

UNIVERSIDAD SAN PEDRO

FACULTAD DE INGENIERÍA

PROGRAMA DE ESTUDIOS DE INGENIERÍA CIVIL



**Resistencia a la compresión del mortero sustituyendo
al cemento por arcilla y concha de lapicero**

**Tesis para obtener el título profesional de Ingeniero
Civil**

Autor

Montes Bocanegra, Victor Raul

Asesor

Urrutia Vargas, Segundo

Chimbote – Perú

2020

PALABRAS CLAVES

Tema	Resistencia a la compresión
Especialidad	Tecnología de concreto

KEY WORDS:

Theme	Compressive strength
Speciality	Concrete technology

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN

Programa	Ingeniería Civil
Línea de Investigación	Construcción y Gerencia de la Construcción
Área	Ingeniería y tecnología
Subarea	Ingeniería Civil
Disciplina	<ul style="list-style-type: none">• Ingeniería Civil

TÍTULO:

Resistencia a la Compresión del Mortero sustituyendo al Cemento por Arcilla y
Concha de Lapicero

TITLE:

Resistance to the compression of the mortar replacing the cement by arcilla and
concha de lapicero

RESUMEN

El presente proyecto de investigación evaluó la resistencia a la compresión del mortero patrón y experimental, se reemplazó el cemento en combinaciones de 15 y 21% compuestos por arcilla y concha de lapicero, con el objetivo de cumplir las especificaciones técnicas de la norma peruana.

Los Ensayos realizados en el presente estudio de investigación son: Ensayo de fluidez, Ensayo de fluorescencia de Rayos X aplicados a la arcilla y concha de lapicero, así como también se realizaron los ensayos de resistencia a la compresión.

La arcilla es de tipo caolinita la cual fue activada a 900°C por 1:30h, la concha de lapicero a 870°C por 3h, obteniendo altos contenidos de Oxido de Sílice y Oxido de Calcio, siendo materiales puzolánicos. Las combinaciones de 15% y 21% tiene la proporción 1:2.

El resultado promedio obtenido mediante ensayo de la Resistencia a la Compresión a los 3, 7 y 28 días de curado con respecto al mortero patrón se obtuvo 268.42 kg/cm², 359.14 kg/cm² y 478.96 kg/cm², a comparación de la resistencia obtenida del mortero experimental con 15% de sustitución siendo el resultado a los 3, 7 y 28 días 207.78 kg/cm², 320.03 kg/cm², y 414.01 kg/cm², disminuyendo a los 3 días 22.59%, a los 7 días 10.89% y a los 28 días 13.56% y en referencia al mortero experimental con 21% de sustitución siendo su resistencia a los 3, 7 y 28 días 178.52 kg/cm², 271.36 kg/cm² y 381.18 kg/cm², disminuyendo a los 3 días 33.49 %, a los 7 días 24.44 y a los 28 días 20.42% en referencia al mortero patrón, .

ABSTRACT

The present research project evaluated the compression resistance of the standard and experimental mortar, the cement was replaced in combinations of 15 and 21% composed of clay and pencil shell, in order to meet the technical specifications of the Peruvian standard.

The tests carried out in the present research study are: flow test, X-ray fluorescence test applied to clay and pencil shell, as well as the compression resistance test.

The clay is of the kaolinite type which was activated at 900 ° c for 2h, the pen shell at 870 ° c for 2:30 h, obtaining high contents of Silica Oxide and Calcium Oxide, being pozzolanic materials. The combinations of 15% and 21% have a 1: 2 ratio.

The average result obtained by means of the Compressive Strength test at 3, 7 and 28 days of curing with respect to the standard mortar was obtained 268.42 kg / cm², 359.14 kg / cm² and 478.96 kg / cm², compared to the resistance obtained from the experimental mortar with 15% of substitution being the result at 3, 7 and 28 days 207.78 kg / cm², 320.03 kg / cm², and 414.01 kg / cm², decreasing at 3 days 22.59%, at 7 days 10.89% and at 28 days 13.56% and in reference to the experimental mortar with 21% replacement, its resistance at 3, 7 and 28 days being 178.52 kg / cm², 271.36 kg / cm² and 381.18 kg / cm², decreasing at 3 days 33.49% , at 7 days 24.44 and at 28 days 20.42% in reference to the standard mortar,.

ÍNDICE

Palabras Claves – Línea de Investigación.....	i
Título de la investigación.....	ii
Resumen.....	iii
Abstract.....	iv
Índice.....	v
Introducción.....	1
Metodología.....	20
Resultados.....	27
Análisis y Discusión.....	44
Conclusiones.....	47
Recomendaciones.....	48
Referencias Bibliográficas.....	49
Agradecimiento.....	51
Anexos y Apéndice.....	52

INDICE DE TABLA

Tabla N° 1: Cantidad de materiales a ser mezclados en un solo tiempo.....	9
Tabla N° 2: Especie Bivalvas.....	17
Tabla N° 3: Estudios sobre las posibilidades de uso de la concha de diferentes moluscos.....	18
Tabla N° 4: Tiempo de calcinación.....	30
Tabla N° 5: Tiempo de calcinación.....	32
Tabla N° 6: Composición química de arcilla de Quitaracsa.....	33
Tabla N° 7: Composición química de la Concha de Lapicero.....	34
Tabla N° 8: Ensayo de PH.....	35
Tabla N° 9: Fluidéz del Mortero Patrón.....	36
Tabla N° 10: Fluidéz del Mortero Experimental Sustituyendo al cemento en un 15%.....	36
Tabla N° 11: Fluidéz del Mortero Experimental Sustituyendo al cemento en un 21%.....	37
Tabla N° 12: Ensayo de resistencia a la compresión de los morteros patrón – 3 días de curado.....	37
Tabla N° 13: Ensayo de resistencia a la compresión de los morteros patrón – 7 días de curado.....	37
Tabla N° 14: Ensayo de resistencia a la compresión de los morteros patrón – 28 días de curado.....	37
Tabla N° 15: Ensayo de resistencia a la compresión de los morteros experimental – 3 días de curado.....	38
Tabla N° 16: Ensayo de resistencia a la compresión de los morteros experimental – 7 días de curado.....	38
Tabla N° 17: Ensayo de resistencia a la compresión de los morteros experimental – 28 días de curado.....	38
Tabla N° 18: Ensayo de resistencia a la compresión de morteros experimental –	

3 días de curado.....	39
Tabla N° 19: Ensayo de resistencia a la compresión de morteros experimental – 7 días de curado.....	39
Tabla N° 20: Ensayo de resistencia a la compresión de morteros experimental – 28 días de curado.....	39
Tabla N° 21: Promedio de la resistencia a la compresión del mortero patrón.....	39
Tabla N° 22: Promedio de la resistencia a la compresión del mortero experimental sustituyendo al cemento en 15%.....	40
Tabla N° 23: Promedio de la resistencia a la compresión del mortero experimental sustituyendo al cemento en 21%.....	41
Tabla N° 24: Promedio de la resistencia a la compresión del mortero patrón y experimental sustituyendo al cemento en 15% por arcilla de Quitaracsa y concha de lapicero.....	41
Tabla N° 25: Promedio de la resistencia a la compresión del mortero patrón y experimental sustituyendo al cemento en 21% por arcilla de Quitaracsa y concha de lapicero.....	43
Tabla N° 26: Promedio de la resistencia a la compresión del mortero patrón y experimental sustituyendo al cemento en 15% y 21% por arcilla de Quitaracsa y concha de lapicero.....	44

INDICE DE FIGURA

Figura N° 1: Guía De Campo Ilustrada Para Reconocimiento De Especies De Moluscos Bivalvos con Valor Comercial. (IMARPE, 2015).....	16
Figura N° 2: Diagrama de Holtz and Kovacs.....	28
Figura N° 3: Curva de pérdida de masa - Análisis Termo gravimétrico. (Laboratorio de polímeros de la UNT- Trujillo).....	29
Figura N° 4: Curva calorimétrica ATD. (Laboratorio de polímeros de la UNT- Trujillo)	30

Figura N° 5: Curva de pérdida de masa - Análisis Termo gravimétrico. (Laboratorio de polímeros de la UNT- Trujillo).....	31
Figura N° 6: Curva calorimétrica ATD. (Laboratorio de polímeros de la UNT- Trujillo)	32
Figura N° 7: Ensayo de PH. (Laboratorios de Ensayos Clínicos Biológicos e Industriales COLECBI).....	35
Figura N° 8: Potencial de Hidrogeno.....	36
Figura N° 9: Promedio de resistencia a la compresión del mortero patrón.....	40
Figura N° 10: Promedio de resistencia a la compresión del mortero experimental 15% de sustitución.....	40
Figura N° 11: Promedio de resistencia a la compresión del mortero experimental 21% de sustitución.....	41
Figura N° 12: Promedio de resistencia a la compresión de mortero patrón vs mortero experimental 15% de sustitución.....	42
Figura N° 13: Curva de promedio de resistencia a la compresión de mortero patrón vs mortero experimental 15% de sustitución.....	42
Figura N° 14: Promedio de resistencia a la compresión de mortero patrón vs mortero experimental 21% de sustitución.....	43
Figura N° 15: Curva de promedio de resistencia a la compresión de mortero patrón vs mortero experimental 21% de sustitución.....	44
Figura N° 16: Promedio de resistencia a la compresión de mortero patrón vs mortero experimental 15% y 21% de sustitución.....	45
Figura N° 17: Curva de promedio de resistencia a la compresión de mortero patrón vs mortero experimental 15% y 21% de sustitución.....	45

INTRODUCCIÓN

Se realizó la búsqueda de antecedentes referentes a la investigación de materiales puzolánicos, los mismos cuyo estudio de investigación van en concordancia al presente proyecto de investigación, en donde se quiere sustituir parcialmente al cemento por arcilla y moluscos para obtener mejor resistencia a la compresión.

Antecedentes Internacionales:

Almenares et al. (2016). Investigaron para la Revista MINERÍA & GEOLOGÍA, “EVALUACIÓN DE ARCILLAS CAOLINÍTIICAS DE MOAPARA LA PRODUCCIÓN DE CEMENTO DE BASE CLINQUER–ARCILLA CALCINADA-CALIZA (LC3)”. Tuvo por objetivo estudiar materiales arcillosos para hallar su potencialidad como material cementicio, se realizó el ensayo de Difracción de Rayos X (RX), este ensayo reveló que la arcilla contiene alto aluminio, moderado contenido de caolinita. Su activación térmica adecuada de la arcilla es de 650 °C y 800 °C, de acuerdo a los resultados en el ensayo se evaluó que cuentan con un carácter puzolánico. La conducta de la resistencia a la compresión al sustituir al clínquer por 30 % de arcilla calcinada y 15% de caliza se obtuvieron a los 3 días 22 Mpa, 7 días 33 Mpa y 28 días 44 Mpa, teniendo mejores resultados que el patrón, para obtener una buena resistencia se debe calcinar a 850° C.

Taylor, S., Lamon, E., Montar, K., & Juenger, M. (2015). Realizaron una investigación para la Revista ELSEVIER, “CAOLINITA CALCINADO – ARCILLA DE BENTONITA SE MEZCLA COMO MATERIALES CEMENTICIOS”. Mediante el artículo se investigó la calcinación de arcilla caolinita, bentonita mezclada con impurezas, se realizó el ensayo de difracción de rayos x cuantitativa (RQXRD), el cual obtuvo 62.21% de dióxido de silicio y 20.07% de aluminio y se demostró ser útil para medir inicialmente contenido amorfo post-calcinación, se calcinó la arcilla en las siguientes temperaturas a 650° C, 830° C y 930° C, por lo tanto este artículo sostiene que se obtuvo una resistencia de 50 Mpa a los 28 días, dado a ello se recomienda calcinar a una temperatura de 650° C, para obtener mejor resistencia a la compresión.

Wan, et al. (2017). Desarrollaron un estudio para la Revista Ciencia e ingeniería de materiales, “UNA REVISIÓN SOBRE LAS CENIZAS DE CONCHAS MARINAS COMO REEMPLAZO PARCIAL DE CEMENTO” .El objetivo del presente trabajo de investigación es crear un entorno sostenible y reducir los problemas del calentamiento global sustituyendo el concreto con conchas marinas (ostra, berberecho, caracol, bígaro, almeja, mejillón), como reemplazo de cemento que producirá mejor concreto en términos de composición química, gravedad específica, resistencia a la compresión, resistencia a la flexión y resistencia a la tracción. Los resultados muestran que el porcentaje óptimo de conchas marinas como reemplazo de cemento es entre 4 - 5%, sin embargo se obtuvo mayor resistencia a la compresión del hormigón de concha de almeja ya que fue mayor que la muestra de control que es 34 MPa (7 días de curado) y 39.8 MPa (28 días de curado) mientras para la muestra de control, el valor fue de 33.8 MPa (curado de 7 días) y 37 MPa (curado de 28 días).

Adekunle, A., Shodolapo, F., & Kamoru, I. (2015). En su investigación para la Revista Internacional de Investigación Científica e Ingeniería, “UTILIZACIÓN DE CONCHAS DE MOLUSCOS PARA HORMIGÓN PRODUCCIÓN PARA EL MEDIO AMBIENTE SOSTENIBLE”. Su objetivo fue evaluar el desempeño de conchas de moluscos (bígaro, ostras y berberechos) como agregados y la ceniza de la cáscara en reemplazo parcial para Portland ordinaria cemento (OPC) en la producción de hormigón, realizó el ensayo de fluorescencia de rayos x para obtener la composición química de los moluscos obteniendo un 61.95% de óxido de calcio. En ese sentido destacó un mejor resultado sustituyendo el cemento en 5% de berberechos cubierta gruesa (CCS) dando un valor de resistencia de 28 N/mm² (curado de 28 días) en comparación a los diferentes porcentajes de sustitución, es decir al 10% - 15% - 20% - 25% y 30%; a su vez también destacó un mejor resultado sustituyendo en un 10% de conchas gruesas de bígaro (PCS) dando un valor de resistencia de 29 N/mm² (curado de 28 días) en comparación a los diferentes porcentajes estudiados; es decir, 20% - 30% - 40% y 50%.

Julián, C, et al. (2016). Realizaron la investigación, “RESISTENCIA EN MORTERO CON CEMENTO SUSTITUIDO AL 50% POR RESIDUOS DE CHANQUE Y BAMBÚ”. Mediante el artículo de investigación fue encontrar una aplicación de los residuos calcáreos de chanque y las hojas de bambú, el chanque fue calcinado por un tiempo de 3 horas, desarrollando alto contenido de óxido de calcio siendo uno de los componentes químicos principales del cemento.

Antecedentes Nacionales:

González, H. (2017). En su investigación titulada: “RESISTENCIA DEL MORTERO CON CEMENTO SUSTITUIDO POR EL 13% POR UNA COMBINACION DE ARCILLA Y CONCHA CUCHARA”. Siendo esta investigación experimental de nivel cuasi-experimental. El informe de investigación contiene los resultados de la utilización proveniente de la combinación de arcilla activada (10%), y concha cuchara triturada (pulverizada) (3%), en comparación con un diseño patrón convencional, obteniendo como resultado que, a los 28 días de curado de mortero en ambos diseños, el diseño patrón llega a una resistencia de 207.89 kg/cm², mientras que el diseño experimental sobrepasa su resistencia por 99.23 kg/cm², llegando a 307.12 kg/cm²; siendo este su máxima resistencia obtenida en relación al tiempo de curado.

Lozano, C. (2018). En su investigación titulada: “RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y ABSORCIÓN DE UN MORTERO SUSTITUYENDO EL CEMENTO POR 36% DE ARCILLA ACTIVADA DE ACOPAMPA-CARHUAZ Y 12% DE CONCHA DE ABANICO”. Siendo una investigación experimental de nivel cuasi-experimental. Se evaluó 2 tipos de materiales inorgánicos y orgánicos para sustituir al cemento (36% de arcilla activada de Arcopamba - Carhuaz y 12% de concha de abanico), evaluando que cumpla con la norma peruana, para precisar y comparar los resultados de resistencia a la compresión y absorción del mortero patrón, donde se sustituyó al cemento por concha de abanico molida (pulverizada) en un 12%, arcilla activada en un 36%; obteniendo como resultado en el ensayo de resistencia a la compresión siendo su promedio, a los 3 días 166.34 kg/cm², a los 7 días 234.32 kg/cm² y a los 28 días 406.11 kg/cm². Al sustituir el 36% de arcilla activada y 12%

de concha de abanico, la resistencia a la compresión promedio reduce en 43.15% a los 3 días, a los 7 días en 12.17% y a los 28 días disminuye en 43% referente al mortero patrón, disminuyendo notablemente.

Carrillo, R. (2018). En su investigación titulada: “SUSTITUCIÓN DEL CEMENTO POR 8% Y 16% EN COMBINACIÓN DEL MOLUSCO TRACHY CARDIUM PROCERUM (PATA DE MULA) Y DE HOJA DE EUCALIPTO EN MORTERO Y DETERMINAR SU RESISTENCIA”. Siendo una investigación experimental de nivel cuasi-experimental. Evaluó la resistencia a la compresión de un mortero que cumpla las características de resistencia según el reglamento, sustituyendo parcialmente el cemento por ceniza de hoja de eucalipto y ceniza de concha de pata de mula, el presente trabajo se realizó con una proporción 1:2.

obtuvo como resultado en el ensayo de resistencia a la compresión siendo su promedio, a los 3 días 307.15 kg/cm², a los 7 días 314.49 kg/cm² y a los 28 días 324.77 kg/cm². Al sustituir el 10% por ceniza de concha de pata de mula y 6% ceniza de hoja de eucalipto, la resistencia a la compresión promedio a los 3 días 312.70 a los 7 días 320.03 kg/cm² y a los 28 días 327.00 kg/cm², obteniendo una mayor resistencia referente al mortero patrón.

Justificación:

El presente estudio de investigación se justifica con la finalidad de medir la resistencia a la compresión del mortero reemplazando al cemento parcialmente a base de arcillas y concha de lapicero, donde se beneficiarán desde el nivel local como el distrito de Chimbote y con su utilización a gran a escala se espera el presente proyecto sea elaborado a nivel Nacional.

En ese sentido, el proyecto de investigación adquiere una propuesta científica para lo que se espera poder mejorar la resistencia del mortero manipulando de manera parcial al cemento al sustituirlo por arcilla y molusco; aprovechando la abundancia que existe del molusco sobre la Provincia del Santa así como en todo el litoral Costeño del Perú, cabe precisar que el molusco tiene alto contenido en calcio, por otro lado la arcilla se encuentra en las 3 regiones del Perú indicando a su vez que la arcilla tiene alto contenido en sílice, ambos componentes químicos conforman gran porcentaje sobre las propiedades del cemento favoreciendo su sustitución por dichos materiales tanto orgánicos como inorgánicos.

La utilización de la concha de lapicero “moluscos” habilita la posibilidad de reducir el alto grado de contaminación ambiental existente ya que, por parte de la valva de la concha de lapicero sería reutilizado, debido que sólo el sífon es usado como ingredientes en comidas peruanas, siendo la valva desechada al no encontrarle el uso adecuado; dado a ello en el presente estudio de investigación se le da la importancia al alto grado que genera al ser desechado la valva de la concha de lapicero.

Sin dejar de lado, la arcilla se encuentra en su estado natural proveniente de rocas sedimentadas descompuestas contenidas por material de silicatos de aluminio hidratados, proveniente de la separación de rocas que incluyen granito así como feldespato; debido a ello, posibilita su explotación para la utilización de la misma al ser un material inorgánico no nocivo al no alcanzar un grado de contaminación elevado en comparación de la producción del cemento convencional puesto que, su grado de calcinación se encuentra en un rango $800^{\circ}\text{C} - 900^{\circ}\text{C}$ para obtener como resultado el óxido de sílice, dicho componente químico que sería utilizado a favor de la sustitución del cemento.

Actualmente la idea de realizar un mortero no contaminante para la aplicación en la rama de la ingeniería sería una alternativa a favor de la construcción de edificaciones queriendo obtener un mortero con resistencia elevada en comparación del mortero tradicional y a su vez generar un menor costo en su producción, siendo esto factible a la accesibilidad de familias con bajos recursos económicos.

Con lo antes mencionado se formula el siguiente problema:

¿En qué medida se modificará la resistencia a compresión del mortero al sustituir el cemento en un 15% (5% de arcilla activada y 10% por polvo de concha de lapicero) y en un 21% (7% de arcilla activada y 14% por polvo de concha de lapicero) en comparación a un mortero convencional?

