

UNIVERSIDAD SAN PEDRO
VICERRECTORADO ACADEMICO
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



“Resistencia de mortero $f'c=210$ kg/cm² sustituyendo al cemento en 15% por ceniza de material no maderable de *Schimus Molle L.*”

TESIS PARA OBTENER EL TITULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

AUTOR:

SILVA REYES, PATRICIA LIZBET

ASESOR:

GUMERCINDO FLORES REYES

CAJAMARCA – PERU

2018

PALABRA CLAVE :

TEMA	RESISTENCIA DE MORTERO F´C=210 KG/CM2 SUSTITUYENDO AL CEMENTO
ESPECIALIDAD	CONCRETO

KEY WORDS :

TOPIC	MORTAR RESISTANCE REPLACING CEMENT
SPECIALITY	CONCRETE

LINEA DE INVESTIGACION :

CODIGO	LINEA
1.0	INGENIERÍA
2.0	INGENIERÍA Y TECNOLOGIA
2.1	INGENIERIA CIVIL

**Resistencia de mortero $f'c=210$ kg/cm² sustituyendo al
cemento en 15% por ceniza de material no maderable de
*Schimus Molle L.***

RESUMEN

El presente proyecto de investigación tuvo por objetivo elaborar un sustituto del cemento por materia no maderable de molle para lograr que este cumpla con la resistencia óptima.

La metodología que le corresponde a esta investigación es experimental. Consistió primero en recolectar los frutos, hojas y ramas de *Schimus Molle* L., el cual provino de fundo “La Tulpuna” en Cajamarca, para luego secarse e incinerarse, convirtiéndose en ceniza, pasar a ser utilizado en el diseño de mezcla sustituyendo el cemento en su 15 % por ceniza de materia no maderable de ceniza, con el fin de lograr viviendas seguras y resistencia adecuada.

La ceniza de materia no maderable de molle fue elegida como sustituto, ya que es una materia con innumerables propiedades en la que la más importante es la resistencia a la humedad al igual que temperaturas muy cálidas. Este es un material que se puede encontrar en la mayor parte de la ciudad. Es por ello que se buscó estudiar el comportamiento de las cenizas de materia no maderable de *Schimus Molle* L..

Tratando de conseguir, para tal objetivo se realizará ensayos de compresión; cuyos resultados procesados, analizados e interpretados con la metodología estadística nos dieron los resultados para verificar si la resistencia a la compresión es óptima.

Este sustituto es más ecológico que el cemento usado tradicionalmente en el mercado de la construcción, porque se utilizó residuos de materia prima principal como son las hojas, frutos y ramas, colaborando así con la descontaminación del medio ambiente.

Dando así resultados de resistencia que son de mucha importancia en la ingeniería civil debido a que la madera es un material poroso natural que se puede utilizar como sustitución parcial del cemento para la creación de un nuevo concreto con alta resistencia a la compresión.

ABSTRACT

The objective of this research project is to produce a substitute for cement by non-wood matter of molle to achieve optimum resistance. The methodology corresponding to this research will be experimental. Consisting first of collecting the fruits, leaves and branches of Schimus Molle L., which will be from "La Tulpuna" farm in Cajamarca, then drying and incinerating, turning it into ash, to be used in the design of the mixture replacing the cement in its 15% by ash of non-wood ash material, in order to achieve safe housing and adequate resistance. The ash of non-timber material of molle was chosen as a substitute, since it is a material with innumerable properties in which the most important is the resistance to moisture as well as very warm temperatures. This is a material that can be found in most of the city. For this reason, the behavior of the non-timber material ash of Schimus Molle L. was studied. With which we perform thermal analysis difference and chemical composition of ash from non-timber material of Schimus Molle L. both from the combination of ash and cement. We analyze the fluidity of both standard and experimental mortars to obtain the best possible results. So that when performing fluency he fulfilled in $A / C = 0.70$ Perform compression tests; whose results processed, analyzed and interpreted resulted in a resistance of $190\text{kg} / \text{cm}^2$, which did not meet the proposed resistance.

