ramos
Gerente de Laboratorios
C.B.P. 328
COLECBI S.A.C.

LCMP-HRE
Rev. 04
Fecha 2015-11-30

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

ANEXO N° 05

RESISTENCIA A COMPRESION DEL

MORTERO PATRON



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

Facultad de Ingeniería Civil

LABORATORIO N° 1 DE ENSAYO DE MATERIALES "ING. MANUEL GONZÁLES DE LA COTERA"

Centro de Ingeniería Civil Asociada por



Accreditation Board for Engineering and Technology



Engineering
Technology
Accreditation
Commission

INFORME

Del : Laboratorio N°1 Ensayo de Materiales
A : GERSON VICTOR CERNA ESPINOZA
Obra : UNIVERSIDAD SAN PEDRO DE CHIMBOTE
Ubicación : CHIMBOTE
Asunto : Ensayo de Resistencia a la Compresión
Expediente N° : 18-2958
Recibo N° : 61841
Fecha de emisión : 20/08/2018

1.0. DE LA MUESTRA : Consistente en 6 especímenes cúbicos de GROUT.

2.0. DEL EQUIPO : Máquina de ensayo uniaxial TONI/TECHNIK,
Certificado de Calibración LFP-274 - 2018

3.0. MÉTODO DEL ENSAYO : Norma de referencia MTC E 1103

4.0. RESULTADOS :

N°	IDENTIFICACIÓN DE MUESTRAS	FECHA DE OBTENCIÓN	FECHA DE ENSAYO	ÁREA (cm ²)	CARGA DE ROTURA (Kg)	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (Kg/cm ²)
1	PATRON 3 DÍAS N°1	17/08/2018	20/08/2018	26.7	10,466	392
2	PATRON 3 DÍAS N°2	17/08/2018	20/08/2018	26.4	9,779	370
3	PATRON 3 DÍAS N°3	17/08/2018	20/08/2018	26.5	9,445	356

5.0. OBSERVACIONES:

- 1) La información referente al muestreo, procedencia, cantidad, fecha de obtención e identificación han sido proporcionadas por el solicitante.
- 2) Informe 01 de 02

Hecho por : Lic. J. Basurto P.
Técnico : Sr. A.A.G.



Ms. Ing. Ana Torre Carrillo
Jefe (e) del laboratorio

NOTAS:

- 1) Está prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorización del laboratorio.
- 2) Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.



Av. Tupac Amaru N° 210, Lima 25
apartado 1301 - Perú



(511) 381-3343



(511) 481-1070 Anexo: 4058 / 4046



www.lem.uni.edu.pe



lem@uni.edu.pe



Laboratorio de Ensayo
de Materiales - UNI





INFORME

Del : Laboratorio N°1 Ensayo de Materiales
 A : GERSON VICTOR CERNA ESPINOZA
 Obra : UNIVERSIDAD SAN PEDRO
 Ubicación : CHIMBOTE
 Asunto : Ensayo de Resistencia a la Compresión
 Expediente N° : 18-3006
 Recibo N° : 61892
 Fecha de emisión : 06/09/2018

- 1.0. DE LA MUESTRA : Consistente en 03 especímenes cúbicos de mortero.
 2.0. DEL EQUIPO : Máquina de ensayo uniaxial VERSA TESTER ELE- INTERNATIONAL
 Certificado de Calibración CMC-100-2017
 3.0. MÉTODO DEL ENSAYO : Norma de referencia NTP 334.051:2013.

4.0. RESULTADOS

N°	IDENTIFICACIÓN DE MUESTRAS	FECHA DE OBTENCIÓN	FECHA DE ENSAYO	ÁREA (cm ²)	CARGA MÁXIMA (Kg)	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (Kg/cm ²)
1	PATRON 7 DIAS N°1	17/08/2018	23/08/2018	25.7	10,323	402
2	PATRON 7 DIAS N°2	17/08/2018	23/08/2018	25.8	10,525	408
3	PATRON 7 DIAS N°3	17/08/2018	23/08/2018	25.5	10,737	422

- 5.0. OBSERVACIONES:
- 1) La información referente al muestreo, procedencia, cantidad, fecha de obtención e identificación han sido proporcionadas por el solicitante.
 - 2) Informe 1 de 2

Hecho por : Lic. J. Basurto P.
 Técnico : Sr. A.A.G

[Handwritten signature]



[Handwritten signature]

M. Ing. Ana Torre Carrillo
 Jefe (e) del laboratorio

NOTAS

- 1) Está prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorización del laboratorio.
- 2) Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.





INFORME

Del : Laboratorio N°1 Ensayo de Materiales
A : GERSON VICTOR CERNA ESPINOZA
Obra : RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL MORTERO SUSTITUYENDO EL CEMENTO EN 18% POR POLVO DE CONCHA DE ABANICO (ARGOPECTEN PURPURATUS) Y POR ARCILLA CARHUAZ
Ubicación : CHIMBOTE
Asunto : Ensayo de Resistencia a la Compresión
Expediente N° : 18-2771-2
Recibo N° : 61642
Fecha de emisión : 07/08/2018

1.0. DE LA MUESTRA : Consistente en 3 especímenes cúbicos de GROUT.

2.0. DEL EQUIPO : Máquina de ensayo uniaxial TONI/TECHNIK.
 Certificado de Calibración LFP-274 - 2018.

3.0. MÉTODO DEL ENSAYO : Norma de referencia MTC E 1103

4.0. RESULTADOS

N°	IDENTIFICACIÓN DE MUESTRAS	FECHA DE OBTENCIÓN	FECHA DE ENSAYO	ÁREA (cm ²)	CARGA DE ROTURA (Kg)	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (Kg/cm ²)
1	PATRON 28 DÍAS N°1	10/07/2018	07/08/2018	26.0	11,198	431
2	PATRON 28 DÍAS N°2	10/07/2018	07/08/2018	25.9	11,338	438
3	PATRON 28 DÍAS N°3	10/07/2018	07/08/2018	25.9	11,312	437

5.0. OBSERVACIONES:
 1) La información referente al muestreo, procedencia, cantidad, fecha de obtención e identificación han sido proporcionadas por el solicitante.
 2) Informe 01 de 02

Hecho por : Lic. J. Basurto P.
 Técnico : Sr. A.A.G.