Mortero

Los morteros o los concretos hidráulicos están constituidos en un alto porcentaje de agregados (50-80% en volumen), por lo tanto, no son menos esenciales a la pasta del cemento endurecida, el agua libre, el aire incorporado, el aire naturalmente atrapado, o los aditivos, por lo contrario, una gran parte de las características de las mezclas de mortero o de concreto tanto en el estado plástico de la forma de estado endurecido, dependen de aquellas características y propiedades de los agregados, los cuales deben ser estudiados para conseguir morteros o concretos económicos y de buena calidad. **(Rivera,2013, p.41).**

Definición del mortero

Se denomina mortero, en el aspecto más general a la mezcla natural o artificial de elementos cuyas características constructivas fundamentales sea inicialmente su plasticidad, que permite cierta trabajabilidad y moldeo según el requerimiento, y que posteriormente evidencie ganancia de elasticidad mientras endurece, acción que proporcionará un grado de resistencia mecánica(compresión); factores que lo hacen útil como material de construcción; generalmente estas mezclas deben ser inorgánicas y deben estar formados por: material árido ,aglomerante y aditivos (según su finalidad) El mortero estará conformado por el compuesto de aglomerantes y de agregado fino

los cuales se agregará una cantidad máxima de agua que genere una mezcla trabajable, sin segregación del agregado y adhesiva.

Propiedades en estado plástico

✓ **Retención del agua**

Es la medida de la cualidad del mortero que conserva su plasticidad cuando quede en contacto en una superficie absorbente, así como una unidad de mampostería. El agua tiene una retención que incide en la rapidez del endurecimiento y la resistencia a compresión del mortero, que afecta la hidratación del cemento. (NTP 334.057)

Propiedades en estado endurecido

✓ **Resistencia a la compresión (NTP 334.051):** Propiedad mecánica que le permite al mortero soportar a compresión.

✓ **Durabilidad:** Es la resistencia a los agentes externos como las bajas temperaturas, la penetración del agua, desgaste por abrasión, retracción al secado, eflorescencias, agentes corrosivos, o choques térmicos, entre otros, sin deterioro de sus condiciones físico-químicas con el tiempo.

Resistencia a la Compresión

Una vez empleado en la obra, el mortero debe desempeñarse como una unión resistente. Se necesita que la resistencia a la compresión sea alta cuando el mortero tiene que soportar cargas altas y consecutivas. Siendo esta una prueba de los valores de los esfuerzos de tensión y corte.

Existen dos leyes fundamentales que se utilizan en la resistencia del mortero el cemento está compuesto por diferentes proporciones y volúmenes de agregado, dice la primera: con el mismo agregado, el mortero más impermeable y resistente es el que tiene un mayor porcentaje de cemento en un volumen dado de mortero; y la segunda: con el mismo porcentaje de cemento en volumen de mortero, el más impermeable y resistente es el que tenga la mayor densidad, o sea es el que contenga un mayor porcentaje de volumen de materiales sólidos.

Cada fragmento conseguido del ensayo a flexión se ensayará a la compresión, en sección de 50 x 50 mm, la carga aplicada a las dos caras provenientes de las laterales del moldaje, acomodado en medio de las placas de la máquina de compresión. La velocidad de la carga será tal que la presión sobre el mortero incremente entre 10 y 20 kg/cm²/seg. Hasta la mitad de la carga de ruptura, podrá incrementar la carga a mayor velocidad, en todo caso el tiempo de cada ensayo será menor o igual a 10 segundos **(NTP 334.051)**.

Según norma ASTM C-109M “**Standard Test Method for Compressive Strength of Hydraulic Cement Mortars (Using 2-in. or [50-mm] Cube Specimens)**” (Método de ensayo estándar para la resistencia a la compresión de morteros de cemento Portland usando cubos de 2 pl. o 50 mm)

Clasificación de los morteros de acuerdo a su resistencia

Los morteros se clasifican en cinco tipos según su resistencia a la compresión ($f'c$). Así, tenemos desde el “M” resiste 175 kg/cm² hasta el “K” que resiste 5kg/cm².

En el siguiente cuadro se muestra dicha clasificación, acompañada del tipo de mortero que comúnmente se usa para construir un muro.

Los morteros plásticos tienen buena adherencia, una gran capacidad de retención de agua y no requieren de superficies húmedas para su colocación, siendo los más adaptables y la utilización en mampostería es mayor, tal que permiten una íntima unión entre las piezas.

La mayor parte de los estudios de adherencia de morteros son hechos en especímenes almacenados al aire. Esta condición no permite una normal hidratación del cemento que se requiere para garantizar una adherencia correcta entre las unidades del mortero y mampostería. Sin curado húmedo, los morteros con contenido de humedad mayor logran un mejor curado y obtienen mayor resistencia a la adherencia. Los ensayos de los morteros que contienen cal almacenados al aire favorecen a porque ésta mantiene mayor cantidad de agua.

Dosificación del mortero

Norma Técnica Peruana (NTP) 334.051, 2013. Esta norma determina que la resistencia a la compresión en morteros de cemento Portland, se establece llevando los

especímenes de 50 mm por lado a la rotura, elaborados con morteros consistentes en 2,75 partes de arena de 1 parte de cemento dosificado en masa.

La relación de agua/cemento (a/c) para todo el cemento portland sin aire incorporado debe de ser 0.485.

La cantidad de materiales a ser mezclados en una tanda de mortero para elaborar 6 y 9 especímenes de ensayo en un solo tiempo será tal como sigue:

TABLA 1

Cantidad de materiales a ser mezclados en un solo tiempo.

<i>Materiales</i>	<i>Numero de especímenes</i>	
	<i>6</i>	<i>9</i>
Cemento, g	500	740
Arena, g	1375	2035
Agua	242	359

Fuente: Norma Técnica Peruana (NTP) 334.051, 2013

Tecnología del Concreto

Cemento

Siendo un material pulverizado que contiene óxido de calcio y además: sílice, alúmina y óxido de hierro y que forma, una adición una apropiada cantidad de agua, es una pasta conglomerante con capacidad de endurecer tanto con el agua que con en el aire. Las cales hidráulicas, cales aéreas y yesos se excluyen. **(Rivera, 2013, p.18).**

Cemento Portland

Los cementos portland son aquellos cementos hidráulicos que están compuestos principalmente de silicatos hidráulicos de calcio. Los cementos hidráulicos fraguan y endurecen por efecto a la reacción química con el agua. Durante la reacción, llamada hidratación, el agua al mezclarse con el cemento forma una masa similar a una piedra, llamada pasta. Cuando se añade la pasta (cemento y agua) a los agregados (arena y grava, piedra triturada piedra machacada, pedrejón u otro material granular, la pasta reacciona como un adhesivo y une los agregados para formar al concreto, son los materiales de construcción más versátil y más utilizados en el mundo, producto que se

consigue por la pulverización del clinker Portland, con la agregación de una o más formas de sulfato de calcio. Se recibe la agregación de otros materiales siempre y cuando la agregación no influya las propiedades del cemento. Todos los materiales agregados deben ser pulverizados simultáneamente con el clinker.

La hidratación inicia cuando el cemento entra en unión con el agua. En la superficie de cada fragmento del cemento, formada por una capa fibrosa que progresivamente se reproduce hasta lograr un enlace con la capa fibrosa de otra partícula del cemento o se llegue adherir a las sustancias adyacentes. La evolución de las fibras resulta en la rigidización, endurecimiento y avance sucesivo de la resistencia. La rigidización del mortero puede identificarse por la pérdida de trabajabilidad, lo cual generalmente sucede después de las 3 horas del mezclado, pero requiere de la composición y finura del cemento, de cualquier aditivo usado, de las proporciones de la mezcla y de las condiciones de la temperatura. Consecuentemente, el mortero fragua y se endurece.

Fabricación del Cemento Portland

El cemento portland es fabricado por la pulverización del clínker, principalmente consiste en silicatos de calcio hidráulicos. El clínker además incluye algunos aluminatos de calcio y ferroaluminatos de calcio y una o más formas de sulfato de calcio (yeso), se tritura a la vez con el clínker para su elaboración del producto final. Los materiales utilizados para su elaboración del cemento portland contienen cantidades correctas de los compuestos de calcio, sílice, alúmina e hierro. A lo largo de la fabricación, se realiza el análisis químico frecuente de todos los materiales que garantice un cemento de alta calidad y uniforme.

Se tritura y se dosifican de tal manera que el polvo resultante contenga la composición deseada. El polvo crudo es usualmente una mezcla de material calcáreo carbonato de calcio), así como la caliza y material arcilloso (sílice y alúmina), así como la arcilla, pizarra (esquisto) o escoria de alto horno. El cemento se elabora tanto por vía seca como por la vía húmeda. En la evolución de la vía seca, las operaciones de la molienda y mezcla se realizan con los materiales secos, ya el proceso vía húmeda los materiales se mezclan con el agua en la forma de lechada. En otros aspectos, el proceso seco y el

proceso húmedo son muy similares. La Figura 2-4 ilustra desarrollos tecnológicos importantes, los cuales se pueden mejorar significativamente la producción y la eficacia energética de las plantas con proceso seco.

Después del mezclado, la materia prima es alimentada en la parte de arriba del horno. El polvo crudo pasa por lo largo del horno en una tasa controlada la inclinación y la velocidad de rotación del horno. El combustible (carbón, aceite nuevo o reciclado, fuel-oil, gas natural, llantas de goma y subproductos) se fuerza hacia la parte inferior del horno donde las temperaturas de 1400°C a 1550°C cambian químicamente el material crudo en clínker, pelotitas grises con tamaño predominante de canicas, (Kosmatka, Kerkhoff, Panarese, & Tanesi, 2004)muestra el proceso de producción del clínker desde la alimentación de la materia prima hasta el producto final.(**Portland Cement Association, pp.25-29**).

Arcilla

El término de la arcilla se usa usualmente con significados diferentes:

- ❖ Según el punto de vista mineralógico, abarca un grupo de minerales (minerales de arcilla), filosilicatos en una gran parte, cuyas propiedades físico-químicas dependen de la estructura y del tamaño de grano, muy fino (inferior a 2 mm).
- ❖ La arcilla proviene de una roca sedimentaria desde el punto de vista petrológico, la mayor parte en casos de origen detrítico, con características bien precisas. Para un sedimentólogo, la arcilla es de término granulométrico, con un tamaño de grano inferior a 2 mm que comprende los sedimentos.

Las arcillas son constituyentes esenciales de gran parte de los suelos y sedimentos debido a que son, en su mayor parte, productos finales de la meteorización de los silicatos que, formados a mayores temperaturas y presiones.

Los minerales arcillosos son minerales de silicato aluminico de granos finos que contienen micro estructuras bien precisas. En la clasificación mineralógica, los minerales arcillosos están clasificados como silicatos estratificados debido a la estructura dominante que están conformadas por sílice y alúmina. (**Rosero, 2013, p.35**).

Propiedades físico - químicas de la arcilla

Las principales aplicaciones industriales de este grupo de minerales radican en sus propiedades físico-químicas. Dichas propiedades provienen, principalmente, de:

- Su extremadamente pequeño tamaño de partícula (inferior a 2 mm);
- Su morfología laminar (filosilicatos);
- Las sustituciones isomórficas, dan lugar al surgimiento de carga en las láminas y a la aparición de cationes débilmente ligados en el espacio interlaminar.

Como resultado de estos factores, muestran, una parte, un elevado valor del área superficial y, a su vez, la presencia de una gran cantidad de superficie activa, con enlaces no saturados. Por ello se pueden interaccionar con distintas sustancias, particular compuestos polares, que tienen comportamiento plástico en mezclas arcilla-agua con elevada proporción sólido/líquido y son capaces en algunos casos de hinchar, con el desarrollo de propiedades geológicas en suspensiones acuosas.

Por otra parte, la existencia de carga en las láminas se compensa, como ya se ha citado, con la entrada en el espacio interlaminar de cationes débilmente ligados y con estado variable de hidratación, que pueden ser intercambiados fácilmente mediante la puesta en contacto de la arcilla con una solución saturada en otros cationes, a esta propiedad se le denomina como capacidad de intercambio catiónico y es también la base de multitud de aplicaciones industriales. **(García, E., & Suárez, M., 2001, p.8).**

❖ Superficie Específica

La superficie específica o área superficial de una arcilla que se precisa como el área de la superficie externa, más el área de la superficie interna (en el caso de que esta exista) de las partículas constituyentes, por unidad de masa, expresada en m²/g.

Las arcillas contienen una elevada superficie específica, muy importante para ciertos usos industriales en los que la interacción sólido-fluido depende claramente de esta propiedad.

A continuación se presentan algunos ejemplos de superficies específicas de arcillas:

- Caolinita de elevada cristalinidad hasta 15 m²/g;
- Caolinita de baja cristalinidad hasta 50 m²/g;

- Halloisita hasta 60 m²/g;
- Illita hasta 50 m²/g;
- Montmorillonita 80-300 m²/g;
- Sepiolita 100-240 m²/g;
- Paligorskita 100-200 m²/g.

(García, E., & Suárez, M., 2001, pp.8-9).

❖ **Capacidad de Absorción**

En algunas arcillas se encuentran su principal campo de aplicación en el sector de los absorbentes ya que pueden absorber agua u otras moléculas en el espacio interlaminar (esmectitas) o en los canales estructurales (sepiolita y paligorskita).

Su capacidad de absorción está directamente relacionada con las características texturales (superficie específica y porosidad) y se puede expresar de dos tipos de procesos que difícilmente se dan de forma aislada: absorción (cuando se trata principalmente de procesos físicos de la retención por capilaridad) y adsorción (cuando existe una interacción de tipo químico entre el adsorbente, en el caso la arcilla, y el líquido o gas adsorbido, denominado adsorbato).

La capacidad de adsorción se representa en porcentaje de adsorbato con referencia a la masa y depende, para la misma arcilla, de la sustancia de que se trate. La absorción de agua de las arcillas absorbentes es mayor del 100% con respecto a su peso. **(García, E., & Suárez, M., 2001, pp.9-10).**

❖ **Hidratación e Hinchamiento**

La hidratación y deshidratación del espacio interlaminar son propiedades características de las esmécticas, y aquella importancia es crucial en los distintos usos industriales. Aunque la hidratación y deshidratación suceden con independencia del tipo de catión de cambio presente, el grado de hidratación sí encuentra ligado a la naturaleza del catión interlaminar y a la carga de la lámina.

La absorción de agua en el espacio interlaminar tiene como resultado la desunión de las láminas dando lugar al hinchamiento. Este proceso depende del balance entre la atracción electrostática catión-lámina y la energía de hidratación del catión. A medida que se intercalan las capas de agua y la desunión entre las láminas aumenta, las fuerzas que prevalecen son de repulsión electrostática entre láminas, lo que contribuye al proceso de hinchamiento que pueda llegar a disociar completamente unas láminas de otras. Cuando el catión interlaminar es el sodio, las esmectitas tienen una gran capacidad de hinchamiento, pudiendo llegar a producirse la completa disociación de cristales individuales de esmectita, teniendo como resultado un alto grado de dispersión y un máximo desarrollo de propiedades coloidales. Si por el contrario, tienen Ca o Mg como cationes de cambio su capacidad de hinchamiento será mucho más reducida. (García, E., & Suárez, M., 2001, p.10).

❖ **Plasticidad**

Las arcillas es eminentemente plástica. Se debe a que esta propiedad del agua forma una envuelta sobre las partículas laminares generando un efecto lubricante que favorece el deslizamiento de las partículas, sobre otras cuando se produce un esfuerzo sobre ellas.

En consecuencia las arcillas de plasticidad elevada, nuevamente, de su morfología laminar, extremadamente las partículas de tamaño pequeño (elevada área superficial) y debido a su alta capacidad de hinchamiento.

Naturalmente, la plasticidad se puede determinar según la definición de los índices de Atterberg (Límite Líquido, Límite Plástico y Límite de Retracción). Los límites señalan la separación arbitraria entre los cuatro estados o modos de comportamiento del suelo sólido, plástico, semisólido y viscoso o semilíquido.

La vinculación existente entre el índice de plasticidad y límite líquido brinda una gran información sobre la composición granulométrica, comportamiento, naturaleza y calidad de la arcilla. Entre los límites de Atterberg de diferentes minerales de la arcilla existe una gran variación, e incluso para el mismo mineral arcilloso, en función del catión de cambio. En gran parte, aquella variación se debe a la diferencia al grado de

perfección del cristal en el tamaño de partícula. En general el material es más plástico cuando las partículas son más pequeñas y más imperfecta su estructura. (García, E., & Suárez, M., 2001, pp.10-11).

Extracción y procesado

Generalmente la explotación se efectúa a cielo abierto, empleando medios mecánicos convencionales. La fuerza del recubrimiento al remover varía de unos yacimientos a otros, pero, normalmente, las explotaciones son inferiores a los 15 m en su mayor parte. La elaboración del producto industrial de cantera viene fijado por la naturaleza y uso a que se destine. Normalmente es sencillo, disminuyéndose a un machaqueo previo y a su eliminación de la humedad y finalmente, se lleva a una molienda hasta conseguir las partículas de tamaños deseados. La temperatura de secado depende de la utilización posterior de la arcilla. (García, E., & Suárez, M., 2001, p.16).

❖ Arcillas comunes

La construcción de cerámicas en el campo es de principal uso de estos materiales arcillosos (ladrillos, tejas, tubos, baldosas...), alfarería tradicional, lozas, azulejos y gres. Desde los comienzos de la humanidad se destinan su uso. Todas las arcillas prácticamente son aptas para estos usos, primando las consideraciones económicas. Se utilizan así mismo en la manufactura de cementos, como fuente de alúmina y sílice, y en la producción de áridos ligeros (arcillas expandidas).

El principal uso de los materiales arcillosos es para la construcción de cerámicas en campo.

❖ Caolín

Desde el punto de vista se trata de un material muy importante para la industrial. Desde la antigüedad se ha utilizado en distintos usos. Se adquirió en el siglo XVI gran fama entre la nobleza la porcelana fabricada a base de pastas cerámicas ricas en caolín. (García, E., & Suárez, M., 2001, p.17).

Concha de lapicero

Los moluscos en su mayoría son conchas que principalmente consisten de carbonato de calcio en una matriz proteica. La concha es formada gracias a células del manto que secretan carbonato cálcico que cristaliza en su exterior en forma de aragonita o de calcita; el manto también secreta una sustancia quitinosa de composición compleja, la conquiolina, que es depositada sobre el estrato calcáreo formando un estrato orgánico denominado perióstraco, en ambientes ácidos, su labor de la esencia es evitar la disolución de la concha. En síntesis, si bien la microestructura en la concha puede diferir entre los distintos miembros del grupo moluscos, la concha en la mayoría de los moluscos (incluyendo todos los gasterópodos y bivalvos). (Darrigran, G., 2013, pp.17-18)



Figura 1: Guía De Campo Ilustrada Para Reconocimiento De Especies De Moluscos Bivalvos con Valor Comercial. (IMARPE, 2015)

Tabla 2

<i>Especie Bivalvas</i>	
Nombre común	Pico de pato, Navajuela , Concha de Lapicero
Clase	Bivalvia
Sub Clase	Heterodonta
Orden	Veneroida
Súper Familia	Tellinacea
Familia	Solecurtidae
Género	Tagelus
Especie	Tagelus Dombeii (LAMARCK)

Fuente: Artículo Recursos de la zona báltica de la bahía de Sechura de la Revista de Ciencia y Desarrollo. (Tume, J., Ibaceta, A., Cortez, M., & Santiesteban, J., 2012, p.29)

Producción:

Para el estudio de su crecimiento y pesquería de *Tagelus Dombeii* "Navajuela" las información estadística y muestras procedieron del banco natural El Dorado, se ubicado en el flanco noroeste de la Bahía de Samanco, la información fue procesada correspondiente al mes de enero-diciembre del 2010.

T.dombeii, presenta una sucesiva actividad reproductiva durante todo el año, durante la estación de otoño se registra su principal pico de desove. La proporción sexual global, fue favorable estadísticamente para los machos en las estaciones del verano e invierno; mientras que para otoño y primavera registró una proporción 1:1.