INDICE GENERAL

Palabras Clave- Keywords- Linea De Investigacion	i
Titulo	li
Resumen	lii
Abstrac	iv
Indice	v
Introducción	1
Metodología	17
Resultados	27
Analisis Y Discusion	38
Conclusiones Y Recomendaciones	39
Agradecimiento	41
Referencias Bibliograficas	42
Anexos	44

INDICE DE FIGURAS

FIGURA 01: Molde cubico	6
FIGURA 02: Golpes y capas de morteros.	8
FIGURA 03: Diseño de investigación	18
FIGURA 04: Composición química de cemento portland	29
FIGURA 05: Composición química de Schimus Molle L.	31
FIGURA 06: Composición química de combinación de cemento y Schimus Molle L.	32
FIGURA 07: Resistencia a la compresión- patrón, relación $a/c= 0.485$	34
FIGURA 08: Resistencia a la compresión- experimental, relación $a/c= 0.485$	35
FIGURA 09: Resistencia a la compresión- experimental, relación $a/c= 0.70$	36
FIGURA 10: Resistencia a la compresión vs tiempo	37

INDICE DE TABLAS

TABLA 01: Edad de cubos	9
TABLA 02: componentes químicos de cemento.	11
TABLA 03: componentes químicos de cemento, Pacasmayo tipo I	12
TABLA 04: Resistencia a la compresión 3 Días	21
TABLA 05: Resistencia a la compresión 7 Días	21
TABLA 06: Resistencia a la compresión 28 Días	22
TABLA 07: Técnicas e instrumentos de recolección de datos	22
TABLA 08: Composición química del cemento Pacasmayo tipo I	29
TABLA 09: Composición química de la ceniza de material no maderable de Schimus Molle L.	30
TABLA 10: Composición química de la combinación de material	31
TABLA 11: Fluidez mortero patrón A/C=0.485	33
TABLA 12: Fluidez mortero experimental A/C=0.485	33
TABLA 13: Fluidez mortero experimental A/C=0.70	33
TABLA 14: Resistencia a la compresión patrón	34
TABLA 15: Resistencia a la compresión experimental A/C=0.485	35
TABLA 16: Resistencia a la compresión experimental A/C=0.70	36

INTRODUCCION

De los antecedentes encontrados se ha abordado los trabajos más relevantes a nuestra investigación, como el de **Águila & Sosa, (2008)**. En su tesis titulada “Evaluación físico químico de cenizas de cascarilla de arroz, bagazo de caña y hoja de maíz y su influencia en mezclas de mortero, como materiales puzolánicos” se concluyó que: Siendo el porcentaje de sílice en la ceniza uno de los elementos principales para una puzolana de buena calidad se pudo apreciar que en este sentido la cascarilla de arroz es el material de mayor potencialidad. En este caso se logró una ceniza con poco más de 80 % de sílice en su composición. La ceniza de bagazo de caña resultó menos efectiva en este sentido con un poco más del 36 % de sílice en su composición.

Por otro lado en la investigación de **Freites, Osuna, & Rodrigues, (2013)**, en su tesis para optar el título de ingeniero civil en la Universidad Central de Venezuela de Venezuela, estudio la resistencia a compresión en mezcla de concreto, sustituyendo en 10% en peso de cemento por cenizas de las hojas secas de la palma chaguaramo como material puzolánico. Los resultados concluyen que se puede utilizar en obras donde las resistencias no sean altas y se recomienda hacer un estudio químico para mejores resultados.