Ana Torre Carrillo
 Ms. Ing. Ana Torre Carrillo
 Jefe (e) del laboratorio

NOTAS:

- 1) Está prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorización del laboratorio.
- 2) Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.





UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

Facultad de Ingeniería Civil

LABORATORIO N° 1 DE ENSAYO DE MATERIALES "ING. MANUEL GONZÁLES DE LA COTERA"

Center for Engineering Civil Accredited by

ABET

Accreditation Board for Engineering and Technology



Engineering
Technology
Accreditation
Commission

INFORME

Del : Laboratorio N°1 Ensayo de Materiales
 A : GERSON VICTOR CERNA ESPINOZA
 Obra : RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL MORTERO SUSTITUYENDO EL CEMENTO EN 18% POR POLVO DE CONCHA DE ABANICO (ARGOPECTEN PURPURATUS) Y POR ARCILLA CARHUAZ
 Ubicación : CHIMBOTE
 Asunto : Ensayo de Resistencia a la Compresión
 Expediente N° : 18-2771-1
 Recibo N° : 61642
 Fecha de emisión : 07/08/2018

1.0. DE LA MUESTRA : Consistente en 3 especímenes cúbicos de GROUT.

2.0. DEL EQUIPO : Máquina de ensayo uniaxial TONI/TECHNIK.
 Certificado de Calibración LFP-274 - 2018

3.0. MÉTODO DEL ENSAYO : Norma de referencia MTC E 1103

4.0. RESULTADOS :

N°	IDENTIFICACIÓN DE MUESTRAS	FECHA DE OBTENCIÓN	FECHA DE ENSAYO	ÁREA (cm ²)	CARGA DE ROTURA (Kg)	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (Kg/cm ²)
1	PATRON 60 DIAS N°1	08/06/2018	07/08/2018	26.0	11,894	458
2	PATRON 60 DIAS N°2	08/06/2018	07/08/2018	25.9	12,668	489
3	PATRON 60 DIAS N°3	08/06/2018	07/08/2018	26.0	11,776	453

5.0. OBSERVACIONES: 1) La información referente al muestreo, procedencia, cantidad, fecha de obtención e identificación han sido proporcionadas por el solicitante.
 2) Informe 01 de 02.

Hecho por : Lic. J. Basurto P.
 Técnico : Sr. A.A.G.



Ana Torre Carrillo
 Ms. Ing. Ana Torre Carrillo
 Jefe (e) del laboratorio

NOTAS

- 1) Está prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorización del laboratorio.
- 2) Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.



UNI-LEM
 La Calidad es nuestro compromiso
 Laboratorio Certificado ISO 9001



Av. Tupac Amaru N° 210, Lima 25
 apartado 1301 - Perú
 (511) 381-3343
 (511) 481-1070 Anexo: 4058 / 4046



www.lem.uni.edu.pe



lem@uni.edu.pe



Laboratorio de Ensayo de Materiales - UNI



ANEXO N° 06

**RESISTENCIA A COMPRESION DEL
MORTERO EXPERIMENTAL**



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

Facultad de Ingeniería Civil

LABORATORIO N° 1 DE ENSAYO DE MATERIALES "ING. MANUEL GONZÁLES DE LA COTERA"

Center of Ingeniería Civil Accredited by

ABET

Accreditation Board for Engineering and Technology



Engineering
Technology
Accreditation
Commission

INFORME

Del : Laboratorio N°1 Ensayo de Materiales
A : GERSON VICTOR CERNA ESPINOZA
Obra : UNIVERSIDAD SAN PEDRO DE CHIMBOTE
Ubicación : CHIMBOTE
Asunto : Ensayo de Resistencia a la Compresión
Expediente N° : 18-2958
Recibo N° : 61841
Fecha de emisión : 20/08/2018

1.0. DE LA MUESTRA : Consistente en 3 especímenes cúbicos de GROUT.

2.0. DEL EQUIPO : Máquina de ensayo uniaxial TONI/TECHNIK.
Certificado de Calibración LFP-274 - 2018

3.0. MÉTODO DEL ENSAYO : Norma de referencia MTC E-1103

4.0. RESULTADOS

N°	IDENTIFICACIÓN DE MUESTRAS	FECHA DE OBTENCIÓN	FECHA DE ENSAYO	ÁREA (cm ²)	CARGA DE ROTURA (Kg)	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (Kg/cm ²)
1	EXPERIMENTAL 3 DÍAS N°1	17/08/2018	20/08/2018	25.8	8.440	249
2	EXPERIMENTAL 3 DÍAS N°2	17/08/2018	20/08/2018	26.5	8.108	230
3	EXPERIMENTAL 3 DÍAS N°3	17/08/2018	20/08/2018	26.5	6.930	261

5.0. OBSERVACIONES:

- 1) La información referente al muestreo, procedencia, cantidad, fecha de obtención e identificación han sido proporcionadas por el solicitante.
- 2) Informe 02 de 02

Hecho por : Lic. J. Basurto P.
Técnico : Sr. A.A.G.



Ing. Ana Torre Carrillo
Jefe (a) del laboratorio

NOTAS

- 1) Esta prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorización del laboratorio.
- 2) Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.