Se evaluó la talla de primera madurez sexual y de su primer desove en 67 mm y 68 mm de longitud total y se expresó un crecimiento de tipo alométrico negativo. Las constantes de crecimiento calculadas de tipo alométrico negativo.

El crecimiento Calculadas mediante el análisis de frecuencia de tallas son constantes, fueron de 109,07 años de edad a una longitud de cero (t_0); son parámetros que determinaron un tipo de crecimiento lento en la especie.

El rango de tallas de *T. Dombeii*, en las capturas comerciales varió de 45 a 104 mm, registrando una estructura de tallas de tipo polimodal, con modas principales más frecuentes en 63 mm; constituyendo la fracción de ejemplares menores a la talla mínima de extracción 77%. Se registraron una captura anual de 209 t, variando de 12

a 28 t/mes presentando las estaciones de verano y primavera los mayores niveles de extracción. (Berrú, J., 2012, p.9).

Nuevos usos

En los años últimos, con el objetivo de dar una salida efectiva y productiva a las conchas de molusco, se produjeron estudios numerosos que llegaron a la conclusión en la posibilidad del uso de la concha como subproducto en multitud de ámbitos. La figura siguiente recoge algunas investigaciones realizadas:

Tabla 3

Estudios sobre las posibilidades de uso de la concha de diferentes moluscos

Autor	Especie	Uso
Chang Hoon Lee et al.(60)	Ostra	Fertilización de suelo
Paz-Ferreiro, J. et al.(61)	Mejillón	Fertilización de suelo
Jayaganesh, K. et al.(62)	-	Mejora de suelos tipo vertisol (alto contenido en arcillas expansivas)
Ramirez-Pérez A.M. et al.(63)	Mejillón	Retención de minerales pesados en mina de cobre
Jong-Hyeon, Jung et al.(64)	Ostra	Eliminación de SO ₂ y Nox en gases contaminantes
Yan Yu et al. (65) y Hyok-Bo kwon et al.(66)	Ostra	Depuración de aguas
Malu, S.P.(67)	Almeja & Bígaro	Obtención de Calcio
Mark I Jones et al.(68)	Mejillón	Obtención de hidroxiapatita para fabricación de implantes de hueso
Hamester, M.R.R. et al.(69)	Mejillón y Ostra	Fabricación de polipropileno
Omubo-Pepple, V.B. et al.(70)	Bígaro	Fabricación de bloques de adobe-cemento
Repel, Christian I.(71)	Mejillón & Ostra	Fabricación de baldosas
(ver capítulo 2.5)	Mejillón	Fabricación de materiales ligados para construcción

Fuente: Morteros para Revestimiento con Árido procedente de Concha de Mejillón. (Rodríguez, R., 2014, p.66).

CONCEPTUACIÓN Y OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES.

- **Variable Dependiente**

VARIABLE	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	INDICADOR
Resistencia a la Compresión del Mortero	El máximo esfuerzo que puede soportar un material bajo una carga de aplastamiento. (NTP 334.051).	Es el máximo esfuerzo que puede soportar un dado de mortero bajo una carga admisible	Kg/cm2.

Fuente: Elaboración Propia

- **Variable Independiente**

VARIABLE	DEFINICION OPERACIONAL	INDICADOR
Combinación de Arcilla y Concha de Lapicero	Es la mezcla de un porcentaje de arcilla y un porcentaje de concha de lapicero en remplazo de un 15% y 21% de cemento en una unidad de mortero.	(5% de Arcilla y 10 de Concha de Lapicero). (7% de Arcilla y 14 de Concha de Lapicero)

Fuente: Elaboración Propia

Hipótesis

Al sustituir al cemento en un (15%) y (21%) por una combinación de arcilla y concha de lapicero activada en un mortero, considerando sus altos contenidos puzolánicos de sílice/calcio mejoraría la resistencia.

Objetivos

Objetivos General

Determinar la Resistencia a la compresión del mortero sustituyendo al cemento, por una combinación en un 5% por arcilla de Quitaracsa y 10% por concha de lapicero y en un 7% por arcilla de Quitaracsa y 14% por concha de lapicero.

Objetivos Específicos

- Determinar el tipo de arcilla mediante los límites de Atterberg.
- Determinar la temperatura de calcinación mediante el Análisis Térmico Diferencial de la arcilla y concha de lapicero.
- Determinar la composición química de la arcilla y concha de lapicero activadas térmicamente mediante el ensayo de difracción de rayos X de fluorescencia.
- Determinar el grado de alcalinidad (PH) de la mezcla de arcilla activada de Quitaracsa, polvo de concha de lapicero activada y del compuesto (85% Cemento – 5% Arcilla y 10% de polvo de concha de lapicero) y (79% Cemento – 7% Arcilla y 14% de polvo de concha de lapicero).
- Determinar la fluidez del mortero experimental con sustitución del 15% (5% arcilla y 10% de concha de lapicero) y 21% (7% arcilla y 14% de concha de lapicero).
- Determinar la resistencia del mortero patrón y experimental de 3, 7 y 28 días de curado y comparar resultados.

METODOLOGÍA

❖ Tipo y diseño de investigación

La investigación fue de tipo aplicada, debido que buscamos resolver un problema conocido y encontrar respuestas a preguntas específicas. Usando métodos innovadores y sobre todo naturales a bajo costo, sin causar daños al medio ambiente, se tiene en cuenta los conocimientos previos ya estudiados, se ha comprobado de manera experimental la resistencia a la compresión del mortero sustituyendo al cemento en un 15% (5% de arcilla y 10% de concha de lapicero), y en un 21% (7% de arcilla y 14% de concha de lapicero).

Los ensayos de resistencia a la compresión se hicieron de manera experimental, haciendo del tiempo un factor importante para la deducción de resultados.

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

Enfoque de investigación

Cuantitativo, ya que se estudia las variables y sus indicadores objetivamente midiendo y registrando, utilizando métodos de recolección de datos cuantitativos a través de ensayos y observaciones.

Los experimentos cuantitativos emplean un formato estándar, con algunas pequeñas diferencias inter-disciplinarias que generaran una hipótesis que será probada o desmentida. Esta hipótesis debe ser demostrable por medios matemáticos y estadísticos y que constituye la base alrededor de la cual se diseña todo el experimento. Esquemas de diseño de investigación experimental de nivel Cuasi-Experimental:

❖ Población y muestra

Conjunto de 27 dados de mortero de 50 mm de lado. Elaborado con agregados fino, con agua potable, con cemento portland tipo I Pacasmayo, con arcilla activada térmicamente y concha de lapicero activado, para determinar la resistencia de compresión se utilizó arcilla activada y concha de lapicero como material puzolánico de sustitución al cemento empleadas en la producción del mortero, la relación de 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 la siguiente referencia.

La materia prima renovable de la concha de lapicero se obtuvo en el mercado los peces, debido a la abundancia del material en dicho sitio, el material fue calcinado y posteriormente pasadas por el tamiz de la malla número 200 y ser objetos de investigación y experimentación en los laboratorios de la USP.

La materia prima arcilla se obtuvo del distrito de Quitaracsa- provincia de Huaylas, debido a la abundancia del material en dicho lugar, el material será recolectado de las canteras selectas la cual fue objeto de investigación y experimentación en los laboratorios de la USP.

La arena para el diseño de morteros se utilizó de la cantera Vesique (agregado fino) y luego se realizó el cuarteo. (Ver figura 01)

Los materiales fueron trasladados por bolsas herméticas y sacos de polietileno a los laboratorios de la USP, para su procesamiento y análisis.

Para la resistencia a la compresión: La muestra estuvo constituida por: 27 cubos de mortero con un diseño dosificación de 1:2.75 según NTP 334.051. Con patrones de sustitución al cemento en un 15%, por una combinación de 5% de arcilla y 10% de concha de lapicero, y en un 21%, por una combinación de 7% de arcilla y 14% de concha de lapicero.

De los cuales se ensayaron 27 cubos, morteros a los 3, 7 y 28 días para la resistencia a la compresión.

- Procedimiento de la arcilla:

La arcilla fue extraída de Quitaracsa (Provincia de Huaylas – Ancash), altitud – 3269 msnm. (Ver figura 02)

Luego de haber obtenido la arcilla se procedió al cuarteo para proceder con el lavado donde se utilizó balde, malla organza y un tubo, el lavado nos sirvió para separar el limo con la arcilla, esto se logró mediante la sedimentación, el lavado se realizó 3 veces para obtener arcilla pura, luego se colocó la arcilla en una bandeja para y con la ayuda de una jeringa se va retirando el agua. Se llevó la arcilla al horno durante 24 horas a una temperatura de 110°. (Ver figura de 03 – 08)

Se llevó 5 gr de arcilla a la UNT para realizar el ensayo de ATD, una vez obtenido los resultados, se realizó el molido con la ayuda de un mortero y luego se pasó por la malla #200. (Ver figura de 09 – 10)

Se realizó el ensayo de Límites de Atterberg para indicar el Límite líquido, Límite Plástico y el Índice de Plasticidad de la arcilla, se utilizó apropiadamente 500g de arcilla pasado por la malla #200, se agrega una determinada cantidad de agua para mezclar con la ayuda de una espátula hasta que su color sea uniforme y conseguir una mezcla homogénea, seguidamente se coloca una cantidad pequeña de masa en la parte central de la copa y la superficie se nivela, luego con el acanalador se pasa por el centro de la copa para cortar en dos la masa, se pone en movimiento la cazuela con la ayuda de la manivela y se suministra los golpes de 25 a 35 hasta cerrar la ranura, cuando la ranura se cierre se toma registro de la cantidad de golpes y luego se toma una muestra de la parte central para la determinación del contenido de humedad, este proceso será repetido hasta registrar los 3 datos. El material preparado será utilizado para el límite líquido se toma un aproximado de 20gr, la mitad de la muestra se moldea en forma de elipsoide y se rueda con los dedos de la mano sobre una superficie lisa (vidrio), los rollitos o cilindros deben ser delgados en cada movimiento hasta obtener un diámetro de 3.2 mm, luego de haber conseguido los cilindros se colocan en 3 taras para luego llevarlos al horno. (Ver figura de 11 – 18)

- Procedimiento de la concha de lapicero:

La concha de lapicero fue obtenida del mercado los peces, se procedió al lavado para retirar las yerbas que se impregnan en las valvas, luego se colocó en una manta para su secado natural, una vez obtenido el secado se realizó el cuarteo. Se llevó la concha de lapicero al horno durante 24 horas a una temperatura de 110°. Luego se llevó 5 gr de arcilla a la UNT para realizar el ensayo de ATD, una vez obtenido los resultados, se realizó el molido con la ayuda de un mortero y luego se pasó por la malla prosiguiendo con el molido con la ayuda de un mortero luego se pasó por la malla #200. (Ver figura de 19 – 22)

- Procedimiento de elaboración de fluidez y elaboración de mortero patrón y experimental:

Llenado del Molde—la plataforma de la mesa de flujo se limpió y se secó, se ubicó el molde en el centro, se vertió en el molde una capa del mortero que se requirió ensayar, de unos 25 mm (1") de espesor, y se apisonó con 20 golpes del compactador, uniformemente distribuidos. Con una segunda capa de mortero, el molde fue llenado totalmente y se apisono igual que la primera capa. El compactado tuvo la presión suficiente para asegura el llenado uniforme del molde. Se retiró el exceso de mortero de la capa superior y se alisó la superficie por medio de un palustre. Ensayo—Una vez el molde se encuentra lleno, se limpió y se seca la plataforma de la mesa, se debe tener cuidado de secar el agua ya que está alrededor de la base del molde. Después de un (1) minuto de terminada la operación de mezclado, se retira el molde, levantándolo e inmediatamente se deja caer la mesa de flujo desde una altura de 12.7 mm (½") 25 veces en 15 segundos. Luego se mide el diámetro de la base de la muestra, en cuatro puntos equidistantes y se calculó el diámetro promedio. . (Ver figura de 23 – 24)

Elaboración de cubos, se pesa la arena, luego se realizó el cuarteo y se va mezclando la arena de diferentes mallas, la arcilla y la concha de lapicero se cuarteo y se mezcla ambos materiales, luego se mezclan los materiales mencionados se agrega a la mezcladora de mortero, luego se puso una capa de mortero alrededor de 1pulg, aproximadamente la mitad de la profundidad del molde, en todos los compartimientos

del molde, se apisono el mortero en cada compartimiento cúbico 32 veces en aproximadamente 10 s en 4 rondas, cada ronda en ángulos rectos respecto a las otras y consistió en ocho golpes adjuntos sobre la superficie del espécimen, se realizó el vibrado manual por 15 segundos, se llenó los compartimientos con el mortero restante y luego se apisono como se especificó para la primera capa, luego se niveló con la ayuda de una espátula hasta tener una superficie lisa. Al día siguiente se realizó el desencofrado de los cubos y se puso en un balde para el curado correspondiente. . (Ver figura de 25 – 31)

Mortero Patrón.

Días de Curado	Mortero Patrón		
3			
7			
28			

Mortero Experimental (Sustituyendo al Cemento en 15%).

Días de Curado	Mortero experimental		
3			
7			
28			

Mortero Experimental (Sustituyendo al Cemento en 21%).

Días de Curado	Mortero Experimental		
3			
7			
28			

Selección de los elementos de la Muestra:

Presenta una población de elementos homogéneos y nos permite seleccionar de manera aleatoria los elementos de la muestra, los cuales están enumerados de acuerdo al orden en que se requiere verificar la resistencia a la compresión.

Proceso:

Seleccionamos los elementos de manera aleatoria de la muestra $n=27$:

1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13,14,15,16,17,18,19,20,21,22,23,24,25,26,27

La muestra aleatoria fue: De acuerdo al tiempo de su elaboración, de acuerdo a la resistencia a la compresión en diseño de una mezcla convencional y experimental.

Técnicas e Instrumentos de Investigación:

MÉTODO O TÉCNICA	INSTRUMENTO	ÁMBITO DE LA INVESTIGACIÓN
La Observación Científica.	<ul style="list-style-type: none"> • Guía De Observación Resumen. • Fichas Técnicas de Pruebas a realizar. 	<p>Muestreo</p> <ul style="list-style-type: none"> • Grupo Control (Diseño de Mortero de Concreto Convencional sin Modificación) • Grupo Experimental (Diseño de Mortero de Concreto sustituyendo 5% de arcilla y 10% de Concha de Lapicero) • Grupo Experimental (Diseño de Mortero de Concreto sustituyendo 7% de arcilla y 14% de Concha de Lapicero)

Siendo un proyecto de investigación con un Nivel de Investigación Cuasi-Experimental, se realizan ensayos de las muestras de nuestra población en un laboratorio se opta por usar como Técnica de Investigación: La Observación Científica. (Guía de observación como instrumento), en donde se quiere ir comparando la variación de la resistencia a medida que llegue a su fraguado final, y el comportamiento de los agregados que se utilizaran en nuestro diseño de mezcla ya sea para un mortero convencional o un mortero experimental sustituyéndole 5% de arcilla y 10% de concha de lapicero y 7% de arcilla y 14% de concha de lapicero la cual nos brindara una resistencia para cada tipo de mortero experimental.

Los instrumentos fueron tomados con respecto a los siguientes ensayos:

- ✓ Ensayo de Granulometría.
- ✓ Diseño de Mezcla.
- ✓ Ensayo de Fluidez.
- ✓ Ensayo de ATD.
- ✓ Ensayo de PH.
- ✓ Ensayo de Fluorescencia de Rayos X.
- ✓ Elaboración de Unidades.
- ✓ Ensayo de Resistencia a la Compresión.
- ✓ La guía de registro (elaboración propia), se realizaron apuntes de los morteros a los diferentes días de curados (3, 7 y 28 días).
- ✓ Para el cálculo y el análisis de los resultados obtenidos en el laboratorio de Mecánica de Suelos se utilizarán la ayuda del Excel y Word.
- ✓ En el laboratorio de Mecánica de realizarán ensayos por expertos en el tema.

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.

Para realizar el análisis de los datos se tuvo presente:

Calculo de dosificación para el Diseño de Mezcla de morteros sustituyendo al cemento en un 15% y 21%.

RESULTADOS

- Determinar el tipo de arcilla mediante los límites de Atterberg.

Índice de Plasticidad : 21.59

Límite Líquido : 49.25

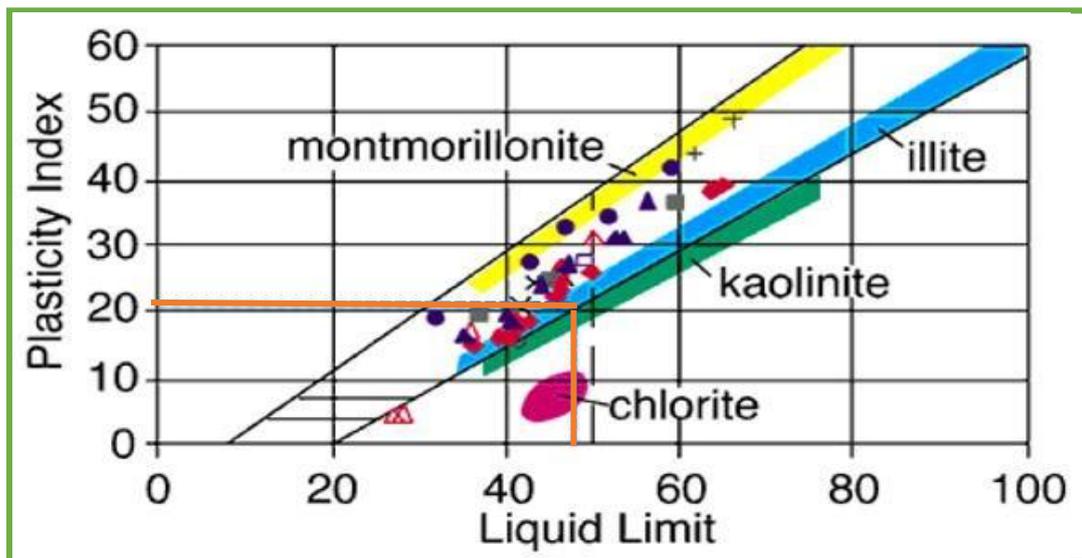


Figura 2: Diagrama de Holtz and Kovacs.

De acuerdo a los límites de Atterberg realizados a la arcilla se obtuvo como resultado una arcilla de tipo caolinita.

➤ **Determinar la temperatura de calcinación mediante el Análisis Térmico Diferencial de la arcilla y concha de lapicero.**

Muestra 1: Arcilla de Quitaracsa

Temperatura es de 900°, respecto al tiempo es de 1:30 horas.

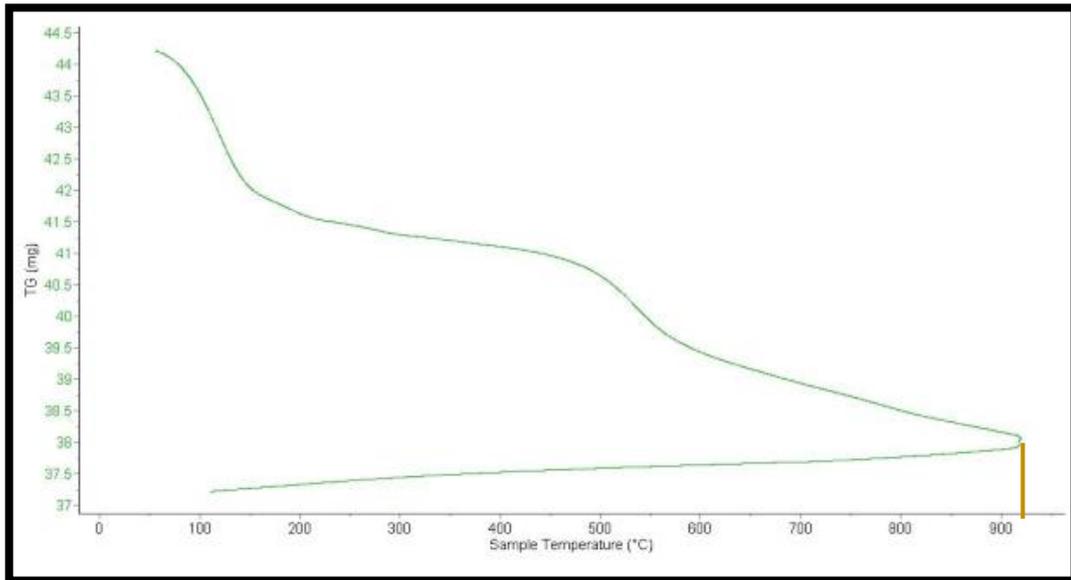


Figura 3: Curva de pérdida de masa - Análisis Termo gravimétrico. (Laboratorio de polímeros de la UNT- Trujillo)

En la Figura 2 se observa el análisis térmico TGA muestra dos importantes caídas de la masa del material al aumentar la temperatura, la primera se manifiesta entre 70 y 130°C, y la segunda se da entre 480°C y 550°C, en otros rangos de temperatura la caída de la masa es lenta, el material llega a perder aproximadamente 14% de su masa inicial.