A si también en la investigación de **Fernández, (2009)**. En su tesis titulada: “Evaluación de concretos puzolanicos elaborados con contenido ceniza de hoja de maíz para uso estructural” tuvo como conclusiones lo siguiente:

Se pudo verificar por medios de ensayos de laboratorio realizados en esta investigación que la ceniza de hoja de maíz puede ser utilizada como sustituto parcial del cemento Portland en mezclas de concreto con fines estructurales. Sin embargo es apropiado realizar una mayor cantidad de ensayos para dar certificación a su aplicación.

El porcentaje óptimo de sustitución de cemento por ceniza de hoja de maíz es de 10 %, debido a que con el mismo se obtuvo un incremento en la resistencia compresión de 1,10 % en función de la mezcla patrón.

En la investigación de **Salas & Castillo, (1986)** VI congreso internacional sobre patología y recuperación de estructuras presenta: la ceniza de cascara de arroz y la reacción álcali sílice. Estudian las propiedades de la cascarilla de arroz ya que

se ha comprobado que estas poseen propiedades puzolánicas, La Plata, Argentina. Los resultados muestran con claridad de las CCA y la efectividad de distintos tipos de cemento para atenuar la reacción álcali sílice.

En la investigación de **Nuñez R, (2012)** desarrollo la investigación titulada: “Resistencia A La Compresión De Concreto Sustituyendo El Cemento Portland Tipo I Por Ceniza De Carricillo Al 4%”, uso de mezclas de hormigón con contenido de puzolanas artificiales, adquiridas de las cenizas obtenidas de las hojas de carricillo como sustituto parcial del cemento Portland en 4%, de su proporción. La cual llegó a las siguientes conclusiones: La ceniza de los residuos del carricillo puede ser utilizada como sustituto parcial del cemento al mejorar las propiedades de resistencia a la compresión en el hormigón, sin modificar el proceso de obtención del mismo. De esta manera se genera un producto de posible comercio considerando que los residuos del cultivo de carricillo son un producto renovable, a diferencia de las materias primas utilizadas en la fabricación del cemento portland. Se elaboró un hormigón de cemento portland con piedra triturada de TMN de 3/4", arena gruesa, agua potable y sustitución de puzolana obtenida de la calcinación de la planta de carricillo en proporciones 4% con respecto al peso total del cemento; obteniendo resistencias a la compresión del orden de $F'c = 280 \text{ kg/cm}^2$.

Entendiéndose como problemática la producción excesiva del cemento y su efecto contaminante a nivel mundial junto a la elaboración de diversos aditivos con diferentes funciones y aplicaciones sobre el concreto causan inmensa contaminación al medio ambiente; siendo uno de los principales problemas para la sociedad así también en lo económico, puesto que podríamos obtener un mejor costo que el cemento comercial en el mercado, ésta investigación busca comprobar el bajo costo para adquirir un buen sustituto que mejore en cuanto a la propiedad mecánica del mismo, en lo que se refiere resistencia a la compresión, de comprobarse serviría de gran aporte a la ingeniería Civil, por la calidad de un material natural y a bajo precio queriendo aprovechar los recursos inorgánicos que no están siendo aprovechados y que se encuentran como materia prima.

Actualmente la problemática de nuestra localidad es el bajo rendimiento de las edificaciones, debido a que tratan de economizar en materiales, de aquí partimos nuestro trabajo de investigación, buscando innovar el concepto de autoconstrucción para las zonas más pobres, Se plantea la sustitución de cemento

por materia no maderable de Schimus Molle L. en un 15% como solución buscando comprobar que añadiendo este material mencionado pueda obtener una mejor resistencia a compresión de concreto.

1. Por lo expuesto nos planteamos el siguiente problema de investigación

Determinar las características puzolánicas de la ceniza de material no maderable de Schimus Molle L. al remplazar el cemento en un 15%.