Av. Tupac Amaru N° 210, Lima 25
apartado 1301 - Perú
(511) 381-3343
(511) 481-1070 Anexo: 4058 / 4046

www.lem.uni.edu.pe
lem@uni.edu.pe
Laboratorio de Ensayo
de Materiales - UNI





UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

Facultad de Ingeniería Civil

LABORATORIO N° 1 DE ENSAYO DE MATERIALES "ING. MANUEL GONZÁLES DE LA COTERA"

Centro de Ingeniería Civil Autorizado por



Accreditation Board for Engineering and Technology



Engineering
Technology
Accreditation
Commission

INFORME

Del : Laboratorio N°1 Ensayo de Materiales
A : GERSON VICTOR CERNA ESPINOZA
Obra : UNIVERSIDAD SAN PEDRO
Ubicación : CHIMBOTE
Asunto : Ensayo de Resistencia a la Compresión
Expediente N° : 18-3006
Recibo N° : 61892
Fecha de emisión : 06/09/2018

1.0. DE LA MUESTRA : Consistente en 03 especímenes cúbicos de mortero.
2.0. DEL EQUIPO : Máquina de ensayo uniaxial VERSA TESTER ELE- INTERNATIONAL
Certificado de Calibración CMC-100-2017
3.0. MÉTODO DEL ENSAYO : Norma de referencia NTP 334.051.2013.

4.0. RESULTADOS :

N°	IDENTIFICACIÓN DE MUESTRAS	FECHA DE OBTENCIÓN	FECHA DE ENSAYO	ÁREA (cm ²)	CARGA MÁXIMA (Kg)	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (Kg/cm ²)
1	EXPERIMENTAL 7 DIAS N° 1	17/08/2018	23/08/2018	25.9	9,481	367
2	EXPERIMENTAL 7 DIAS N° 2	17/08/2018	23/08/2018	26.4	9,290	352
3	EXPERIMENTAL 7 DIAS N° 3	17/08/2018	23/08/2018	25.6	9,716	380

5.0. OBSERVACIONES: 1) La información referente al muestreo, procedencia, cantidad, fecha de obtención e identificación han sido proporcionadas por el solicitante.
2) Informe 2 de 2

Hecho por : Lic. J. Basurto P.
Técnico : Sr. A.A.G



Ms. Ing. Ana Torre Carrillo
Jefe (e) del laboratorio

NOTAS:

- 1) Está prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorización del laboratorio
- 2) Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante



Av. Tupac Amaru N° 210, Lima 25
apartado 1301 - Perú



(511) 381-3343



(511) 481-1070 Anexo: 4058 / 4046



www.lem.uni.edu.pe



lem@uni.edu.pe



Laboratorio de Ensayo
de Materiales - UNI





INFORME

Del : Laboratorio N°1 Ensayo de Materiales
 A : GERSON VICTOR CERNA ESPINOZA
 Obra : RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL MORTERO SUSTITUYENDO EL CEMENTO EN 18% POR POLVO DE CONCHA DE ABANICO (ARGOPECTEN PURPURATUS) Y POR ARCILLA CARHUAZ

Ubicación : CHIMBOTE
 Asunto : Ensayo de Resistencia a la Compresión
 Expediente N° : 18-2771-2
 Recibo N° : 61642
 Fecha de emisión : 07/08/2018

1.0. DE LA MUESTRA : Consistente en 3 especímenes cúbicos de GROUT.

2.0. DEL EQUIPO : Máquina de ensayo uniaxial TONI/TECHNIK.
 Certificado de Calibración LFP-274 - 2018

3.0. MÉTODO DEL ENSAYO : Norma de referencia MTC E 1103

4.0. RESULTADOS

N°	IDENTIFICACIÓN DE MUESTRAS	FECHA DE OBTENCIÓN	FECHA DE ENSAYO	ÁREA (cm²)	CARGA DE ROTURA (Kg)	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (Kg/cm²)
1	EXPERIMENTAL 28 DÍAS N°1	10/07/2018	07/08/2018	26.0	9.883	381
2	EXPERIMENTAL 28 DÍAS N°2	10/07/2018	07/08/2018	26.0	10.171	391
3	EXPERIMENTAL 28 DÍAS N°3	10/07/2018	07/08/2018	26.0	9.803	377

5.0. OBSERVACIONES: 1) La información referente al muestreo, procedencia, cantidad, fecha de obtención e identificación han sido proporcionadas por el solicitante.
 2) Informe 02 de 02

Hecho por : Lic. J. Basurto P.
 Técnico : Sr. A.A.G.



Ms. Ing. Ana Torre Carrillo
 Jefe (a) del laboratorio

NOTAS:

- 1) Está prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorización del laboratorio.
- 2) Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.





INFORME

Del : Laboratorio N°1 Ensayo de Materiales
 A : GERSON VICTOR CERNA ESPINOZA
 Obra : RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL MORTERO SUSTITUYENDO EL CEMENTO EN 18% POR POLVO DE CONCHA DE ABANICO (ARGOPECTEN PURPURATUS) Y POR ARCILLA CARHUAZ

Ubicación : CHIMBOTE
 Asunto : Ensayo de Resistencia a la Compresión
 Expediente N° : 18-2771-1
 Recibo N° : 61642
 Fecha de emisión : 07/08/2018

1.0. DE LA MUESTRA : Consistente en 5 especímenes cúbicos de GROUT.

2.0. DEL EQUIPO : Máquina de ensayo uniaxial TONI/TECHNIK.
 Certificado de Calibración LFP-274 - 2018

3.0. MÉTODO DEL ENSAYO : Norma de referencia MTC E 1103

4.0. RESULTADOS :

N°	IDENTIFICACIÓN DE MUESTRAS	FECHA DE OBTENCIÓN	FECHA DE ENSAYO	ÁREA (cm²)	CARGA DE ROTURA (Kg)	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (Kg/cm²)
1	EXPERIMENTAL 60 DIAS N°1	08/06/2018	07/08/2018	26.1	10.962	421
2	EXPERIMENTAL 60 DIAS N°2	08/06/2018	07/08/2018	25.9	10.909	421
3	EXPERIMENTAL 60 DIAS N°3	08/06/2018	07/08/2018	26.0	10.532	405
4	EXPERIMENTAL 60 DIAS N°4	08/06/2018	07/08/2018	25.1	12.484	498
5	EXPERIMENTAL 60 DIAS N°5	08/06/2018	07/08/2018	25.0	12.018	481

5.0. OBSERVACIONES: 1) La información referente al muestreo, procedencia, cantidad, fecha de obtención e identificación han sido proporcionadas por el solicitante.
 2) Informe 02 de 02

Hecho por : Lic. J. Basurto P.
 Técnico : Sr. A.A.G.



