

UNIVERSIDAD SAN PEDRO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



**Resistencia a la compresión en adobe, estabilizado en 2% y 3%
con cenizas de cascara de huevo y cascara de arroz**

Tesis para obtener el título profesional de ingeniero civil

Autor

León Valverde Bryan Junior

Asesor

Castañeda Gamboa Rogelio

Chimbote – Perú

2019

PALABRAS CLAVES

Adobe, Ceniza de cascara de arroz, Ceniza de cascara de huevo, Resistencia a la compresión.

TEMA	:	Resistencia a la compresión en adobe estabilizado en 2% y 3% con cenizas de cáscara de huevo y cáscara de arroz.
ESPECIALIDAD	:	Tecnología de los materiales
OBJETIVO	:	Resistencia a la compresión
METODO	:	Experimental
LINEAS DE INVESTIGACION	:	Construcción y gestión de la construcción

KEYWORDS

Adobe, Rice husk ash, Egg shell ash, Compressive strength.

TOPIC	:	Resistance to compression in adobe stabilized in 2% and 3% with ashes of eggshell and rice husk
SPECIALTY	:	Materials Technology
TRAGET	:	Compressive strength
METHOD	:	Experimental
LINES OF INVESTIGATION	:	Construction and construction management

TITULO DE LA INVESTIGACION

**RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN EN ADOBE,
ESTABILIZADO EN 2% Y 3% CON CENIZAS DE CASCARA
DE HUEVO Y CASCARA DE ARROZ**

RESUMEN

El presente proyecto de investigación tuvo como objetivo principal determinar la resistencia a la compresión en adobe, cuyas unidades que han sido estabilizadas en 2% y 3% con cenizas de cascara de huevo y cascara de arroz.

Fue una investigación aplicada de diseño experimental por ello se elaboraron un total de 27 unidades de adobe de dimensiones 28 x 14 x 10 cm, tomando en cuenta 09 unidades por concentración de adición de las cenizas de cáscara de huevo y cáscara arroz en porcentajes de 0%, 2% y 3% con respecto al peso del adobe.

Los ensayos realizados en campo fueron: prueba de color, enrollado y de la botella, todas ellas para la selección del suelo; en cuanto a los ensayos realizados en laboratorio fueron análisis granulométrico, contenido de humedad, límite líquido, límite plástico y pH (para determinar las características físicas del suelo), análisis térmico diferencial (para determinar la activación térmica de la cáscara de huevo y la cáscara de arroz), fluorescencia de rayos X (para determinar la composición química de las cenizas) y compresión de unidades de adobe, evaluados a las 10, 20 y 30 días de secado bajo sombra (para determinar su resistencia a la compresión).

Dicha investigación obtuvo los siguientes resultados: a los 10 días de secado bajo sombra, los adobes experimentales 1 y 2 lograron alcanzar una resistencia promedio de 11.24 kg/cm² y 10.57 kg/cm², los cuales no superaron al promedio de la resistencia a la compresión del adobe patrón que alcanzo 13.61 kg/cm². A los 20 días de secado bajo sombra se aprecia una mejora en el crecimiento de la resistencia a la compresión de los adobes experimentales 1 y 2, los cuales alcanzaron una resistencia promedio de 13.50 kg/cm² y 13.35 kg/cm², apreciando una mayor homogeneidad en la variación de la resistencia a la compresión, ratificando que sus resistencias son más regulares entre ellas y obteniendo una mayor homogeneidad con relación al promedio de la resistencia de las unidades de adobe patrón que alcanzaron 15.77 kg/cm². Finalmente, a los 30 días de secado bajo sombra no se logra superar el promedio de resistencia a la compresión del adobe patrón el cual alcanzo 16.24 kg/cm², pero se puede apreciar que el adobe experimental 2 alcanzo una resistencia promedio de 15.27 kg/cm², logrando sobrepasar al adobe experimental 1 el cual obtuvo una resistencia menor de 14.30 kg/cm²; esto deja establecido que, a mayor concentración de óxido de silicio, la resistencia que adquiere se desarrolla a mayor periodo de secado.

ABSTRACT

The main objective of this research project was to determine the compressive strength in adobe, whose units have been stabilized in 2% and 3% with egg shell and rice husk ash.

It was an applied research of experimental design for which a total of 27 units of adobe of dimensions 28 x 14 x 10 cm were elaborated, taking into account 09 units by concentration of addition of the ashes of eggshell and rice husk in percentages of 0 %, 2% and 3% with respect to the weight of the adobe.

The tests carried out in the field were: color test, rolled and bottle, all for the selection of the soil; Regarding the tests carried out in the laboratory, they were granulometric analysis, moisture content, liquid limit, plastic limit and pH (to determine the physical characteristics of the soil), differential thermal analysis (to determine the thermal activation of the eggshell and shell). of rice), X-ray fluorescence (to determine the chemical composition of the ashes) and compression of units of adobe, evaluated at 10, 20 and 30 days of drying under shade (to determine its resistance to compression).

This research obtained the following results: after 10 days of drying under shade, the experimental adobes 1 and 2 managed to reach an average resistance of 11.24 kg / cm² and 10.57 kg / cm², which did not exceed the average of the compressive strength of the adobe pattern that reached 13.61 kg / cm². After 20 days of drying under shade, an improvement in the growth of the compressive strength of the experimental adobes 1 and 2 was observed, which reached an average resistance of 13.50 kg / cm² and 13.35 kg / cm², appreciating a greater homogeneity in the variation of the compressive strength, ratifying that its resistance is more regular among them and obtaining a greater homogeneity in relation to the average of the resistance of the standard adobe units that reached 15.77 kg / cm². Finally, after 30 days of drying under shade, it is not possible to overcome the average compression resistance of the standard adobe which reached 16.24 kg / cm², but it can be seen that the experimental adobe 2 reached an average resistance of 15.27 kg / cm² , managing to surpass the experimental adobe 1 which obtained a lower resistance of 14.30 kg / cm²; This establishes that, at a higher concentration of silicon oxide, the resistance that it acquires develops to a longer period of drying.

INDICE GENERAL

PALABRAS CLAVES	i
TITULO DE LA INVESTIGACION	ii
RESUMEN	iii
ABSTRACT.....	iv
INDICE GENERAL	v
INTRODUCCION	1
CAPITULO I: PLANTEAMIENTO METODOLOGICO.....	2
Antecedentes y fundamentación científica	3
Antecedentes.....	3
A nivel internacional.....	3
A nivel nacional	5
A nivel local.....	7
Justificación de la investigación	9
Problema	9
Realidad problemática	9
Formulación del problema	10
Marco referencial.....	11
Aspectos generales.....	11
Adobe.....	11
Tipos de adobe	12
Composición del adobe.....	13
Características del adobe.....	21
Propiedades del adobe.....	21
Formas y dimensiones.....	23
Proceso de fabricación	23
Control de calidad	25
Conceptuación y operacionalización de las variables.....	25
Formulación de hipótesis	26
Objetivos	26
Objetivo general.....	26

Objetivos específicos	26
CAPITULO II: METODOLOGIA DEL TRABAJO.....	27
Metodología de la investigación	28
Métodos de investigación	28
Tipo y diseño de investigación.....	28
Tipo de investigación.....	28
Diseño de investigación:	28
Población y muestra.....	29
Población:	29
Muestra:	30
Técnicas e instrumentos de investigación:	30
Proceso metodológico de la investigación:	31
Ubicación y recolección del material.....	31
Activación térmica de la cáscara de huevo y cáscara de arroz.....	32
Pruebas de análisis y control al suelo en campo	34
Ensayos de análisis y control al suelo en laboratorio.....	36
Ensayos de análisis y control a las cenizas en laboratorio	41
Elaboración de las unidades de adobe.....	42
Ensayos de resistencia a la compresión de las unidades de adobe.....	44
CAPITULO III: RESULTADOS.....	47
Resultados de pruebas realizadas al suelo en campo	48
Prueba del color:	48
Prueba del enrollado:	48
Prueba de la botella:.....	48
Resultados de los ensayos realizados al suelo en laboratorio	49
Análisis granulométrico por tamizado (ASTM D422).....	49
Contenido de humedad (ASTM D2216).....	49
Limite líquido y limite plástico (MTC E-110 y MTC E-111)	50
pH en suelos (ASTM D 1067)	50
Resultados de los ensayos realizados a las cenizas en laboratorio.....	51
Fluorescencia de rayos x (ASTM E 2465).....	51
pH en cenizas (ASTM D 1067).....	52
Resultados de los ensayos de resistencia a la compresión de las unidades de adobe en laboratorio	52

Resultados de la validación estadística	53
CAPITULO IV: ANALISIS Y DISCUSIÓN	55
Interpretación de resultados	56
Por las características del suelo.....	56
Por la composición química de las cenizas	56
Por su resistencia a la compresión	56
Por su validación estadística	57
CAPITULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	59
Conclusiones	60
Recomendaciones	61
CAPITULO VI: REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	62
Referencias.....	63
CAPITULO VI: AGRADECIMIENTOS	66
CAPITULO VII: APENDICES Y ANEXOS	68
Anexo a: mapas de ubicación	69
Anexo b: pruebas de campo	72
Anexo c: ensayos de laboratorio	75

INTRODUCCION

Este trabajo de investigación partió de la premisa basada en la estabilización del adobe de albañilería con el fin de mejorar su resistencia a la compresión. En primer lugar, estudiando los materiales que lo componen, mediante los ensayos de: análisis granulométrico, contenido de humedad, límite líquido, límite plástico, pH, análisis térmico diferencial, fluorescencia de rayos X; y finalmente evaluando la resistencia a la compresión de las unidades de adobe.

Las adiciones de los materiales se dieron por la combinación de 2% y 3% de cenizas de cáscara de huevo y cáscara de arroz, en proporciones de 1: 2, para luego aplicar las dosificaciones adecuadas según lo que menciona la norma E-080 del Reglamento Nacional de Edificaciones. Cabe resaltar que las propiedades químicas de las cenizas de cáscara de huevo y cáscara de arroz (según ensayos de fluorescencia) contienen óxido de calcio (CaO) y óxido de silicio (SiO₂) respectivamente, los cuales al combinarse en las proporciones adecuadas forman el silicato de calcio (CaO · SiO₂ · H₂O), el cual acelera el desarrollo de las resistencias iniciales sin afectar las resistencias finales.

La metodología que se empleó fue la experimentación complementada con la observación científica, ya que consistía en la activación térmica de los materiales, seleccionar el suelo adecuado y luego diseñar las unidades de adobe para posteriormente analizar su resistencia mediante los ensayos de resistencia a la compresión los cuales han sido procesados, analizados e interpretados con la metodología estadística tomando en cuenta un adobe patrón de comparación.

CAPITULO I: PLANTEAMIENTO METODOLOGICO

Antecedentes y fundamentación científica

Antecedentes

A nivel internacional

Según (Montes, 2009) en su investigación titulada: “*Estudio del efecto de la fibra de bagazo de Agave angustifolia haw en la resistencia a la flexión y compresión del adobe compactado*”, establece las dimensiones y concentraciones de fibra de bagazo que se le adiciona al suelo para fabricar adobe compactado, con el objeto de incrementar su resistencia y cumplir con los requerimientos de la norma N-CMT-2-01-001/02. Con lo cual obtuvo que:

- La adición de fibra de bagazo de Agave angustifolia Haw al adobe compactado incremento la resistencia a la flexión de 0.560 MPa a 0.604 MPa, existe un incremento de 7.86% con respecto al adobe compactado testigo.
- La adición de fibra de bagazo de Agave angustifolia Haw al adobe compactado incremento la resistencia a la compresión de 6.858 MPa a 8.512 MPa, existe un incremento de 24.12% con respecto al adobe compactado testigo.

Finalmente concluye que los resultados obtenidos en este trabajo muestran que la resistencia tanto la flexión como a compresión del adobe compactado son incrementadas al adicionarle fibra de bagazo de agave, esto sucede con la fibra de 25mm de longitud en una concentración de 0.75% para la resistencia a la flexión y 1% para la resistencia a la compresión.

Así mismo (Carcedo, 2012) en su investigación titulada: “*Resistencia a la compresión de bloques de tierra comprimida utilizada con materiales de sílice de diferente tamaño de partícula*”, menciona que la tierra sigue siendo el principal componente de construcción en las poblaciones con recursos económicos precarios, ya que es un material de fácil acceso, ilimitado y de eficiencia altamente contrastada. Este tipo de arquitectura es fundamental para las sociedades que levantan sus viviendas mediante el autoconstrucción. Específicamente los objetivos de su investigación, estuvieron orientados a evaluar la resistencia a compresión de los bloques de tierra con el fin de mejorar esta capacidad desde los siguientes puntos de vista:

- Influencia del tamaño de partícula de sílice.
- Valoración de los estabilizantes usados.

Llegando a concluir que la adición de una pequeña proporción de nano sílice otorga un gran aumento de la resistencia a compresión, de hecho, es un 37% mayor que la serie

confeccionada sin nano sílice (45.54 kg/cm²). Por otro lado, el exceso de agua perjudica seriamente las características mecánicas del bloque. Además, que con casi la mitad más de agua, la serie ofrece unas resistencias menores del 50%, (22.31 kg/cm²).

En cuanto a (Vilela, 2010) en su investigación titulada: “*Estabilización de suelos dirigida a la estabilización de bloques de adobe, propuesta metodológica*”, menciona que la experiencia ha demostrado que el uso del suelo como material de construcción constituye una alternativa para la implementación de programas dirigidos a dar respuesta a la elevada demanda de viviendas de bajo costo, especialmente para los sectores rurales, incluyendo al segmento indígena cuya ancestral cultura está ligada a la construcción con suelo, a más de las ventajas anteriormente señaladas se destaca el hecho de que la presente investigación se ocupa de analizar, precisamente, alternativas técnicamente probadas en carreteras mediante la estabilización del suelo con cemento portland en relaciones cemento/suelo inferiores al 10%, con el fin de mejorar su resistencia mecánica y su durabilidad, de manera que al emplearlo en la construcción de viviendas asegure bajos costos, una vida útil cualitativamente y cuantitativamente más prolongada ; llegando a la conclusión que los adobes estabilizados mantienen su acabado sin presentar ninguna degradación a partir de un 8% en contenido de cemento y ventajas cuantitativas cuando las pruebas de compresión simple arrojan resultados con incremento en su resistencia de 18 y 34% respectivamente.

A su vez (Guzman & Iñiguez, 2015) en su investigación titulada: “*Estudio de una propuesta de mejoramiento del sistema constructivo adobe*”, mencionan que la estabilización química cumple un papel preponderante en la realización de una propuesta de mejoramiento para el adobe. La combinación del barro con materiales alternativos (estabilizantes) a los empleados en la construcción tradicional (paja) influye de manera directa en sus propiedades físicas y mecánicas. De los estabilizantes utilizados se concluye que la cascara de arroz funciona como material de mejoramiento y optimiza las propiedades técnicas del adobe prensado. Además, por el precio del insumo, así como el poco volumen necesario de material para realizar el mejoramiento hacen que el costo de optimizar la resistencia mediante este proceso sea casi nulo.

Además, (Chuya & Ayala, 2018) en su trabajo de investigación titulada: “*Comparación de parámetros mecánicos y físicos del adobe tradicional con adobe reforzado con fibra de vidrio*”, muestra un estudio experimental para determinar el comportamiento del adobe, el

cual presenta los respectivos métodos de ensayos (ensayos a compresión y flexión en unidades de adobe, ensayos de muretes a compresión y compresión diagonal), con el objetivo de analizar y comparar el comportamiento de la fibra de vidrio como refuerzo en el adobe frente al adobe tradicional. Los ensayos muestran que la fibra de vidrio aumenta la capacidad resistente del adobe, es decir, se presenta un aumento en la carga de ruptura del adobe reforzado respecto al adobe tradicional; en consecuencia, es posible afirmar que las propiedades presentadas por el adobe reforzado las confirió la fibra de vidrio. En conclusión, el adobe reforzado con fibra de vidrio como material de construcción es aceptable, de modo que la fibra de vidrio resulta viable en la mejora de las propiedades del adobe tradicional.

A nivel nacional

Según (Cabrera & Huaynate, 2010) en su trabajo de investigación titulada: “*Mejoramiento de las construcciones de adobe ante una exposición prolongada de agua por efecto de inundaciones*”, mencionan un tipo de adobe con la capacidad de resistir el impacto erosivo de inundaciones que tienen una alta ocurrencia estacional en nuestro país. Con tal fin se elaboraron tres soluciones para mitigar la alta vulnerabilidad de los adobes convencionales ante la exposición al agua:

- La primera solución (MC), se basó en el reemplazo del elemento vulnerable o adobe tradicional por un sobre cimiento de concreto simple, el cual es un material probadamente resistente al agua.
- La segunda solución (ME), fue un mejoramiento de la estructura interna del material vulnerable utilizando adiciones de cemento para fabricar unidades de adobe estabilizado.
- Por último, la tercera solución (MT), plantea una capa de tarrajeo en base a cemento Portland Tipo I como elemento protector, con la finalidad de aislar el contacto directo del agua sobre la estructura de adobe convencional.

Concluyendo que el método con mejores resultados contra el colapso por inundación prolongada fue la utilización de un sobre cimiento de concreto simple en la base de los muros de adobe convencional, con un peralte que sea 30 cm mayor que la altura de agua esperada. En esta técnica sólo se observó un ascenso de agua por capilaridad de 5 cm en el concreto que no llegó a afectar ningún adobe.

Por tanto, (Arce & Rodriguez, 2014) en su trabajo de investigación titulada: “*Propuesta del empleo del adobe reforzado con geomalla en la construcción de viviendas unifamiliares de un piso en el pueblo Joven Yanama – Ayacucho*”, establecen que el adobe es un material muy barato y que tiene un gran aislamiento térmico haciendo estas casas muy acogedoras. El gran problema surge cuando en las construcciones de estas viviendas no se cuenta con asesoría técnica y se construyen de manera muy informal, llevando esta mala construcción al colapso ante alguna eventualidad sísmica. Las casas de adobe bien diseñadas y bien construidas pueden ser, por su simplicidad, duración y costo, la base para resolver el problema de la vivienda, sobre todo la del tipo rural, en países como en el Perú.

Así mismo (Pacuri, 2014) en su trabajo de investigación titulada: “*Efectos de la adición de aglomerantes en la resistencia mecánica y absorción del adobe compactado en el Departamento de Puno*”, cuyo propósito es evaluar los efectos de la adición de aglomerantes en la resistencia mecánica y absorción del adobe, mediante la metodología de pruebas de campo en el sector Rinconada, determinando el tipo de suelo para luego modificar la proporción original de arcilla con arena fina de acuerdo a los parámetros del RNE E.080 rebajando la plasticidad. Con las proporciones adecuadas de cemento y asfalto RC-250, se compactó la mezcla y se obtuvo un adobe uniforme, como unidad estructural de alta resistencia y baja permeabilidad. Las pruebas de resistencia mecánica y absorción se realizaron en el laboratorio de la universidad de Puno. Como resultado final, tenemos un adobe de alta resistencia estructural mayores de 50 Kg/cm² y una baja permeabilidad, llegando absorber hasta de 7% de agua.

En cuanto a (Quintana & Vera, 2017) en su trabajo de investigación titulada: “*Evaluación de la erosión y la resistencia a la compresión de adobes con sustitución parcial y total de agua en peso por mucílago de tuna en porcentajes del 0%, 25%, 50%, 75% y 100%*”, señalan que esta investigación nació de la necesidad de crear adobes resistentes a la humedad y al agua, para ello se procedió a la investigación del mucílago de tuna viendo por conveniente sus propiedades impermeabilizantes en el adobe. Se elaboraron bloques de adobe de dimensiones 25x13x10 cm con adición de paja de 10cm de longitud, así mismo se sustituyó el agua por mucílago de tuna en los porcentajes de 0%, 25%, 50%, 75% y 100% con respecto al peso del agua. El adobe después de su fabricación tuvo un tiempo de curado de 30 días, pero los ensayos se realizaron a partir de los 7 días de curado ya que presentaron un secado aparentemente total; a los 7 días se realizó el ensayo de Resistencia a Compresión,

en el cual se obtuvo un incremento en la resistencia a compresión cuando mayor es el incremento de mucílago de tuna en los adobes; a los 18 días también se realizaron los mismos ensayos mostrando un ligero incremento favorable en los resultados; a los 30 días se realizaron los ensayos de Absorción, Succión, Resistencia a Compresión, Erosión Acelerada Swinburne (SAET), en estos ensayos también se observó un mejor resultado cuando mayor es el incremento de mucílago de tuna. Tal es así que en el Ensayo de Absorción los adobes con 75% y 100% fueron los únicos que se pudo evaluar, debido a que los demás porcentajes perdieron masa en la unidad de Adobe, en el Ensayo de Succión los adobes con 50%, 75% y 100% se pudo evaluar y los demás porcentajes al contacto con el agua se empezaron a desintegrar y perdieron peso y masa del Adobe, en los Ensayos de Resistencia a Compresión se mostró mejores resultados en los adobes con 100%, en el Ensayo de Erosión Acelerada Swinburne (SAET) presento los mejores resultados los adobe al 75% y 100% de mucílago de tuna ya que todas las unidades de Adobes cumplieron con Una Norma Española (UNE). Por lo que se concluye que el adobe mejorado tiene mayores Resistencias a Compresión, Resistencia a Erosión y Resistencia a absorción frente a un adobe tradicional.