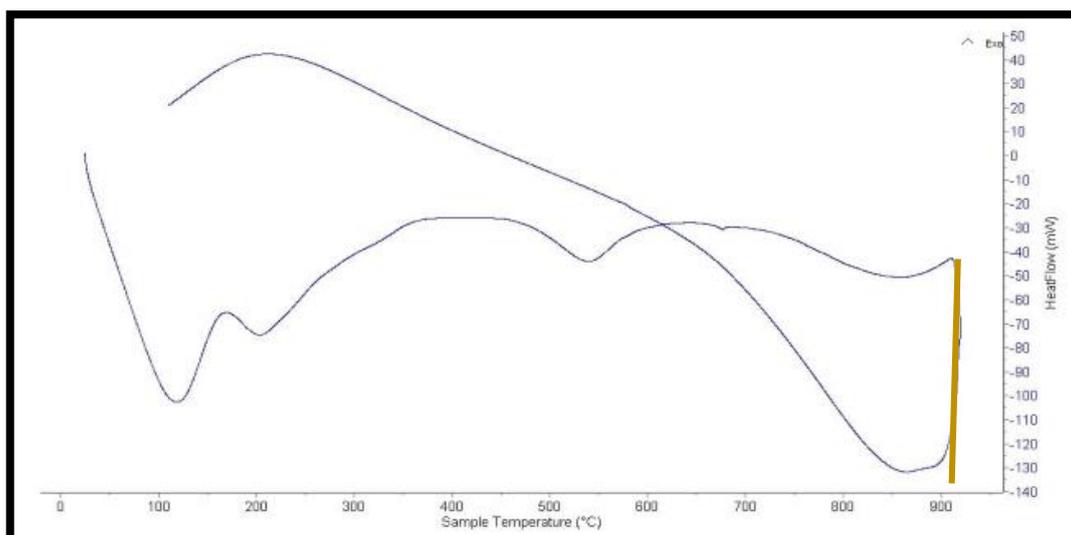


Figura 4: Curva calorimétrica ATD. (Laboratorio de polímeros de la UNT- Trujillo)

En la Figura 3 se observa el análisis calorimétrico, se muestra algunos picos de absorción térmica, a primera a 110°C, la segunda a 200°C, la tercera a 545°C, y finalmente una banda endotérmica entre 800°C y 900°C lo cual podría suponer cambios estructurales y de las características en el material en cada uno de ellos.

TABLA 4

Tiempo de Calcinación

Autor	Año	Material	T°	Hora
Taylor, L. & Juenger, M.	2015	Arcilla	650	1:00
Rossetti, A. & Cordoba, G.	2018	Arcilla	950	1:30

Fuente: Elaboración Propia

Según los resultados de la tabla 4 , de acuerdo a Rossetti, A. & Cordoba, G. la temperatura de calcinación fue de 950°, siendo similar a la temperatura que nos indica los ensayos del ATD realizados, respecto al tiempo de calcinación de la arcilla es de 1:30 horas

Muestra 2: Concha de Lapicero

Temperatura es de 870°, respecto al tiempo es de 3:00 horas.

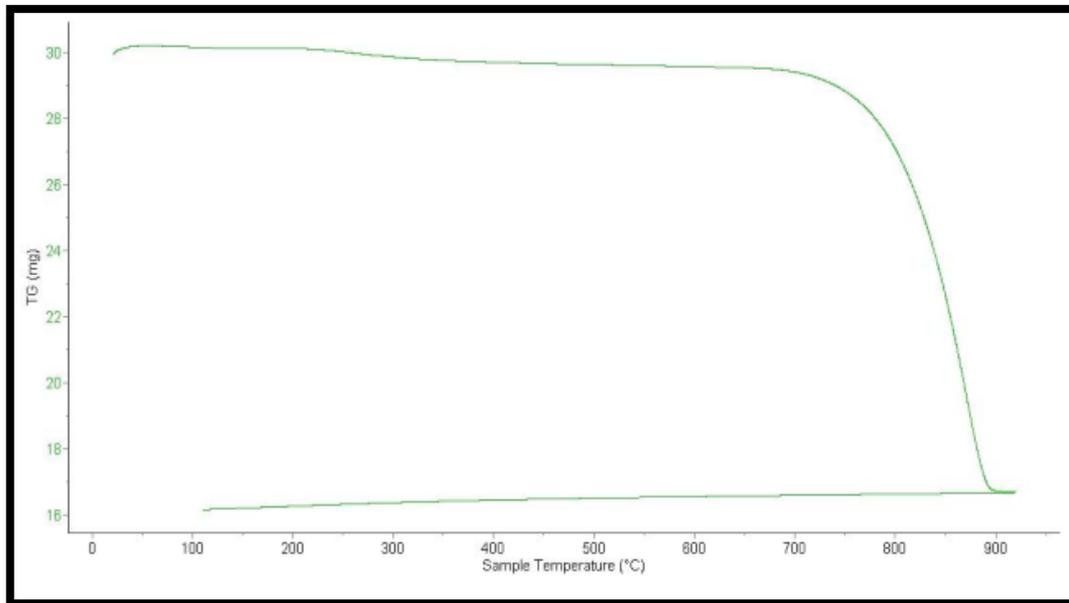


Figura 5: Curva de pérdida de masa - Análisis Termo gravimétrico. (Laboratorio de polímeros de la UNT- Trujillo)

En la figura 4 se observa que según la termogravimetría se muestra una tendencia a presentar gran estabilidad térmica del material donde la pérdida de masa es imperceptible desde 25°C hasta 700°C donde a partir del cual el material presenta inicio de descomposición. El material presenta una pérdida total del 47% respecto a su masa inicial cuando se alcanza la máxima temperatura de ensayo.

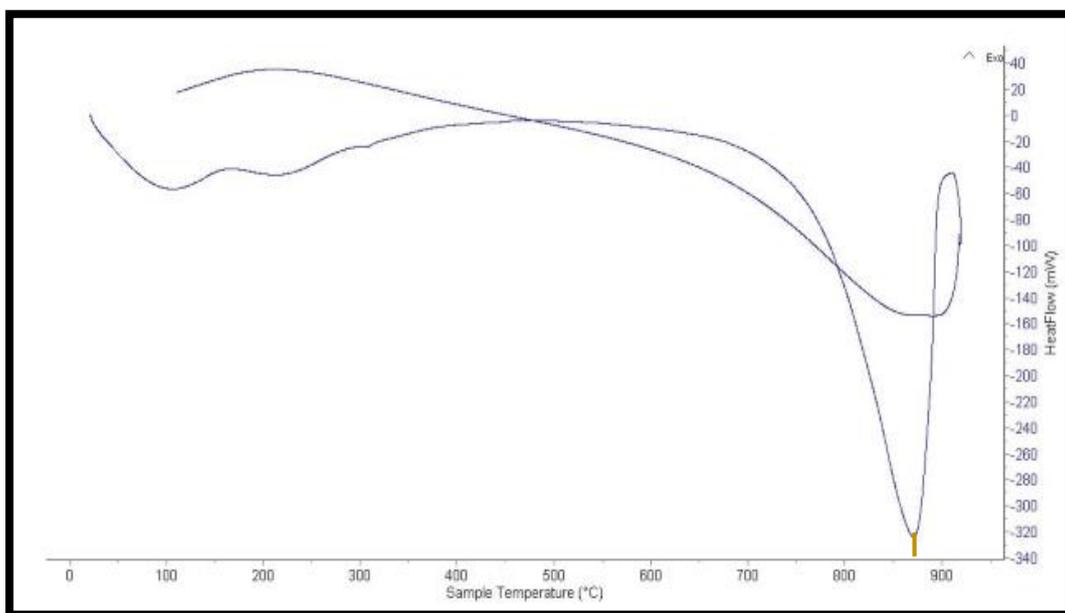


Figura 6: Curva calorimétrica ATD. (Laboratorio de polímeros de la UNT- Trujillo)

En la figura 5 se observa el análisis calorimétrico, se muestra unas ligeras bandas endotérmicas en 100°C y 200°C, posteriormente a 870°C la curva muestra un pico de absorción térmica intenso que podría indicar algún posible cambio de fase y cambio en las características del material.

TABLA 5

Tiempo de Calcinación

Autor	Año	Material	T°	Hora
Adekunle, A. & Kamoru, A.	2015	Molusco	800	2:00
Julián, C & Flores, G.	2016	Molusco	900	3:00

Fuente: Elaboración Propia

Según los resultados de la tabla 5, de acuerdo a Julián, C. & Flores, G. la temperatura de calcinación fue de 900°, siendo similar a la temperatura que nos indica los ensayos del ATD realizados, respecto al tiempo de calcinación del molusco es de 3:00 horas.

- **Determinar la composición química de la arcilla y concha de lapicero activadas térmicamente mediante el ensayo de difracción de rayos X.**

Muestra 1: Arcilla de Quitaracsa

TABLA 6:

Composición química de arcilla de Quitaracsa

Composición Química	Concentración de Masa (%)	Normalizado (%)
Al ₂ O ₃	36,846	30,555
Si ₂ O ₃	76,272	63,255
ClO ₂	0,014	0,012
K ₂ O ₃	2,260	1,874
CaO	0,713	0,591
TiO ₂	0,154	0,128
V ₂ O ₅	0,004	0,003
MnO	0,031	0,026
Fe ₂ O ₃	4,143	3,436
Ni ₂ O ₃	0,009	0,007
CuO	0,010	0,005
ZnO	0,015	0,012
SrO	0,014	0,011
Y ₂ O ₃	0,003	0,002
ZrO ₂	0,010	0,008
MoO ₃	0,005	0,004
Totales	120,495	100,00

Fuente: Laboratorio de Arqueometría – Universidad Nacional Mayor De San Marcos

En la tabla 6 mediante el ensayo de Fluorescencia de Rayos X, se obtuvo resultados favorables en cuanto a composición química semejante al cemento y obteniendo así los componentes puzolanas para el desarrollo de la investigación. La composición química de la arcilla cuenta con 63.255% de Óxido de Sílice, Dióxido de Silicio 3.889% y Trióxido de Hierro 3.436% que van a colaborar para que pueda mejorar la

resistencia. La presencia elevada de Trióxido de Aluminio con 30.555% pudo interferir en el fraguado y falta de plasticidad, afectando también a la resistencia.

Muestra 2: Concha de Lapicero

TABLA 7
Composición química de la Concha de Lapicero

Composición Química	Concentración de masa (%)	Normalizado (%)
Al ₂ O ₃	4,690	4,271
Si ₂ O ₃	0,848	0,773
SO ₂	0,519	0,473
ClO ₂	0,107	0,098
K ₂ O	0,107	0,097
CaO	103,41	93,828
TiO	0,011	0,012
MnO	0,002	0,002
Fe ₂ O ₃	0,012	0,011
Ni ₂ O ₃	0,006	0,006
CuO	0,003	0,003
ZnO	0,096	0,005
SrO	0,462	0,421
Totales	110,27	100,00

Fuente: Laboratorio de Arqueometría – Universidad Nacional Mayor De San Marcos.

En la tabla 7 mediante el ensayo de Fluorescencia de Rayos X, se obtuvo resultados favorables en cuanto a composición química semejante al cemento y obteniendo así los componentes puzolanas para el desarrollo de la investigación. La composición química de la concha de lapicero cuenta con 93.828% de Óxido de Sílice, Dióxido de Silicio 0.473% y Trióxido de Aluminio con 4.271%, que fue favorable para obtener una mejor resistencia.

- **Determinar el grado de alcalinidad (PH) de la mezcla de arcilla activada de Quitaracsa, polvo de concha de lapicero activada y del compuesto (85% Cemento – 5% Arcilla y 10% de polvo de concha de lapicero) y (79% Cemento – 7% Arcilla y 14% de polvo de concha de lapicero).**

TABLA 8

Ensayo de PH

<i>Muestras</i>	<i>pH</i>
Arcilla de Quitaracsa	5.89
Concha de Lapicero	13.10
85% C + 5% Arcilla de Quitaracsa + 10% Concha de Lapicero	13.29
79% C + 7% Arcilla de Quitaracsa + 14% Concha de Lapicero	13.28

Fuente: Laboratorios de Ensayos Clínicos Biológicos e Industriales COLECBI.

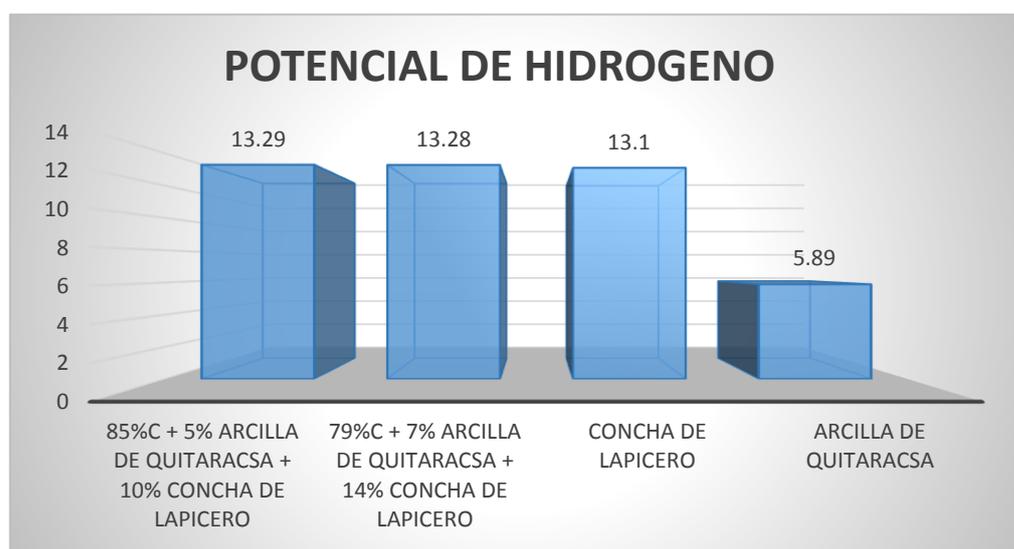


Figura 7: Ensayo de PH. (Laboratorios de Ensayos Clínicos Biológicos e Industriales COLECBI.)



Figura 8: Potencial de Hidrogeno.

De acuerdo a la imagen 2, se obtuvo como resultado un pH alcalino, donde fue favorable para obtener una mejor resistencia.

- **Determinar la fluidez del mortero experimental con sustitución del 15% (5% arcilla y 10% de concha de lapicero) y 21% (7% arcilla y 14% de concha de lapicero).**

Tabla 9

Fluidez del Mortero Patrón

Diámetro	Diámetro Promedio	Diámetro Inicial	Fluidez %	A/C
12.50 12.50 12.30 12.50	12.45	10.16	22.54	0.485

Fuente: Laboratorios de Mecánica de Suelos y Geotecnia USP.

TABLA 10

Fluidez del Mortero Experimental Sustituyendo al cemento en un 15%

Diámetro	Diámetro Promedio	Diámetro Inicial	Fluidez %	A/C
10.90 10.90 12.90 12.90	10.90	10.16	7.28	0.485

Fuente: Laboratorios de Mecánica de Suelos y Geotecnia USP.

Tabla 11*Fluidez del Mortero Experimental Sustituyendo al cemento en un 21%*

Diámetro	Diámetro Promedio	Diámetro Inicial	Fluidez %	A/C
10.70	10.65	10.16	4.82	0.485
10.70				
12.60				
12.60				

Fuente: Laboratorios de Mecánica de Suelos y Geotecnia USP.

➤ **Determinar la resistencia del mortero patrón y experimental de 3, 7 y 28 días de curado y comparar resultados.**

Mortero Patrón**Tabla 12***Ensayo de resistencia a la compresión de los morteros patrón – 3 días de curado*

Muestra	Área (cm^2)	Carga de rotura (Kg)	Resistencia a la compresión (Kg/cm^2)	Promedio (Kg/cm^2)
P1	25.50	6793	266.39	268.42
P2	25.60	6880	268.75	
P3	25.60	6915	270.12	

Fuente: Laboratorios de Mecánica de Suelos y Geotecnia USP.

Tabla 13*Ensayo de resistencia a la compresión de los morteros patrón – 7 días de curado*

Muestra	Área (cm^2)	Carga de rotura (Kg)	Resistencia a la compresión (Kg/cm^2)	Promedio (Kg/cm^2)
P1	25.96	9255	356.51	359.14
P2	24.96	9326	359.24	
P3	25.81	9335	361.68	

Fuente: Laboratorios de Mecánica de Suelos y Geotecnia USP.

Tabla 14*Ensayo de resistencia a la compresión de los morteros patrón – 28 días de curado*

Muestra	Área (cm^2)	Carga de rotura (Kg)	Resistencia a la compresión (Kg/cm^2)	Promedio (Kg/cm^2)
P1	25.6	12125	473.63	
P2	25.76	12285	476.90	478.96
P3	25.55	12426	486.34	

Fuente: Laboratorios de Mecánica de Suelos y Geotecnia USP.

Mortero experimental sustituyendo al cemento en 15%**Tabla 15***Ensayo de resistencia a la compresión de morteros experimental – 3 días de curado*

Muestra	Área (cm^2)	Carga de rotura (Kg)	Resistencia a la compresión (Kg/cm^2)	Promedio (Kg/cm^2)
E1	25.70	5445	211.87	
E2	25.70	5226	203.35	207.78
E3	25.65	5338	208.11	

Fuente: Laboratorios de Mecánica de Suelos y Geotecnia USP.

Tabla 16*Ensayo de resistencia a la compresión de morteros experimental – 7 días de curado*

Muestra	Área (cm^2)	Carga de rotura (Kg)	Resistencia a la compresión (Kg/cm^2)	Promedio (Kg/cm^2)
E1	25.65	8246	321.48	
E2	25.65	8350	323.52	320.03
E3	25.81	8148	315.08	

Fuente: Laboratorios de Mecánica de Suelos y Geotecnia USP.

Tabla 17*Ensayo de resistencia a la compresión de morteros experimental – 28 días de curado*

Muestra	Área (cm^2)	Carga de rotura (Kg)	Resistencia a la compresión (Kg/cm^2)	Promedio (Kg/cm^2)
E1	25.81	10846	420.22	
E2	25.70	10598	412.37	414.01
E3	25.76	10547	409.43	

Fuente: Laboratorios de Mecánica de Suelos y Geotecnia USP.

Mortero experimental sustituyendo al cemento en 21%

Tabla 18

Ensayo de resistencia a la compresión de morteros experimental – 3 días de curado

Muestra	Área (cm^2)	Carga de rotura (Kg)	Resistencia a la compresión (Kg/cm^2)	Promedio (Kg/cm^2)
E1	26.01	4685	180.12	
E2	25.91	4610	177.92	178.52
E3	25.81	4582	177.53	

Fuente: Laboratorios de Mecánica de Suelos y Geotecnia USP.

Tabla 19

Ensayo de resistencia a la compresión de morteros experimental – 7 días de curado

Muestra	Área (cm^2)	Carga de rotura (Kg)	Resistencia a la compresión (Kg/cm^2)	Promedio (Kg/cm^2)
E1	25.65	7114	277.35	
E2	25.76	6890	267.42	272.36
E3	25.70	6997	272.26	

Fuente: Laboratorios de Mecánica de Suelos y Geotecnia USP.

Tabla 20

Ensayo de resistencia a la compresión de morteros experimental – 28 días de curado

Muestra	Área (cm^2)	Carga de rotura (Kg)	Resistencia a la compresión (Kg/cm^2)	Promedio (Kg/cm^2)
E1	25.60	9754	381.02	
E2	25.65	9726	379.18	381.18
E3	25.76	9875	383.35	

Fuente: Laboratorios de Mecánica de Suelos y Geotecnia USP.

Tabla 21

Promedio de la resistencia a la compresión del mortero patrón

Días de curado	3 Días	7 Días	28 Días
Resistencia a la compresión (Kg/cm^2)	268.42	359.14	478.96

Fuente: Laboratorios de Mecánica de Suelos y Geotecnia USP.