Ms. Ing/Ana Torre Carrillo
 Jefe (e) del laboratorio

NOTAS

- 1) Está prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorización del laboratorio.
- 2) Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.



ANEXO N° 07
OTROS ENSAYOS



Informe N°100-LAQ/2018

Análisis de una muestra de ceniza de concha de abanico por FRXDE

Introducción.

Se analizó por fluorescencia de rayos-X dispersiva en energía (FRXDE) una muestra de ceniza de concha de abanico a pedido del Sr. **Cerna Espinoza, Gerson Victor**, alumno de la Universidad San Pedro, sede Chimbote, y como parte de su proyecto de tesis titulada:

“Resistencia a Compresión del Mortero Sustituyendo al Cemento en 18% por el Polvo de Concha de Abanico (*Argopecten Purpuratus*) y por Arcilla de Carhuaz.”

La muestra fue calcinada a 900°C y está en forma de grano fino de color plomo.

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 5 μ A. El espectro se acumuló durante un intervalo neto de 400 s utilizando 2048 canales, con ángulos de incidencia y salida de alrededor de 45°; distancia muestra a fuente de rayos-X de 4 cm y distancia de muestra a detector de 2 cm. La tasa de conteo, la cual depende de la geometría del arreglo experimental y de la composición elemental de la muestra, fue de alrededor de 5100 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 K y M de oro que se producen por el bombardeo del ánodo por electrones energéticos. Como consecuencia de esto, los espectros de FRXDE poseen tres componentes principales: una componente continua que es consecuencia de la dispersión por la muestra de los rayos-X de la componente continua de la fuente, un espectro discreto producido por la dispersión en la muestra de los rayos-X característicos de oro de la fuente, y el espectro discreto de los rayos-X característicos emitidos por los elementos que contiene la muestra.

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

El análisis elemental de las muestras se hace primero de manera cualitativa para identificar la presencia de elementos en la muestra. Para el análisis cuantitativo se utiliza un programa que se basa en el método de parámetros fundamentales y simula todo el arreglo experimental incluyendo: composición elemental de la muestra, geometría experimental, distribución espectral de los rayos-X que emite la fuente y su interacción con la muestra y el proceso de detección. En esta etapa se puede identificar la presencia de picos de rayos-X



característicos que pudieron haber pasado inadvertidos en la parte cualitativa por superponerse a picos más intensos. Este programa se calibra usando una muestra de referencia certificada denominada "Suelo de San Joaquín" adquirida de la NIST.

Resultados.

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



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



UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS

(Universidad del Perú, Decana de América)

FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS

Laboratorio de Arqueometría

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

La suma de las concentraciones de los óxidos es menor que 100% indicando que hay presentes compuestos diferentes que los tomados en cuenta y/o se manifiesta una deficiencia en la calibración del instrumento. Para mayor información al respecto se sugiere un análisis por difracción de rayos-X.

Tabla 1. Composición elemental de la muestra de ceniza de concha de abanico en % de masa.

Óxido	% masa	Normalizado
Al ₂ O ₃	7.795	8.838
SiO ₂	0.122	0.139
SO ₂	0.405	0.459
ClO ₂	0.156	0.177
K ₂ O	0.053	0.060
CaO	79.264	89.860
TiO ₂	0.012	0.013
Cr ₂ O ₃	0.004	0.004
Fe ₂ O ₃	0.008	0.008
Ni ₂ O ₃	0.001	0.001
CuO	0.003	0.003
ZnO	0.009	0.010
As ₂ O ₃	0.011	0.013
SrO	0.156	0.177
ZrO ₂	0.007	0.008
CdO	0.202	0.229
Totales	88.209	100.00

Investigador Responsable:

Dr. Jorge A. Bravo Cabrejos.....

Laboratorio de Arqueometría

Lima, 09 de agosto del 2018





Informe N°101-LAQ/2018

Análisis de una muestra de arcilla calcinada de Carhuaz por FRXDE

Introducción.

Se analizó por fluorescencia de rayos-X dispersiva en energía (FRXDE) una muestra de arcilla calcinada de Carhuaz a pedido del Sr. Cerna Espinoza, Gerson Víctor, alumno de la Universidad San Pedro, sede Chimbote, y como parte de su proyecto de tesis titulada:

“Resistencia a Compresión del Mortero Sustituyendo al Cemento en 18% por el Polvo de Concha de Abanico (*Argopecten Purpuratus*) y por arcilla de Carhuaz.”

La muestra fue calcinada a 900°C y está en forma de grano fino de color ladrillo.

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. El espectro se acumuló durante un intervalo neto de 400 s utilizando 2048 canales, con ángulos de incidencia y salida de alrededor de 45°; distancia muestra a fuente de rayos-X de 4 cm y distancia de muestra a detector de 2 cm. La tasa de conteo, la cual depende de la geometría del arreglo experimental y de la composición elemental de la muestra, fue de alrededor de 6200 cts/s

Esta técnica permite detectar la presencia de elementos químicos de número atómico Z igual y mayor que 13 mediante la detección de los rayos-X característicos que emiten los átomos. Las energías de estos rayos-X característicos aumentan con el valor de Z y pueden ser detectados siempre y cuando posean suficiente energía para poder penetrar la ventana del detector. Por esta limitación los picos de Mg ($Z=12$) no pueden ser registrados en el espectro. La fuente de rayos-X utilizada emite rayos-X en dos componentes: un espectro con una distribución continua de 0 a 30 keV, y la otra que contiene los rayos-X característicos del tipo K y M de oro que se producen por el bombardeo del ánodo por electrones energéticos. Como consecuencia de esto, los espectros de FRXDE poseen tres componentes principales: una componente continua que es consecuencia de la dispersión por la muestra de los rayos-X de la componente continua de la fuente, un espectro discreto producido por la dispersión en la muestra de los rayos-X característicos de oro de la fuente, y el espectro discreto de los rayos-X característicos emitidos por los elementos que contiene la muestra.