A nivel local

Por otra parte (Sifuentes, 2013) en su trabajo de investigación titulada: *“Optimización de las unidades de albañilería de adobe utilizando suelo cemento y aditivos producidos en la zona del distrito de Tauca-Pallasca-Ancash”*, menciona la elaboración de una mejor calidad de unidades de albañilería adobe, que tenga un mejor comportamiento dentro de las estructuras que se ejecutan en el distrito de Tauca - Pallasca -Ancash, utilizando suelo y cemento en lo más mínimo por su alto costo para hacerlos más compactos, resistentes y duraderos que brinden una mayor resistencia a compresión y al corte y con el empleo adecuado de aditivos de la zona controlar la micro fisuración por contracción del secado que mayormente se presentan en los adobes que los hacen débiles ante los agentes destructores del lugar, para ello se realizaron, pruebas de granulometría, plasticidad y resistencia para la selección del suelo y ensayos a la unidad y albañilería de suelo-cemento. Finalmente se logró obtener una unidad resistente ante los agentes destructores y cumplió con los estándares mínimos según la norma INTINTEC y NORMA E.080 del RNE.

Según menciona (Giron & Nolasco, 2015) en su artículo de investigación titulada: *“Resistencia de adobe reforzado al 1% con cascara de arroz en el centro poblado El Castillo-Provincia del Santa-Ancash”*, que en el Perú, el uso del adobe es muy común en zonas rurales; el autoconstrucción con adobe ha demostrado ser la respuesta apropiada y quizás, la única vía posible mediante la cual la gente de muy escasos recursos económicos pueda adquirir una casa digna. El adobe es un material muy barato y que tiene un gran aislamiento térmico haciendo estas casas muy acogedoras. Fue a partir de esta idea que nace la propuesta de investigación de elaborar adobes con un nuevo material a fin de mejorar la resistencia a la compresión cuyas unidades han sido reforzadas al 1% con cáscara de arroz; concluyendo que al ser sometidas al ensayo de resistencia a la compresión alcance una resistencia de 30.63 kg/cm² superando en un 155% el valor de 12 kg/cm² establecido en la norma E-080.

Por otra parte, (Gonzales & Ureña, 2015) en su proyecto de investigación titulada: *“Diseño de las unidades de adobe utilizando granza de arroz para la construcción de un módulo a escala natural en el centro poblado El Castillo - Santa – Ancash”*, se encargaron de estudiar el comportamiento del diseño de las unidades de adobe utilizando granza se arroz. El principal objetivo de la investigación era mejorar la calidad de las unidades de adobe, para luego construir un módulo a escala natural mejorando las técnicas de construcción, con la finalidad de obtener una vivienda de adobe con mejor comportamiento que el tradicional frente a un evento sísmico, registrando los siguientes resultados:

- El adobe patrón es el que obtuvo la menor resistencia (10.30 kg/cm²) no cumpliendo con los estándares mínimos de resistencia de la norma E.080.
- La resistencia a la compresión de los adobes de suelo-granza de arroz en la dosificación de 1% (16.97 Kg/cm²) supero al patrón, 0.5% y 2% y además supero a la resistencia mínima según la norma E-0.80 que es de 12Kg/cm².

Llegando a la conclusión que los resultados obtenidos en cada ensayo realizado en las unidades de adobe con proporción de granza de arroz, se afirmó que la hipótesis fue conforme por lo tanto la incorporación de 1% de granza de arroz aumento la resistencia al 95% de confiabilidad.

Justificación de la investigación

La industria de la construcción es un sector muy dinámico, donde continuamente se consiguen avances y mejoras en los materiales utilizados con el fin de ofrecer mejores prestaciones y mayor seguridad. Dentro de dichos avances se encuentra la utilización de materiales puzolanicos que mejoran el comportamiento de los conglomerantes al ser incorporados.

En nuestro país; en el sector de la construcción también se utiliza el adobe en los trabajos relacionado con obras civiles, es por ello que la presente investigación parte de la premisa acerca de la desventaja de las construcciones de adobe, debido a que es la construcción más utilizada en las zonas rurales, por su baja economía para realizarlo comparado con otros sistemas constructivos.

Desde el punto de vista científico, se presenta el interés de mejorar las propiedades mecánicas del adobe; seleccionando el suelo más adecuado y agregando porcentajes de óxido de calcio y oxido de silicio, presentes en las cenizas de cascara de huevo y cascara de arroz, cuya adición forma el silicato de calcio, el cual acelera el desarrollo de las resistencias iniciales sin afectar las resistencias finales; con el fin de obtener unidades más compactas que brinde mayor resistencia a la compresión.

Desde el punto de vista social, es importante el estudio de nuevas tecnologías en pro de mejorar la calidad de las futuras construcciones de adobe y de esta forma garantizar una mejor calidad de vida para la población en general, además es importante ya que será un aporte para la formación académica de futuros ingenieros.

Problema

Realidad problemática

La construcción con adobe se hace presentes en gran parte de mundo como en Europa, donde en ciudades como Madrid han seguido utilizando este sistema constructivo a lo largo de los años reforzándolo con materiales como armaduras de acero para ayudar a mejorar su capacidad de resistencia frente a un movimiento sísmico y destacando la presencia de mampostería a base de abobe con reforzamiento de paja en la mayoría de construcciones.

Alrededor del 30% de la población mundial vive en construcciones de tierra. Aproximadamente el 50% de la población de los países en desarrollo, incluyendo la mayoría

de la población rural y por lo menos el 20% de la población urbana y urbana marginal, viven en casa de tierra.

Por su parte, en Latinoamérica destaca la presencia de dos técnicas de tierra, principalmente el adobe, el bloque suelo-cemento y el tapial, países como Argentina, Brasil, Perú o Chile, mantienen un trabajo e investigaciones constantes en el ámbito de la tierra, logrando establecer métodos constructivos mejorados a través de la aplicación de nuevas tecnologías haciendo posible una mejor capacidad de resistencia y aumentar las características que posee el adobe.

En el Perú, muchas culturas a lo largo del tiempo han utilizado la tierra como material de construcción debido a su disponibilidad y a su capacidad de endurecer luego de que la tierra húmeda se seca. Las construcciones antiguas, consideradas hoy monumentos históricos, han sido dañadas con el tiempo por agentes naturales y el hombre.

Cabe decir que este tipo arquitectura es fundamental para las sociedades que levantan sus viviendas mediante el autoconstrucción. Por ello, aparte de ser un factor económico fundamental para ellos, se convierte en un importante factor social y clave a la hora de hablar de su papel en la vida de estas poblaciones.

El principal problema que presentan muchas de las construcciones a base de adobe, especialmente las autoconstrucciones, son las personas que elaboran este tipo de material que sin tomar en cuenta las especificaciones básicas que dicta la norma, elaboran un producto de mala calidad, produciéndose así que no se logre un material idóneo para las construcciones por la falta de conocimiento al momento de su elaboración y que la resistencia mínima de este material no sea el adecuado viéndose afectados las construcciones a posteriori.

En la actualidad, se siguen produciendo unidades de adobe, de manera artesanal con características por debajo de los estándares mínimos requeridos según NORMA E.080 del Reglamento Nacional de Edificaciones. Siendo esta una situación a superar, surge la idea de adicionar biomateriales en el proceso de elaboración de las unidades, determinando las ventajas y desventajas a la que conlleva.

Formulación del problema

¿En qué medida mejoraría la resistencia a la compresión del adobe, al estabilizar en 2% y 3% con cenizas de cascara de huevo y cascara de arroz?

Marco referencial

Aspectos generales

La técnica de construir viviendas con suelo estabilizado, no está normalizado dentro, de las normas técnicas peruanas, las cuales solo hace su mención al adobe (E-080) y albañilería, ladrillos y bloques de concreto (E-070).

La finalidad del proyecto va encaminada a desarrollar una unidad de albañilería de adobe de suelo y cenizas, para mejorar su calidad en cuanto a resistencia a la compresión.

Adobe

El adobe es una de las técnicas de construcción más antiguas y populares del mundo. Su uso ha sido registrado a más de 10 mil años en las más variadas zonas y climas del planeta. Es posible hacer ladrillo de adobe con cualquier tipo de tierra, ellos no exigen una mezcla precisa de arcilla y arena. Se secan al sol y no llevan más que unos pocos días para quedar listos. La observación es necesaria, sin embargo, la calidad de los ladrillos (mayor o menor resistencia) van a resultar de la calidad de la tierra. El ideal para hacerse los ladrillos es el barro con 30% de arcilla en su composición (Ecocasas, 2012).

Según (Lopez & Bernilla, 2012) es una masa de barro, frecuentemente mezclada con paja, moldeada de forma prismática, sin cocer, secada al aire, empleada en la construcción de muros de fábrica, paredes y tabiques.

Por otra parte, (Velez, 2010) menciona el uso del adobe como aquella modalidad de construcción donde interviene como materia prima constructiva el barro en sus diferentes aplicaciones, procesado a través de una amplia gama de tecnologías tradicionales o innovadoras, bien solo o bien mezclado, sometido al calor del sol, prensado, tratado de diferentes formas, además de contar con unas dimensiones aproximadas de unos 25 x 35 x 10 cms, con un peso promedio de unos 14 kilos. La mezcla ideal contiene un 20% de arcilla y un 80% de arena.

Por otro lado, el sistema constructivo en tierra cruda, denominado como muros en adobe, está formado básicamente por el aparejado de unidades de tierra cruda secadas al aire libre (adobes) aglutinados con barro, que hace las veces de mortero de pega. Lo que sí se observa como adelanto y perfeccionamiento en la composición de los adobes es la adición de elementos orgánicos e inorgánicos mediante métodos físicos, físico-químicos o químicos,

que buscan mejorar las propiedades mecánicas y comportamiento ante acciones externas, principalmente el intemperismo al que se encuentran sometidas estas estructuras, en su gran mayoría (Rivera, 2012).

Tipos de adobe

Adobe compactado

Para (Bestraten, Hormias, & Altemir, 2011) los adobes compactados son piezas prismáticas de tierra que se fabrican con moldes. Teniendo como su principal característica que la tierra es comprimida dentro del molde, aumentando su compacidad y así, su resistencia mecánica.

La compactación en el adobe es una alternativa en la que se aprovecha las ventajas del adobe tradicional para minimizar sus desventajas de resistencia, ya que al mezclar adecuadamente los ingredientes del adobe tradicional y luego a éstos agregarle una fuerza de compactación con una prensa se obtiene un material más homogéneo. El efecto que la compactación produce, se refleja en el aumento en la densidad del adobe, incrementando su resistencia mecánica, debido a que se disminuye la porosidad (Rios, 2010).

Adobe estabilizado

A lo largo de la historia diversas personas e instituciones han intentado mejorar las características de trabajo de los bloques de adobe, adicionando a la mezcla de arcilla- arena-agua materiales naturales e industrializados con la finalidad de dotar a los bloques de resistencia estructural y convertirlos en elementos impermeables (Martins, Flores, Rios, Viñuales, & Garcia, 1994).

La estabilización de suelos se define como el mejoramiento de la matriz del material al incrementar su resistencia y capacidad de carga, y al disminuir su sensibilidad al agua y cambios volumétricos durante el ciclo de humedecimiento y secado. Este mejoramiento es posible con la adición de diversos materiales que actúan en el aspecto físico-químico sobre el sistema aire-agua del suelo, para promover tales incrementos en las propiedades que se desean mejorar, según una aplicación particular (Ngowi, 1997).

Según (Rios, 2010) en el caso del adobe estabilizado, el material estabilizador disminuye el problema técnico fundamental que presenta el adobe simple, esto es su baja resistencia a la humedad. Por lo tanto, un buen estabilizante debe aumentar la resistencia a compresión del adobe al aglomerar sus partículas, reducir o eliminar completamente la absorción de agua (causante de dilataciones, contracciones y erosiones internas) sellando los huecos y cubriendo las partículas de arcilla con una película impermeable; también debería reducir el agrietamiento del adobe.

Adobe no estabilizado

Originalmente el adobe se elabora con paja las cuales ayudan a mejorar su comportamiento ante el efecto de contracción y expansión del material que se evidencian principalmente con agrietamientos; sin embargo, si la consistencia del suelo con que se elabora este material no está equilibrada, presenta cambios dimensionales despreciables (Alday, 2014).

El comportamiento del adobe está ligado a las condiciones y constitución del suelo con que éste se elabora. Un suelo excesivamente arcilloso exigirá la incorporación de una mayor proporción de otros componentes para balancear su capacidad de contracción y expansión que puede conducir a fisuras y deformaciones. Por la naturaleza de los materiales que lo constituyen, así como su proceso de fabricación, el adobe no requiere de uso de combustibles, por lo que representa un ahorro económico estimado en el 40% con relación al ladrillo de barro recocido, puesto que este material no requiere de un proceso de cocción (Reyes, 2007).

Composición del adobe

Suelo

El suelo es la materia prima para la elaboración del bloque de adobe y mortero de barro, está compuesto por tres fases: mineral, gaseosa y líquida. La fase mineral la conforman partículas de diferentes tamaños como grava, arena, limo y arcilla. Las fases restantes, conformadas por gases y líquidos, ocupan los espacios vacíos entre las partículas sólidas (Sanchez K. , 2010).

Es de suma importancia el conocer el tipo de suelo que ha de utilizarse para elaborar los bloques de adobe. Como se mencionó anteriormente hay una diversidad de

definiciones para el adobe y, por tanto, de su composición. Para el caso de la tierra o suelo debe de ser limpia o libre de impurezas, y estar compuesta por una adecuada cantidad de arcilla y arena, la cual puede variar según la región en donde se elabore el adobe.

Por su parte (Crespo, 2004), describe las características de los suelos más comunes que son usados en trabajos de ingeniería, definiéndolas como:

- Las gravas son acumulaciones sueltas de fragmentos de rocas y que tiene más de dos milímetros de diámetro.
- La arena es el nombre que se le da a los materiales de granos finos procedentes de la denudación de las rocas o de su trituración artificial, y cuyas partículas se encuentran entre los 2 milímetros y 0.05 milímetros.
- Se da el nombre de arcilla a las partículas sólidas con diámetro menor de 0.005 milímetros y cuya masa tiene la prioridad de volverse plástica al ser mezclada con agua.
- Los limos son suelos de granos finos con poca o ninguna plasticidad, los diámetros de las partículas están comprendidas entre 0.05 milímetros y 0.0005 milímetros. Su color varía desde gris claro a muy oscuro. La permeabilidad de este es muy baja y su compresibilidad muy alta.

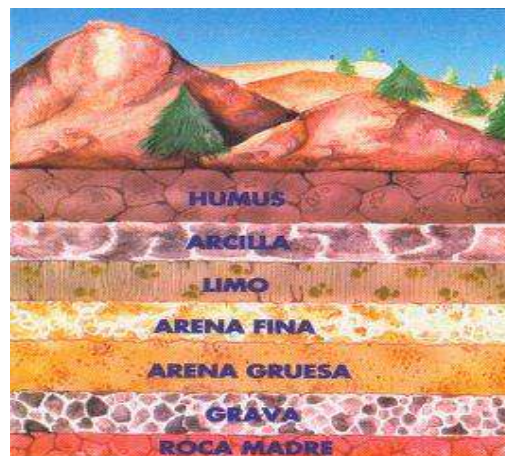


Imagen 1:Tipos de suelos

Fuente: Portal estudio de suelos

No todas las tierras o suelos son apropiados para la elaboración de adobe. En la naturaleza por lo general los diferentes suelos se encuentran mezclados en diferentes proporciones, es por ello que es necesario realizar pruebas preliminares a la materia prima antes de iniciar la fabricación de adobe.

Estabilizantes ecológicos o biomateriales

Otro punto fundamental es lo que señala la (AENOR, 2008); en el Anexo C: ESTABILIZACIÓN, recomienda reunir información sobre los estabilizantes disponibles mediante una serie de criterios:

- Disponibilidad regional: se preferirán productos cercanos.
- Minimización del impacto ambiental, realizándolo a partir del análisis del ciclo de vida estabilizante: consumo mínimo de energía, agua y recursos renovables; emisión mínima de sustancias tóxicas al entorno desde su extracción, fabricación, transporte, aplicación y vida útil.
- Procesos tecnológicos apropiados a la puesta en obra y al mantenimiento.
- Evaluación económica.

Asimismo, menciona diferentes tipos de estabilización, agrupados según la acción que ejerzan sobre el material. Estas acciones son:

- Química: cuando lo que añade es un producto que modifica la estructura granular a la que dota de una cohesión que no tenía o disminuye la excesiva plasticidad.
- Física: El estabilizante mejora las propiedades físicas de la tierra.
- Mecánica: una acción mecánica aumenta la capacidad del material. Ésta puede ser: estática, dinámica o mixta (proyección, amasado). La eficacia de este sistema depende de la granulometría, el grado de compactación y del grado de humedad de la mezcla. Normalmente la estabilización mecánica se consigue por compactación del suelo.

Con los estabilizantes por fibras se controla el comportamiento de dilatación y retracción o contracción durante el fraguado; este consiste en la adherencia de material fibroso a la tierra, formando redes al unirse. Estas fibras pueden ser de origen vegetal, como paja, diferentes gramíneas, virutas de madera, acículas de pináceas, cáscaras de coco, tallos del maíz y fibras de pita o fique, o de origen animal, como lana, crines de caballo, pelo de llama. El material agregado debe estar seco, para evitar que se descomponga (Arteaga, Humberto, & Gutierrez, 2011).

Durante miles de años se utilizaron la paja y las fibras de algunos vegetales para la fabricación de adobes, la razón es que al entramarse estas fibras con la tierra se

crean estructuras muy fuertes, ejemplos de estas fibras son: paja, fibras de corteza de coco, fibras de corteza y hojas de plátano o banano, fibras de hojas de palmera de coco, fibras de sisal, maguey o penca de la cabuya, y en general cualquier fibra vegetal o animal como los pelos. Una fibra ideal es la que con el tiempo tiene una menor degradación (Guerrero, 2006).

La paja

Los estabilizantes por fricción sirven para conformar una especie de “red” a la que se adhieren las partículas del suelo y que controla su desplazamiento, dilatación y retracción durante el fraguado. Asimismo, modifican los patrones de agrietamiento derivados de cambios de humedad y temperatura mediante el trazado de un sistema de micro fisuras que no afectan la estabilidad del conjunto. Esta “red” se desarrolla mediante la introducción de materiales fibrosos que pueden ser de origen vegetal como es el caso de la paja de diferentes gramíneas, virutas de madera, acículas de pináceas, cáscaras de coco, tallos del maíz y fibras de pita o sisal. También existen sitios en los que históricamente se han empleado materiales de origen animal provenientes de la lana de ovejas o cabras, crines de caballo, pelo de llama o hasta cabello humano (Guerrero, 2006).

Cascara de arroz

La cascarilla de arroz es un deshecho agroindustrial que se produce en altos volúmenes en los lugares donde se siembra y se procesa la planta del arroz. Este deshecho, como se demostró se puede utilizar para la obtención de óxido de silicio, los cuales han notado el enorme potencial de este material como fuente alternativa en el campo de la construcción, esto permite establecer un gran potencial ya que ofrece una alternativa de alta viabilidad para las construcciones de bajo costo (Mafla, 2009).

a) Producción e industrialización:

La producción de este cereal creció a un ritmo de 3,1% anual desde el 2001 al 2015, principalmente por el incremento de áreas cosechadas (2,0%). Los rendimientos mejoraron en 1,1%.

La principal región productora en el 2015 fue San Martín con 21,6% de la producción nacional, le siguieron Piura (16,1%), Lambayeque (14,1%), Amazonas (11,2%) y La Libertad (11,0%). Luego se encuentran Arequipa (8,4%) y Cajamarca (6,4%).

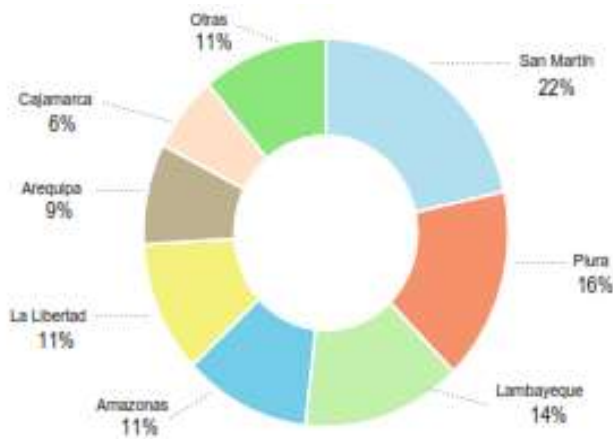


Imagen 2: Principales regiones productoras de arroz

Fuente: Ministerio de Agricultura y Riego – agosto 2016.

Por otra parte, la mayor productividad se logró en la región Arequipa, donde se obtuvo un promedio de 13 toneladas por ha. Luego se encuentran Ancash (11,8t/ha), La Libertad (10,6t/ha), Piura (8,7t/ha) y Tumbes (8,3t/ha). En todos estos casos, los rendimientos se ubicaron por encima del promedio nacional que ascendió a 7,9t/ha (MINAGRI, 2016).