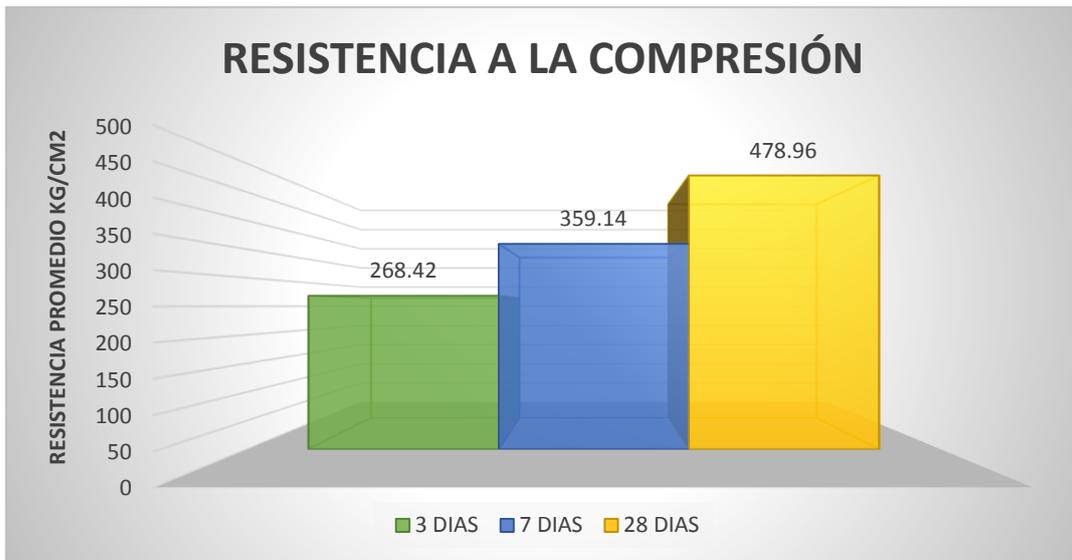


Figura 9: Promedio de resistencia a la compresión del mortero patrón.

Tabla 22

Promedio de la resistencia a la compresión del mortero experimental sustituyendo al cemento en 15%

Días de curado	3 Días	7 Días	28 Días
Resistencia a la compresión (Kg/cm ²)	207.78	320.03	414.01

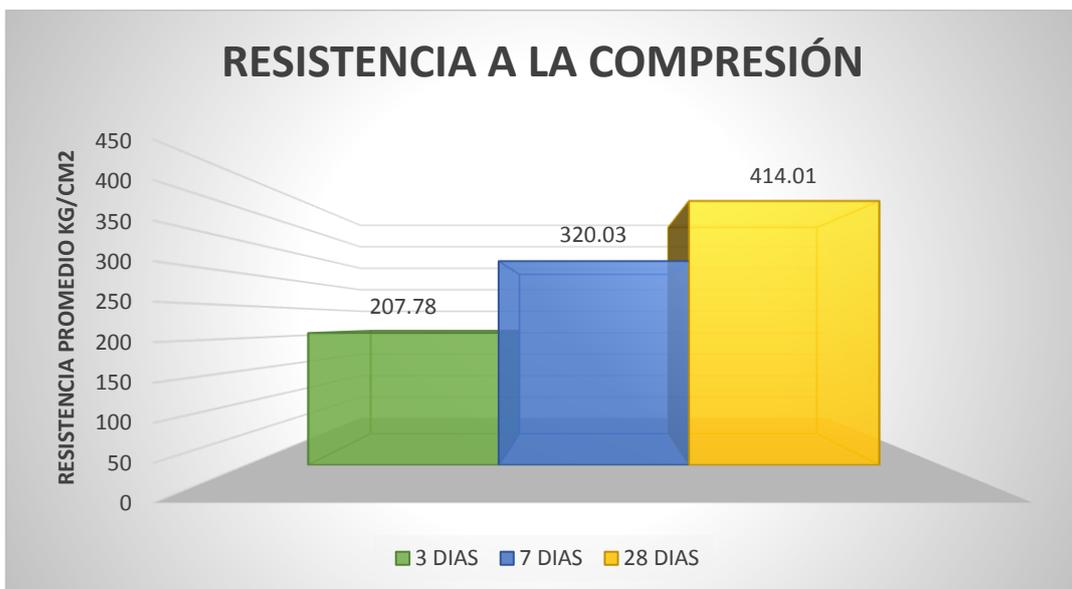


Figura 10: Resistencia a la compresión del mortero experimental 15% de sustitución.

Tabla 23

Promedio de la resistencia a la compresión del mortero experimental sustituyendo al cemento en 21%

Días de curado	3 Días	7 Días	28 Días
Resistencia a la compresión (Kg/cm ²)	178.52	272.36	381.18

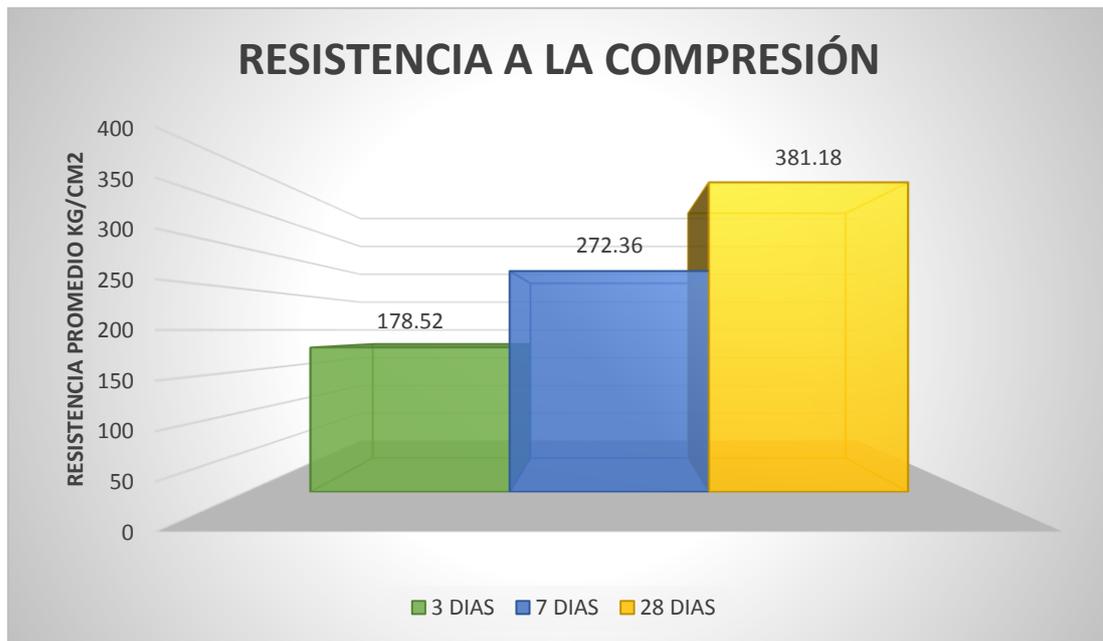


Figura 11: Promedio de resistencia a la compresión del mortero experimental 21% de sustitución.

Tabla 24

Promedio de la resistencia a la compresión del mortero patrón y experimental sustituyendo al cemento en 15% por arcilla de Quitaracsa y concha de lapicero

Días de curado	Mortero Patrón (Kg/cm ²)	Mortero Experimental (Kg/cm ²)
3	268.42	207.78
7	359.14	320.03
28	478.96	414.01

Fuente: Laboratorios de Mecánica de Suelos y Geotecnia USP.

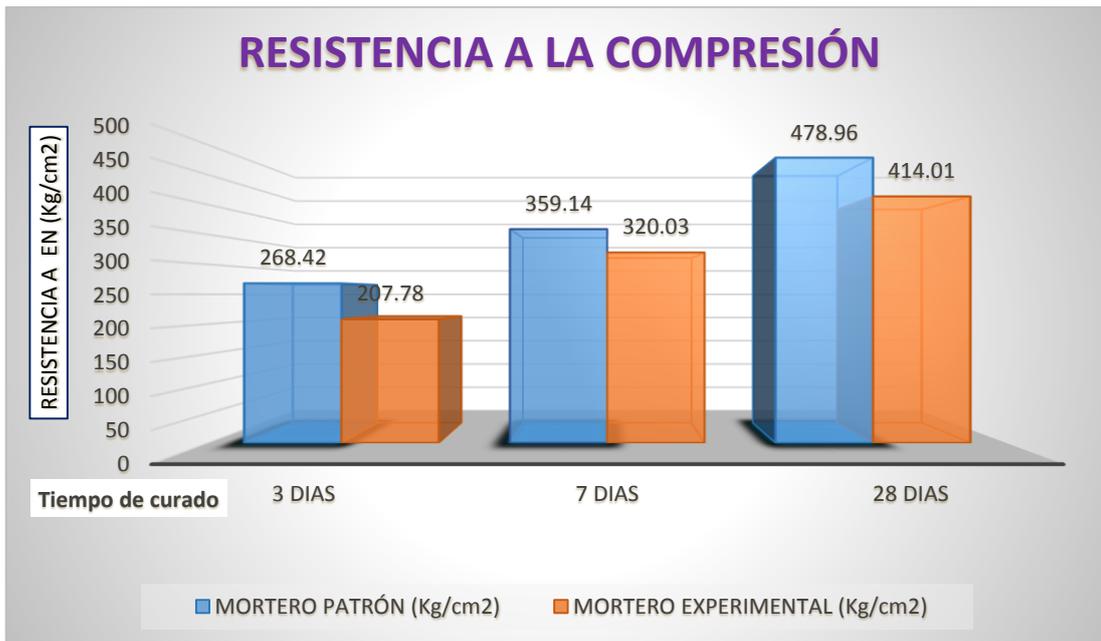


Figura 12: Promedio de resistencia a la compresión de mortero patrón vs mortero experimental 15% de sustitución.

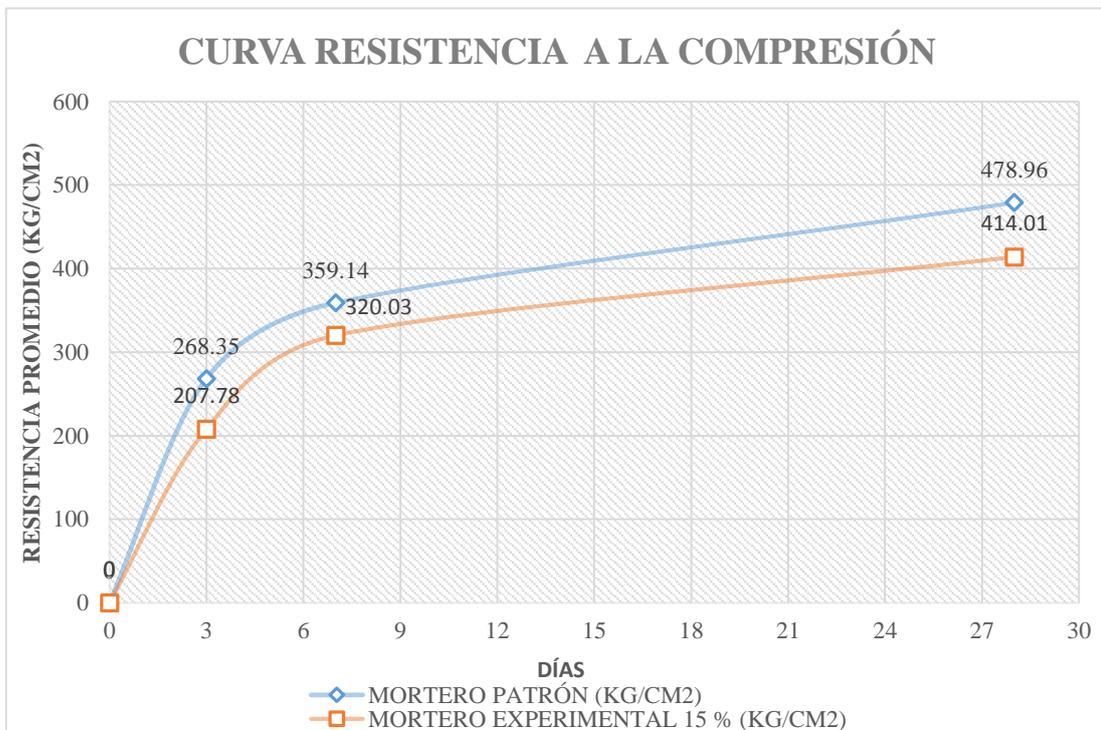


Figura 13: Curva de promedio de resistencia a la compresión de mortero patrón vs mortero experimental 15% de sustitución.

.Tabla 25

Promedio de la resistencia a la compresión del mortero patrón y experimental sustituyendo al cemento en 21% por arcilla de Quitaracsa y concha de lapicero

Días de curado	Mortero Patrón (Kg/cm ²)	Mortero Experimental (Kg/cm ²)
3	268.42	178.52
7	359.14	272.36
28	478.96	381.18

Fuente: Laboratorios de Mecánica de Suelos y Geotecnia USP.

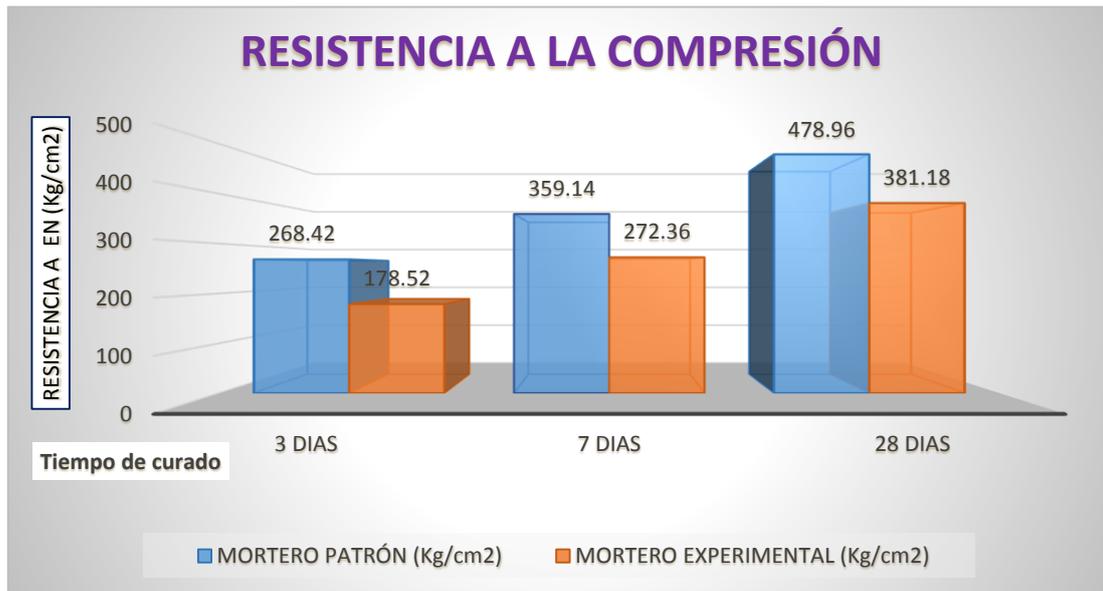


Figura 14: Promedio de resistencia a la compresión de mortero patrón vs mortero experimental 21% de sustitución.

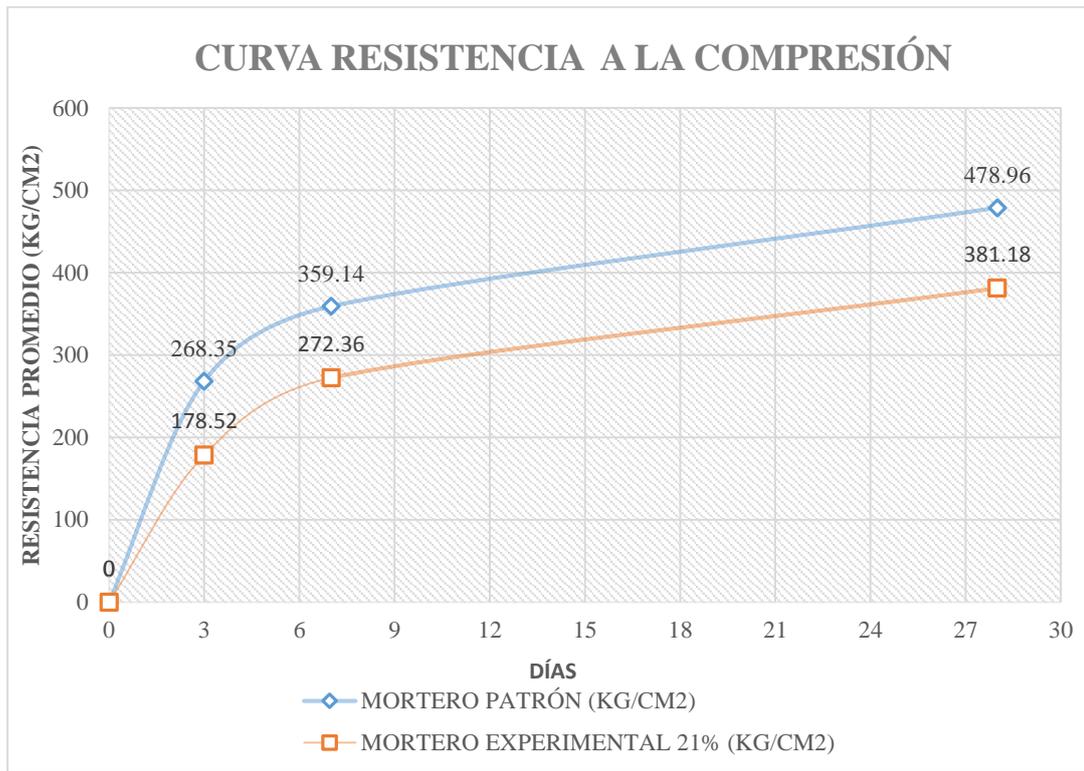


Figura 15: Curva de promedio de resistencia a la compresión de mortero patrón vs mortero experimental 21% de sustitución.

Tabla 26

Promedio de la resistencia a la compresión del mortero patrón y experimental sustituyendo al cemento en 15 Y 21% por arcilla de Quitaracsa y concha de lapicero

Días de curado	Mortero Patrón (Kg/cm ²)	Mortero Experimental 15% (Kg/cm ²)	Mortero Experimental 21% (Kg/cm ²)
3	268.42	207.78	178.52
7	359.14	320.03	272.36
28	478.96	414.01	381.18

Fuente: Laboratorios de Mecánica de Suelos y Geotecnia USP.

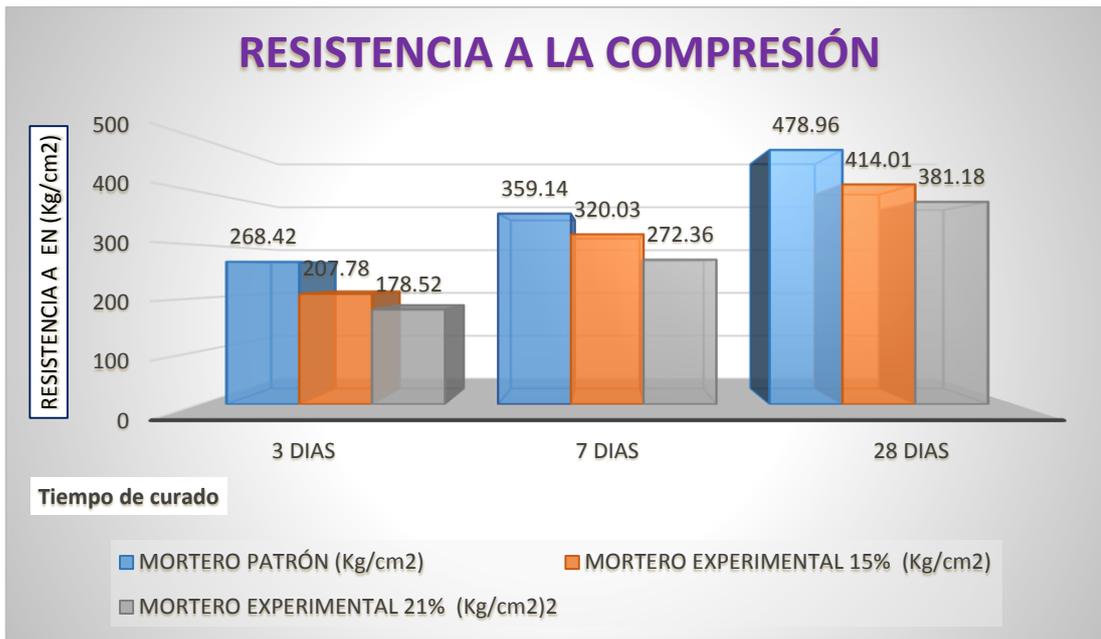


Figura 16: Promedio de resistencia a la compresión de mortero patrón vs mortero experimental 21% de sustitución.