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

El análisis elemental de las muestras se hace primero de manera cualitativa para identificar la presencia de elementos en la muestra. Para el análisis cuantitativo se utiliza un programa que se basa en el método de parámetros fundamentales y simula todo el arreglo experimental incluyendo: composición elemental de la muestra, geometría experimental, distribución espectral de los rayos-X que emite la fuente y su interacción con la muestra y el proceso de detección. En esta etapa se puede identificar la presencia de picos de rayos-X



característicos que pudieron haber pasado inadvertidos en la parte cualitativa por superponerse a picos más intensos. Este programa se calibra usando una muestra de referencia certificada denominada "Suelo de San Joaquín" adquirida de la NIST.

Resultados.

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

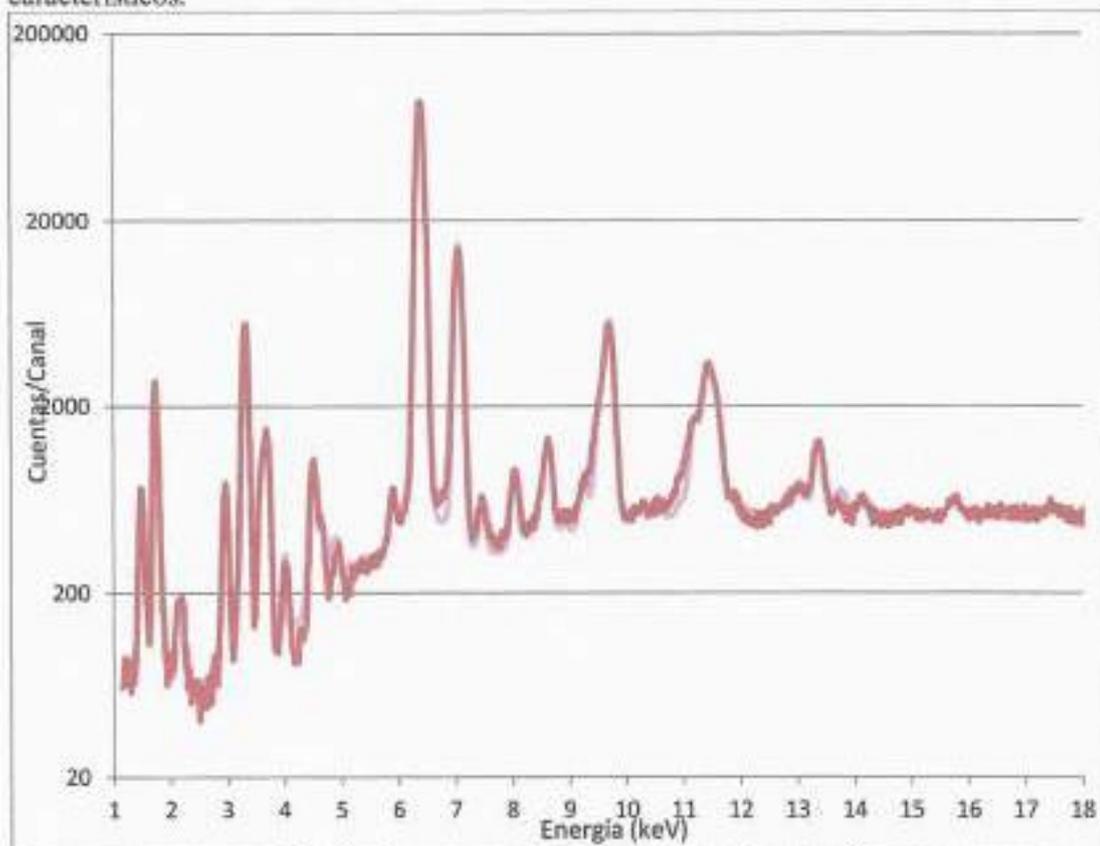


Figura 1. Espectro de FRXDE de una muestra de arcilla calcinada de Carhuaz en escala semi-logarítmica representado por una curva de color rojo. Incluye el pico de Ar del aire y los picos de rayos-X de Au dispersados por la muestra. La curva azul representa el espectro simulado.

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



FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS
Laboratorio de Arqueometría

de los óxidos es ligeramente mayor que 100% indicando que están presentes compuestos diferentes que los considerados y/o se presente una deficiencia en la calibración del instrumento. Merece mencionar que esta muestra contiene más Al_2O_3 y al mismo tiempo menos sílice que una muestra típica de arcilla.

Tabla 1. Composición elemental de la muestra de arcilla calcinada de Carhuaz en % de masa.

Óxido	% masa	Normalizado
Al_2O_3	35.778	35.261
SiO_2	57.893	57.058
K_2O	2.321	2.287
CaO	0.388	0.383
TiO_2	0.118	0.116
V_2O_5	0.005	0.005
Cr_2O_3	0.004	0.004
MnO	0.021	0.021
Fe_2O_3	4.760	4.692
Ni_2O_3	0.009	0.009
CuO	0.009	0.009
ZnO	0.020	0.019
Ga_2O_3	0.012	0.012
As_2O_3	0.004	0.004
Rb_2O	0.006	0.005
SrO	0.003	0.003
ZrO_2	0.006	0.005
MoO_2	0.007	0.007
BaO	0.100	0.099
Totales	101.464	100.00

Investigador Responsable:

Dr. Jorge A. Bravo Cabrejos.....
Laboratorio de Arqueometría

Lima, 09 de agosto del 2018

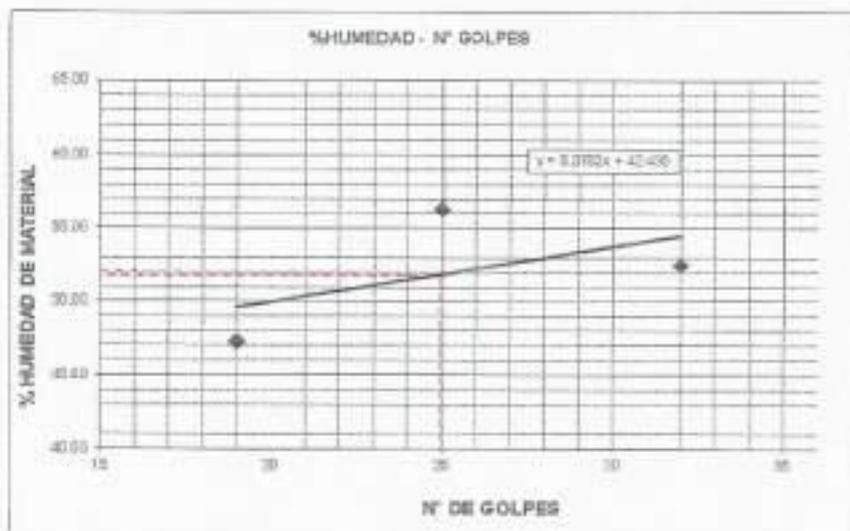




LIMITE LIQUIDO Y LIMITE PLASTICO (MTC E-110, E-111, ASTM D-4318 y MTC E-110, AASHTO T89, T90)

SOLICITA : BACH: CERNA ESPINOZA GERSON VICTOR
 TESIS : RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL MORTERO SUSTITUYENDO DEL CEMENTO EN 18 %
 POR EL POLVO DE CONCHAS DE ABANICO (ARGOPECTEN PURPURATUS) Y POR ARCILLA-CARHUAZ
 MATERIAL : ARCILLA
 LUGAR : CARHUAZ - ANCASH
 FECHA : 27-11-2018
 PROF(m) : 1.00

Nro. DE ENSAYO	LIMITE LIQUIDO			LIMITE PLASTICO		
	1	2	3	1	2	3
PESO TARA + SUELO HUMEDO (gr.)	36.50	36.90	36.80	24.40	27.22	24.00
PESO TARA + SUELO SECO (gr.)	30.20	30.20	30.80	23.40	26.30	23.20
PESO DE LA TARA (gr.)	18.20	18.30	18.10	18.40	21.20	18.00
PESO DEL AGUA (gr.)	8.30	8.70	8.00	1.00	0.92	0.80
PESO SUELO SECO (gr.)	12.00	11.90	12.70	5.00	5.10	5.20
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	52.50	56.30	47.24	20.00	18.04	15.38
Nro. DE GOLPES	32	25	19	17.81		



LIMITE LIQUIDO (MTC E-110, ASTM D-4318 y AASHTO T89)		
LL :	%	51.89

LIMITE PLASTICO (MTC E-111, ASTM D-4318 y AASHTO T90)		
LP :	%	17.81

INDICE DE PLASTICIDAD ASTM D-438		
IP :	%	34.08

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

Jorge Montañez Reyes
 Ing. Jorge Montañez Reyes
 J.E.P.S.



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

SOLICITA : BACHICERNA ESPINOZA GERSON VICTOR
TESIS : EXISTENCIA A LA COMPRESION DEL MORTERO SUSTITUYENDO DEL CEMENTO EN 10 % POR EL POLVO DE CONCHAS DE ABANICO (ARGOPECTEN PURPURATUS) Y POR ARCILLA-CARIJAZ
LUGAR : CHIMBOTE-SANTA ANCA
CANTERA : VESIQUE
MATERIAL : ARENA GRUESA
FECHA : 27/11/2018

PRUEBA N°	01	02
TARA N°		
TARA + SUELO HUMEDO (gr)	1120.8	1135.8
TARA + SUELO SECO (gr)	1116.9	1131.7
PESO DEL AGUA (gr)	3.9	4.1
PESO DE LA TARA (gr)	202.5	196.7
PESO DEL SUELO SECO (gr)	914.4	945
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	0.43	0.43
PROM. CONTENIDO HUMEDAD (%)	0.43	



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



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

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

SOLICITA : BACHILLERNA ESPINOZA GERSON VICTOR
 TESIS : EXISTENCIA A LA COMPRESION DEL MORTERO SUSTITUYENDO DEL CEMENTO EN 10 % POR EL POLVO DE CONCHAS DE ROMANO (ARGOPLECTEN PURPURATUS) Y POR ARCILLA-CARISLAZ
 LUGAR : CHIMBOTE-SANTA ANCAHUSH
 CANTERA : VESIGUE
 MATERIAL : ARENA GRUESA
 FECHA : 27/11/2010

PESO UNITARIO SUELTO

Ensayo N°	01	02	03
Peso de molde + muestra	7700	7750	7700
Peso de molde	3350	3350	3350
Peso de muestra	4350	4400	4350
Volumen de molde	2783	2783	2783
Peso unitario (Kg/m ³)	1563	1581	1563
Peso unitario prom. (Kg/m ³)	1562		
CORREGIDO POR HUMEDAD	1562		

PESO UNITARIO COMPACTADO

Ensayo N°	01	02	03
Peso de molde + muestra	8300	8200	8250
Peso de molde	3350	3350	3350
Peso de muestra	4950	4850	4900
Volumen de molde	2783	2783	2783
Peso unitario (Kg/m ³)	1779	1743	1761
Peso unitario prom. (Kg/m ³)	1761		
CORREGIDO POR HUMEDAD	1753		





ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO AGREGADO FINO (ASTM C 136-06)