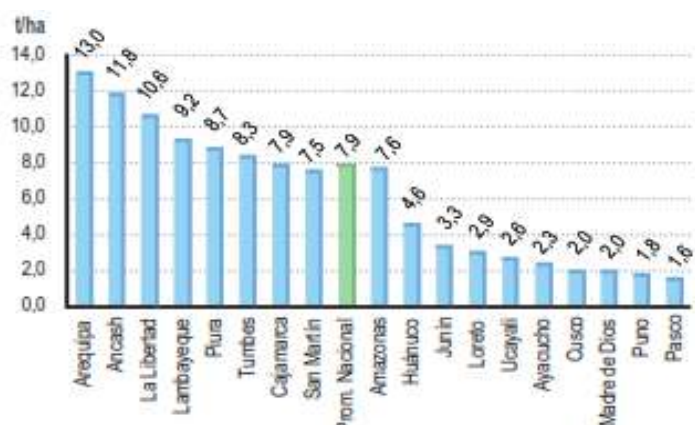


Imagen 3: Rendimiento promedio de arroz por región

Fuente: Ministerio de Agricultura y Riego – agosto 2016

b) Ceniza de la cáscara de arroz

La cascarilla de arroz calcinada presenta un alto contenido de sílice. La sílice forma parte de numerosos vegetales, principalmente para cumplir funciones

estructurales o para aumentar la resistencia de las mismas. La presencia de sílice dentro de la estructura de la cascarilla de arroz se conoce desde 1938. No obstante, desde 1934 científicos japoneses ya habían observado que el silicio es benéfico para el crecimiento normal del arroz. El contenido de sílice presente en diferentes partes de la planta (raíz, tallo, hojas, cáscara o vaina) varía entre 2,63% y 13,3%, presentándose en mayor cantidad con respecto a la parte orgánica en la cáscara del grano de arroz. La cascarilla de arroz al ser sometida a calcinación produce una alta cantidad de ceniza, entre 13% y 29% del peso inicial, la cual está compuesta principalmente por sílice, 87-97%, y pequeñas cantidades de sales inorgánicas (Arcos, Maciaz, & Rodriguez, 2007).

Tabla 1: Porcentajes de los elementos, en forma de óxidos, que existen en una muestra de cascarilla de arroz sin tratar

Compuesto	SiO ₂ %	CO ₂ %	Al ₂ O ₃ %
Superficie externa	55.25	44.75	0.00
Superficie interna	35.48	58.24	6.27

Fuente: Revista Facultad de Ingeniería Universidad de Antioquia

Cascara de huevo

La cascara de huevo y sus membranas son materiales de desecho baratos y abundantes, cuyos usos tradicionales son para alimento de animales, cal sustituida o fertilizante. Sin embargo, la separación de este residuo en sus constituyentes minerales (cascara) y proteicos (membranas), permite el desarrollo de diferentes aplicaciones para cada material, dando lugar a productos de mayor agregado. (Monteiro, 2011)

Además de considerar a la cascara del huevo un tipo de residuo altamente vulnerable a la contaminación por microorganismos, a su vez esta se presenta en gran cantidad en incubadoras de los polluelos y las industrias alimenticias. (Beraldo & Nagumo, 2014)

Por su aspecto a simple vista es bastante lógico pensar que la cáscara tiene un elevado porcentaje de calcio en su composición. Y así es, ya que contiene un 95% de carbonato cálcico, además de proteínas y minerales. Concretamente, está formada de cristales que le dan su forma ovalada. Aunque es bastante dura,

de hecho, es una membrana semipermeable que permite el paso del aire y la humedad a través de unos 17.000 poros que cubren su superficie. (Sanchez P. , 2018)

Tabla 2:Componentes del huevo (porcentajes)

	Huevos de campo (%)	Huevos orgánicos (%)	Huevos comerciales (%)
Yema	27.64	30.46	28.09
Clara	55.29	56.69	57.56
Cascara	17.07	12.85	14.34

Fuente: Revista salud pública y nutrición

a) Producción e industrialización:

El proceso de producción del huevo se inicia en la granja, que es la explotación ganadera de gallinas de estirpes de puesta que produce huevos para consumo humano. Estas están sujetas a la normativa en materia de bienestar y sanidad animal, y deben aplicar las medidas establecidas en cuanto a prevención y control de enfermedades de las aves y de las zoonosis, así como en lo que se refiere a la alimentación y a la protección del medio ambiente. Para ello cuentan con un veterinario responsable de la sanidad de las aves y de la seguridad de sus producciones. (Thovar, 2015)

En el Perú la producción de huevo de gallina para consumo supera las 38 mil toneladas, con lo que se incrementa en 9,6% con relación similar al año 2017; esto como consecuencia de una mayor población de gallinas en producción de 11,4% en granjas avícolas. (MINAGRI, 2018)

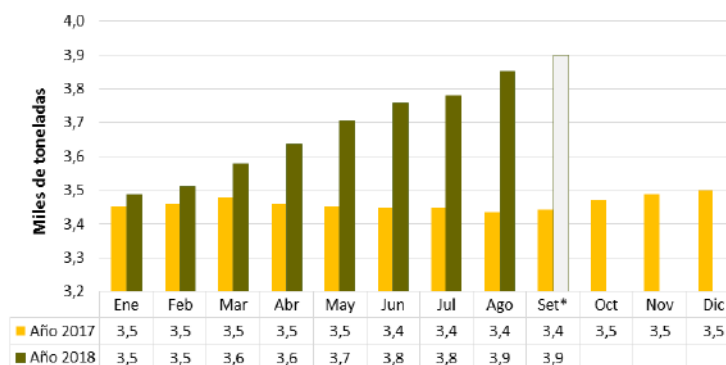


Imagen 4:Produccion de huevo de gallina para consumo. Enero 2017 - Agosto 2018

Fuente: Ministerio de Agricultura y Riego – agosto 2018

Así mismo, en lo que va de este año, la oferta viene mostrando un crecimiento sostenido de 12,2%, ello como consecuencia de la mayor producción y la menor exportación, tal como se aprecia en el siguiente gráfico.

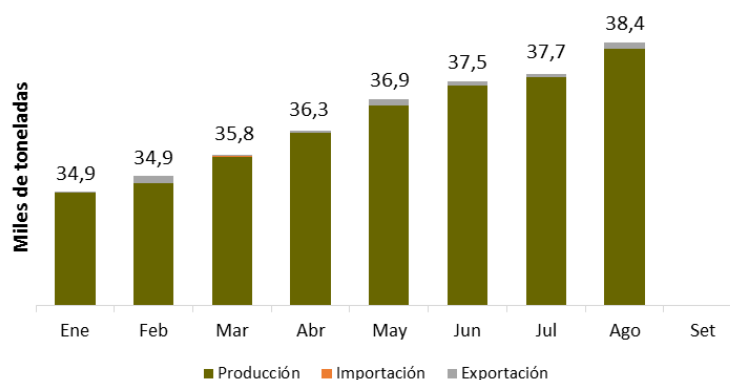


Imagen 5: Oferta de huevo de gallina para consumo. Enero - Agosto 2018

Fuente: Ministerio de Agricultura y Riego – agosto 2018

Las industrias de elaboración de ovoproductos están registradas, autorizadas y controladas por las autoridades de Sanidad y Consumo y se identifican mediante un número de registro como industria autorizada. Sus instalaciones son apropiadas para la recepción, manipulación, procesado, almacenamiento de los huevos y productos terminados y cumplen las normas sanitarias y de higiene en la manipulación y elaboración, siguiendo el sistema APPCC, así como la norma específica sobre fabricación y comercialización de ovoproductos. (Thovar, 2015)

b) Ceniza de cascara de huevo:

Según (Monteiro, 2011) los usos adicionales de la ceniza de cascara de huevo en los diferentes campos, ha demostrado resultados significativos y beneficiosos, aplicados en:

- Remoción de metales pesados: muy eficaz para absorber los colorantes aniónicos a partir de muestras de agua y también para la absorción de metales pesados tales como los iones de Fe (III) de soluciones acuosas.
- Fertilizante: pequeñas cantidades son suficientes para tener un impacto positivo sobre el proceso de fertilización.
- Relleno para materiales compuestos: se forma a manera de un compuesto de polipropileno.

A su vez el portal (QuimiNet, 2012) manifiesta que entre los usos y aplicaciones más comunes del óxido de calcio presente en la ceniza de cascara de huevo, se emplean en la preparación de morteros y cementos en la industria de la construcción y para neutralizar los terrenos ácidos en la industria de la agricultura.

Características del adobe

Se le reconoce por su bajo costo, ya que la materia prima, la tierra, es generalmente obtenida localmente en canteras cercanas a la obra; mientras que los materiales no locales que se requieren en algunos casos son relativamente pocos y su costo no incide mucho en el monto total de una obra. Por otro lado, elaborar adobes y construir con ellos requiere sólo del empleo de energía humana y de la solar. El bajo costo es pues una razón determinante para su profusa utilización, por ello esta técnica constructiva es empleada, en su mayoría, por las personas de bajos recursos económicos en nuestro país. Además, el uso de materiales disponibles localmente confiere a las construcciones de adobe adecuadas características ecológicas y ambientales (Caceres, 2010).

Propiedades del adobe

Aislante térmico:

El material del que está constituido el adobe y el tapial es un buen aislante térmico. El interior de una casa construida con este material requerirá un uso mucho menor de sistemas de climatización que en una convencional de materiales industriales. Las casas construidas con barro resultan frescas en verano y cálidas en invierno logrando fácilmente un agradable bienestar térmico. El coeficiente de conductividad térmica del adobe es de $0.25 \text{ W/m } ^\circ\text{C}$ siendo el del ladrillo de $0.85 \text{ W/m}^\circ\text{C}$ y el del hormigón/concreto de $1.50 \text{ W/m}^\circ\text{C}$ (Chacon, Sara, & Champi, 2016).

Aislante sonoro:

El adobe y el tapial resultan ser también muy buenos aislantes acústicos. Las viviendas construidas con tierra cruda quedan más aisladas de los ruidos exteriores, resultando más silenciosas que otras construidas con materiales industriales convencionales. Por otro lado, su superficie irregular difumina el ruido producido

del interior de las viviendas, lo que evita las reverberaciones y propicia un interior más silencioso y agradable (Chacon, Sara, & Champi, 2016).

Ahorro energético en climatización:

La capacidad de aislante térmico de los muros construidos con tierra reduce o incluso evita el uso de sistemas de climatización, lo que supone un ahorro económico, energético y de emisiones de Co2 muy importante. Una vivienda construida en adobe o tapial en países fríos y que contase con alguna técnica ecológica de climatización, como por ejemplo la energía solar pasiva, podría llegar a prescindir totalmente de sistemas de calefacción que consuman combustibles (Chacon, Sara, & Champi, 2016).

Reductores de impacto ambiental:

Para la fabricación y procesado de los adobes o para la conformación de los muros de tapia, se emplea mucha menos energía que la necesaria para fabricar otros materiales convencionales. Para la fabricación de ladrillos o de bloques de hormigón, así como de los cementos, se recurre a la quema de combustibles fósiles para obtener las altas temperaturas necesarias en su procesado industrial. En cambio, el adobe y el tapial se pueden fabricar a mano y dejar secar al Sol. El adobe requiere una energía de 2000 BTU para fabricarse, (siendo la mayoría de las ocasiones toda ella de origen renovable, limpio y natural), mientras que el ladrillo necesita 15 veces más energía (30.000 BTU), siendo necesario además en su fabricación la quema de combustibles que emiten Co2 (Chacon, Sara, & Champi, 2016).

Resistencia del material:

Aunque la resistencia de estos materiales puede ser inferior a otros industriales existentes como el ladrillo, a escala humana resulta suficiente. Un edificio de adobe y tapial correctamente construido y mantenido puede llegar a superar fácilmente los 100 años de vida útil en buen estado. En teoría y con el mantenimiento adecuado, un edificio de adobe podría resistir de manera indefinida (Ecocasas, 2012).

Resistencia al fuego:

Debido a su naturaleza físico-química, la tierra cruda presenta una gran estabilidad y resistencia al fuego, resultando está claramente superior a otros industriales como el acero y el ladrillo (Chacon, Sara y Champi, 2016).

Formas y dimensiones

Según (RNE, 2017) manifiesta que los adobes podrán ser de planta cuadrada o rectangular y en el caso de encuentros con ángulos diferentes de 90°, de formas especiales. Sus dimensiones deberán ajustarse a las siguientes proporciones:

- Para adobes rectangulares el largo sea aproximadamente el doble del ancho.
- En lo posible la altura debe ser mayor a 8 cm.

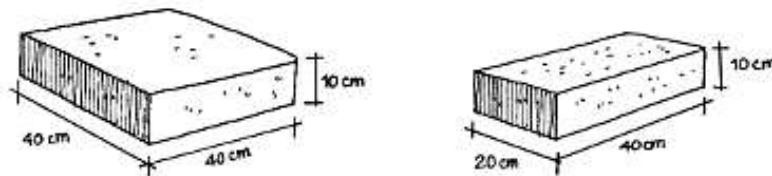


Imagen 6: Formas y dimensiones del adobe

Fuente: Manual de construcción con adobe reforzado con geo mallas - PUC

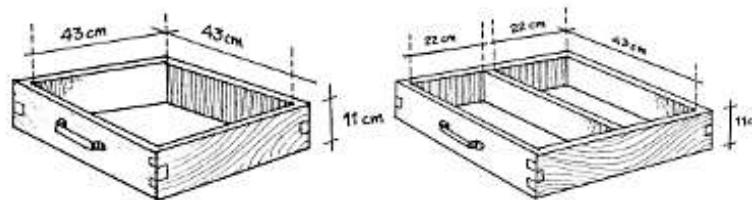


Imagen 7: Formas y dimensiones de las adoberas (medidas internas de los moldes)

Fuente: Manual de construcción con adobe reforzado con geo mallas - PUC

Proceso de fabricación

Hidratación previa:

Se recomiendan hidratar el suelo; es decir, mezclarlo saturándolo, y dejarlo reposar o “dormir” de uno a tres días antes de moldear los adobes. A este proceso, que mejora la trabajabilidad del suelo, disminuye el agrietamiento durante el secado y mejora las características del adobe, se le conoce como la hidratación previa, “fermentación” o “podrido” del suelo. El objetivo de la hidratación previa de la mezcla es saturar las partículas arcillosas y deshacer completamente los terrones para asegurar que la arcilla desarrolle su poder cohesivo (Quintana & Vera, 2017).

Moldeo del adobe:

Una vez preparada la mezcla, el moldeo de los adobes es bastante sencillo. Se introduce el material, tirándolo con fuerza al molde previamente mojado. Luego se presiona, prestando especial atención a las esquinas y se enrasa en la parte superior. Finalmente, se desmolda y deja secar. Para empezar a preparar un nuevo adobe, se deberá lavar el molde cuidadosamente (Quintana & Vera, 2017) .

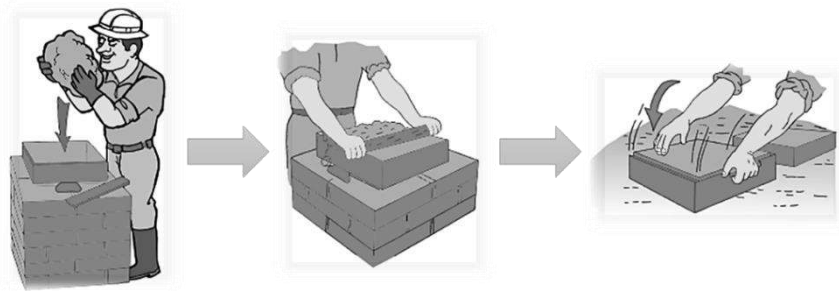


Imagen 8: Moldeo del adobe

Fuente: Manual de construcción del Ministerio de Vivienda

Secado del adobe:

Una vez terminados se recomiendan dejarlos de 2 a 3 días en el mismo lugar de preparación, y luego colocarlos de canto y bajo sombra durante 30 días más para que seque. Otros autores, recomiendan no utilizar los adobes hasta que lleguen a un contenido de humedad de entre 2,5 y 4% respecto al peso del suelo seco (Quintana & Vera, 20

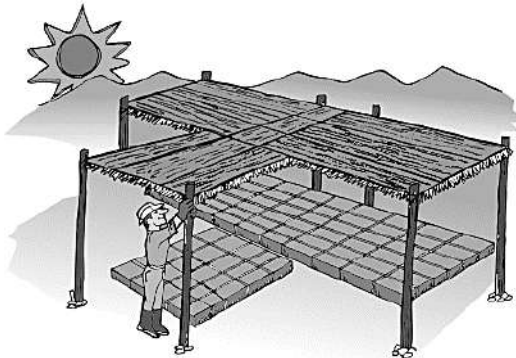


Imagen 9: Secado del adobe

Fuente: Manual de construcción del Ministerio de Vivienda

Acabado o pulido del adobe:

La labor del pulido de la cara exterior de las paredes de adobe, que se acostumbra en algunas zonas rurales, le da al material un mejor acabado que lo hace más resistente ante los agentes erosivos. Para el pulido del adobe se deberá humedecer y procede a frotar con una superficie lisa (Quintana & Vera, 2017).

Control de calidad

Ensayo de resistencia a la compresión de las unidades de adobe:

De acuerdo al (RNE, 2017) norma E.080, la resistencia a la compresión de un adobe debe ser mínimo 12kg/cm². El valor del esfuerzo resistente en compresión se obtendrá en base al área de la sección transversal, debiéndose ensayar un mínimo de 3 especímenes completamente secos, definiéndose la resistencia última (fo) como el valor promedio de las piezas ensayadas. El ensayo de compresión de las unidades de adobe se deberá hacer inmediatamente después de que éstas han sido removidas del lugar de secado.

Conceptuación y operalización de las variables

Tabla 3: Cuadro de operalización de variables

Variable Independiente	Definición conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores
Dosificaciones de mezclas de adobe	La dosificación implica establecer las proporciones apropiadas de los materiales que componen el adobe, a fin de obtener la resistencia y durabilidad requeridas. (Ecocasas, 2012)	Selección y mezcla de los materiales, los cuales se añadirá la máxima cantidad de agua que proporcione una mezcla trabajable, para la elaboración del adobe.	<u>Dosificación:</u> Son las cantidades de cenizas (2% de ceniza de cáscara de huevo y 3% ceniza de cáscara de arroz) y sus propiedades que se necesitan para obtener las resistencias.	Porcentajes: 2% de ceniza de cáscara de huevo y 3% ceniza de cáscara de arroz.
Variable Dependiente	Definición conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores
Resistencia a la compresión del adobe	Esfuerzo máximo que puede soportar un material bajo una carga de aplastamiento. (Salazar, 2017)	Preparar tres especímenes por cada porcentaje de adición (0%, 2% y 3%) de cenizas de cascara de arroz y cascara de huevo, lo cuales serán ensayados a cada periodo de vida. (10, 20 y 30 días)	<u>Fuerza axial:</u> Fuerza que actúa a lo largo del eje longitudinal del adobe, aplicada al centroide de la sección transversal del mismo produciendo un esfuerzo uniforme. (Salazar, 2017) <u>Área:</u> Área del espécimen, el cual será sometido a una carga. (Salazar, 2017)	- Resistencia promedio - Varianza

Fuente: Elaboración propia

Formulación de hipótesis

La estabilización con cenizas de cascara de huevo y cascara de arroz en 2% y 3%, permitiría obtener una resistencia a la compresión del orden de un adobe convencional.

Objetivos

Objetivo general

Determinar la resistencia a la compresión en adobe, cuyas unidades serán estabilizadas en 2% y 3% con cenizas de cascara de huevo y cascara de arroz.

Objetivos específicos

- Determinar la temperatura de calcinación de la cáscara de huevo y cáscara de arroz, mediante el ensayo de análisis térmico diferencial (ATD).
- Determinar la composición química de las cenizas de cáscara de huevo y cáscara de arroz, mediante el ensayo de fluorescencia de rayos x (FRX).
- Determinar el nivel de acidez del suelo y de las cenizas de cáscara de huevo y cáscara de arroz, mediante el ensayo de potencial de hidrogeno (pH)
- Determinar las características del suelo, mediante los ensayos de: análisis granulométrico, contenido de humedad, límite líquido y limite plástico.
- Determinar la resistencia a la compresión de las unidades de adobe y su validación estadística.

CAPITULO II: METODOLOGIA DEL TRABAJO

Metodología de la investigación

Métodos de investigación

Se utilizó el método experimental complementado por la observación científica porque se determinó la resistencia del adobe, en el que se manipularon un grupo patrón sin ningún tipo de estabilización y un grupo experimental el cual fue estabilizado en 2% y 3% con cenizas de cáscara de huevo y cáscara de arroz; por lo que era necesario apoyarnos en los ensayos de resistencia a la compresión en el laboratorio de la Universidad San Pedro.

Tipo y diseño de investigación

Tipo de investigación

Es Aplicada, porque los resultados obtenidos servirán para la solución de problemas relacionados a la construcción en edificaciones, explicando cual es el efecto en la resistencia a la compresión al estabilizar con 2% y 3% de cenizas de cascara de huevo y cascara de arroz en la elaboración de adobes.

Los ensayos para determinar la resistencia a la compresión del adobe 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 mecánica de suelos, observando y analizando debidamente los resultados obtenidos.