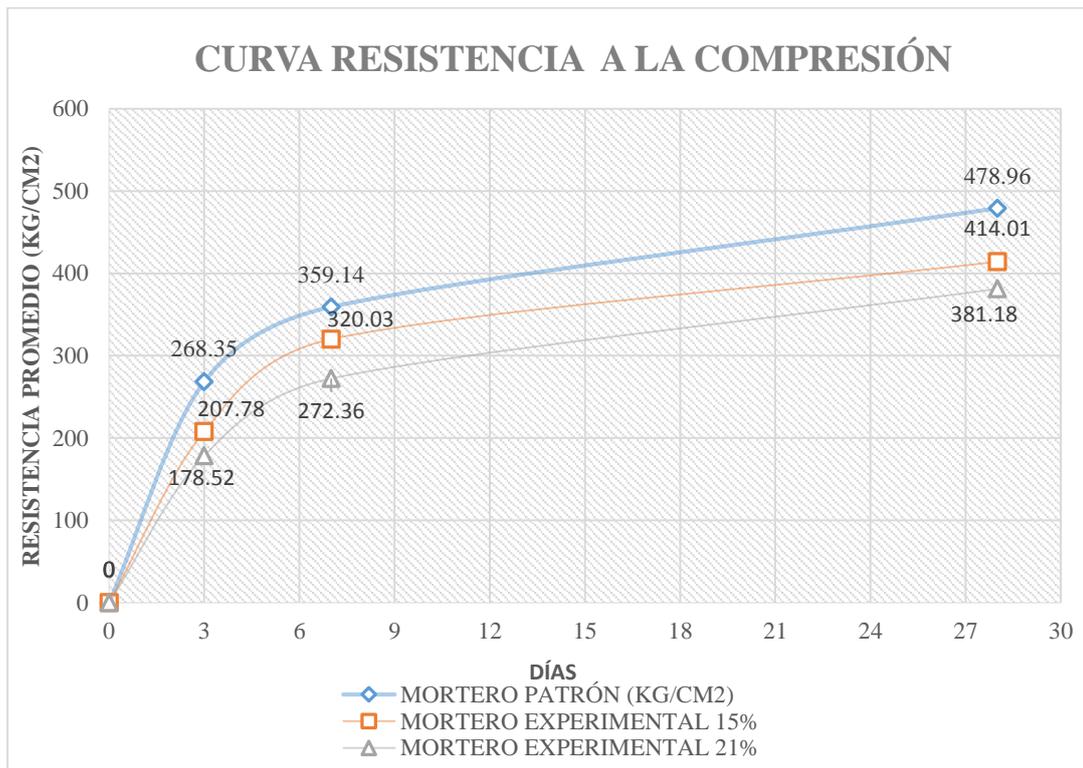


Figura 17: Curva de promedio de resistencia a la compresión de mortero patrón vs mortero experimental 15% Y 21% de sustitución.

ANÁLISIS Y DISCUSIÓN

En cuanto a la proporción 1:2 se eligió trabajar ya que según Carrillo, R. (2018). El mortero experimental obtuvo una mayor resistencia a la compresión que el mortero patrón.

El ensayo de Límites de Atterberg que aparecen en la Figura 1, nos indica en una primera aproximación nuestra arcilla es de tipo Caolinita, favoreciendo por sus formas laminares similares al cemento.

Para definir el tiempo de calcinación de la concha de lapicero, según los resultados de la tabla 5, de acuerdo a Julián, C. & Flores, G. la temperatura de calcinación fue de 900°, siendo similar a la temperatura que nos indica los ensayos del ATD realizados, respecto al tiempo de calcinación del molusco es de 3:00 horas, obteniendo mejores resultados en óxido de calcio.

En cuanto al tiempo de calcinación de la arcilla, según los resultados de la tabla 4, de acuerdo a Rossetti, A. & Cordoba, G. la temperatura de calcinación fue de 950°, siendo similar a la temperatura que nos indica los ensayos del ATD realizados, respecto al tiempo de calcinación de la arcilla es de 1:30 horas contribuyendo en la conservación de sílice favoreciendo en la resistencia a la compresión.

En la tabla 6, composición química de la arcilla de Quitaracsa mediante el ensayo de fluorescencia de rayos x tiene como principales componentes dióxido de silicio 63.255% y aluminio 30.555 en comparación a Taylor, L. & Juenger, M. (2015), el cual obtuvo 62.21% de dióxido de silicio y 20.07% de aluminio siendo inferiores sus resultados a mi investigación

En la tabla 7, composición química de la concha de lapicero mediante el ensayo de fluorescencia de rayos x tiene como principal componente óxido de calcio 93.828% en comparación a Adekunle, A., Shodolapo, F., & Kamoru, I. (2015), el cual obtuvo 61.95% óxido de calcio siendo inferior al resultado antes mencionado.

El Ph de la Arcilla de Quitaracsa y concha de lapicero obtuvo 13.29 siendo una combinación altamente alcalino en comparación a Gonzales, H. (2017), indica que tiene un Ph de 12, siendo menor a lo antes mencionado.

Se realizó el ensayo de fluidez del mortero patrón con una relación a/c 0.485 de acuerdo a la NTP 334.051. Por lo que se utilizó en el mortero experimental una relación a/c 0.485, para poder tener una dosificación igual a la del mortero patrón y así poder determinar una comparación exacta a la hora de realizar el ensayo de resistencia a la compresión del mortero patrón y experimental.

Los resultado de la Tabla 21 se aprecia que el mortero patrón tiene como resultado en su resistencia a la compresión a los 3 días es de 268.42 kg/cm² presenta alta resistencia a su corta edad de curado, a los 7 días un crecimiento de 359.14 kg/cm², seguidamente una resistencia de 478.96 kg/cm².

Los resultado de la Tabla 23 se aprecia que el mortero experimental en sustitución al cemento en 15% muestra un resultado de resistencia a la compresión a los 3, 7 y 28 días de curado siendo 207.78 kg/cm², 320.03 kg/cm² y 414.01kg/cm², en comparación a la investigación realizada por Lozano, C. (2018). Se observa que la resistencia a la compresión a los 3, 7 y 28 días de curado es 71.8 kg/cm², 137.7 kg/cm² y 281.6 kg/cm², en comparación a lo antes mencionados se puede observar una menor resistencia a la compresión.

Los resultado de la Tabla 24 se aprecia que el mortero experimental en sustitución al cemento en 21% muestra un resultado de resistencia a la compresión a los 3, 7 y 28 días de curado siendo 178.52 kg/cm², 271.36 kg/cm² y 381.18 kg/cm², en comparación a la investigación realizada por Lozano, C. (2018). Se observa que la resistencia a la compresión a los 3, 7 y 28 días de curado es 71.8 kg/cm², 137.7 kg/cm² y 281.6 kg/cm², en comparación a lo antes mencionados se puede observar una menor resistencia a la compresión.

CONCLUSIONES

Según el ensayo de límites de Atterberg se puede apreciar en el diagrama de Holtz y Kovacks, que la arcilla es de tipo caolinita.

Mediante el ensayo de Análisis Térmico Diferencial (ATD), nos indica el grado de calcinación que fue sometido la arcilla de Quitaraesa, muestra una banda endotérmica entre 800°C y 900°C lo cual podría suponer cambios estructurales, así mismo la concha de lapicero fue calcinado 870°C, mostrando un pico de absorción térmico intenso que podría indicar algún posible cambio de fase y cambio en las características del material.

Al ser activado térmicamente la concha de lapicero a 870°C por 3 horas, permitió convertir su contenido de carbonato de calcio (CaCO_3) en su fase activa de óxido de Calcio (CaO) en 93.828%, Los resultados de la composición química de la Arcilla de Quitaraesa activados térmicamente 900° por 1:30 horas , el contenido total de SiO_2 , Al_2O_3 y Fe_2O , superior al 97 %, permite asegurar que los materiales caracterizados cumplen con los 3 componentes químicos del cemento tipo I.

La relación a/c para los morteros patrón y experimental fue de 0.485, debido a que dicha relación trabajada para ambos morteros nos da una comparación exacta en el ensayo de resistencia a la compresión.

La concha de lapicero es altamente alcalino con un Ph 13.10, así mismo la arcilla de Quitaraesa nos indica un Ph 5.89, siendo un material ácido y la combinación de concha de lapicero, arcilla y cemento nos muestra un Ph de 13.29, siendo un compuesto altamente alcalino.

El ensayo realizado de resistencia a la compresión del mortero patrón obteniendo resultados promedios a los 3 días 268.42 kg/cm², a los 7 días 359.14 kg/cm² y 28 días 478.96 kg/cm², sustituyendo en 15% al cemento, el promedio de la resistencia a la compresión a los 3 días 207.78 kg/cm² disminuyendo 23% con relación al mortero patrón, a los 7 días 320.03 kg/cm² disminuye un 11% respecto al patrón y a los 28 días 414.01 kg/cm² disminuyendo 14% respecto al patrón; sustituyendo 21% al cemento su resistencia promedio a los 3 días 178,53 kg/cm² disminuyendo notablemente 34% con relación al mortero patrón, a los 7 días una resistencia 272.36 kg/cm² disminuyendo un 24% con relación al mortero patrón y a los 28 días obtuvo una resistencia 381.18% disminuyendo considerablemente 20% referente al mortero patrón.

RECOMENDACIONES

Se recomienda realizar un lavado repetitivo hasta obtener una arcilla pura libre de cuarzo y limo, así mismo realizar el tamizado por diferentes mallas desde el tamiz N°100 hasta el tamiz N°200 esto permitirá tener un resultado más exacto en los tipos de arcilla mediante el ensayo de los límites de Atterberg.

Es muy importante tener en cuenta la relación a/c del mortero experimental, ya que si se opta por trabajar con la misma relación a/c 0.485 del mortero patrón, se recomienda que el molde del mortero experimental sea vibrado manualmente o mecánicamente hasta obtener una mezcla homogénea y así poder obtener una buena resistencia a la compresión.

Es recomendable la utilización de la combinación de Arcilla de Quitaracsa y Concha de lapicero puesto que ambos materiales activados da como resultado un material altamente alcalino. Por lo que se recomienda realizar investigaciones con menos porcentajes en la arcilla y mayor porcentaje en la Concha de lapicero.

Por lo antes expuesto, se indica seguir realizando estudios sobre arcillas provenientes de distintos lugares hasta dar con un resultado alcalino de PH.

Para concluir se recomienda seguir investigando en menor porcentaje de sustitución al cemento.

Referencia Bibliográfica

- Adekunle P., A., Shodolapo O., F., & Kamoru A., I. (Setiembre de 2015). Utilization of Mollusc Shells for Concrete Production for Sustainable Environment. *International Journal of Scientific & Engineering Research*, 6(9), 8. Recuperado el 05 de Febrero de 2020, de <https://pdfs.semanticscholar.org/fc7d/3bd8392e12f948cbe295aee46b262a4a1c05.pdf>
- Almenares Reyes, R., Alujas Días, A., Poll Legrá, L., Bassas Noa, P., Betancourt Rodríguez, S., Martirena Hernández, J., & Leyva Rodríguez, C. (13 de Setiembre de 2016). Evaluación de arcillas caoliníticas de Moa para la producción de cemento de base clínquer-arcilla calcinada-caliza(LC3). *Minería & Geología*, 32(4), 63-75. Obtenido de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=223548649005>
- Berrú Beltrán, J. M. (2012). Biología reproductiva, crecimiento y Pesquería de *Tagelus dombeii* "Navajuela" en la Bahía de Samanco. Región Ancash - Perú de Enero a Diciembre del 2010. Tesis, Universidad Nacional de Trujillo, La Libertad, Trujillo. Recuperado el 23 de Febrero de 2020, de <http://dspace.unitru.edu.pe/bitstream/handle/UNITRU/1044/Berru%20Beltran%2c%20Jesus.pdf.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Carrillo Vera, R. R. (2018). Sustitución del cemento por 8% y 16% en combinación del molusco *trachy cardium procerum* (pata de mula) y de hoja de eucalipto en mortero y determinar su resistencia. Tesis, Universidad San Pedro, Ancash, Chimbote. Recuperado el 04 de Marzo de 2020, de http://repositorio.usanpedro.edu.pe/bitstream/handle/USANPEDRO/4370/Tesis_56286.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Darrigran, G. (2013). *Los Moluscos Bivalvos*. La Plata, Buenos Aires, Argentina: Universidad Nacional de La Plata (EDULP). doi:978-950-34-1034-9
- García Romero, E., & Suárez Barrios, M. (2001). *LAS ARCILLAS: PROPIEDADES Y USOS*. Recuperado el 23 de Febrero de 2020, de <http://campus.usal.es/~delcien/doc/GA.PDF>
- González Acuña, H. R. (2017). Resistencia del mortero con cemento sustituido por el 13% por una combinación de arcilla y concha cuchara. Tesis, Universidad San Pedro, Ancash, Chimbote. Recuperado el 04 de Febrero de 2020, de http://repositorio.usanpedro.edu.pe/discover?scope=/&rpp=10&page=5&query=mortero&group_by=none&etal=0
- INSTITUTO DEL MAR DEL PERÚ. (2015). Guía de campo ilustrada para reconocimiento de especies de moluscos bivalvos con valor comercial. produce -

imarpe, lima. Recuperado el 23 de Febrero de 2020, de <https://edoc.pub/queue/moluscos-bivalvos-pdf-free.html>

Julián, C, et al. (2016). Realizaron la investigación, “resistencia en mortero con cemento sustituido al 50% por residuos de chanque y bambú” <https://revista.usanpedro.edu.pe/index.php/CPD/article/view/34>

Kosmatka, S. H., Kerkhoff, B., Panarese, W. C., & Tanesi, J. (2004). Diseño y Control de Mezclas de Concreto. Illinois, EE.UU.: Portland Cement Association. doi:0-89312-233-5

Lozano Romero, C. A. (2018). “Resistencia a la compresión y absorción de un mortero sustituyendo el cemento por 36% de arcilla activada de Acopampa-Carhuaz y 12% de concha de abanico”. Tesis, Universidad San Pedro, Ancash, Chimbote. Recuperado el 04 de Febrero de 2020, de http://repositorio.usanpedro.pe/bitstream/handle/USANPEDRO/10399/Tesis_59886.pdf?sequence=1&isAllowed=y

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

NTP 334.057. (2002). CEMENTOS: Método de ensayo para determinar la fluidez de morteros de cemento Portland.

NTP 399.607. (2013). Especificación normalizada de agregados para mortero de albañilería.

Rivera L., G. A. (2013). Concreto Simple. Cauca, Colombia. Recuperado el 28 de Febrero de 2020, de <https://civilgeeks.com/2013/08/28/libro-de-tecnologia-del-concreto-y-mortero-ing-gerardo-a-rivera-l/>

Rodríguez Álvaro, R. (2014). Morteros para Revestimiento con Árido procedente de Concha de Mejillón. Tesis, UNIVERSIDADE DA CORUÑA, La Coruña. doi:10.13140 / RG.2.2.25245.51688

Taylor Lange, S., Lamon, E., Montar, K., & Juenger, M. (28 de Enero de 2015). Caolinita calcinada-arcilla de bentonita se mezcla como materiales cementicios suplementarios. EL SEVIER, 108, 84-93. Obtenido de <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0169131715000423?via%3Dihub>

Wan Ahmad, S. B., Nor Hazurina , O., Mohd Haziman, W. I., Masazurah A , R., Shahiron, S., & Raha Abd, R. (28-29 de Agosto de 2017). Una revisión sobre las cenizas de conchas marinas como reemplazo parcial de cemento. Ciencia e Ingeniería de Materiales, 8. doi:10.1088 / 1757-899X / 271/1/012059

AGRADECIMIENTO

El más sincero agradecimiento a mi madre, hermanas, abuela por su apoyo incondicional estuvieron conmigo siempre dándome su apoyo, confianza, comprensión y amor. No hubiera sido posible llegar hasta aquí sino fuera por ellos, su lucha constante por verme crecer y ser una profesional fueron mi mayor sustento para esforzarme cada día más, no fue fácil para ellos al igual que para mí pero juntos logramos este sueño. A mi hijo Alessio que llegó a mi vida para darme esas ganas de seguir esforzándome y poder lograr una meta en mi vida.

A mis docentes por su tiempo y su conocimiento que nos brindan cada día en esta carrera profesional.

ANEXOS

ANEXO N°01

Análisis Térmico Diferencial de Arcilla de
Quitaracsa



Trujillo, 26 de febrero del 2020

INFORME N° 75 - FEB-20

Solicitante: Montes Bocanegra Víctor Raúl – Universidad San Pedro

RUC/DNI: 46166453

Supervisor:

1. MUESTRA: Arcilla (1. gr)

N° de Muestras	Código de Muestra	Cantidad de muestra ensayada	Procedencia
1	A-75F	44.7 mg	Quitaracsa

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: 44.7 mg.

Jefe de Laboratorio: Ing. Danny Chávez Novoa

Analista responsable: Ing. Danny Chávez Novoa

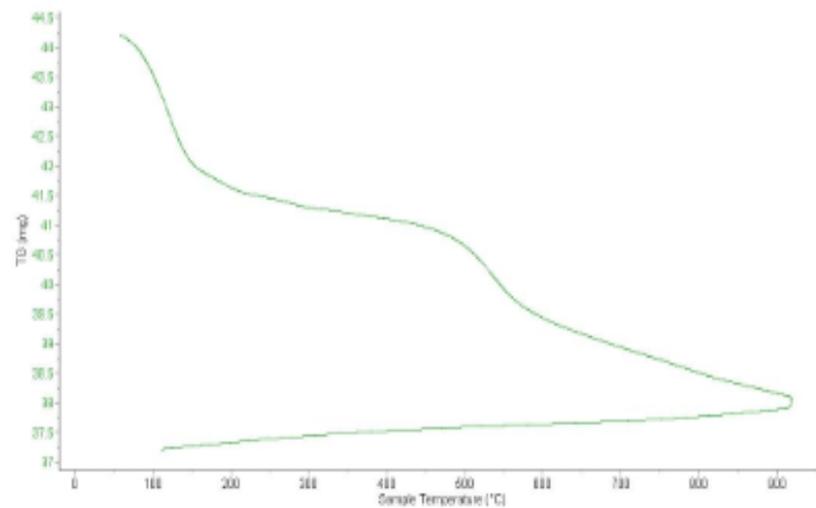


Trujillo, 26 de febrero del 2020

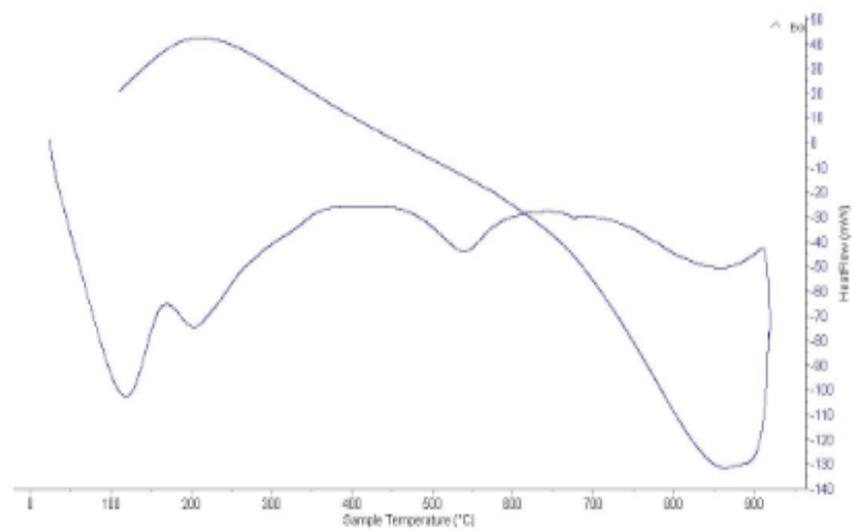
INFORME N° 75 - FEB-20

4. Resultados:

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



II- Curva Calorimétrica ATD





Trujillo, 26 de febrero del 2020

INFORME N° 75 - FEB-20

5. CONCLUSION:

1. Según el análisis térmico TGA se muestra dos importantes caídas de la masa del material al aumentar de la temperatura, la primera se manifiesta entre 70 y 130°C, y la segunda se da entre 480 y 550; en otros rangos de temperatura la caída de la masa es lenta, el material llega a perder en total aproximadamente 14 % de su masa inicial.
2. De acuerdo al análisis calorimétrico, se muestra algunos picos de absorción térmica, la primera a 110°C, la segunda a 200°C, la tercera, a 545°C, y finalmente una banda endotérmica entre 800 y 900 °C lo cual podría suponer cambios estructurales y de las características en el material en cada uno de ellos.