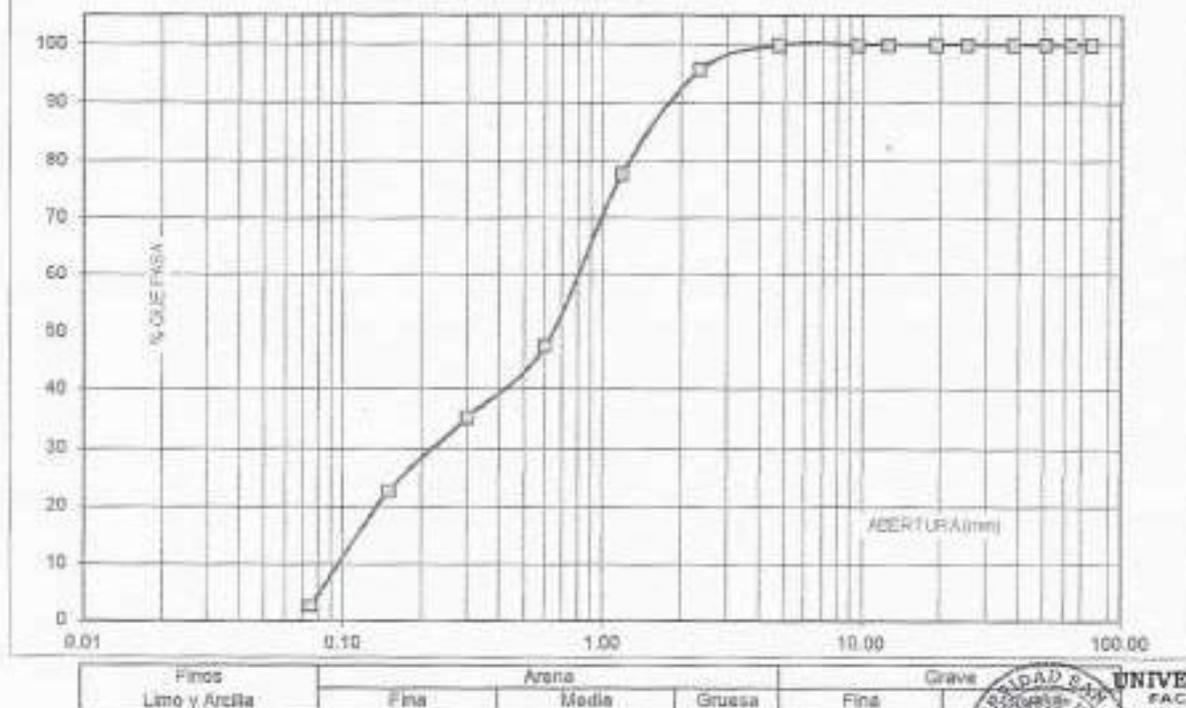
SOLICITA : BACHICERNA ESPINOZA GERSON VICTOR
 TESIS : ESISTENCIA A LA COMPRESION DEL MORTERO SUSTITUYENDO DEL CEMENTO EN 18 % POR EL POLVO
 DE CONCHAS DE ABANICO (ARGOPECTEN PURPURATUS) Y POR ARCILLA-CARHUAZ
 LUGAR : CHIMBOTE-SANTA-ANCASH
 CANTERA : VESIQUE
 MATERIAL : ARENA GRUESA
 FECHA : 27/11/2016

TAMIZ		Peso retenido	% ret. Parcial	% ret. Acum.	% Que pasa
N°	Abert. (mm)	(gr.)	(%)	(%)	(gr.)
3"	76.20	0.0	0.0	0.0	100.0
2 1/2"	63.50	0.0	0.0	0.0	100.0
2"	50.80	0.0	0.0	0.0	100.0
1 1/2"	38.10	0.0	0.0	0.0	100.0
1"	25.40	0.0	0.0	0.0	100.0
3/4"	19.10	0.0	0.0	0.0	100.0
5/8"	15.80	0.0	0.0	0.0	100.0
3/8"	9.50	0.0	0.0	0.0	100.0
N° 4	4.75	0.0	0.0	0.0	100.0
N° 8	2.36	21.50	4.3	4.3	95.7
N° 16	1.18	90.00	18.0	22.3	77.7
N° 30	0.60	150.40	30.1	52.4	47.6
N° 50	0.30	61.60	12.3	64.7	35.3
N° 100	0.15	63.00	12.6	77.3	22.7
N° 200	0.08	99.60	19.9	97.2	2.8
PLATO	ASTM C-117-04	13.90	2.8	100.0	0.0
TOTAL		500.0	100.0		

PROPIEDADES FISICAS	
Módulo de Fineza	2.21

OBSERVACIONES
La Muestra tomada identificada por el solicitante.

CURVA GRANULOMÉTRICA



Finos	Arena			Grave
Limo y Arcilla	Fina	Medio	Gruesa	Fina



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



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

SOLICITA : BACHICERNA ESPINOZA GERSON VÍCTOR
 TESIS : RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL MORTERO SUSTITUYENDO DEL CEMENTO EN 10 % POR EL POLVO
 DE COMCHAS DE ABANICO (ARGOPLECTEN PURPURATUS) Y POR APOLLA-CARHUAZ
 LUGAR : CHIMBOTE-SANTA ANCAASH
 CANTERA : VESIQUE
 MATERIAL : ARENA GRUESA
 FECHA : 27/11/2015

A	Peso de material saturado superficialmente seco (aire)	gr	300.00	300.00
B	Peso de picnometro + agua	gr	862.00	862.00
C	Volumen de masa + volumen de vacios (A+B)	cm ³	962.00	962.00
D	Peso de picnometro + agua + material	gr	853.00	853.00
E	Volumen de masa + volumen de vacios (C-D)	cm ³	109.00	109.00
F	Peso de material seco en estufa	gr	298.00	298.00
G	Volumen de masa (E-(A-F))		107.00	107.00
H	P.a. Bulk (Base Seca)	F/E	2.734	2.734
I	P.a. Bulk (Base Saturada)	A/E	2.752	2.752
J	P.a. Apparente (Base Seca)	F/E	2.785	2.785
K	Absorción (%) ((D-A)/A)x100		0.67	0.67

P.a. Bulk (Base Seca) : 2.734
 P.a. Bulk (Base Saturada) : 2.752
 P.a. Apparente (Base Seca) : 2.785
 Absorción (%) : 0.67





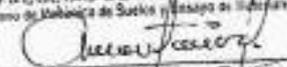
DETERMINACION DE PESO ESPECIFICO

(Frasco de Le Châtelier)