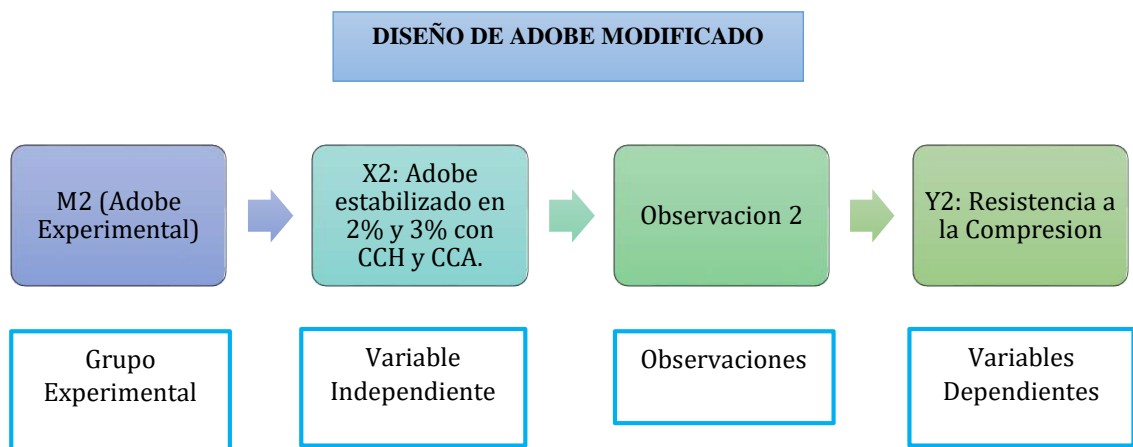
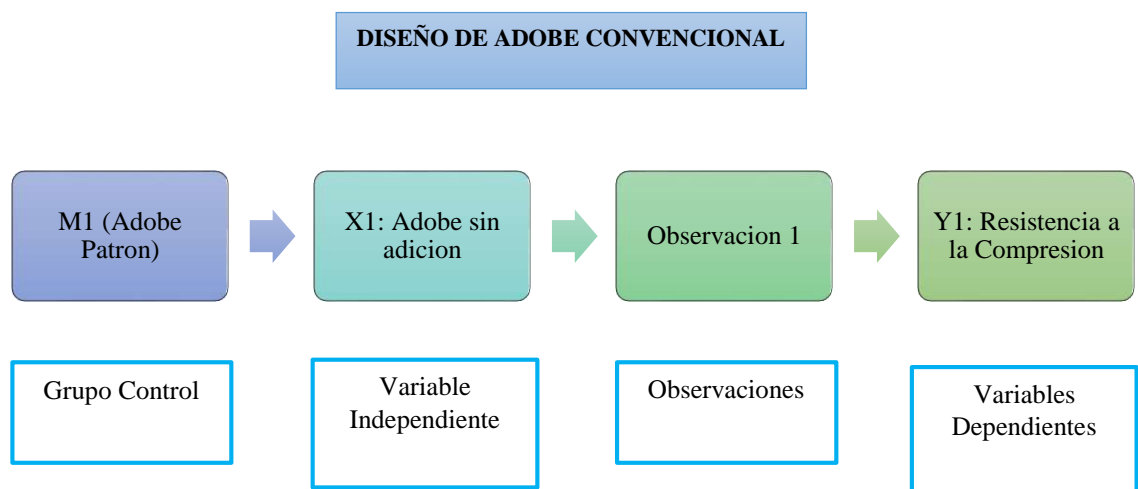
La investigación se planteó de manera cuantitativa, ya que se estudiaron las variables y sus indicadores objetivamente midiendo y registrando sus valores de respuesta en los instrumentos de recolección de datos (guías de observación).

Diseño de investigación:

A este proyecto de investigación le correspondió un diseño experimental, de nivel cuasi-experimental; en el cual se estudió la unidad de adobe modificada, para así compararlo con un adobe convencional, teniendo dos grupos de estudio:

- Grupo patrón: constituido por las unidades de adobe sin estabilizar.
- Grupo experimental: constituido por las unidades de adobe que fueron estabilizadas con cenizas de cáscara de huevo y cáscara de arroz.

Siendo el esquema del diseño el siguiente:



Población y muestra




























Población:

La presente investigación estuvo conformada por las unidades de adobe, las cuales estaban elaboradas con suelo y agua; cuyas dimensiones eran de: 28 x 14 x 10 cm respectivamente; cumpliendo los parámetros establecidos por la norma E – 080 del Reglamento Nacional de Edificaciones el cual establece los requisitos y criterios técnicos de diseño para edificaciones de tierra reforzada, a las cuales se adicionará cenizas de la cáscara de huevo y cáscara de arroz en un 2% y 3% con respecto al peso del adobe; con el fin de evaluar su resistencia a la compresión.

Muestra:

La muestra fue considerada la misma cantidad que la población a conveniencia del investigador, es decir se tomó el mínimo de especímenes que exige la norma; por lo cual se trabajó con toda la población, que consto de 27 unidades de adobe.

Tabla 4: Distribución de muestras

Edad (días)	Resistencia a la compresión en adobe, estabilizado con 2% y 3% de cenizas de cascara de huevo y cascara de arroz.					
	Patrón		1% CCH + 1% CCA		1% CCH + 2% CCA	
10	P - 01		E - 01		E - 01	
	P - 02		E - 02		E - 02	
	P - 03		E - 03		E - 03	
20	P - 01		E - 01		E - 01	
	P - 02		E - 02		E - 02	
	P - 03		E - 03		E - 03	
30	P - 01		E - 01		E - 01	
	P - 02		E - 02		E - 02	
	P - 03		E - 03		E - 03	

Fuente: Elaboración propia

Técnicas e instrumentos de investigación:

Tabla 5: Técnicas e instrumentos de investigación

TÉCNICA	INSTRUMENTOS	ÁMBITO
<p>Observación Científica: Se optó por usar como técnica de investigación: la observación científica, en donde se quiere ir comparando la variación de la resistencia a medida que llegue a su fraguado final, además del comportamiento de los adobes al ser estabilizados en 2% y 3% con cenizas de cáscara de huevo y cáscara de arroz.</p>	<p>1.- Guía de observación resumen. 2.- Fichas de observación del laboratorio de mecánica de suelos y ensayo de materiales.</p>	<p><u>1.- Grupo control:</u> unidades de adobe sin estabilizar. <u>2.- Grupo experimental:</u> unidades de adobe estabilizadas con cenizas de cáscara de huevo y cáscara de arroz</p>

Fuente: Elaboración propia

Proceso metodológico de la investigación:

Ubicación y recolección del material

Suelo:

El suelo fue recolectado de la cantera de Chugaymaca, en el distrito de Pallasca ubicado a 3100 msnm, en la provincia de Pallasca, en el departamento de Ancash. (Ver mapa de ubicación en anexos)



Imagen 10: Recolección de suelo o tierra natural

Fuente: Propia

Cascara de huevo:

La cascara de huevo de gallina fue recolectada de las principales panificadoras en la ciudad de Chimbote ubicada a 5 msnm, en la provincia del Santa, departamento de Ancash. (Ver mapa de ubicación en anexos)



Imagen 11: Recolección de la cascara de huevo

Fuente: Propia

Cascara de arroz:

La cascarilla de arroz fue recolectada de una industria arrocera (Molinera del Santa) en el centro poblado de Tambo real ubicada a 50 msnm, en la Provincia del Santa, en el Departamento de Ancash. (Ver mapa de ubicación en anexos)



Imagen 12: Recolección de la cascara de arroz

Fuente: Propia

Activación térmica de la cáscara de huevo y cáscara de arroz

Ceniza de cascara de huevo

a) Equipos y materiales:

- Horno mufla
- Recipientes de porcelana
- Bolsas de papel

b) Procedimiento:

- Se realizó el lavado de la cascara de huevo con abundante agua, con el fin de retirar todo tipo de materia orgánica.
- Luego se hizo el secado de la cascara de huevo en un recipiente amplio durante un tiempo de 48 horas al aire libre y bajo sombra. (pasado este lapso de tiempo se almaceno las muestras en un recipiente limpio y protegido de humedad)
- Después de llevo la cascara de huevo a la Universidad Nacional de Trujillo en donde se realizó la calcinación a la temperatura indicada por el análisis térmico diferencial (910°C en un intervalo de tiempo de 2 horas)

- Una vez concluida la calcinación se realizó al envasado de la ceniza de cascara de huevo en bolsas de papel, con el fin de evitar ingresar materias extrañas.
- Finalmente se procedió a moler la ceniza con la ayuda de un mortero de madera, para luego tamizarla en malla # 200 y recolectar lo pasante en bolsa de papel.



Imagen 13: Ceniza de cáscara de huevo

Fuente: Propia

Ceniza de cascara de arroz

a) Equipos y materiales:

- Horno piloto (Pionero II)
- Recipiente de aluminio
- Bolsas de papel

b) Procedimiento:

- Se realizó un venteo preliminar a la cascara de arroz, con el fin de eliminar impurezas.
- Luego se procedió con el calcinado; utilizando el Pionero II, recolectando la ceniza obtenida en un recipiente limpio, para luego dejar enfriar. (Este proceso de calcinación se hizo a cielo abierto durante un periodo de 6 horas, logrando calcinar 04 sacos y medio de cascara de arroz).



Imagen 14: Calcinación de la cascara de arroz en el horno piloto

Fuente: Propia

- Seguidamente se recolecto las cenizas en bolsas de papel, a fin de no perder sus características puzolanicos del material activado.
- Finalmente se procedió a moler la ceniza con la ayuda de un mortero de madera, para luego tamizarla en malla # 200 y recolectar lo pasante en bolsa de papel.



Imagen 15: Ceniza de la cascara de arroz

Fuente: Propia

Pruebas de análisis y control al suelo en campo

Prueba del color:

- a) Objetivo: Se determinó la textura del horizonte del suelo.
- b) Equipos y materiales:
 - Pico

- Pala
- c) Procedimiento: Se observó el color del suelo, tomando el material en estado seco, ya que húmedo puede variar sensiblemente.
- d) Indicadores:
 - Negro: suelos orgánicos (inadecuado)
 - Claros y brillantes: Suelos inorgánicos (adecuados)
 - Gris Claro: Suelos limosos, con carbonato de calcio, suelos poco cohesivos (inadecuado)
 - Rojos: Presenta dióxido de hierro, suelos resistentes (adecuado)

Prueba del enrollado:

- a) Objetivo: Se determinó la plasticidad del suelo
- b) Equipos y materiales:
 - Pico
 - Pala
- c) Procedimiento: Se formó un rollo de suelo hidratado de 5mm a 15mm. Y se lo desplazo entre el índice y el pulgar.
- d) Indicadores:
 - Si el rollo alcanza los 5 cm de longitud, suelo arenoso (inadecuado)
 - Si el rollo alcanza una longitud entre 5 a 15 cm, suelo arcillo-arenoso (adecuado)
 - Si el rollo alcanza una longitud mayor a los 15 cm, suelo arcilloso (inadecuado)

Prueba de la botella:

- a) Objetivo: Se determinó las proporciones aproximadas de limo, arena y arcilla presentes en el suelo
- b) Equipos y materiales:
 - Pico
 - Pala
 - Botella de plástico de forma uniforme
 - Embudo

- c) Procedimiento: Se utilizó una botella o tubo de ensayo de $\frac{1}{2}$ litro de capacidad, llenar $\frac{1}{4}$ parte con suelo y $\frac{3}{4}$ partes con agua. Agitar y luego dejar reposar por 5 horas.
- d) Indicadores:
- Los rangos deben de estar dentro de lo indicado en la norma E-080 del Reglamento Nacional de Edificaciones (60% arena, 20% arcilla, 20% limo).

Ensayos de análisis y control al suelo en laboratorio

Análisis granulométrico por tamizado (ASTM D422)

- a) Objetivo: Se determinó cuantitativamente la distribución de tamaños de partículas de suelo.
- b) Equipos y materiales:
- Juego de tamices
 - Balanza electrónica de sensibilidad de 0.1g
- c) Procedimiento:
- Se realizó un cuarteo preliminar, con el fin de obtener una muestra consistente.
 - Luego se movieron los tamices de un lado a otro recorriendo circunferencias de forma que la muestra se mantenga en movimiento sobre las mallas.
 - Y por último se determinó el peso de cada fracción en una balanza con una sensibilidad de 0,1 %. Recordar que las sumas de los pesos de todas las fracciones deben ser igual al peso inicial de la muestra.



Imagen 16: Análisis granulométrico por tamizado (ASTM D422)

Fuente: Propia

d) Cálculos:

- Se calculó el porcentaje de material que pasa por el tamiz de 0,074 mm (N° 200) de la siguiente manera:

$$\% \text{Pasa } 0.074 = \frac{\text{Peso total} - \text{Peso retenido en el tamiz } 0.074}{\text{Peso total}} * 100$$

- Después se calculó el porcentaje retenido sobre cada tamiz en la siguiente forma:

$$\% \text{Retenido} = \frac{\text{Peso retenido en el tamiz}}{\text{Peso total}} * 100$$

- Finalmente se calculó el porcentaje más fino. Restando en forma acumulativa de 100 % los porcentajes retenidos sobre cada tamiz.

$$\% \text{Pasa} = 100 - \% \text{Retenido acumulado}$$

Contenido de humedad (ASTM D2216)

- Objetivo: se determinó el contenido de humedad presente en el suelo.
- Equipos y materiales:
 - Recipientes
 - Horno de secado termostáticamente controlado
 - Balanza electrónica de sensibilidad de 0.1g
- Procedimiento:
 - Se determinó y registro la masa de los recipiente limpios y secos.
 - Luego se colocó las muestras húmedas en los recipientes y registramos su peso.
 - Después introducimos las muestras en el horno a una temperatura de 110°C durante 24 horas.
 - Una vez concluido el tiempo de secado se procedió a retirar las muestras del horno, dejando enfriar y registrando su peso.



Imagen 17:Ensayo de contenido de humedad (ASTM D2216-71)

Fuente: Propia

d) Cálculos:

- Se realizó el cálculo del contenido de humedad de las muestras, mediante la siguiente fórmula:

$$W\% = \frac{\text{Peso de agua}}{\text{Peso de suelo secado al horno}} * 100$$

Límite líquido (MTC E-110)

- a) Objetivo: Fue obtener el contenido de humedad, expresado en porcentaje, para el cual el suelo se halla en el límite entre los estados líquido y plástico
- b) Equipos y materiales:
 - Recipientes
 - Aparato del límite líquido o de Casagrande
 - Horno de secado termostáticamente controlado
 - Acanalador
 - Calibrador
 - Balanza electrónica de sensibilidad de 0.1g
 - Espátula
 - Agua destilada.
- c) Procedimiento:
 - Se seleccionó material que pasa la malla #40 (0.42 mm), para luego colocar una porción del suelo preparado, en la copa del dispositivo de límite líquido en el punto en que la copa descansa sobre la base, presionándola, y esparciéndola en la copa hasta una profundidad de

aproximadamente 10 mm en su punto más profundo, formando una superficie aproximadamente horizontal, teniendo cuidado en no dejar burbujas de aire atrapadas en la pasta con el menor número de pasadas de espátula como sea posible.

- Utilizando el acanalador, se dividió la muestra contenida en la copa, haciendo una ranura a través del suelo siguiendo una línea que una el punto más alto y el punto más bajo sobre el borde de la copa.
- Después se procedió a levantar y soltar la copa girando el manubrio a una velocidad de 1,9 a 2,1 golpes por segundo aproximadamente hasta que las dos mitades de suelo estén en contacto en la base.
- Seguidamente se registró el número de golpes necesario para cerrar la ranura. Tomar una tajada de suelo de aproximadamente de ancho de la espátula, extendiéndola de extremo a extremo de la torta de suelo en ángulos rectos a la ranura e incluyendo la porción de la ranura en la cual el suelo se deslizó en conjunto, colocarlo en un recipiente de peso conocido, y cubrirlo.



Imagen 18: Ensayo de Limites de Atterberg – Limite Liquido.

Fuente: Propia

d) Cálculos:

- Se procedió al cálculo de la relación entre el contenido de humedad, W_n , y el número de golpes correspondientes N , sobre un gráfico semi logarítmico con el contenido de humedad como ordenada y el número de golpes como abscisa trazando una línea recta que pase por los tres puntos graficados.

- Finalmente se tomó el contenido de humedad correspondiente a la intersección de la línea con la abscisa de 25 golpes como el límite líquido del suelo.

Límite plástico e índice de plasticidad (MTC E-111)

- Objetivo: Se determinó el límite plástico de un suelo y el cálculo del índice de plasticidad.
- Equipos y materiales:
 - Recipientes
 - Balanza electrónica de sensibilidad de 0.1g
 - Horno de secado termostáticamente controlado
 - Agua destilada
 - Tamiz N° 4
- Procedimiento:
 - Se realizó el moldeo la mitad de la muestra en forma de elipsoide y, a continuación, se rodó con los dedos de la mano sobre una superficie lisa, con la presión estrictamente necesaria para formar cilindros (este proceso se hizo hasta reunir 6gr de suelo)
 - Seguidamente se colocó los cilindros en un recipiente, registrando su peso correspondiente, luego poner la muestra en el horno para su secado, durante un periodo de 24horas.
 - Una vez concluido el secado, se retiró la muestra del horno dejando enfriar y después registrar el peso.



Imagen 19: Ensayo de Límites de Atterberg – Límite plástico.

Fuente: Propia

d) Cálculos:

- El límite plástico es el promedio de las humedades de ambas determinaciones. Se expresa como porcentaje de humedad, con aproximación a un entero y se calculó de la siguiente manera:

$$\text{Limite plastico} = \frac{\text{Peso de agua}}{\text{Peso de suelo secado al horno}} * 100$$

- Se definió el índice de plasticidad del suelo como la diferencia entre su límite líquido y su límite plástico:

$$\text{Indice Plasticidad} = \text{Limite liquido} - \text{Limite plástico}$$

pH en suelos (ASTM D 1067)

- Objetivo: Se determinó el nivel de acidez del suelo.
- Equipos y materiales:
 - Balanza electrónica de sensibilidad de 0.1g
 - Bolsa hermética
- Procedimiento:
 - Se recolectó una muestra parcial de 10gr de suelo en una bolsa hermética debidamente rotulada.
 - Después se llevó dicha muestra al laboratorio COLECBI y se realizó el ensayo correspondiente.

Ensayos de análisis y control a las cenizas en laboratorio

Fluorescencia de rayos x (ASTM E 2465)

- Objetivo: Se determinó la composición química de las cenizas de cáscara de huevo y cáscara de arroz
- Equipos y materiales:
 - Balanza electrónica de sensibilidad de 0.1g
 - Bolsa hermética
- Procedimiento:
 - Se recolectó una muestra parcial de 05 gr de ceniza de cada uno de los materiales en bolsas herméticas debidamente rotuladas.

- Luego se llevó dichas muestras al laboratorio de física de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos en la ciudad de Lima y se realizó el ensayo correspondiente.

pH en cenizas (ASTM D 1067)

- Objetivo: Se determinó el nivel de acidez de las cenizas de cáscara de huevo y cáscara de arroz
- Equipos y materiales:
 - Balanza electrónica de sensibilidad de 0.1g
 - Bolsa hermética
- Procedimiento:
 - Se recolectó una muestra parcial de 10 gr de ceniza de cada uno de los materiales en bolsas herméticas debidamente rotuladas.
 - Después se llevaron las muestras al laboratorio COLECBI en la ciudad de Chimbote y se realizó el ensayo correspondiente.

Elaboración de las unidades de adobe

- Objetivo: Se elaboraron las unidades de adobe patrón y experimental.
- Equipos y materiales:
 - Adobera de madera de 28 x 14 x 10 cm.
 - Balde de plástico (graduado)
 - Balanza electrónica
 - Triplay e=6mm
 - Pala
 - Frotacho de madera
 - Malla rashel
 - Nylon
- Diseños de mezcla: Se realizó el cálculo de cantidades requeridas de suelo, cenizas y agua para la elaboración del adobe patrón y experimental.

c.1) Adobe patrón: suelo + agua

- 6.500 kg de suelo
- 1.250 lt de agua

c.2) Adobe experimental 01: suelo + 1% CCH + 1% CCA + agua

- 6.500 kg de suelo
- 0.065 kg de ceniza de cascara de huevo
- 0.065 kg de ceniza de cascara de arroz
- 1.250 lt de agua

c.3) Adobe experimental 02: suelo + 1% CCH + 2% CCA + agua

- 6.500 kg de suelo
- 0.065 kg de ceniza de cascara de huevo
- 0.130 kg de ceniza de cascara de arroz
- 1.250 lt de agua

d) Procedimiento:

- En primer lugar, se construyó un tendal en un lugar plano y limpio, cubriéndolo con malla rashel con el fin de proteger a los adobes del sol y evitar que se rajen.
- Adobes patronos: Se realizó a la preparación del barro mezclando el suelo y el agua de manera uniforme. Después se procedió a moldear los adobes.



Imagen 20: Elaboración de adobe patrón

Fuente: Propia

- Adobes experimentales: Primero se hizo la mezcla de manera uniforme del suelo con las cenizas hasta lograr una textura uniforme, Posteriormente se adiciono el agua mezclando uniformemente hasta lograr la mezcla de barro; y finalmente se realizó el moldeo de los adobes.