Trujillo, 26 de febrero del 2020

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

ANEXO N°02

Análisis Térmico Diferencial de la Concha de
Lapicero



Trujillo, 26 de febrero del 2020

INFORME N° 74 - FEB 20

Solicitante: Montes Bocanegra Victor Raúl- Universidad San Pedro

RUC/DNI: 46166453

Supervisor:

1. MUESTRA: Concha de lapicero (1 gr)

N° de Muestras	Código de Muestra	Cantidad de muestra ensayada	Procedencia
1	CLS-74F	30 mg

2. ENSAYOS A APLICAR

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

3. EQUIPO EMPLEADO Y CONDICIONES

- Analizador Térmico simultáneo TG_DTA_DSC Cap. Máx.: 1600°C SetSys_Evolution, cumple con normas ASTM ISO 11357, ASTM E967, ASTM E968, ASTM E793, ASTM D3895, ASTM D3417, ASTM D3418, DIN 51004, DIN 51007, DIN 53765.
- Tasa de calentamiento: 20 °C/min
- Gas de Trabajo - Flujo: Nitrógeno, 10 ml/min
- Rango de Trabajo: 25 – 900 °C.
- Masa de muestra analizada: 30 mg.

Jefe de Laboratorio:

Ing. Danny Chávez Novoa

Analista responsable:

Ing. Danny Chávez Novoa

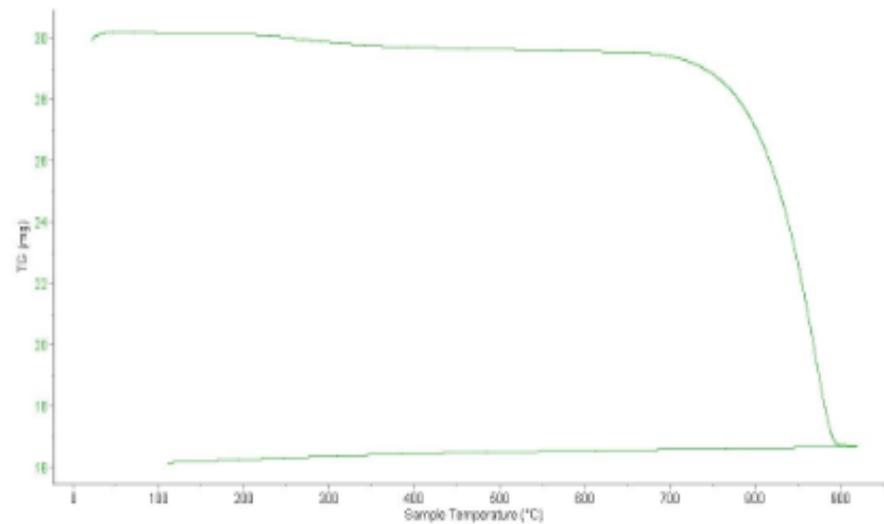


Trujillo, 26 de febrero del 2020

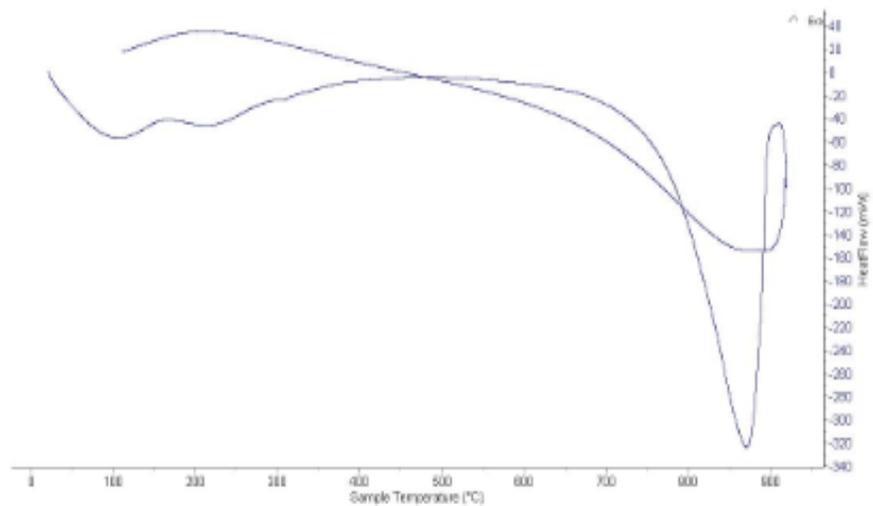
INFORME N° 74 - FEB 20

4. Resultados:

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



II- Curva Calorimétrica ATD





Trujillo, 26 de febrero del 2020

INFORME N° 74 - FEB 20

5. CONCLUSION:

1. Según la termogravimetría se muestra una tendencia a presentar gran estabilidad térmica del material donde la pérdida de masa es imperceptible desde 25°C hasta 700°C donde a partir del cual el material presenta inicio de descomposición. El material presenta una pérdida total de 47% respecto a su masa inicial cuando se alcanza la máxima temperatura de ensayo.
2. De acuerdo al análisis calorimétrico, se muestra unas ligeras bandas endotérmicas en 100 y 200 °C, posteriormente a 870°C la curva muestra un pico de absorción térmico intenso que podría indicar algún posible cambio de fase y cambio en las características del material.

Trujillo, 26 de febrero del 2020

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

ANEXO N°03

Análisis de Fluorescencia de Rayos X, Arcila de
Quitaracsa



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

FACULTAD DE CIENCIAS FISICAS
Laboratorio de Arqueometría

Informe N°81LAQ/2020

Análisis de una muestra de arcilla por FRXDE

Introducción

Se analizó por fluorescencia de rayos-X dispersiva en energía (FRXDE) una muestra de arcilla de Quitaraca a pedido de la Sr. **Montes Bocanegra, Victor Raul**, egresado de la Universidad San Pedro, sede Chimbote, y como parte de su proyecto de tesis titulada:

"Resistencia a la compresión del Mortero sustituyendo al cemento por arcilla y concha de lapicero."

La muestra 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 15 μ A. Los espectros se acumularon durante un intervalo neto de 300 s utilizando 2048 canales, con ángulos de incidencia y salida de alrededor de 45°; distancia muestra a fuente de rayos-X de 4 cm y distancia de muestra a detector de 2 cm aprox. La tasa de conteo, la cual depende de la geometría del arreglo experimental y de la composición elemental de la muestra, fue de alrededor de 4800 cts/s

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

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



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

FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS
Laboratorio de Arqueometría

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

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

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

Resultados.

En la Figura 1 se muestra el espectro de FRXDE de esta muestra de arcilla de Quitaracsa. La línea roja representa el espectro experimental y la línea azul el espectro calculado. Cubre el rango de energías de 1 a 18 keV que es el rango de interés en este estudio. En el espectro se puede observar la presencia del pico de argón, que es un gas inerte presente en el aire que respiramos.

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



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

FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS
Laboratorio de Arqueometría

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

Óxido	%masa	Normalizado
Al ₂ O ₃	36.846	30.555
SiO ₂	76.272	63.255
ClO ₂	0.014	0.012
K ₂ O	2.260	1.874
CaO	0.713	0.591
TiO ₂	0.154	0.128
V ₂ O ₅	0.004	0.003
MnO	0.031	0.026
Fe ₂ O ₃	4.143	3.436
NiO ₃	0.009	0.007
CuO	0.010	0.005
ZnO	0.015	0.012
SrO	0.014	0.011
Y ₂ O ₃	0.003	0.002
ZrO ₂	0.010	0.008
MoO ₃	0.05	0.004
Totales	120.495	100.00

La suma en términos de contenido de óxidos es mayor que 100% indicando que la muestra contiene compuestos diferentes que óxidos, por ejemplo, aluminosilicatos, y/o hay una deficiencia en la calibración del instrumento. Para aclarar esta situación se sugiere hacer un análisis por difracción de rayos-X para determinar los compuestos que contiene la muestra con mayor precisión.



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

FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS
Laboratorio de Arqueometría

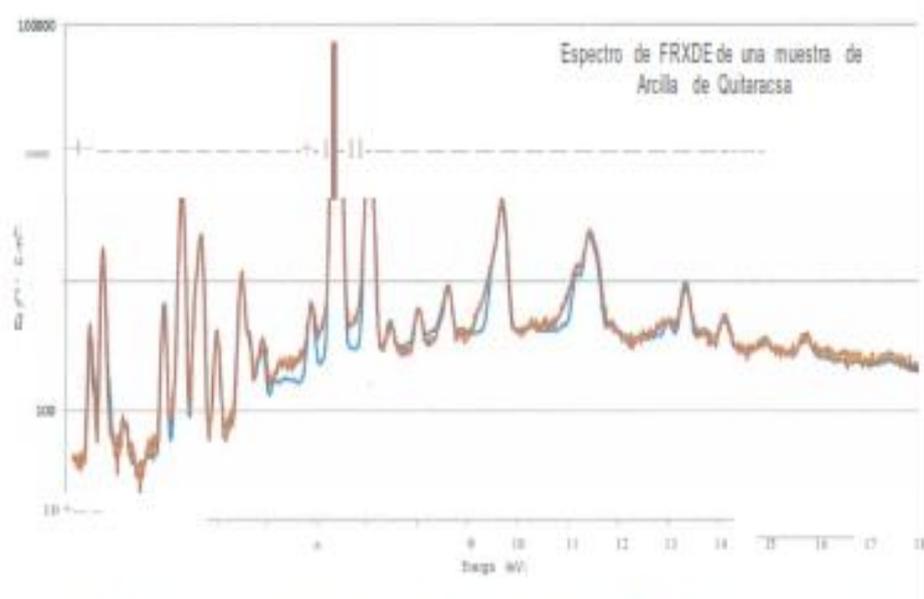


Figura 1 Espectro de FRXDE de una muestra de arcilla de Quitaraca en escala semi logarítmica. Incluye el pico de Ar del aire y los picos de rayos-X de Au dispersados por la muestra. La curva en azul muestra el espectro simulado

Investigador Responsable:

Dr. Jorge A. Bravo Cabrejos
Laboratorio de Arqueometría



Lima, 08 de Marzo del 2020

ANEXO N°04

Análisis de Fluorescencia de Rayos X, Concha de
Lapicero



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

FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS
Laboratorio de Arqueometría

Informe N°82-LAQ/2020

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

Introducción.

Se analizó por fluorescencia de rayos-X dispersiva en energía (FRXDE) una muestra de arcilla de Quitaraca a pedido del Sr. Montes Bocanegra, Víctor Raúl, egresado de la Universidad San Pedro, sede Chimbote, y como parte de su proyecto de tesis titulada:

"Resistencia a la compresión del Mortero sustituyendo al cemento por arcilla y concha de lapicero."

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

Arreglo experimental.

Se utilizó un espectrómetro de FRXDE marca Amptek con ánodo de oro que operó a un voltaje de 30 kV y una corriente de 15 μ A. Los espectros se acumularon durante un intervalo neto de 300 s utilizando 2048 canales, con ángulos de incidencia y salida de alrededor de 45°; distancia muestra a fuente de rayos-X de 4 cm y distancia de muestra a detector de 2 cm aprox. La tasa de conteo, la cual depende de la geometría del arreglo experimental y de la composición elemental de la muestra, fue de alrededor de 5500 cts/s

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

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



UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS

(Universidad del Perú, Decana de América)

FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS

Laboratorio de Arqueometría

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

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

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

Resultados.

En la Figura 1 se muestra el espectro de FRXDE de esta muestra de ceniza de concha de lapicero. La línea roja representa el espectro experimental y la línea azul el espectro calculado. Cubre el rango de energías de 1 a 18 keV que es el rango de interés en este estudio. En el espectro se puede observar la presencia del pico de argón, que es un gas inerte presente en el aire que respiramos.

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



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

FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS
Laboratorio de Arqueometría

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

Oxido	% masa	Normalizado
Al ₂ O ₃	4.690	4.271
SiO ₂	0.848	0.773
S ₂ O	0.519	0.473
ClO ₂	0.107	0.098
K ₂ O	0.107	0.097
CaO	103.41	93.828
TiO	0.011	0.012
MnO	0.002	0.002
Fe ₂ O ₃	0.012	0.011
Ni ₂ O ₃	0.006	0.006
CuO	0.003	0.003
ZnO	0.096	0.005
SrO	0.462	0.421
Totales	110.273	100.00

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



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

FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS
Laboratorio de Arqueometría

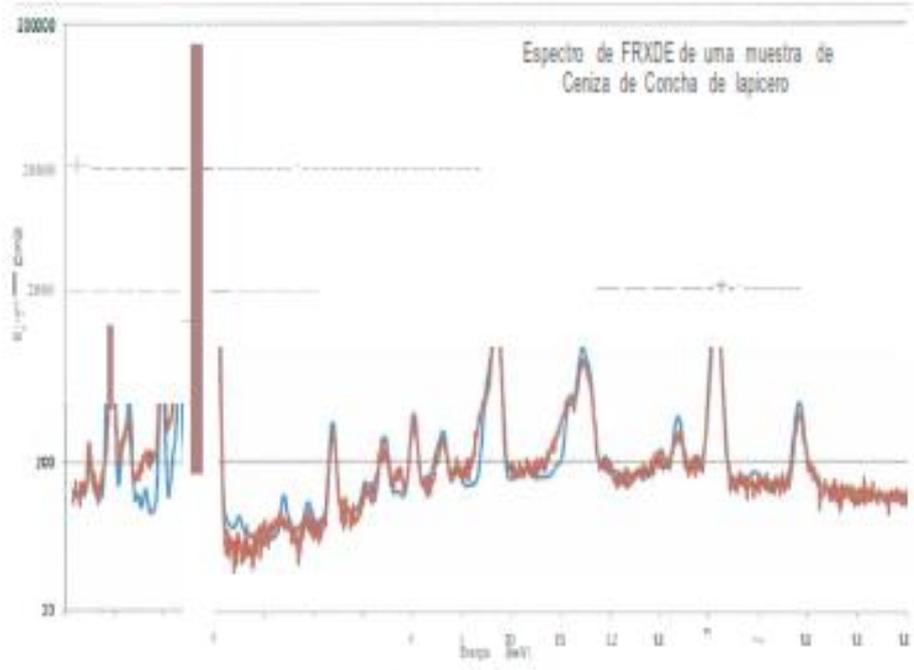


Figura 1 Espectro de FRXDE de una muestra de ceniza de concha e lapicero en escala semi logarítmica. Incluye el pico de Ar del aire y los picos de rayos-X de Au dispersados por la muestra. La curva en azul muestra el espectro simulado

Investigador Responsable:

Dr. Jorge A. Bravo Cabrejos

Laboratorio de Arqueometría



Lima, 08 de Marzo del 2020

ANEXO N°05

Ensayo de pH



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° 20200226-008

Pág. 1 de 1

SOLICITADO POR : VICTOR RAUL MONTES BOCANEGRA
 DIRECCIÓN : Av. Rayna 222 Casma.
 NOMBRE DEL CONTACTO DEL CLIENTE : NO APLICA
 PRODUCTO DECLARADO : ABAJO INDICADOS.
 LUGAR DE MUESTREO : NO APLICA
 MÉTODO DE MUESTREO : NO APLICA
 PLAN DE MUESTREO : NO APLICA
 CONDICIONES AMBIENTALES DURANTE EL MUESTREO : NO APLICA
 FECHA DE MUESTREO : NO APLICA
 CANTIDAD DE MUESTRA : 04 muestras.
 PRESENTACIÓN DE LA MUESTRA : En bolsa de polietileno, cerrada.
 CONDICIÓN DE LA MUESTRA : En buen estado.
 FECHA DE RECEPCIÓN : 2020-02-26
 FECHA DE INICIO DEL ENSAYO : 2020-02-26
 FECHA DE TÉRMINO DEL ENSAYO : 2020-02-26
 LUGAR REALIZADO DE LOS ENSAYOS : Laboratorio Físico Químico.
 CÓDIGO COLECBI : SS 200226-3

RESULTADOS

RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL MORTERO SUSTITUYENDO AL CEMENTO POR ARCILLA Y CONCHA DE LAPICERO

MUESTRAS	ENSAYO
	pH
ARCILLA DE QUITARACSA	5,89
CONCHA DE LAPICERO	13,10
5% ARCILLA DE QUITARACSA 10% DE CONCHA DE LAPICERO Y 85% DE CEMENTO TIPO I	13,29
7% ARCILLA DE QUITARACSA 14% DE CONCHA DE LAPICERO Y 79% DE CEMENTO TIPO I	13,20

METODOLOGIA EMPLEADA

pH : Potenciométrico.

NOTA:

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

Fecha de Emisión: Nuevo Chimbote, Febrero 27 del 2020.

GVWjma

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

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

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

FIN DEL INFORME

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

COLECBI S.A.C.

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

ANEXO N°06

ENSAYOS DE LABORATORIO

ANALISIS GRANULOMETRICO AGREGADO FINO
(ASTM C 136-06)

SOLICITA : BACH.MONTES BOCANEGRA VICTOR RAUL
 TESIS : RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL MORTERO SUSTITUYENDO AL CEMENTO POR
 ARCILLA Y CONCHA DE LAPICERO
 LUGAR : CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - ANCASH
 CANTERA : VESIQUE
 MATERIAL : ARENA GRUESA
 FECHA : 18/06/2020

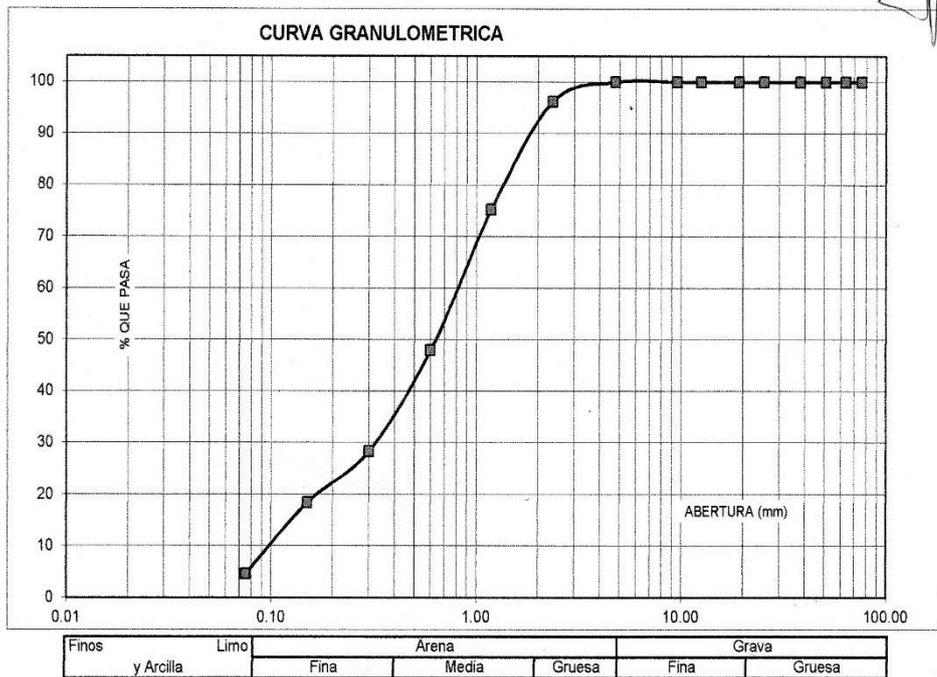
TAMIZ	Peso retenido	% ret. Parcial	% ret. Acumu.	% Que pasa
N°	Abert.(mm)	(gr.)	(%)	(%)
3"	76.20	0.0	0.0	100.0
2 1/2"	63.50	0.0	0.0	100.0
2"	50.80	0.0	0.0	100.0
1 1/2"	38.10	0.0	0.0	100.0
1"	25.40	0.0	0.0	100.0
3/4"	19.10	0.0	0.0	100.0
1/2"	12.50	0.0	0.0	100.0
3/8"	9.52	0.0	0.0	100.0
N° 4	4.76	0.0	0.0	100.0
N° 8	2.36	18.88	3.8	96.2
N° 16	1.18	105.21	21.0	75.2
N° 30	0.60	135.88	27.2	48.0
N° 50	0.30	98.10	19.6	28.4
N° 100	0.15	49.68	9.9	18.5
N° 200	0.08	68.90	13.8	4.7
PLATO	ASTM C-117-04	23.35	4.7	100.0
TOTAL		500.0	100.0	

PROPIEDADES FISICAS	
Módulo de Fineza	2.34

OBSERVACIONES

La Muestra tomada identificada por el solicitante.