DEFINICION DEL MORTERO

Los morteros son mezclas plásticas aglomerantes, que resultan de combinar arena y agua con un aglutinante tal como el cemento Portland y otros. Generalmente se utiliza para obras de albañilería, como material de agarre, revestimiento de paredes, entre otras. Los morteros de cal son aquellos que están fabricados con cal, arena y agua. La cal puede ser aérea o hidráulica. Este tipo de morteros no se caracterizan por su gran resistencia, sino por su plasticidad, color, y porque se trabaja con facilidad. Por su parte, El mortero de cemento Portland es un mortero en el que se utiliza cemento como conglomerante. Los morteros pobres o ásperos, son aquellos que tienen poca cantidad de cemento, siendo muy difíciles de trabajar. Por otro lado, los morteros que tienen gran cantidad de cemento se retraen y producen fisuras, además de ser de mayor costo. Estos factores hacen necesario buscar una dosificación adecuada. La falta de trabajabilidad de los morteros puede corregirse añadiendo aditivos que sean plastificantes. También pueden mejorarse con la adición de otro tipo de materiales más corrientes, como es el caso de la cal, o modificando la dosificación del mortero.(NTP 334.001)

MORTERO= CEMENTO PORTLAND + AGREGADOS + AIRE + AGUA

COMPRESIÓN:

Cada cubo se ensayará a la compresión, en una sección de 50 x 50 mm, aplicándose la carga a las dos caras provenientes de las laterales del moldaje, colocándose entre las placas de la máquina de compresión. La velocidad de carga será tal que la presión sobre la probeta aumente entre 10 y 20 kg/cm²/seg. Hasta

la mitad de la carga de ruptura, la carga podrá aumentar a mayor velocidad, pero en todo caso la duración de cada ensayo será menor o igual en 10 segundos.

CÁLCULOS:

La resistencia se expresará en kg/cm² y calculados para la flexión según $0.234P$ o $0.250P$, dependiendo de la distancia entre los apoyos según sea 100 mm o 106,7 mm, siendo P, la carga total de ruptura expresada en kg. Las resistencias se determinan en 4 probetas como mínimo para cada edad para el ensayo de flexión y sus correspondientes 6 probetas para el ensayo de compresión. Se deben ensayar en cada fecha probetas de distintos moldes. La resistencia a la compresión y la resistencia a la flexión del mortero será la media aritmética de los resultados de todos los ensayos realizados en cada fecha.

ADHERENCIA

Se manifiesta mediante la unión mecánica que debe existir entre el mortero y la unidad de mampostería. El grado de adherencia de un mortero contribuye a incrementar la capacidad del sistema para soportar los esfuerzos de tensión y cortante que generan las cargas. La plasticidad, la manejabilidad y la capacidad de retener agua en un mortero influyen de manera importante en la adherencia final que tendrá el mortero con las superficies de las unidades de mampostería.

RETENCION DE AGUA

Por lo general, el mortero se coloca entre unidades de mampostería que le absorben agua, tan pronto como el mortero tiene contacto con sus superficies, por lo tanto, se vuelve indispensable que el mortero conserve suficiente cantidad de agua que le permita la hidratación de sus cementantes y alcanzar así su resistencia especificada a pesar de la absorción natural que las unidades de mampostería ejercen sobre él.

MANEJABILIDAD

Es una combinación de varias propiedades, entre las que se incluye la plasticidad, la consistencia, la cohesión, y por supuesto la adhesión. La manejabilidad del mortero está directamente relacionada al contenido de agua en la mezcla, y es un factor esencial en el ensamble de los componentes de la mampostería, ya que

además facilita el alineamiento vertical de las unidades de mampostería en cada una de las hiladas.

DURABILIDAD

Es una condición que debe cumplir el mortero, debe ser capaz de resistir la exposición al medio ambiente sin manifestar algún deterioro físico interno a edades tempranas. La durabilidad de un mortero contribuye a mantener la integridad de las estructuras de mampostería con el paso del tiempo, sobre todo en estructuras que están en contacto permanente con el suelo o la humedad y sometidos a ciclos de hielo y deshielo; donde el acoplamiento de las unidades de mampostería a través de las juntas de mortero adquiere una mayor relevancia.