Imagen 21: Elaboración de adobe experimental

Fuente: Propia



Imagen 22: Secado de los adobes bajo sombra

Fuente: Propia

Ensayos de resistencia a la compresión de las unidades de adobe

- a) **Objetivo:** Se determinó la resistencia a la compresión de las unidades de adobe patrón y experimental, evaluados en 3 periodos de vida.
- b) **Equipos y materiales:**
 - Tiza
 - Carretilla
- c) **Procedimiento:**

- Para este ensayo se seleccionó los adobes de manera aleatoria, 09 unidades de adobe por cada periodo de vida a ensayado (10días, 20 días, 30días).
- Después se procedió de marcar con una tiza las unidades de adobe tanto patrón como experimental, para llevar un orden cronológico en los ensayos.
- Seguidamente utilizando una balanza se registró los pesos de los adobes; además con la ayuda de una regla se procedió a tomar las lecturas de las dimensiones para verificar su variabilidad dimensional.
- Finalmente se colocó la unidad de adobe en el equipo de compresión, y se registró la fuerza a la cual ha sido expuesta nuestro testigo.



Imagen 23: Ensayo de resistencia a la compresión - Edad 10 días

Fuente: Propia



Imagen 24: Ensayo de resistencia a la compresión - Edad 20 días

Fuente: Propia



Imagen 25: Ensayo de resistencia a la compresión - Edad 30 días

Fuente: Propia

CAPITULO III: RESULTADOS

Resultados de pruebas realizadas al suelo en campo

Prueba del color:

Tabla 6: Prueba del color realizado en campo a muestra de suelo

DESCRIPCION	INDICADORES	M - 01
Se considera como suelo apto, al suelo inorgánico	Negro: Suelos orgánicos	No
	Claros y brillantes: Suelos inorgánicos	Si
	Gris claro: Suelos limosos, con carbonato de calcio, suelos poco cohesivos	No
	Rojos: Presenta dióxido de hierro, suelos resistentes	No
RESULTADO		APTO

Fuente: Propia

Prueba del enrollado:

Tabla 7: Prueba del enrollado realizado en campo a muestra de suelo

DESCRIPCION	INDICADORES	M - 01
Se considera como suelo apto, cuando el rollo se rompe al alcanzar una longitud entre los 5 a 15 cm	El rollo alcanza los 5 cm de longitud	No
	El rollo alcanza una longitud entre 5 a los 15cm	Si
	El rollo alcanza una longitud mayor a los 15 cm.	No
RESULTADO		APTO

Fuente: Propia

Prueba de la botella:

Tabla 8: Prueba de la botella realizado en campo a muestra de suelo

DESCRIPCION	INDICADORES	M - 01
Se considera como suelo apto, cuando el suelo cumple con lo establecido en la norma	Los rangos debes de estar dentro de los indicados en la norma (60% arena, 20% arcilla, 20% limo)	Si
RESULTADO		APTO

Fuente: Propia

Resultados de los ensayos realizados al suelo en laboratorio

Análisis granulométrico por tamizado (ASTM D422)

Tabla 9: Pesos retenidos del suelo en cada tamiz

Tamiz (Abertura) (mm)	Peso Retenido (gr)	Retenido Parcial (%)	Retenido Acumulado (%)	Pasante (%)
N° 4	4.760	10.8	10.8	89.2
N° 10	2.000	8.4	19.2	80.8
N° 20	0.840	9.3	28.5	71.5
N° 30	0.590	4.3	32.8	67.2
N° 40	0.426	3.4	36.3	63.7
N° 60	0.250	3.7	39.9	60.1
N° 100	0.149	2.7	42.6	57.4
N° 200	0.074	2.8	45.4	54.6
< 200	429.0	54.6	100.0	-
TOTAL	786.0	100.0		

Fuente: Propia

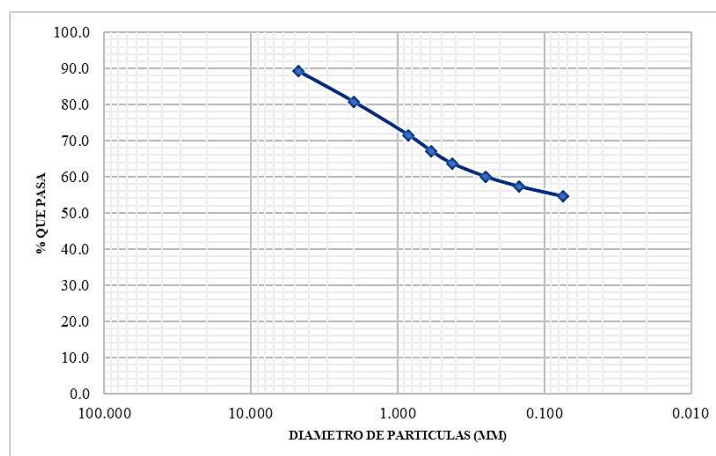


Gráfico N° 01: Curva de distribución granulométrica

Fuente: Propia

Contenido de humedad (ASTM D2216)

Tabla 10: Datos de contenido de humedad del suelo

ENSAYO N°	M1	M2
Peso de tara + MH	586.00	500.00
Peso de tara + MS	574.30	488.00
Peso de tara	86.00	68.70
Peso del agua	11.70	12.00
MS	488.30	419.30
Contenido de humedad (%)	2.396%	2.862%
Humedad promedio	2.629%	

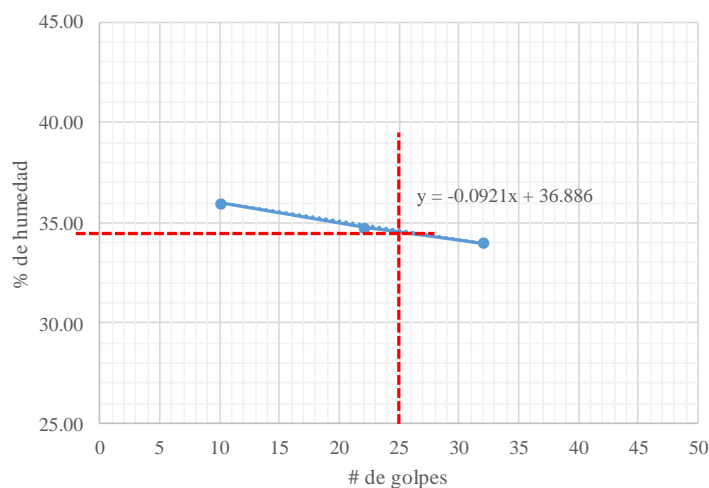
Fuente: Propia

Limite líquido y limite plástico (MTC E-110 y MTC E-111)

Tabla 11: Limite líquido y limite plástico del suelo

N° de ensayo	LIMITE LIQUIDO			LIMITE PLASTICO		
	1	2	3	1	2	3
Peso de tara + M. húmeda (gr)	52.00	53.00	49.00	27.00	24.00	24.00
Peso de tara + M. seca (gr)	43.00	45.00	42.00	26.00	23.00	23.00
Peso de la tara (gr)	18.00	22.00	21.40	22.00	18.00	18.00
Peso del Agua (gr)	9.00	8.00	7.00	1.00	1.00	1.00
Peso de la muestra seca (gr)	25.00	23.00	20.60	4.00	5.00	5.00
Contenido de humedad en (%)	36.00	34.78	33.98	25.00	20.00	20.00
N° de golpes	10	22	32		21.7	

Fuente: Propia



LIMITE LIQUIDO		
LL:	%	34.62

LIMITE PLASTICO		
LP:	%	21.67

INDICE DE PLASTICIDAD		
IP:	%	12.95

Gráfico N° 02: Humedad - N° de golpes, determina el límite líquido

Fuente: Propia

pH en suelos (ASTM D 1067)

Tabla 12: Niveles de pH presentes en el suelo

MUESTRAS	pH
Suelo	4.70
Suelo + 1% ceniza de cascara de huevo + 1% ceniza de cáscara de arroz	13.25
Suelo + 1% ceniza de cascara de huevo + 2% ceniza de cáscara de arroz	12.82

Fuente: Propia

Resultados de los ensayos realizados a las cenizas en laboratorio

Fluorescencia de rayos x (ASTM E 2465)

Tabla 13: Composición elemental de cenizas de cascara de huevo en % de masa

Oxido	Concentración % masa	Normalizado al 100%
Al ₂ O ₃	10.034	9.970
SiO ₂	0.093	0.092
SO ₂	0.069	0.068
ClO ₂	0.148	0.0147
K ₂ O	0.068	0.068
CaO	89.847	89.275
Fe ₂ O ₃	0.006	0.006
CuO	0.005	0.005
ZnO	0.003	0.003
SrO	0.229	0.228
ZrO	0.002	0.002
Total	100.635	100.00

Fuente: Propia

Tabla 14: Composición elemental de cenizas de cascara de arroz en % de masa

Oxido	Concentración % masa	Normalizado al 100%
Al ₂ O ₃	3.006	3.189
SiO ₂	84.638	89.788
P ₂ O ₃	0.273	0.289
SO ₂	0.433	0.460
ClO ₂	0.446	0.473
K ₂ O	2.972	3.153
CaO	2.012	2.135
TiO ₂	0.005	0.05
MnO	0.266	0.282
Fe ₂ O ₃	0.139	0.148
Ni ₂ O ₃	0.002	0.002
CuO	0.011	0.011
ZnO	0.047	0.050
ZrO ₂	0.002	0.002
Total	94.264	100.00

Fuente: Propia

pH en cenizas (ASTM D 1067)

Tabla 15: Niveles de pH presentes en las cenizas

MUESTRAS	pH
Cenizas de cascara de huevo	13.19
Cenizas de cascara de arroz	11.26

Fuente: Propia

Resultados de los ensayos de resistencia a la compresión de las unidades de adobe en laboratorio

Tabla 16: Resistencia promedio de las unidades de adobe

Edad	Adobe patrón	Adobe experimental - 01	Adobe experimental - 02
10 días	13.61	11.24	10.57
20 días	15.77	13.50	13.35
30 días	16.24	14.30	15.27

Fuente: Propia

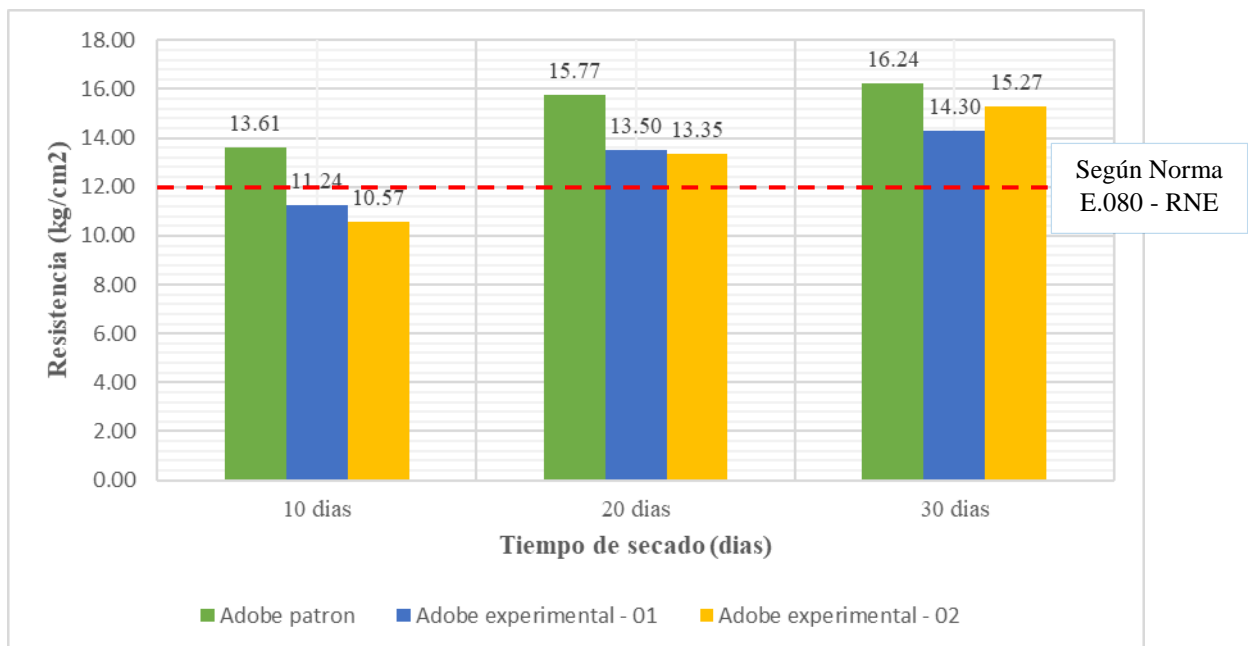


Gráfico N° 03: Comparación de resistencias de las unidades de adobe patrón y experimental

Fuente: Propia

Resultados de la validación estadística

Tabla 17: Datos estadísticos de los resultados del ensayo de resistencia a la compresión de las unidades de adobe - Edad 10 días

Descripción	N	Media	Desviación típica	Error típico de la media
Adobe patrón	3	13.6113	0.42665	0.24633
Adobe experimental - 01	3	11.2433	0.17786	0.10269
Adobe experimental - 02	3	10.5733	0.33126	0.19125

Fuente: Propia

Tabla 18: Prueba de hipótesis para la diferencia de medias de los resultados del ensayo de resistencia a la compresión de las unidades de adobe - Edad 10 días

Valor de prueba = 0						
Descripción	t	Grados de libertad	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	95% Intervalo de confianza para la diferencia	
					Inferior	superior
Adobe patrón	55.265	2	0.000	13.61333	12.5535	14.6732
Adobe experimental - 01	109.492	2	0.000	11.24333	10.8015	11.6852
Adobe experimental - 02	55.284	2	0.000	10.57333	9.7504	11.3962

Fuente: Propia

Tabla 19: Datos estadísticos de los resultados del ensayo de resistencia a la compresión de las unidades de adobe - Edad 20 días

Descripción	N	Media	Desviación típica	Error típico de la media
Adobe patrón	3	15.7633	0.28378	0.16384
Adobe experimental - 01	3	13.5033	0.20817	0.12019
Adobe experimental - 02	3	13.3533	0.27429	0.15836

Fuente: Propia

Tabla 20: Prueba de hipótesis para la diferencia de medias de los resultados del ensayo de resistencia a la compresión de las unidades de adobe - Edad 20 días

Valor de prueba = 0						
Descripción	t	Grados de libertad	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	95% Intervalo de confianza para la diferencia	
					Inferior	superior
Adobe patrón	96.210	2	0.000	15.76333	15.0584	16.4683
Adobe experimental - 01	112.355	2	0.000	13.50333	12.9862	14.0204
Adobe experimental - 02	84.323	2	0.000	13.35333	12.6720	14.0347

Fuente: Propia

Tabla 21: Datos estadísticos de los resultados del ensayo de resistencia a la compresión de las unidades de adobe - Edad 30 días

Descripción	N	Media	Desviación típica	Error típico de la media
Adobe patrón	3	16.2433	0.12097	0.06984
Adobe experimental - 01	3	14.3033	0.71598	0.41337
Adobe experimental - 02	3	15.2733	0.45720	0.263397

Fuente: Propia

Tabla 22: Prueba de hipótesis para la diferencia de medias de los resultados del ensayo de resistencia a la compresión de las unidades de adobe - Edad 30 días

Valor de prueba = 0						
Descripción	t	Grados de libertad	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	95% Intervalo de confianza para la diferencia	
					Inferior	superior
Adobe patrón	232.576	2	0.000	16.24333	15.9428	16.5438
Adobe experimental - 01	34.601	2	0.000	14.30333	12.5247	16.0819
Adobe experimental - 02	57.861	2	0.000	15.27333	14.1376	16.4091

Fuente: Propia

CAPITULO IV: ANALISIS Y DISCUSIÓN

Interpretación de resultados

Por las características del suelo

Según el análisis granulométrico; en la tabla N° 09 muestra los pesos retenidos en cada tamiz, estos resultados se ven reflejados en el gráfico N° 01 el cual indica los diámetros de las partículas representadas en escala logarítmica, identificando así el tipo de material; según la clasificación AAHSTO es un suelo A-6: suelo arcilloso y la clasificación SUCS indica un suelo CL: arcilla de media plasticidad arenosa.

El contenido de humedad presente en el suelo se muestra en la tabla N°10 con un porcentaje de 2.629 %, indicando es un nivel de humedad bajo.

La tabla N° 11 muestra los límites de consistencia, señalando: límite líquido de 34.62%, límite plástico de 21.67% e índice plasticidad de 12.95%.

En la tabla N° 12 visualizamos que el pH del suelo es 4.70, indicando un grado de acidez alto; además el pH de la primera combinación de suelo + 1% ceniza de cascara de huevo + 1% ceniza de cáscara de arroz es de 13.25 y la segunda combinación de suelo + 1% ceniza de cascara de huevo + 2% ceniza de cáscara de arroz es de 12.82; manifestando para ambas combinaciones un nivel de alcalinidad alto.

Por la composición química de las cenizas

La tabla N° 13 señala la composición química de la ceniza de cáscara de huevo, siendo su principal componente el óxido de calcio (CaO) en un porcentaje de 89.275% y la tabla N° 14 señala la composición química de la ceniza de cáscara de arroz, donde su principal componente es el óxido de silicio (SiO₂) en un porcentaje de 89.788% respectivamente.

Por su resistencia a la compresión

El gráfico N° 03 indica el resultado alcanzado en la resistencia a la compresión de las unidades de adobes (patrón y experimental), cumpliendo con lo recomendado por la norma E080 del Reglamento Nacional de Edificaciones, el cual requiere como valor mínimo de resistencia $f_o = 12 \text{ kg/cm}^2$; además, se observa que:

- Las unidades de adobe patrón (sin adición de cenizas) han obtenido a los 10 días de secado bajo sombra una resistencia promedio de 13.61 kg/cm^2 ; a los 20 días de secado bajo sombra alcanzó una resistencia promedio de 15.77 kg/cm^2 y finalmente

a los 30 días de secado bajo sombra se obtuvo una resistencia promedio de 16.24 kg/cm².

- Las unidades de adobe experimental - 01 (con 1% de ceniza de cáscara de huevo + 1% de ceniza de cáscara de arroz) han obtenido a los 10 días de secado bajo sombra una resistencia promedio de 11.24 kg/cm²; a los 20 días de secado bajo sombra alcanzó una resistencia promedio de 13.50 kg/cm² y finalmente a los 30 días de secado bajo sombra se obtuvo una resistencia promedio de 14.30 kg/cm².
- Las unidades de adobe experimental - 02 (con 1% de ceniza de cáscara de huevo +2% de ceniza de cáscara de arroz) han obtenido a los 10 días de secado bajo sombra una resistencia promedio de 10.57 kg/cm²; a los 20 días de secado bajo sombra alcanzó una resistencia promedio de 13.35 kg/cm² y finalmente a los 30 días de secado bajo sombra se obtuvo una resistencia promedio de 15.27 kg/cm².

Por su validación estadística

La tabla N° 18 muestra que al aplicar la prueba de hipótesis verificamos nuestra hipótesis planteada, estos resultados encontrados nos indican que estadísticamente existe una diferencia significativa entre la resistencia promedio a la compresión a los 10 días obtenidas del adobe patrón respecto a la resistencia promedio de los adobes experimental 1 y 2; considerando un nivel de confianza del 95% y un nivel de significancia del 5% ($p < 5\%$).

La tabla N° 20 indica la mejora sustancial en los resultados del promedio de la resistencia a la compresión de las unidades de adobe experimental 1 y 2, a los 20 días, sustentan de alguna manera la implicancia que tienen las características y composición de estos materiales utilizados en la dosificación, en donde se deja establecido que la resistencia tiende a incrementarse paulatinamente; en comparación a los resultados analizados en el reporte presentado anteriormente, lo cuales ratifica que al aplicar la prueba de hipótesis existe una diferencia significativa entre los promedios de las resistencias; dicha prueba es considerada para un nivel de confianza equivalente al 95% y una significancia equivalente al 5%, proyectándose una probabilidad equivalente a $p < 5\%$.

En la tabla N° 22 destacamos de manera descriptiva la mejora sustancial del promedio de la resistencia a la compresión de las unidades de adobe experimental 2, lo cual se explica indudablemente que la mejora importante y sustancial de la resistencia promedio se debe a la composición de alto óxido de silicio presente en los materiales y al aumento paulatino del

tiempo de secado, lo cual está influenciando positivamente en los resultados, aunque no se llega a superar el promedio de resistencia del grupo patrón; este resultado es proyectado considerando un nivel de confianza del 95% y una probabilidad de significancia del 5%, lo cual se estima para una tendencia de probabilidad de significancia equivalente a $p < 5\%$ respectivamente.

CAPITULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

De acuerdo con los resultados obtenidos, arribamos a las siguientes conclusiones:

La temperatura de calcinación adecuada para la activación térmica de los materiales es de: 910°C para la cáscara de huevo y 740°C para la cáscara de arroz.

Dentro de la composición química, la ceniza de cáscara de huevo está compuesta de óxido de calcio y la ceniza de cáscara de arroz está compuesto de óxido de silicio.

El suelo utilizado para elaborar las unidades de adobe, es arcilloso con poca presencia de humedad y una consistencia de mediana plasticidad. Además, muestra niveles altos de acidez; mientras que las cenizas de cáscara de huevo y cáscara arroz manifiestan niveles altos de alcalinidad.

Al evaluar el crecimiento de la resistencia, lo adobe experimentales 1 y 2 no lograron superar al promedio de la resistencia a la compresión del adobe patrón; pero se puede apreciar que el adobe experimental 2 obtuvo una resistencia mayor que el adobe experimental 1; estableciendo que, a mayor concentración de óxido de silicio la resistencia que adquiere se desarrolla a mayor periodo de secado.