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



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

SOLICITA : BACH.MONTES BOCANEGRA VICTOR RAUL
TESIS : RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL MORTERO SUSTITUYENDO AL CEMENTO POR
ARCILLA Y CONCHA DE LAPICERO
LUGAR : CHIMBOTE – PROVINCIA DEL SANTA – ANCASH
MATERIAL : ARENA GRUESA
FECHA : 18/06/2020
RELACION A/C : 0.485

D(FLUIDEZ)	DIAMETRO PROMEDIO	DIAMETRO INICIAL	FLUIDEZ %
12.50	12.45	10.16	22.54
12.50			
12.30			
12.50			

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

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

Mg. Miguel Solar Jara
JEFE

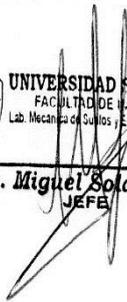
**ENSAYO PARA LA DETERMINACION DE FLUIDEZ DE LAS PASTAS DE
MORTERO-EXPERIMENTAL 15%
(MTC E 616-NTP 334.126)**

SOLICITA : BACH: MONTES BOCANEGRA VICTOR RAUL
 TESIS : RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL MORTERO SUSTITUYENDO AL CEMENTO POR
 ARCILLA Y CONCHA DE LAPICERO
 LUGAR : CHIMBOTE – PROVINCIA DEL SANTA – ANCASH
 MATERIAL : ARENA GRUESA
 FECHA : 18/06/2020
 RELACION A/C : 0.485

D(FLUIDEZ)	DIAMETRO PROMEDIO	DIAMETRO INICIAL	FLUIDEZ %
10.90	10.90	10.16	7.28
10.90			
10.90			
10.90			

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


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


Mg. Miguel Solar Jara
 JEFE

**ENSAYO PARA LA DETERMINACION DE FLUIDEZ DE LAS PASTAS DE
MORTERO-EXPERIMENTAL 21%
(MTC E 616-NTP 334.126)**

SOLICITA : BACH: MONTES BOCANEGRA VICTOR RAUL
TESIS : RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL MORTERO SUSTITUYENDO AL CEMENTO POR
ARCILLA Y CONCHA DE LAPICERO
LUGAR : CHIMBOTE – PROVINCIA DEL SANTA – ANCASH
MATERIAL : ARENA GRUESA
FECHA : 18/06/2020
RELACION A/C : 0.485

D(FLUIDEZ)	DIAMETRO PROMEDIO	DIAMETRO INICIAL	FLUIDEZ %
10.70	10.65	10.16	4.82
10.70			
10.60			
10.60			

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

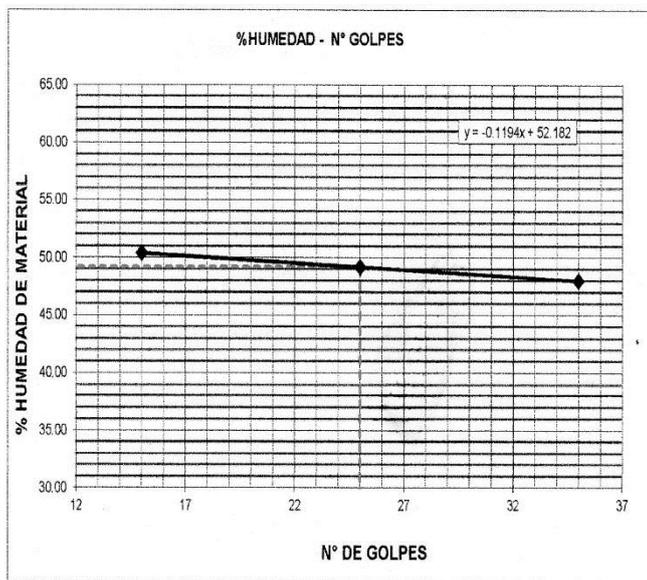
 UNIVERSIDAD SAN PEDRO
FACULTAD DE INGENIERÍA
Lab. Mecánica de Suelos y Ensayo de Materiales

Mg. Miguel Solar Jara
JEFE

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

SOLICITA : BACH:MONTES BOCANEGRA VICTOR RAUL
 TESIS : RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL MORTERO SUSTITUYENDO AL CEMENTO POR
 ARCILLA Y CONCHA DE LAPICERO
 MUESTRA : ARCILLA
 LUGAR : CHIMBOTE - SANTA - ANCASH
 FECHA : 18/06/2020

Nro. DE ENSAYO	LIMITE LIQUIDO			LIMITE PLASTICO		
	1	2	3	1	2	3
PESO TARA + SUELO HUMEDO (gr.)	37.30	37.40	38.10	20.60	19.90	21.20
PESO TARA + SUELO SECO (gr.)	31.30	31.20	31.60	19.50	18.90	20.20
PESO DE LA TARA (gr.)	18.80	18.60	18.70	14.50	14.14	15.60
PESO DEL AGUA (gr.)	6.00	6.20	6.50	1.10	1.00	1.00
PESO SUELO SECO (gr.)	12.50	12.60	12.90	5.00	4.76	4.60
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	48.00	49.21	50.39	22.00	21.02	21.74
Nro. DE GOLPES	35	25	15	21.59		



LIMITE LIQUIDO	
(MTC E-110,ASTM D-4318 y AASHTO T89)	
LL :	% 49.20

LIMITE PLASTICO	
(MTC E-111,ASTM D-4318 y AASHTO T90)	
LP :	% 21.59

INDICE DE PLASTICIDAD	
ASTM D-438	
IP :	% 27.61


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

ANEXO N°07

ENSAYOS DE RESISTENCIA A LA
COMPRESIÓN DE MORTERO PATRÓN Y
EXPERIMENTAL

ENSAYO A LA COMPRESION DE CUBOS 5.08 cm-PATRON
(ASTM C 109)

SOLICITA : BACH.MONTES BOCANEGRA VICTOR RAUL
 TESIS : RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL MORTERO SUSTITUYENDO AL CEMENTO POR
 ARCILLA Y CONCHA DE LAPICERO
 LUGAR : CHIMBOTE-SANTA-ANCASH
 FECHA : 18/06/2020

N°	TESTIGO ELEMENTO	FECHA DE ROTURA	Peso	Densidad	Longitud	Longitud	Longitud	Area	Carga	Resistencia
			Muestra (gr)	(gr/cm ³)	(a) (cm)	(b) (cm)	(c) (cm)	(a*b) (cm ²)	Maxima (kg)	Pc (kg/cm ²)
01	PATRON 3 DIAS	11/03/2020	292.5	2.262	5.05	5.05	5.07	25.50	6793.00	266.39
02	PATRON 3 DIAS	11/03/2020	292.3	2.256	5.07	5.05	5.06	25.60	6883.00	268.75
03	PATRON 3 DIAS	11/03/2020	292.3	2.256	5.07	5.05	5.06	25.60	6910.00	269.92
04	PATRON 7 DIAS	11/03/2020	291.8	2.204	5.09	5.10	5.10	25.96	9255.00	356.51
05	PATRON 7 DIAS	11/03/2020	292.3	2.208	5.09	5.10	5.10	25.96	9326.00	359.24
06	PATRON 7 DIAS	11/03/2020	292.3	2.243	5.08	5.08	5.05	25.81	9335.00	361.68
07	PATRON 28 DIAS	11/03/2020	301.5	2.332	5.06	5.06	5.05	25.60	12125.00	473.63
08	PATRON 28 DIAS	11/03/2020	301.6	2.305	5.07	5.08	5.08	25.76	12285.00	476.90
09	PATRON 28 DIAS	11/03/2020	301.2	2.329	5.06	5.05	5.06	25.55	12426.00	486.34


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

ENSAYO A LA COMPRESION DE CUBOS 5.08 cm-EXPERIMENTAL 15%
(ASTM C 109)

SOLICITA : BACH: MONTES BOCANEGRA VICTOR RAUL
 TESIS : RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL MORTERO SUSTITUYENDO AL CEMENTO POR
 ARCILLA Y CONCHA DE LAPICERO
 LUGAR : CHIMBOTE-SANTA-ANCASH
 FECHA : 18/06/2020

TESTIGO		FECHA DE ROTURA	Peso Muestra	Densidad	Longitud (a)	Longitud (b)	Longitud (c)	Area (a*b)	Carga Maxima	Resistencia f _c
Nº	ELEMENTO		(gr)	(gr/cm ³)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm ²)	(kg)	(kg/cm ²)
01	EXPERIMENTAL 3 DIAS	11/03/2020	291.8	2.243	5.07	5.07	5.06	25.70	5445.00	211.87
02	EXPERIMENTAL 3 DIAS	11/03/2020	291.3	2.231	5.06	5.08	5.08	25.70	5226.00	203.35
03	EXPERIMENTAL 3 DIAS	11/03/2020	291.1	2.238	5.07	5.06	5.07	25.65	5338.00	208.11
04	EXPERIMENTAL 7 DIAS	11/03/2020	291.5	2.246	5.07	5.06	5.06	25.65	8246.00	321.48
05	EXPERIMENTAL 7 DIAS	11/03/2020	291.5	2.228	5.08	5.08	5.07	25.81	8350.00	323.52
06	EXPERIMENTAL 7 DIAS	11/03/2020	291.3	2.213	5.09	5.08	5.09	25.86	8148.00	315.08
07	EXPERIMENTAL 28 DIAS	11/03/2020	293.8	2.237	5.08	5.08	5.09	25.81	10846.00	420.22
08	EXPERIMENTAL 28 DIAS	11/03/2020	293.5	2.257	5.07	5.07	5.06	25.70	10598.00	412.37
09	EXPERIMENTAL 28 DIAS	11/03/2020	292.8	2.242	5.07	5.08	5.07	25.76	10547.00	409.43


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

Mg. Miguel Solar Jara
 JEFE

ENSAYO A LA COMPRESION DE CUBOS 5.08 cm-EXPERIMENTAL 21%
(ASTM C 109)

SOLICITA : BACH:MONTES BOCANEGRA VICTOR RAUL
 TESIS : RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL MORTERO SUSTITUYENDO AL CEMENTO POR
 ARCILLA Y CONCHA DE LAPICERO
 LUGAR : CHIMBOTE-SANTA-ANCASH
 FECHA : 18/06/2020

N°	TESTIGO ELEMENTO	FECHA DE ROTURA	Peso	Densidad	Longitud	Longitud	Longitud	Area	Carga	Resistencia
			Muestra (gr)	(gr/cm ³)	(a) (cm)	(b) (cm)	(c) (cm)	(a*b) (cm ²)	Maxima (kg)	f'c (kg/cm ²)
01	EXPERIMENTAL 3 DIAS	11/03/2020	292.9	1.942	5.10	5.10	5.80	26.01	4685.00	180.12
02	EXPERIMENTAL 3 DIAS	11/03/2020	292.5	2.222	5.09	5.09	5.08	25.91	4610.00	177.92
03	EXPERIMENTAL 3 DIAS	11/03/2020	291.8	2.226	5.09	5.07	5.08	25.81	4582.00	177.53
04	EXPERIMENTAL 7 DIAS	11/03/2020	292.3	2.252	5.07	5.06	5.06	25.65	7114.00	277.35
05	EXPERIMENTAL 7 DIAS	11/03/2020	292.3	2.234	5.07	5.08	5.08	25.76	6890.00	267.47
06	EXPERIMENTAL 7 DIAS	11/03/2020	292.4	2.248	5.08	5.06	5.06	25.70	6997.00	272.26
07	EXPERIMENTAL 28 DIAS	11/03/2020	291.9	2.249	5.06	5.06	5.07	25.60	9754.00	381.02
08	EXPERIMENTAL 28 DIAS	11/03/2020	291.8	2.243	5.06	5.07	5.07	25.65	9726.00	379.18
09	EXPERIMENTAL 28 DIAS	11/03/2020	292.3	2.234	5.08	5.07	5.08	25.76	9875.00	383.35


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

PANEL FOTOGRAFICO



Figura 01: Cuarteo de arena



Figura 02: Zona de extracción de arcilla



Figura 04: Cuarteo de arcilla



Figura 04: Lavado de arcilla



Figura 05: Arcilla pasada por malla



Figura 06: Eliminación de agua



Figura 07: Arcilla lavada

Figura 08: Secado de arcilla en horno por 24 horas



Figura 09: Molido de arcilla con mortero

Figura 10: Tamizado de arcilla por malla #200



Figura 11: Arcilla mezclado con agua



Figura 12: Colocación de masa en la copa



Figura 13: Se pasa el acanalador por el centro



Figura 14: Se suministra los golpes hasta cerrar la ranura



Figura 15: Se toma una muestra



Figura 16: Elaboración de rollitos o cilindro

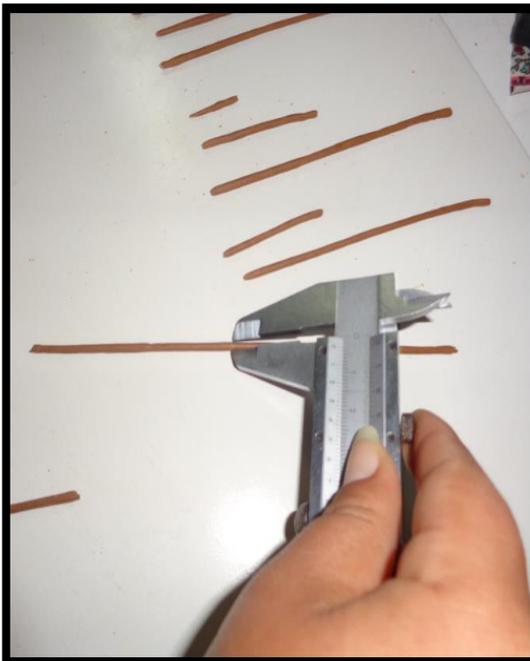


Figura 17: Verificación de diámetro con vernier



Figura 18: Colocación de muestras al horno



Figura 19: Lavado de concha de lapicero



Figura 20: Secado natural



Figura 21: Se coloca en el horno



Figura 22: Secado



Figura 23: Elaboración de la mezcla para el mortero



Figura 24: Ensayo de fluidez en el fluidímetro electrónico



Figura 25: Cuarteo de arena



Figura 26: Cuarteo de arcilla y concha de lapicero



Figura 27: Elaboración de la mezcla para el mortero



Figura 28: Se apisonó con 32 golpes y se alisó de la superficie con la ayuda de una espátula



Figura 29: Mortero patrón y experimental

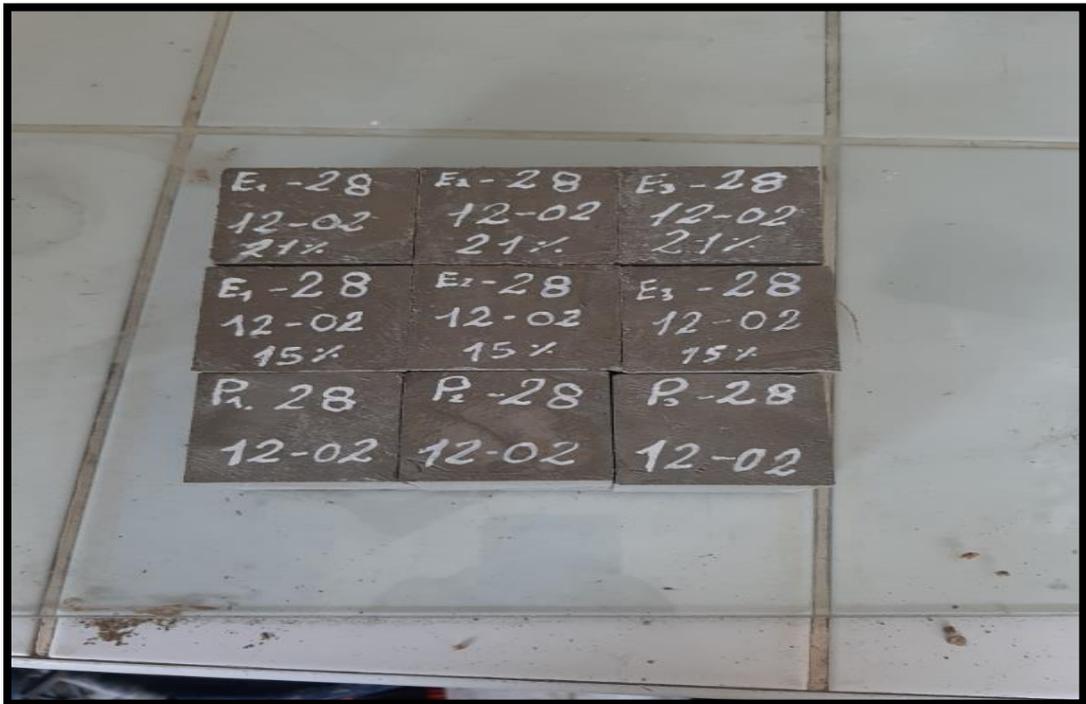


Figura 30: Desencofrado y rotulado de especímenes

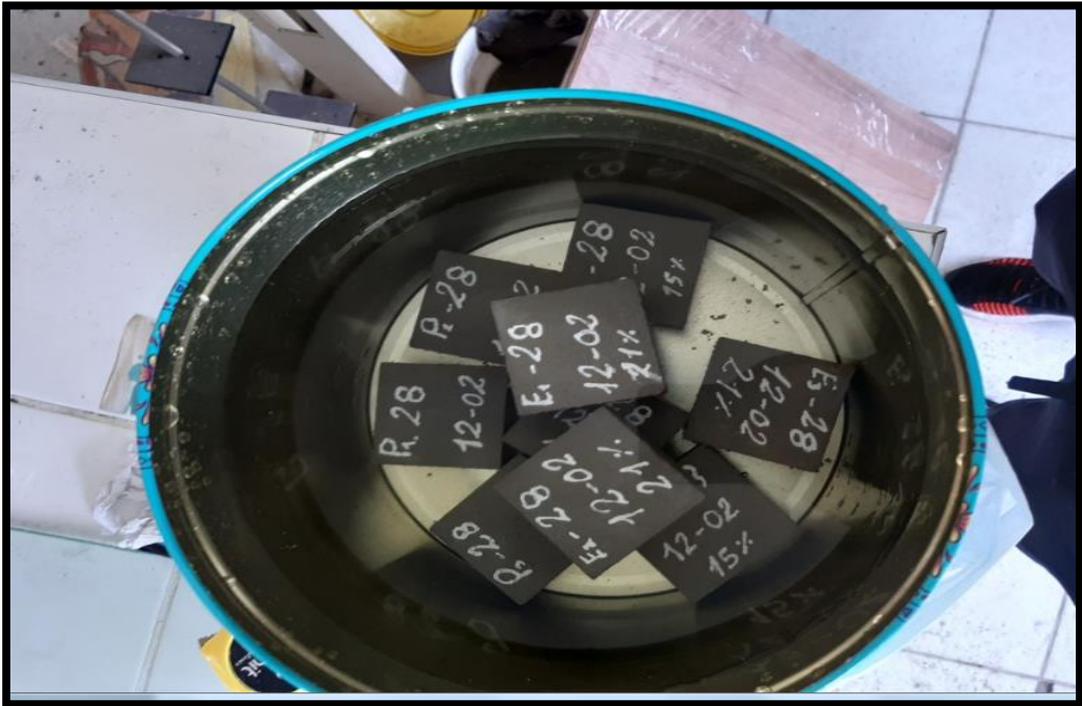


Figura 31: Curado de especímenes