El añadir aire a la mezcla incrementa la capacidad para resistir el efecto que provocan éstos ciclos en sus juntas, mientras que, si se aumenta el contenido de agua, o bien, se emplean unidades demasiado absorbentes, se perjudica la durabilidad. La densidad y contenido de cemento en la mezcla influyen directamente en la durabilidad del mortero.

FLUIDEZ

En las construcciones de mampostería reforzada interiormente se requiere que el mortero o lechada que se coloca en el interior de las celdas de los muros o unidades de mampostería sea capaz de penetrar perfectamente en las cavidades donde se aloja el acero de refuerzo sin que se manifieste una segregación del mortero. El contenido de agua en la mezcla, así como la capacidad del mortero de retenerla son factores que influyen directamente en el comportamiento posterior de la estructura, ya que las superficies de las unidades de mampostería tienden a absorber una cantidad importante del agua de la mezcla, desvirtuando el grado de adherencia del mortero.

CONSISTENCIA

Está definida por el agregado de humedecimiento de la mezcla, depende principalmente de la cantidad de agua usada.

RESISTENCIA

La resistencia a la compresión de mortero de cemento Portland, se determina llevando a la rotura especímenes de 50mm de lado, preparados con mortero consistente de una parte de cemento y 2,75 partes de arena dosificado en masa.

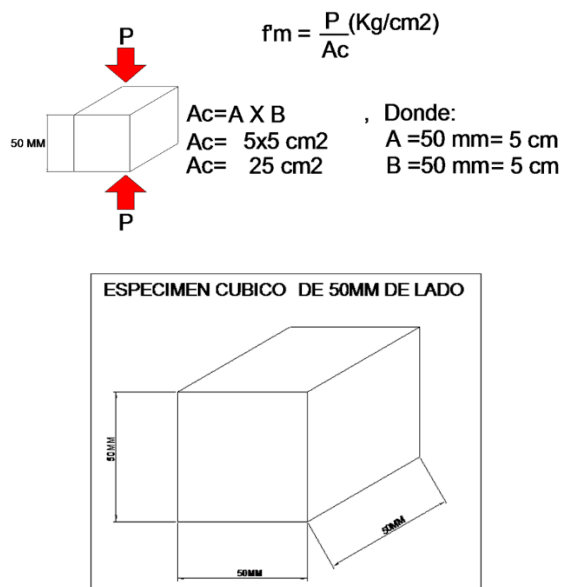
La cantidad de agua de amasado para otros cementos, debe ser la que produzca una fluidez de $110 \pm 5\%$ luego de 25 golpes en 15 segundos en la mesa de flujo.

Los especímenes cúbicos de 50mm de lado, son compactados en dos capas por apisonado del compactador. Los cubos se curan un día en su molde e inmersos en agua de cal hasta su ensayo. (NTP 334.051)

a. Equipo en obra

- Moldes cúbicos de bronce, cuyo lado es de 5cm (5cm x 5cm x 5cm).
- Barra compactadora de madera lisa, de 15cm de largo, 1.25cm de ancho y 2.5cm de base. La barra será terminada en forma de plana.
- Cuchara para el vaciado y plancha de albañilería.
- Cinta transparente para el forrado del molde cubico.

Figura N° 01: Molde Cubico.



Fuente: Tecnología del concreto y mortero - Bhandar Editores

b. Procedimiento para obtener Muestra

✓ Se vierte concreto a la mezcladora, con la espátula se arrastra hacia el fondo del recipiente el mortero adherido a las paredes y se hace girar la mezcladora durante 15s la velocidad media, (285+-10 revoluciones/min). El mortero adherido en la paleta de mezclado se remueve al final del batido y se deposita en el recipiente.

✓ El llenado de los compartimientos debe iniciarse antes de 150s, contados desde la terminación de la mezcla inicial del mortero. Para el ensayo de compresión debe hacerse un mínimo de 3 cubos.