Al someter estos resultados encontrados a la prueba de hipótesis, que se orienta a la comprobación y validación de nuestra hipótesis de trabajo planteada, se encuentra como resultado que estadísticamente existe una diferencia significativa entra la resistencia a la compresión de las unidades de adobe experimental 1 y 2 con respecto a la resistencia a la compresión promedio del adobe patrón, considerando un nivel de confianza de equivalente al 95% y un nivel de significancia del 5%.

Recomendaciones

Para la presente investigación se recomienda:

- Realizar el secado de las unidades de adobe bajo sombra, haciendo uso de un tendal para garantizar su eficiencia y evitar la rápida evaporación del agua; previniendo así el cuarteo y la baja adherencia.
- Evaluar los ensayos de resistencia a compresión de las unidades de adobe a mayor periodo de secado, ya que estas incrementan su resistencia con el tiempo.
- Ampliar las dosificaciones en mayores porcentajes de adición; a fin de evaluar el incremento de la resistencia, que radica en la estabilización de adobe con cenizas de cáscara de huevo y cáscara de arroz.

CAPITULO VI: REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Referencias

- AENOR. (2008). *Bloques de tierra comprimida para muros y tabiques*. Madrid: Editora AENOR.
- Alday, P. (2014). *Efectos de los estabilizadores en las propiedades físicas del adobe*. Santiago: Universidad Andres Bello.
- Arce, R., & Rodriguez, V. R. (Mayo de 2014). *Propuesta del empleo del adobe reforzado con geomalla en la construcción de viviendas unifamiliares de un piso en el pueblo Joven Yanama - Ayacucho*. Huancavelica: Universidad Nacional de Huancavelica.
- Arcos, C., Maciaz, D., & Rodriguez, J. E. (2007). La cascarilla de arroz como fuente de SiO₂. *Facultad de Ingenieria - Universidad de Antioquia*, 2-5.
- Arteaga, K. T., Humberto, O., & Gutierrez, O. J. (2011). Bloques de tierra comprimida como material constructivo. *Facultad de Ingeneiria*, 2-15.
- Beraldo, A., & Nagumo, C. (2014). Compuesto de cascara de huevo y mortero de cemento portland. *Instituto de Ciência e Tecnologia em Resíduos e Desenvolvimento Sustentável NISAM - USP – Núcleo de Informações em Saúde Ambiental da USP*, 3-5.
- Bestraten, S., Hormias, E., & Altemir, A. (2011). Construcción con tierra en el siglo XXI. *Informes de la construcción*, 1-16.
- Cabrera, D., & Huaynate, W. (2010). *Mejoramiento de las construcciones de adobe ante una exposición prolongada de agua por efecto de inundaciones*. Lima : Pontificia Universidad Católica del Perú.
- Caceres, F. I. (2010). *Mejora del adobe a partir de su estabilización con el material confitillo*. Lima: Universidad Nacional de Ingeniería.
- Carcedo, M. (2012). *Resistencia a la compresión de bloques de tierra comprimida utilizada con materiales de sílice de diferente tamaño de partícula*. Madrid: Universidad Politécnica de Madrid.
- Chacon, V., Sara, R. M., & Champi, L. A. (2016). *Análisis comparativo de las propiedades mecánicas y físicas del adobe mejorado de 0.40m x 0.20m x 0.15m con geomalla bioxal e impermeabilizante y el lado tradicional en el distrito de del Cusco*. Cusco: Universidad Andina del Cusco.
- Chuya, E. C., & Ayala, M. F. (2018). *Comparación de parámetros mecánicos y físicos del adobe tradicional con adobe reforzado con fibra de vidrio*. Cuenca: Universidad de Cuenca.
- Crespo, C. (2004). *Mecánica de suelos y cimentaciones*. Mexico: Editorial Limusa.
- Ecocasas. (16 de Julio de 2012). Obtenido de Bioconstrucción: <https://ecocasas.com/construccion/el-adobe/>

- Giron, L., & Nolasco, S. (2015). Resistencia de adobe reforzado al 1% con cascara de arroz en el centro poblado El Castillo-Provincia del Santa-Ancash. *XIX Congreso Nacional de Ingenieria Civil - Huaraz*, 219-224.
- Gonzales, L., & Ureña, H. (2015). *Diseño de las unidades de adobe utilizando granza de arroz para la construccion de un modulo a escala natural en el centro poblado El Castillo - Santa - Ancash*. Chimbote: Universidad San Pedro.
- Guerrero, L. F. (2006). Hacia la recuperacion de una cultura constructiva. *Arquitectura en tierra*, 1-21.
- Guzman, D. S., & Iñiguez, J. M. (2015). *Estudio de una propuesta de mejoramiento del sistema constructivo adobe*. Cuenca: Universidad de cuenca.
- Lopez, J. A., & Bernilla, P. J. (2012). *Evolucion funcional y constructiva de viviendas con adobe estabilizado en Cayalti. Programa Cobe - 1976*. Lima: Universidad Nacional de Ingenieria.
- Mafla, A. (2009). Uso de la cascarilla de arroz como material alternativo en la construccion. *Quehacer de la Facultad - Ingenieria Civil*, 76-77.
- Martins, C., Flores, M., Rios, L., Viñuales, G., & Garcia, A. (1994). *Arquitecturas de tierra en Iberoamerica*. Argentina: Impresiones Sudamerica, Buenos Aires.
- MINAGRI. (2016). Evolucion de produccion y precios de arroz. *Sistema de abastecimeinto y precios*, 1-2.
- MINAGRI. (2018). Produccion y comercializacion de productos avicolas. *Boletin estadistico mensual*, 11-14.
- Monteiro, C. (2011). Aplicaciones de cascara y membrana. *Patentes recientes sobre alimentacion, nutricion y agricultura*, 1-8.
- Montes, J. (2009). *Estudio del efecto de la fibra de bagazo de Agave angustifolia haw en la resistencia a la flexion y compresion del adobe compactado*. Oaxaca de Juarez: Instituto Politecnico Nacional.
- Ngowi, A. (1 de Febrero de 1997). *Construction and Building Materials*. Obtenido de Improving the traditional earth construction: a case study of Botswana: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0950061897000068>
- Pacuri, O. A. (2014). Efectos de la adicion de aglomerantes en la resistencia mecanica y absorcion del adobe compactado en el Departamento de Puno. *Revista Cientifica Ingetecno*, 1-9.
- QuimiNet. (13 de Febrero de 2012). *Las principales características del oxido de calcio*. Obtenido de QuimiNet.com: <https://www.quiminet.com/articulos/las-principales-caracteristicas-del-oxido-de-calcio-2678388.htm>
- Quintana, D. L., & Vera, M. O. (2017). *Evaluacion de la erosion y la resistencia a la compresion de adobes con sustitucion parcial y total de agua en peso por mucilago*

de tuna en porcentajes del 0%, 25%, 50%, 75% y 100%. Cusco: Universidad Andina del Cusco.

- Reyes, R. (2007). *Mejoramiento experimental de la calidad del adobe compactado estabilizado con cemento tipo CCP-30R*. Mexico: Instituto Tecnológico de Oaxaca.
- Rios, E. Y. (2010). *Efecto de la adición de latex natural y jabon en la resistencia mecánica y absorción del adobe compactado*. Oaxaca: Instituto Politécnico Nacional.
- Rivera, J. C. (2012). Adobe y otros materiales de sistemas constructivos en tierra cruda: caracterización con fines estructurales. *Apuntes 25 (2)*, 164-181.
- RNE. (2017). *Reglamento Nacional de Edificaciones E - 080*. Lima: Grupo Editorial Megabyte Sac.
- Salazar, J. (2017). *Resistencia de materiales básica para estudiantes de ingeniería*. Colombia: Universidad Nacional de Colombia.
- Sanchez, K. (2010). *Propuesta de aditivos naturales y microfibras de papel para reparar fisuras en muros de monumentos históricos de tierra*. Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú.
- Sanchez, P. (26 de Junio de 2018). Obtenido de Lavanguardia:
<https://www.lavanguardia.com/comer/materia-prima/20180626/45396885122/cascara-de-huevo-calcio-moda-huesos-osteoporosis.html>
- Sifuentes, S. (2013). *Optimización de las unidades de albañilería de adobe utilizando suelo cemento y aditivos producidos en la zona del distrito de Tauca-Pallasca-Ancash*. Chimbote: Universidad Nacional del Santa.
- Thovar, V. (2015). Producción y comercialización del huevo. *Huevos y ovoproductos*, 3-9.
- Velez, G. (18 de Agosto de 2010). Obtenido de Apuntes revista digital de arquitectura:
<http://apuntesdearquitecturadigital.blogspot.com/2010/08/arquitectura-con-barro-arq-gonzalo.html>
- Vilela, D. E. (Marzo de 2010). *Estabilización de suelos dirigida a la estabilización de bloques de adobe, propuesta metodológica*. Loja: Universidad Nacional de Loja.

CAPITULO VI: AGRADECIMIENTOS

Agradecimiento

Quiero agradecer a todos mis maestros por compartir todos sus conocimientos para superarme cada día y llegar a ser un buen profesional.

Asimismo, quisiera expresar mi agradecimiento a todos quienes estuvieron vinculados de alguna manera a este proyecto; a los propietarios de los ambientes de trabajo, por proporcionarme las facilidades necesarias para completar la investigación.

Y, desde luego llegue al final de este proyecto gracias a Dios; al invaluable apoyo que generaron mi familia; mis amigos, a quienes siempre tengo presente, a mis maestros y a quienes siempre me han enseñado algo.

Para todos, mi mayor reconocimiento y gratitud.

CAPITULO VII: APENDICES Y ANEXOS

Anexo a: mapas de ubicación

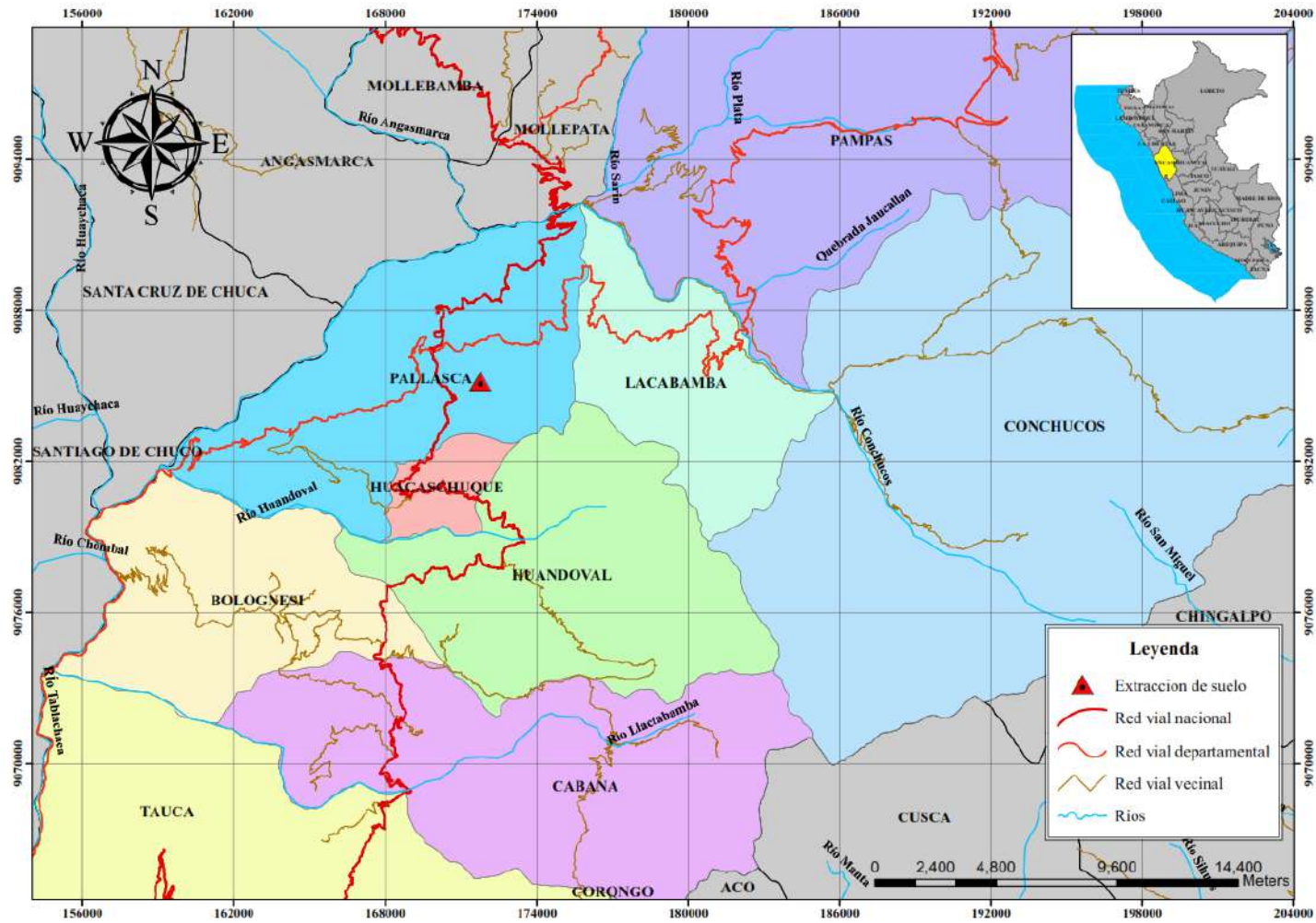


Imagen 33: Mapa de ubicación de extracción de suelo

Fuente: Propia

Imagen 34: Mapa de ubicación de extracción de suelo

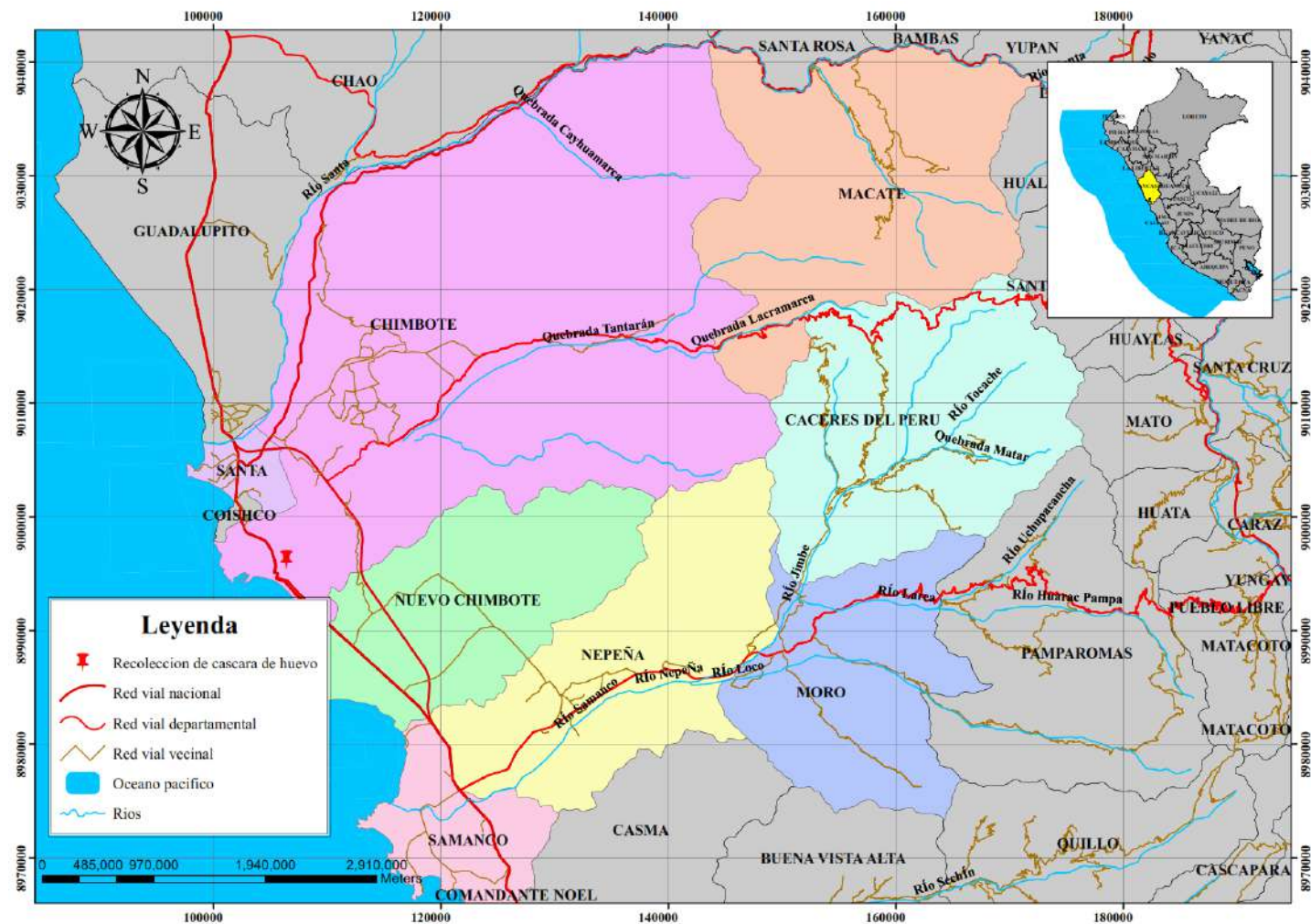


Imagen 36: Mapa de ubicación de recolección de cascara de huevo

Fuente: Propia

Imagen 37: Mapa de ubicación de recolección de cascara de huevo

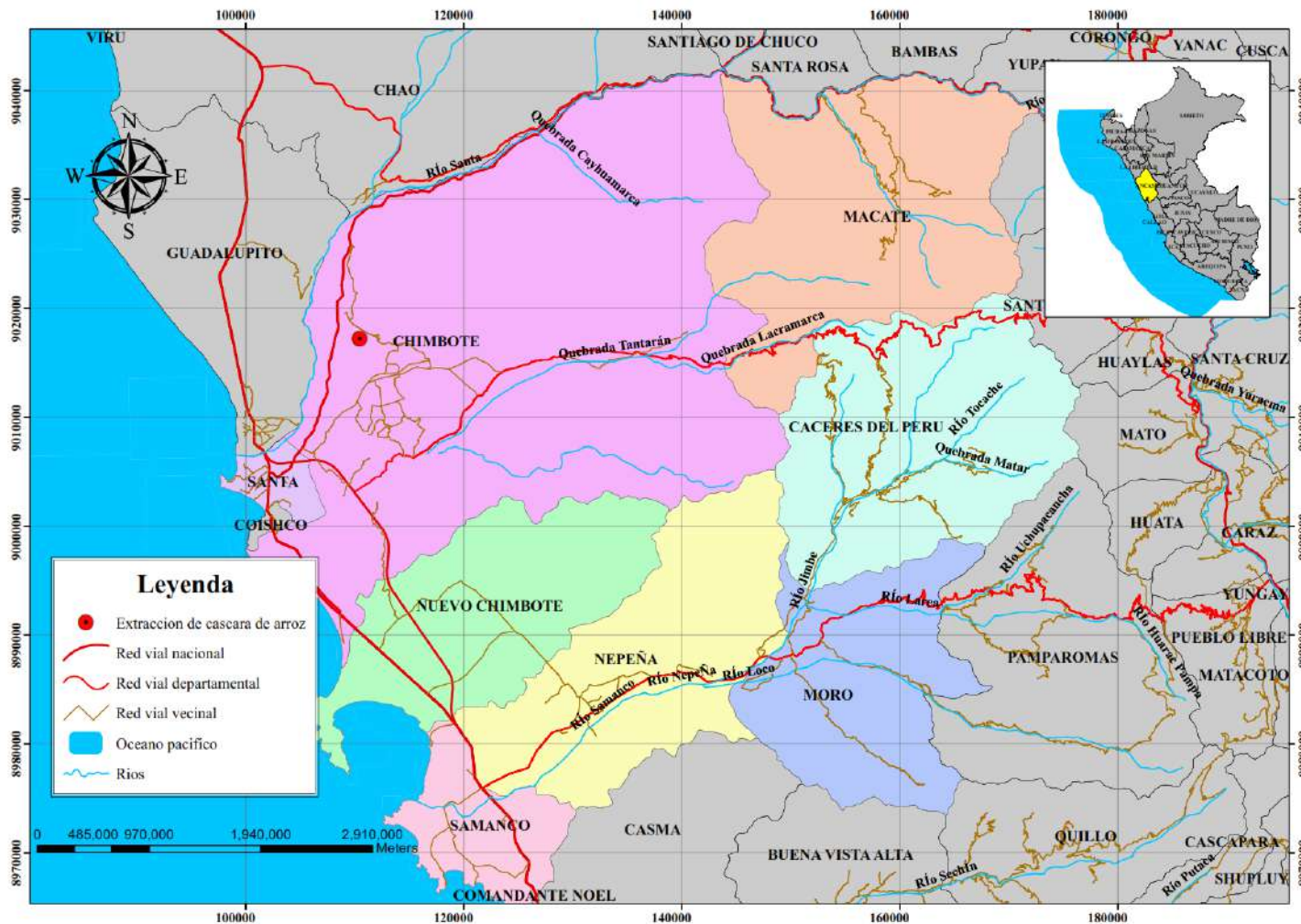


Imagen 38: Mapa de ubicación de extracción de cascara de arroz

Fuente: Propia

Imagen 39: Mapa de ubicación de extracción de cascara de arroz

Anexo b: pruebas de campo

**FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL**

ENSAYO EN CAMPO PARA SELECCIÓN DE SUELO

RESPONSABLE : ALUMNO LEON VALVERDE BRYAN
TESIS : RESISTENCIA A LA COMPRESION EN ADOBE, ESTABILIZADO EN 2%
Y 3% CON CENIZAS DE CASCARA DE HUEVO Y CASCARA DE
ARROZ
LUGAR : DISTRITO DE PALLASCA
FECHA : 10/10/2018