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

SOLICITA : BACH: CERNA ESPINOZA GERSON VICTOR
YESIS : ESISTENCIA A LA COMPRESION DEL MORTERO SUSTITUYENDO DEL CEMENTO EN 18 % POR EL POLVO DE CONCHAS DE ABANICO (ARGOPECTEN PURPURATUS) Y POR ARCILLA-CARHUJAZ
MATERIAL : CONCHA DE ABANICO 100%
FECHA : 27/11/2018

PRUEBA N°		01	02
FRASCO N°			
LECTURA INICIAL	(ml)	0.00	0.00
LECTURA FINAL	(ml)	19.80	19.80
PESO DE MUESTRA	(gr)	64.00	64.00
VOLUMEN DESPLAZADO	(ml)	19.80	19.80
PESO ESPECIFICO		3.232	3.232
PESO ESPECIFICO PROMEDIO	(gr / cm ³)	3.232	

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

Ing. Jorge Montañez Reyes
JEFC



DETERMINACION DE PESO ESPECIFICO

[Frasco de Le Chaleitr]

[Según ASTM C 138, AASHTO T 133 y NTC E 610-2000]

SOLICITA : BACH: CERNA ESPINOZA GERSON VICTOR
TESIS : EXISTENCIA A LA COMPRESION DEL MORTERO SUSTITUYENDO DEL CEMENTO EN 10 % POR EL POLVO DE CONCHAS DE ABANICO (ARGOPECTEN PURPURATUS) Y POR ARCILLA-CARHUAZ
MATERIAL : ARCILLA 100%
FECHA : 27/11/2018

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 INGENIERÍA
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES
Ing. Jorye Montañez Reyes
JEFE



DETERMINACION DE PESO ESPECIFICO

[Frasco de Le Chaleteir]

(Según ASTM C 388, AASHTO T 133 y MTCE 610-2000)

SOLICITA : BACH. CERNA ESPINOZA GERSON VICTOR
TESIS : RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL MORTERO SUSTITUYENDO DEL CEMENTO EN 18 % POR EL POLVO DE CONCHAS DE ABANICO (ARGOPECTEN PURPURATUS) Y POR ARCILLA-CARHUJAZ
MATERIAL : CEMENTO+ CONCHA DE ABANICO+ARCILLA
FECHA : 27/11/2018

PRUEBA N°		01	02
FRASCO N°			
LECTURA INICIAL	(ml)	0.00	0.00
LECTURA FINAL	(ml)	17.80	17.80
PESO DE MUESTRA	(gr)	64.00	64.00
VOLUMEN DESPLAZADO	(ml)	17.80	17.80
PESO ESPECIFICO		3.596	3.596
PESO ESPECIFICO PROMEDIO	(gr / cm ³)	3.596	


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



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

SOLICITA : BACH. CERRA ESPINOZA GERSON VICTOR
TÍTULO : EXISTENCIA A LA COMPRESION DEL MORTERO SUSTITUYENDO DEL CEMENTO EN 18 % POR EL POLVO
DE CONCHAS DE ABANICO (ARGOPECTEN PURPURATUS) Y POR ARCILLA CARILIAZ.
LUGAR : CHIMBOTE-SANTA, ANCASH
MATERIAL : ARENA GRUESA
FECHA : 27/11/2018
RELACION : AGUA / CEMENTO 0.405

D(FLUIDEZ)	DIAMETRO PROMEDIO	DIAMETRO INICIAL	FLUIDEZ %
11.75	11.79	10.18	16.02
11.80			
11.85			
11.75			

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

UNIVERSIDAD SAN PEDRO
FACULTAD DE INGENIERÍA
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES
Ing. Joryc Montañez Reyes
JEFC



**ENSAYO PARA LA DETERMINACION DE FLUIDEZ DE LAS PASTAS DE
MORTERO-EXPERIMENTAL 18%
(MTC E 616-NTP 334.126)**

SOLICITA : BACH. CERRA ESPINOZA GERSON VICTOR
TESIS : EXISTENCIA A LA COMPRESION DEL MORTERO SUSTITUYENDO DEL CEMENTO EN 15% POR EL POLVO
DE CONCHAS DE ABANICO (ARGOPECTEN PURPURATUS) Y POR ARCILLA-CARHUAZ
LOGAR : CHIMBOTE-SANTA ANA-CASHI
MATERIAL : ARENA GRUESA
FECHA : 27/11/2018
RELACION : AGUA / CEMENTO 0.485

D(FLUIDEZ)	DIAMETRO PROMEDIO	DIAMETRO INICIAL	FLUIDEZ %
11.80	11.86	10.16	16.76
11.85			
11.90			
11.90			

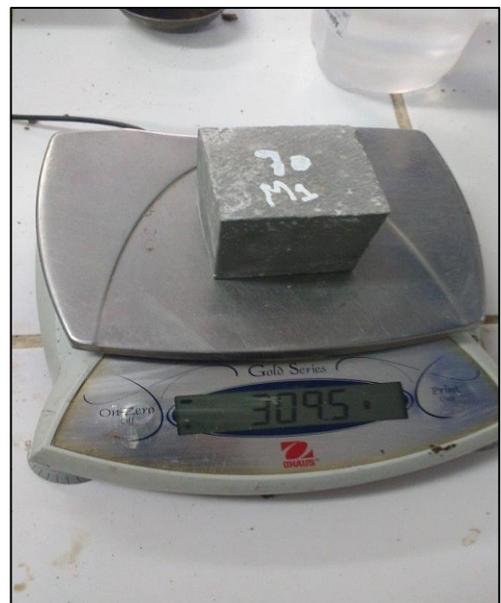
OBSERVACIÓN : La fluidez se debe encontrar dentro del rango: 110 +/-5%

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

ANEXO N° 08
IMAGENES



MEZCLA DE ARCILLA-CONCHADE ABANICO. POSTERIORMENTE MEZCLA CON EL CEMENTO



PESO ANTES DE CURADO Y PESO DESPUES DE CURADO



ENSAYO A LA COMPRESION PARA MORTERO – LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES (UNI)



MORTERO DESPUES DE ENSAYAR