✓ El llenado de los compartimientos debe iniciarse antes de 150s, contados desde la terminación de la mezcla inicial del mortero. Para el ensayo de compresión debe hacerse un mínimo de 4 cubos.

En cada compartimiento se coloca una capa de mortero de 25mm y se apisonan con 32 golpes de compactador en unos 10s. Estos golpes se aplican sobre la superficie de la muestra, en 4 capas de 8 golpes adyacentes cada una, como se ilustra en la fig. 1. Los golpes de cada etapa deben darse siguiendo una dirección perpendicular a los de la anterior. La presión del compactador debe ser tal que se asegure el llenado uniforme de los compartimientos.

Figura N° 02: Golpes de mortero

1	2	3	4
8	7	6	5

1^{ra} y 3^{ra} Etapas

4	5
3	6
2	7
1	8

2^{da} y 4^{ta} Etapas

Fuente: Tecnología del concreto y mortero - Bhandar Editores

✓ Se deben completar las 4 etapas de compactación en cada compartimiento, antes de seguir con el siguiente. Una vez terminada la operación anterior en todos los compartimientos, se llena con una segunda capa y se apisonan como se hizo con la primera.

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

✓ Al finalizar la compactación, las caras superiores de los cubos deben quedar un poco más altas que los bordes superiores del molde.

El mortero que se ha depositado en los bordes del molde debe verterse a los compartimientos con ayuda del badilejo.

✓ La superficie de los cubos debe ser alisada con el lado plano del badilejo una vez en el sentido perpendicular a la longitud del mismo y otra en su sentido longitudinal. El mortero que sobresale de la cara superior del molde se quita con el badilejo sostenido casi perpendicularmente, con un movimiento de corte a lo largo de la longitud del molde.

c. Almacenamiento de los cubos

Terminada la operación de llenado, el conjunto formado por los cubos, el molde y la placa, debe colocarse en la cámara húmeda de 20h a 24h con las caras superiores expuestas al aire, pero protegidas contra la eventual caída de gotas de agua.

Si los cubos se retiran de los moldes antes de 24h, deben dejarse en la cámara húmeda hasta que se complete este tiempo. Los cubos que no van a ser ensayados a las 24h deben sumergirse en agua dentro de tanques de almacenamiento contruidos de material no corrosivo. El agua de almacenamiento debe cambiarse frecuentemente para que siempre este limpia.

d. Determinación de la resistencia a la compresión

Ensayar los especímenes inmediatamente después de retirarlos de la cámara húmeda, en el caso de ensayarlos a 24h de edad, y del agua de almacenamiento, en los otros casos. (NTP 334.051)

Todos los cubos deben ser probados dentro de las tolerancias especificadas en la tabla 1.

TABLA N° 01

EDAD DEL CUBO	
TOLERANCIA PERMISIBLE	
24 Horas	± ½ Hora
3 Días	± 1 Hora
7 Días	± 3 Horas
28 Días	± 12 Horas

Fuente: Tecnología del concreto y mortero - Bhandar Editores

Si se toma más de un espécimen al mismo tiempo de la cámara húmeda para el ensayo a 24h, estos se mantendrán cubiertos con un paño húmedo, hasta el momento del ensayo. Si se toma más de un espécimen al mismo tiempo del agua de almacenamiento, estos deberán conservarse en agua a 23 °C +- 1.7°C y a una profundidad suficiente para que cada muestra está sumergida hasta el momento el ensayo.

e. Expresión de resultados

Se debe anotar la carga máxima indicada por la máquina de ensayo en el momento de la rotura, y se debe calcular la resistencia a la compresión como sigue:

$$f_m = P/A$$

Donde:

f_m: es la resistencia de la compresión en MPa:

P: es la carga máxima total en N:

A: es el área de superficie de carga en mm²

f. Factores que afectan la Resistencia

- **La relación agua- cemento (a/c).** - Es el factor principal que influye en la resistencia del mortero. La relación a/c, afecta la resistencia a la compresión de los concretos con o sin aire incluido. La resistencia en ambos casos disminuye con el aumento de a/c.
- **El contenido de cemento.** La resistencia disminuye conforme se reduce el contenido de cemento.
- **El tipo de cemento.** La rapidez de desarrollo de resistencia varía para los concretos hechos con diferentes tipos de cemento.
- **Las condiciones de curado.** Dado que las reacciones de hidratación del cemento sólo ocurren en presencia de una cantidad adecuada de agua, se debe mantener la humedad en el concreto durante el periodo de curado, para que pueda incrementarse su resistencia con el tiempo.

CEMENTO

El cemento se obtiene de la pulverización del Clinker, el cual es producido por la calcinación hasta la fusión incipiente de materiales calcáreos y arcillosos.(NTP 334.009)

Componentes químicos:

1. Silicato tricalcico, el cual le confiere su resistencia inicial e influye directamente en el calor de hidratación.
2. Silicato dicalcico, el cual define la resistencia a largo plazo y no tiene tanta incidencia en el calor de hidratación.
3. Aluminato tricalcico, es un catalizador en la reacción de los silicatos y ocasiona un fraguado violento. Para retrasar este fenómeno, es preciso añadirle y eso durante la fabricación del cemento.
4. Aluminio- ferrito tetracalcico, influye en la velocidad de hidratación y secundariamente en el calor de hidratación.
5. Componentes menores: oxido de magnesio, potasio, sodio, manganeso y titanio.

Los componentes químicos principales de las materias primas para la fabricación del cemento y las proporciones generales en que intervienen son:

TABLA 2

%	COMPONENTE QUIMICO	PROCEDENCIA USUAL
95%<	Oxido de calcio (CaO)	Rocas Calizas
	Oxido de Sílice (SiO ₂)	Areniscas
	Oxido de Aluminio (Al ₂ O ₃)	Arcillas
	Oxido de Hierro (Fe ₂ O ₃)	Arcillas, Mineral de
	Oxido de Magnesio,	Hierro, pirita
5%<	Sodio, potasio, titanio, azufre, fósforo Y magnesio	Minerales Varios

Fuente: Abanto, F. (2013). Tecnología del concreto. Perú

Tipos de Cementos:

Tipo I, para uso general que no requiera propiedades especiales especificadas para cualquier otro tipo. El cemento empleado para la presente tesis fue el cemento Portland tipo I.

TABLA 3

Componentes	Cemento Pacasmayo Tipo I
Cal Combinada : CaO	62.5%
Sílice: SiO ₂	21%
Aluminio: Al ₂ O ₃	6.5%
Hierro : Fe ₂ O ₃	2.5%
Óxido de Azufre: SO ₃	2.0%
Cal Libre: CaO	0.0%
Magnesio: MgO	2.0%
Perdida al Fuego: P.F	2.0%
Residuo Insoluble: R.I	1.0%
Álcalis: Na ₂ O + K ₂ O	0.5%

Fuente: Abanto, F. (2013). Tecnología del concreto. Perú

AGREGADOS

Los agregados también llamados áridos son aquellos materiales inertes, de forma granular, naturales o artificiales, que aglomerados por el cemento Portland en presencia de agua forman un todo compacto (piedra artificial), conocido como mortero o concreto. NTP 400.012

AGREGADO FINO: se considera como agregados finos a la arena o piedra natural finamente triturada, de dimensiones reducidas y que pasan el tamiz 9.5mm (3/8") y que cumple con los límites establecidos en la norma ITINTEC 400.037.

a. **MODULO DE FINEZA:** Es un índice aproximado del tamaño medio de los agregados. Cuando este índice es bajo quiere decir que el agregado es fino, cuando es alto es señal de lo contrario.