1) PRUEBA DEL COLOR

DESCRIPCION	INDICADORES	M-01
Se considera como suelo apto, al suelo inorganico	Negro: Suelos orgánicos	No
	Claros y brillantes: Suelos inorgánicos	Si
	Gris claro: Suelos limosos, con carbonato de calcio, suelos poco cohesivos	No
	Rojos: Presenta dióxido de hierro, suelos resistentes	No
RESULTADO		APTO

**FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL**

ENSAYO EN CAMPO PARA SELECCIÓN DE SUELO

RESPONSABLE : ALUMNO LEON VALVERDE BRYAN
TESIS : RESISTENCIA A LA COMPRESION EN ADOBE, ESTABILIZADO EN 2%
Y 3% CON CENIZAS DE CASCARA DE HUEVO Y CASCARA DE
ARROZ
LUGAR : DISTRITO DE PALLASCA
FECHA : 10/10/2018

2) PRUEBA DEL ENROLLADO

DESCRIPCION	INDICADORES	M - 01
Se considera como suelo apto, cuando el rollo se rompe al alcanzar una longitud entre los 5 a 15 cm	El rollo alcanza los 5 cm de longitud	No
	El rollo alcanza una longitud entre 5 a 15 cm	Si
	El rollo alcanza una longitud mayor a los 15 cm	No
RESULTADO		APTO

**FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL**

ENSAYO EN CAMPO PARA SELECCIÓN DE SUELO

RESPONSABLE : ALUMNO LEON VALVERDE BRYAN
 TESIS : RESISTENCIA A LA COMPRESION EN ADOBE, ESTABILIZADO EN 2%
 Y 3% CON CENIZAS DE CASCARA DE HUEVO Y CASCARA DE
 ARROZ
 LUGAR : DISTRITO DE PALLASCA
 FECHA : 10/10/2018

3) PRUEBA DE LA BOTELLA

DESCRIPCION	INDICADORES	M - 01
Se considera como suelo apto, cuando el suelo cumple con lo establecido en la norma.	Los rangos deben de estar dentro de los indicados en la Norma (60%arena, 20%arcilla, 20%limo)	Si
RESULTADO		APTO

Anexo c: ensayos de laboratorio



UNIVERSIDAD NACIONAL DE TRUJILLO
Departamento de Ingeniería de Materiales

FACULTAD DE INGENIERÍA
Laboratorio de Polímeros

Trujillo, 31 de Octubre del 2018

INFORME N° 99 - OCT 18

Solicitante: Bryan León Valverde - Universidad San Pedro

RUC/DNI:

Supervisor:

1. MUESTRA: Cáscara de huevo (1 gr)

N° de Muestras	Código de Muestra	Cantidad de muestra ensayada	Procedencia
1	CH 99O	32.1 mg

2. ENSAYOS A APLICAR

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

3. EQUIPO EMPLEADO Y CONDICIONES

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

Jefe de Laboratorio:

Ing. Danny Chávez Novoa

Analista responsable:

Ing. Danny Chávez Novoa

Tel.: 44-203510/949730880/958269003 damechavez@hotmail.com / Av. Juan Pablo II s/n - Ciudad Universitaria / Trujillo - PERÚ



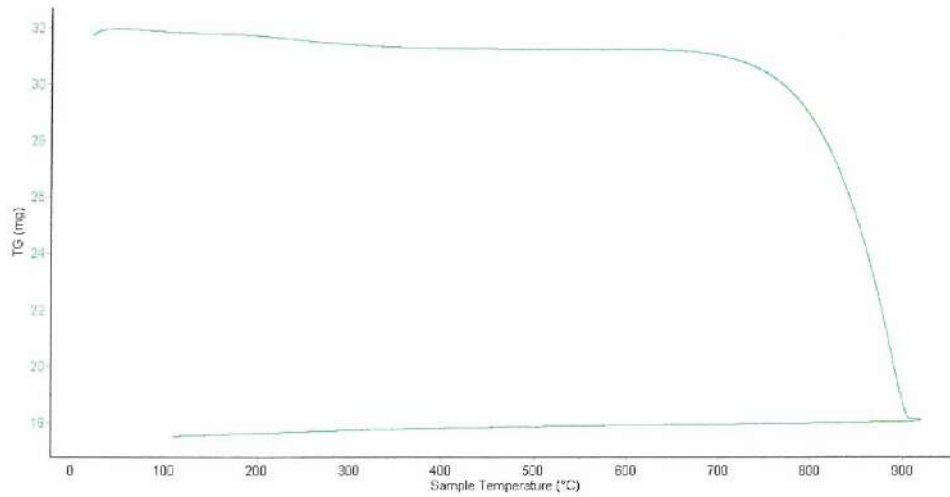


Trujillo, 31 de Octubre del 2018

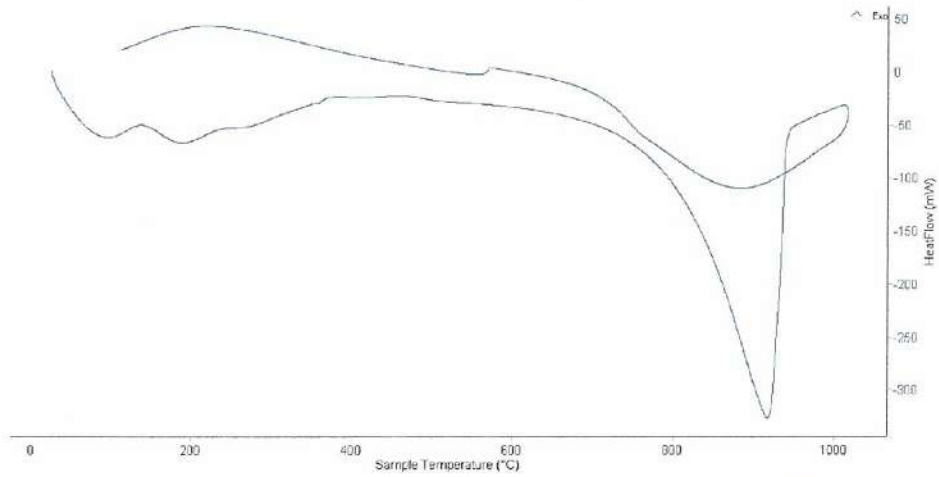
INFORME N° 99 - OCT 18

4. Resultados:

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



II- Curva Calorimétrica ATD



Tel.: 44-203510/949790880/968669003 damchavez@untrujillo.com / Av. Juan Pablo II s/n - Ciudad Universitaria - Trujillo - Perú





Trujillo, 31 de Octubre del 2018

INFORME N° 99 - OCT 18

5. CONCLUSION:

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

Trujillo, 31 de Octubre del 2018

[Handwritten Signature]

U N Ing. Danny Mesias Chávez Novoa
Jefe de Laboratorio de Polímeros
Departamento Ingeniería de Materiales - UNT



Trujillo, 31 de Octubre del 2018

INFORME N° 98 - OCT-18

Solicitante: Bryan León Valverde – Universidad San Pedro
RUC/DNI:
Supervisor:

1. MUESTRA: Cascara de arroz (1 gr)

N° de Muestras	Código de Muestra	Cantidad de muestra ensayada	Procedencia
1	CA-98OC	22 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: 22 mg.

Jefe de Laboratorio:

Ing. Danny Chávez Novoa

Analista responsable:

Ing. Danny Chávez Novoa



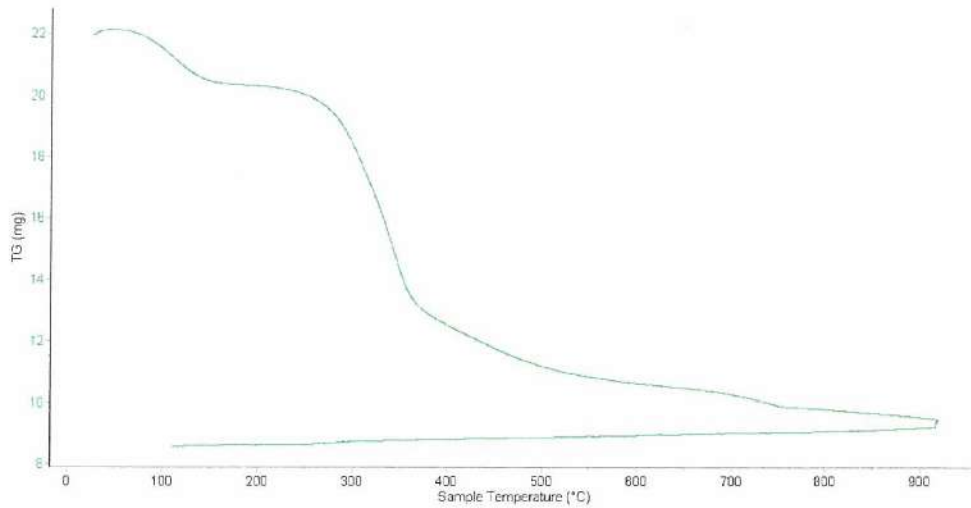


Trujillo, 31 de Octubre del 2018

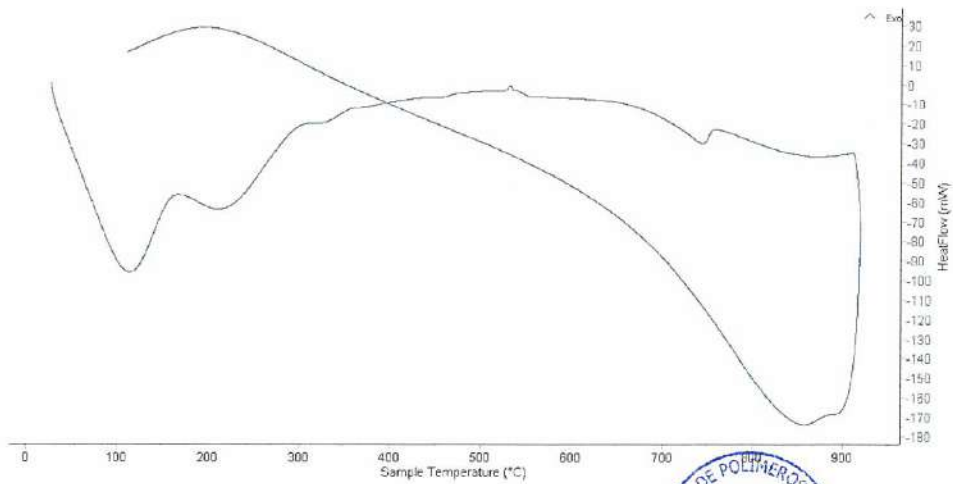
INFORME N° 98 - OCT-18

4. Resultados:

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



II- Curva Calorimétrica DSC



Tel.: 44-203510/949790880/958699003 damehavez@hotmail.com / Av. Juan Pablo II s/n - Ciudad Universitaria Trujillo - Perú





Trujillo, 31 de Octubre del 2018

INFORME N° 98 - OCT-18

5. CONCLUSION:

1. Según el análisis Termo gravimétrico se muestra dos importantes caídas de la masa del material donde la primera pérdida de masa se da en el rango entre 80 y 120°C, y la segunda, la más intensa, se da en un rango entre 250 y 360°C. El material presenta una pérdida total de 57% aproximadamente respecto a su masa inicial cuando se alcanza la máxima temperatura de ensayo.
2. De acuerdo al análisis calorimétrico, se muestra un primer pico endotérmico en torno a 100°C y 200°C, posteriormente se muestra un ligero pico endotérmico a 740°C que podría indicar algún posible cambio de fase y cambio en las características del material.

Trujillo, 31 de Octubre del 2018

Ing. Danny Mesías Chávez Novoa
Jefe de Laboratorio de Polimeros

Departamento Ingeniería de Materiales - UNT



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

FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS
Laboratorio de Arqueometría

Informe N°205-LAQ/2018

Análisis de cenizas de cáscara de huevo por FRXDE

Introducción.

Se analizó por fluorescencia de rayos-X dispersiva en energía (FRXDE) una muestra de cenizas de cáscara de huevo a pedido del Sr. **León Valverde, Bryan**, alumno de la Universidad San Pedro, sede Chimbote, y como parte de su proyecto de tesis titulada:

“Resistencia a la Compresión en Adobe Estabilizado en 2% y 3% con Cenizas de Cáscara de Huevo y Cáscara de Arroz.”

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

Arreglo experimental.

Se utilizó un espectrómetro de FRXDE marca Amptek con ánodo de oro que operó a un voltaje de 30 kV y una corriente de 10 μ A. Los espectros se acumularon durante un intervalo neto de 300 s utilizando 2048 canales, con ángulos de incidencia y salida de alrededor de 45°; distancia muestra a fuente de rayos-X de 4 cm y distancia de muestra a detector de 2 cm aprox. La tasa de conteo, la cual depende de la geometría del arreglo experimental y de la composición elemental de la muestra, fue de alrededor de 7620cts/s.

Esta técnica de FRXDE permite detectar la presencia de elementos químicos de número atómico Z igual y mayor que 13 mediante la detección de los rayos-X característicos que emiten los átomos. Las energías de estos rayos-X característicos aumentan con el valor de Z y pueden ser detectados siempre y cuando posean suficiente energía para poder penetrar la ventana del detector. Por esta limitación los picos de Na (Z=11) y Mg (Z=12) no pueden ser registrados en el espectro.

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



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

FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS
Laboratorio de Archeometría

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

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

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

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



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

FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS
Laboratorio de Arqueometría

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

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

Óxido	Concentración % masa	Normalizado al 100%
Al ₂ O ₃	10.034	9.970
SiO ₂	0.093	0.092
SO ₂	0.069	0.068
ClO ₂	0.148	0.0147
K ₂ O	0.068	0.068
CaO	89.847	89.275
Fe ₂ O ₃	0.006	0.006
CuO	0.005	0.005
ZnO	0.003	0.003
SrO	0.229	0.228
ZrO	0.002	0.002
Total	100.635	100.00



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

FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS
Laboratorio de Arqueometría

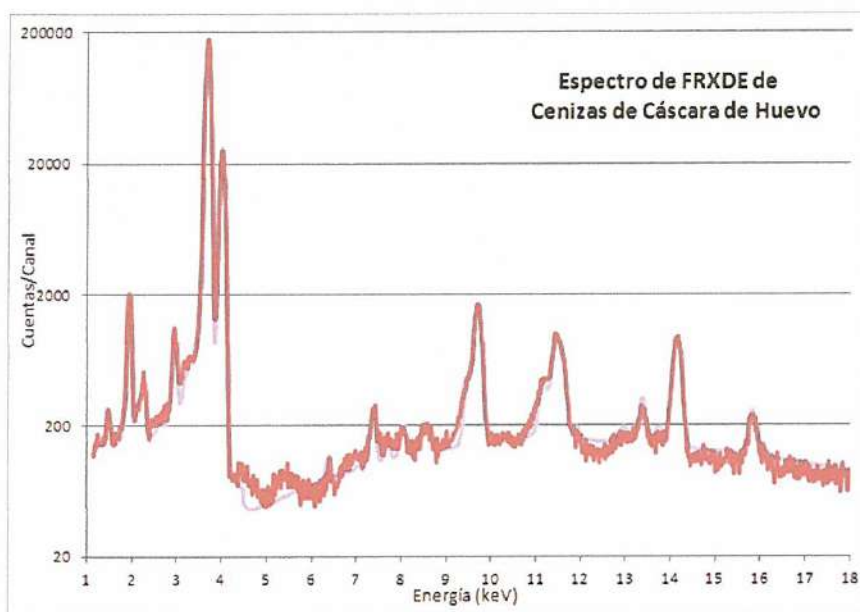


Figura 1. Espectro de FRXDE de cenizas de cáscara de huevo en escala semi logarítmica. Incluye el pico de Ar del aire y los picos de rayos-X de Au dispersados por la muestra. La curva en azul muestra el espectro simulado

Investigador Responsable:

Dr. Jorge A. Bravo Cabrejos

Laboratorio de Arqueometría

Lima, 17 de diciembre del 2018





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

FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS
Laboratorio de Arqueometría

Informe N°206-LAQ/2018

Análisis de ceniza de cáscara de arroz por FRXDE

Introducción.

Se analizó por fluorescencia de rayos-X dispersiva en energía (FRXDE) una muestra de ceniza de cáscara de arroza pedido del Sr. **León Valverde, Bryan**, alumno de la Universidad San Pedro, sede Chimbote, y como parte de su proyecto de tesis titulada:

“Resistencia a la Compresión en Adobe Estabilizado en 2% y 3% con Cenizas de Cáscara de Huevo y Cáscara de Arroz.”

La muestra está en forma de polvo fino de color plomo.

Arreglo experimental.

Se utilizó un espectrómetro de FRXDE marca Amptek con ánodo de oro que operó a un voltaje de 30 kV y una corriente de 30 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 6410cts/s.

Esta técnica de FRXDE permite detectar la presencia de elementos químicos de número atómico Z igual y mayor que 13 mediante la detección de los rayos-X característicos que emiten los átomos. Las energías de estos rayos-X característicos aumentan con el valor de Z y pueden ser detectados siempre y cuando posean suficiente energía para poder penetrar la ventana del detector. Por esta limitación los picos de Na ($Z=11$) y Mg ($Z=12$) no pueden ser registrados en el espectro.

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



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

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

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. La suma en términos de contenido de óxidos es algo menor que 100%. Esta diferencia se puede deber a que la muestra pueda contener compuestos



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

FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS
Laboratorio de Arqueometría

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

Tabla 1. Composición elemental de ceniza de cáscara de arroz en % de masa.

Óxido	Concentración % masa	Normalizado al 100%
Al ₂ O ₃	3.006	3.189
SiO ₂	84.638	89.788
P ₂ O ₃	0.273	0.289
SO ₂	0.433	0.460
ClO ₂	0.446	0.473
K ₂ O	2.972	3.153
CaO	2.012	2.135
TiO ₂	0.005	0.005
MnO	0.266	0.282
Fe ₂ O ₃	0.139	0.148
Ni ₂ O ₃	0.002	0.002
CuO	0.011	0.011
ZnO	0.047	0.050
ZrO ₂	0.002	0.002
Total	94.264	100.00



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

FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS
Laboratorio de Arqueometría

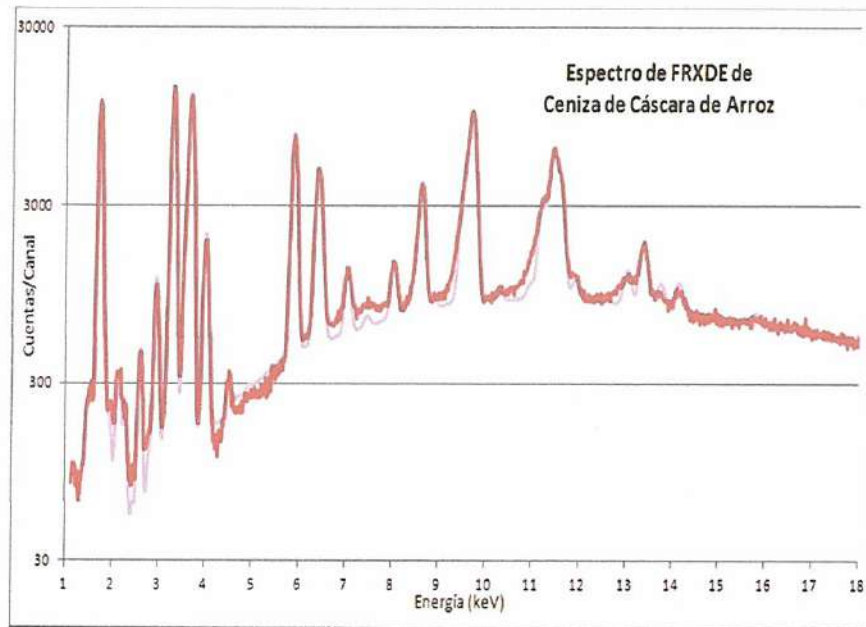


Figura 1. Espectro de FRXDE de ceniza de cáscara de arroz en escala semi logarítmica. Incluye el pico de Ar del aire y los picos de rayos-X de Au dispersados por la muestra. La curva en azul muestra el espectro simulado

Investigador Responsable:

Dr. Jorge A. Bravo Cabrejos
Laboratorio de Arqueometría



Lima, 17 de diciembre del 2018



**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
(ASTM D422)**

SOLICITA : LEON VALVERDE BRYAN
 TESIS : RESISTENCIA A LA COMPRESION EN ADOBE ESTABILIZADO EN 2% Y 3% CON CENIZAS DE CASCARA DE ARROZ Y CASCARA DE HUEVO
 MUESTRA : TERRENO NATURAL
 LUGAR : CHIMBOTE- SANTA- ANCASH
 FECHA : 20/11/2018

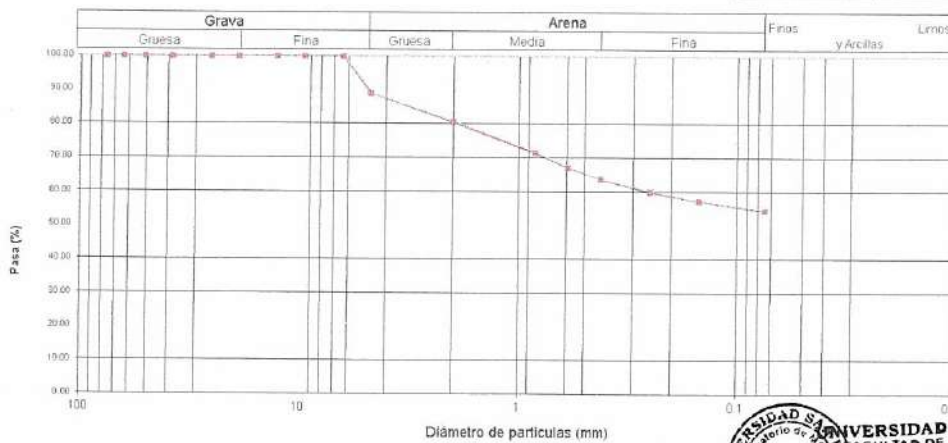
Peso Seco Inicial	786	gr.
Peso Seco Lavado	357.0	gr.
Peso perdido por lavado	429.0	gr.

MUESTRA-1
M - 1
PROF : 1.50

Tamiz(Apertura)	Peso Retenido(gr.)	Retenido Parcial(%)	Retenido Acumulado(%)	Pasante (%)	Clasificació AAHSTO
N° 2 1/2" (76.20)	0.0	0.0	0.0	100.0	Material limoso-arenoso Pobre a malo como subgrado A-B Suelo arcilloso
2" (50.80)	0.0	0.0	0.0	100.0	
1 1/2" (37.50)	0.0	0.0	0.0	100.0	
1" (25.40)	0.0	0.0	0.0	100.0	
3/4" (19.00)	0.0	0.0	0.0	100.0	
1/2" (12.50)	0.0	0.0	0.0	100.0	
3/8" (9.50)	0.0	0.0	0.0	100.0	
1/4" (6.30)	0.0	0.0	0.0	100.0	
N° 4 (4.75)	85.0	10.8	10.8	89.2	
N° 10 (2.00)	66.0	8.4	19.2	80.8	
N° 20 (0.850)	73.0	9.3	28.5	71.5	Pasa tamiz N° 4 (%) : 89.2
N° 30 (0.600)	34.0	4.3	32.8	67.2	Pasa tamiz N° 200 (%) : 54.6
N° 40 (0.425)	27.0	3.4	36.3	63.7	D60 (mm) : 0.24
N° 60 (0.250)	29.0	3.7	39.9	60.1	D30 (mm) :
N° 100 (0.150)	21.0	2.7	42.6	57.4	D10 (mm) :
N° 200 (0.075)	22.0	2.8	45.4	54.6	Cu
< 200	429.0	54.6	100.0	0.0	Cc
Total	786.0			100.0	

Valor del Índice de grupo (IG)	5
Clasificación (S.U.C.S.)	
Suelo de partículas finas:	
Arriba media plasticidad arenosa CL	
Limite líquido LL	34.62
Limite plástico LP	21.67
Índice plasticidad IP	12.95

CURVA GRANULOMÉTRICA





CONTENIDO DE HUMEDAD

(ASTM D-2216)

SOLICITA : LEON VALVERDE BRYAN
TESIS : RESISTENCIA A LA COMPRESION EN ADOBE ESTABILIZADO EN 2% Y 3%
CON CENIZAS DE CASCARA DE ARROZ Y CASCARA DE HUEVO
MUESTRA : TERRENO NATURAL
LUGAR : CHIMBOTE - SANTA - ANCASH
FECHA : 20/11/2018

ENSAYO N°	M-1	M-2
Peso de tara + MH	586.00	500.00
Peso de tara + MS	574.30	488.00
Peso de tara	86.00	68.70
Peso del agua	11.70	12.00
MS	488.30	419.30
Contenido de humedad (%)	2.396	2.862
Humedad promedio(%)	2.629	

NOTA : La muestra fue traída y realizado por el interesado en este Laboratorio.

UNIVERSIDAD SAN PEDRO
FACULTAD DE INGENIERÍA
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES

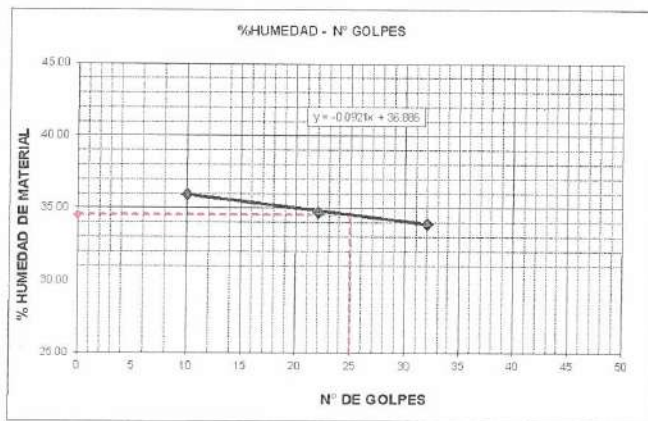
Ing. Jorge Montañez Reyes
JEFE



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

SOLICITA : LEON VALVERDE BRYAN
 TESIS : RESISTENCIA A LA COMPRESION EN ADOBE, ESTABILIZADO EN 2% Y 3% CON CENZAS DE CASCARA DE ARROZ Y CASCARA DE HUEVO,
 MUESTRA : MATERIAL DE ADOBE
 LUGAR : CHIMBOTE-SANTA- ANCASH
 FECHA : 20/11/2018

Nro. DE ENSAYO	LIMITE LIQUIDO			LIMITE PLASTICO		
	1	2	3	1	2	3
PESO TARA + SUELO HUMEDO (gr.)	52.00	53.00	49.00	27.00	24.00	24.00
PESO TARA + SUELO SECO (gr.)	43.00	45.00	42.00	26.00	23.00	23.00
PESO DE LA TARA (gr.)	18.00	22.00	21.40	22.00	18.00	18.00
PESO DEL AGUA (gr.)	9.00	8.00	7.00	1.00	1.00	1.00
PESO SUELO SECO (gr.)	25.00	23.00	20.60	4.00	5.00	5.00
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	36.00	34.78	33.98	25.00	20.00	20.00
Nro. DE GOLPES	10	22	32	21.67		



LIMITE LIQUIDO	
(MTC E-110, ASTM D-4318 y AASHTO T89)	
LL : %	34.62

LIMITE PLASTICO	
(MTC E-111, ASTM D-4318 y AASHTO T90)	
LP : %	21.67

INDICE DE PLASTICIDAD	
ASTM D-438	
IP : %	12.95

UNIVERSIDAD SAN PEDRO
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
 Laboratorio de Mecánica de Suelos y Ensayo de Materiales
 Montañez Reyes
 JEFE



CORPORACIÓN DE LABORATORIOS DE ENSAYOS
CLÍNICOS, BIOLÓGICOS E INDUSTRIALES

“COLECBI” S.A.C.

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

Pág. 1 de 1

INFORME DE ENSAYO N° 20190207-003

SOLICITADO POR : LEÓN VALVERDE BRYAN
DIRECCIÓN : Jr. La Libertad N° 150 - Progreso- Chimbote.
PRODUCTO DECLARADO : **ABAJO INDICADO.**
CANTIDAD DE MUESTRA : 05 muestras.
PRESENTACIÓN DE LA MUESTRA : En bolsa de polietileno cerrada.
FECHA DE RECEPCIÓN : 2019-02-07
FECHA DE INICIO DEL ENSAYO : 2019-02-07
FECHA DE TÉRMINO DEL ENSAYO : 2019-02-07
CONDICIÓN DE LA MUESTRA : En buen estado.
ENSAYOS REALIZADOS EN : Laboratorio de Físico Químico.
CÓDIGO COLECBI : **SS 190207-3**

RESULTADOS

MUESTRAS	ENSAYO
	pH
SUELO	4,70
CENIZAS DE CASCARA DE ARROZ	11,26
CENIZAS DE CASCARA DE HUEVO	13,19
SUELO + 1% CENIZA DE CASCARA DE HUEVO + 1% CENIZA DE CASCARA DE ARROZ	13,25
SUELO + 1% CENIZA DE CASCARA DE HUEVO + 2% CENIZA DE CASCARA DE AARZO	12,82

METODOLOGÍA EMPLEADA

pH : Potenciométrico.

NOTA:

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

Fecha de Emisión: Nuevo Chimbote, Febrero 08 del 2019.

GVR/jms

A. Gustavo Vargas Ramos
Gerente de Laboratorios
C.B.R. 329
COLECBI S.A.C.

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

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

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



COMPRESION DE UNIDADES DE ADOBE - PATRON

SOLICITA : BACH. LEON VALVERDE BRYAN
 TESIS : RESISTENCIA A LA COMPRESION EN ADOBE, ESTABILIZANDO EN 2% Y 3% CON CENIZA DE CASCARA DE HUEVO Y CASCARA DE ARROZ
 UBICACIÓN : CHIMBOTE - PROVINCIA DE SANTA - ANCASH
 FECHA : 12/03/2019

MATERIAL : ADOBE (PATRON)
 DIMENSIONES DE FORMATO (cm) : 28 x 14 x 10

Identificación de la Muestra	Edad (días)	Fecha		Dimensiones (cm)			Peso adobe (Kg)	Area Bruta (cm²)	Carga de Rotura (Kg)	Resistencia a la Compresión (Kg/cm²)
		Moldeo	Rotura	Largo	Ancho	Altura				Area Bruta
PATRON-1	10	5.02/2019	15.02/2019	28.00	14.00	10.00	7.080	392.0	5,510	14.06
PATRON-2	10	5.02/2019	15.02/2019	28.00	14.00	10.00	7.090	392.0	5,320	13.57
PATRON-3	10	5.02/2019	15.02/2019	28.00	14.00	10.00	7.084	392.0	5,180	13.21
PROMEDIO										13.61

UNIVERSIDAD SAN PEDRO
 CHIMBOTE
 FACULTAD DE INGENIERIA
 Laboratorio de Mecanica de Suelos y Ensayo de Materiales
 Ing. Jorge Montañez Reyes
 JEFE



COMPRESION DE UNIDADES DE ADOBE - EXPERIMENTAL

SOLICITA : BACH. LEON VALVERDE BRYAN
 TESIS : RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN EN ADOBE, ESTABILIZANDO EN 2% Y 3% CON CENIZA DE CASCARA DE HUEVO
 Y CASCARA DE ARROZ
 UBICACIÓN : CHIMBOTE - PROVINCIA DE SANTA - ANCASH
 FECHA : 12/03/2019

MATERIAL : ADOBE (EXPERIMENTAL) 1% CCH + 1% CCA
 DIMENSIONES DE FORMATO (cm) : 28 x 14 x 10

Identificación de la Muestra	Edad (días)	Fecha		Dimensiones (cm)			Peso adobe (Kg)	Area Bruta (cm²)	Carga de Rotura (Kg)	Resistencia a la Compresión (Kg/cm²)
		Moldeo	Rotura	Largo	Ancho	Altura				Area Bruta
EXPERIMENTAL-1	10	5/02/2019	15/02/2019	28.00	14.00	10.00	7.056	392.0	4,330	11.05
EXPERIMENTAL-2	10	5/02/2019	16/02/2019	28.00	14.00	10.00	7.042	392.0	4,470	11.40
EXPERIMENTAL-3	10	5/02/2019	16/02/2019	28.00	14.00	10.00	7.048	392.0	4,420	11.28
PROMEDIO										11.24



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

Jorge Montañez Reyes
Ing. Jorge Montañez Reyes
 JEFE



COMPRESION DE UNIDADES DE ADOBE - EXPERIMENTAL

SOLICITA : BACH. LEON VALVERDE BRYAN
 TESIS : RESISTENCIA A LA COMPRESION EN ADOBE, ESTABILIZANDO EN 2% Y 3% CON CINIZA DE CASCARA DE HUEVO
 Y CASCARA DE ARROZ
 UBICACION : CHIMBOTE - PROVINCIA DE SANTA - ANCASH
 FECHA : 12/03/2019

MATERIAL : ADOBE (EXPERIMENTAL) 1% CCH + 2% CCA
 DIMENSIONES DE FORMATO (cm) : 28 x 14 x 10

Identificación de la Muestra	Edad (días)	Fecha		Dimensiones (cm)			Peso adobe (Kg)	Area Bruta (cm²)	Carga de Rotura (Kg)	Resistencia a la Compresión (Kg/cm²)
		Moldeo	Rotura	Largo	Ancho	Altura				Area Bruta
EXPERIMENTAL-1	10	5/02/2019	15/02/2019	28.00	14.00	10.00	6.290	392.0	4.130	10.54
EXPERIMENTAL-2	10	5/02/2019	15/02/2019	28.00	14.00	10.00	6.988	392.0	4.280	10.92
EXPERIMENTAL-3	10	5/02/2019	15/02/2019	28.00	14.00	10.00	6.986	392.0	4.020	10.26
PROMEDIO										10.57



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

Jorge Bontaréz Reyes
Ing. Jorge Bontaréz Reyes
 JEFE



COMPRESION DE UNIDADES DE ADOBE - PATRON

SOLICITA : BACH. LEON VALVERDE BRYAN
 TESIS : RESISTENCIA A LA COMPRESION EN ADOBE, ESTABILIZANDO EN 2% Y 3% CON CENIZA DE CASCARA DE HUEVO
 Y CASCARA DE ARROZ
 UBICACIÓN : CHIMBOTE - PROVINCIA DE SANTA - ANCASH
 FECHA : 12/03/2019

MATERIAL : ADOBE (PATRON)
 DIMENSIONES DE FORMATO (cm) : 28 x 14 x 10

Identificación de la Muestra	Edad (días)	Fecha		Dimensiones (cm)			Peso adobe (Kg)	Area Bruta (cm ²)	Carga de Rotura (Kg)	Resistencia a la Compresión (Kg/cm ²)
		Moldeo	Rotura	Largo	Ancho	Altura				Area Bruta
PATRON-4	20	5/02/2019	25/02/2019	28.00	14.00	10.00	6.984	392.0	6,300	16.07
PATRON-5	20	5/02/2019	25/02/2019	28.00	14.00	10.00	6.810	392.0	6,000	15.51
PATRON-6	20	5/02/2019	25/02/2019	28.00	14.00	10.00	6.874	392.0	6,160	15.71
PROMEDIO										15.77



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



COMPRESION DE UNIDADES DE ADOBE - EXPERIMENTAL

SOLICITA : BACH. LEON VALVERDE BRYAN
 TESIS : RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN EN ADOBE, ESTABILIZANDO EN 2% Y 3% CON CENIZA DE CASCARA DE HUEVO
 Y CASCARA DE ARROZ
 UBICACIÓN : CHIMBOTE - PROVINCIA DE SANTA - ANCASH
 FECHA : 12/03/2019

MATERIAL : ADOBE (EXPERIMENTAL) 1% CCH + 1% CCA
 DIMENSIONES DE FORMATO (cm) : 28 x 14 x 10

Identificación de la Muestra	Edad (días)	Fecha		Dimensiones (cm)			Peso adobe (Kg)	Area Bruta (cm ²)	Carga de Rotura (Kg)	Resistencia a la Compresión (Kg/cm ²)
		Moldeo	Rotura	Largo	Ancho	Altura				Area Bruta
EXPERIMENTAL-4	20	5/02/2019	25/02/2019	28.00	14.00	10.00	6.742	392.0	5,320	13.57
EXPERIMENTAL-5	20	5/02/2019	25/02/2019	28.00	14.00	10.00	6.736	392.0	5,360	13.67
EXPERIMENTAL-6	20	5/02/2019	25/02/2019	28.00	14.00	10.00	6.744	392.0	5,200	13.27
PROMEDIO										13.50



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



COMPRESION DE UNIDADES DE ADOBE - EXPERIMENTAL

SOLICITA : BACH. LEON VALVERDE BRYAN
 TESIS : RESISTENCIA A LA COMPRESION EN ADOBE, ESTABILIZANDO EN 2% Y 3% CON CENIZA DE CASCARA DE HUEVO
 Y CASCARA DE ARROZ
 UBICACIÓN : CHIMBOTE - PROVINCIA DE SANTA - ANCASH
 FECHA : 12/03/2019

MATERIAL : ADOBE (EXPERIMENTAL) 1% CCH + 2% CCA
 DIMENSIONES DE FORMATO (cm) : 28 x 14 x 10

Identificación de la muestra	Edad (días)	Fecha		Dimensiones (cm)			Peso adobe (Kg)	Area Bruta (cm ²)	Carga de Rotura (Kg)	Resistencia a la Compresión (Kg/cm ²)
		Moldeo	Rotura	Largo	Ancho	Altura				Area Bruta
EXPERIMENTAL-4	20	6/02/2019	26/02/2019	28.00	14.00	10.00	6.554	392.0	5,280	13.47
EXPERIMENTAL-5	20	6/02/2019	25/02/2019	28.00	14.00	10.00	6.496	392.0	5,110	13.04
EXPERIMENTAL-6	20	6/02/2019	26/02/2019	28.00	14.00	10.00	6.544	392.0	5,310	13.55
PROMEDIO										13.35



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

Jorge Montañez Reyes
Ing. Jorge Montañez Reyes
 JEFE



COMPRESION DE UNIDADES DE ADOBE - PATRON

SOLICITA : BACH LEON VALVERDE BRYAN
 TESIS : RESISTENCIA A LA COMPRESION EN ADOBE, ESTABILIZANDO EN 2% Y 3% CON CENIZA DE CASCARA DE HUEVO Y CASCARA DE ARROZ
 UBICACIÓN : CHIMBOTE - PROVINCIA DE SANTA - ANCASH
 FECHA : 12/03/2019

MATERIAL : ADOBE (PATRON)
 DIMENSIONES DE FORMATO (cm) : 28 x 14 x 10

Identificación de la Muestra	Edad (días)	Fecha		Dimensiones (cm)			Peso adobe (Kg)	Area Bruta (cm ²)	Carga de Rotura (Kg)	Resistencia a la Compresión (Kg/cm ²)
		Moldeo	Rotura	Largo	Ancho	Altura				Area Bruta
PATRON-7	30	5/02/2019	7/03/2019	28.00	14.00	10.00	6.836	392.0	6,330	16.15
PATRON-8	30	5/02/2019	7/03/2019	28.00	14.00	10.00	6.888	392.0	6,350	16.20
PATRON-9	30	5/02/2019	7/03/2019	28.00	14.00	10.00	6.728	392.0	6,420	16.58
PROMEDIO										16.24



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

Jorge Montañez Reyes
Ing. Jorge Montañez Reyes
 JEFE



COMPRESION DE UNIDADES DE ADOBE - EXPERIMENTAL

SOLICITA : BACH. LEON VALVERDE BRYAN
 TESIS : RESISTENCIA A LA COMPRESION EN ADOBE, ESTABILIZANDO EN 2% Y 3% CON CENIZA DE CASCARA DE HUEVO Y CASCARA DE ARROZ
 UBICACIÓN : CHIMBOTE - PROVINCIA DE SANTA - ANCASH
 FECHA : 12/03/2019

MATERIAL : ADOBE (EXPERIMENTAL) 1% CCH + 1% CCA
 DIMENSIONES DE FORMATO (cm) : 28x14x10

Identificación de la Muestra	Edad (días)	Fecha		Dimensiones (cm)			Peso adobe (Kg)	Area Bruta (cm²)	Carga de Rotura (Kg)	Resistencia a la Compresión (Kg/cm²)
		Moledo	Rotura	Largo	Ancho	Altura				Area Bruta
EXPERIMENTAL-7	30	5/02/2019	7/03/2019	28.00	14.00	10.00	6.728	392.0	5,930	15.13
EXPERIMENTAL-8	30	5/02/2019	7/03/2019	28.00	14.00	10.00	6.740	392.0	5,440	13.88
EXPERIMENTAL-9	30	5/02/2019	7/03/2019	28.00	14.00	10.00	6.646	392.0	5,450	15.98
PROMEDIO										14.30



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



COMPRESION DE UNIDADES DE ADOBE - EXPERIMENTAL

SOLICITA : BACH. LEÓN VALVERDE BRYAN
 TESIS : RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN EN ADOBE, ESTABILIZANDO EN 2% Y 3% CON CENIZA DE CASCARA DE HUEVO Y CASCARA DE ARROZ
 UBICACIÓN : CHIMBOTE - PROVINCIA DE SANTA - ANCASH
 FECHA : 12/03/2019

MATERIAL : ADOBE (EXPERIMENTAL) 1% CCH + 2% CCA
 DIMENSIONES DE FORMATO (cm) : 28 x 14 x 10

Identificación de la Muestra	Edad (días)	Fecha		Dimensiones (cm)			Peso adobe (Kg)	Area Bruta (cm²)	Carga de Rotura (Kg)	Resistencia a la Compresion (Kg/cm²)
		Moldeo	Rotura	Largo	Ancho	Altura				Area Bruta
EXPERIMENTAL-7	30	6/02/2019	7/03/2019	28.00	14.00	10.00	6.526	392.0	5,950	15.16
EXPERIMENTAL-8	30	5/02/2019	7/03/2019	28.00	14.00	10.00	6.538	392.0	5,830	14.87
EXPERIMENTAL-9	30	6/02/2019	7/03/2019	28.00	14.00	10.00	6.418	392.0	6,180	15.77
PROMEDIO										15.27



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

Jorge Montañez Reyes
Ing. Jorge Montañez Reyes
 JEFE