El módulo de fineza de un agregado se calcula sumando los porcentajes acumulativos retenidos en la serie de mallas estándar: 3", 1 1/2", 3/4", 3/8", N°4, N°8, N°16, N°30, N°50 y N°100 y dividiendo entre 100.

Según la norma ASTM C33la arena debe tener un módulo de fineza no menor de 2.3 ni mayor que 3.1.

Módulos de fineza comprendidos entre 2.2 y 2.8 producen Concretos de buena trabajabilidad y reducida segregación.

Módulos de fineza comprendidos entre 2.8 y 3.1 son las más favorables para concretos de alta resistencia.

b. **TAMAÑO MAXIMO DE AGREGADOS:** el tamaño máximo del conjunto de agregados, está dado por la abertura en la malla inmediata superior a la que retiene el 15% o más, al cribar por ella el agregado más grueso.

c. **HUMEDAD SUPERFICIAL DE LOS AGREGADOS**

Contenido de Humedad (w)

El contenido de agua dentro de un agregado, expresado en porcentaje es por definición:

$$\% \text{ humedad} = \% w = (H-S)/S \times 100$$

Donde:

H = peso del agregado húmedo

S = peso del agregado en condición seca.

Absorción (a)

Es la cantidad de agua que un agregado necesita para pasar de la condición seca a la condición de saturado superficialmente se expresa generalmente en porcentaje.

$$\% \text{ absorción} = \% a = (D-S)/S \times 100$$

Donde:

D = peso del agregado saturado y superficialmente seco.

S = peso del agregado en condición seca

Humedad Superficial

La humedad superficial viene dada por la diferencia entre el contenido de humedad (%w) y el porcentaje de absorción (%a).

Casos que se presentan:

Si $\% w > \% a$, en este caso el agregado aporta agua a la mezcla (agua libre) y dicha cantidad debe ser disminuida del agua de diseño para encontrar el agua efectiva o neta.

Si $\% w < \% a$, en este caso el agregado tomará agua de la mezcla (agua que le falta) para llegar a la condición ideal, debiendo aumentarse dicha cantidad de agua a la mezcla para no modificar el agua de diseño. Rivva,E(1999)

SCHIMUS MOLLE L.

Descripción: Llamado también pimentero de América. Árbol resinoso, siempre verde, monoico, de 10-12 m de altura en cultivo, con la copa densa,

más o menos redondeada, y el ramaje delgado y flexible, glabro, elegantemente colgante, con aspecto “llorón”. Tronco bastante grueso, amenudo algo tortuoso con los años, con la corteza pardo oscura o grisácea, áspera y escamosa, que con el paso de los años se agrieta y se exfolia en

placas largas, exudando resinas aromáticas. Hojas alternas, compuestas, pinnadas, dispuestas en ramillas en zig-zag, con un pecíolo de 2-6 cm de largo, deprimido, y un raquis no alado de 10-24 cm de longitud, glabro o pubérulo, con 5-19 pares de folíolos sésiles, alternos, opuestos o subopuestos, de lanceolados a linear-lanceolados, a veces algo falcados, de 20-60 x 3-7 mm o algo mayores, con la base redondeada, cuneada u obtusa,

algo oblicua, el margen entero o ligeramente aserrado, especialmente en su mitad superior, y el ápice agudo, obtuso o redondeado, algo curvado, a menudo con un pequeño acumen o mucrón; son de textura gruesa, glabros, de color verde oscuro en el haz y algo más pálidos en el envés, con el nervio medio bien visible. Inflorescencias en panículas terminales y axilares muy ramificadas, de hasta 20 cm de longitud, con los ejes glabros o pubérulos; brácteas deltoides, glabras, de 1-2 mm de largo. Flores generalmente unisexuales, en ocasiones bisexuales, de 2-3 mm de diámetro, blanco-amarillentas o amarillo-verdosas, sobre pedicelos glabros de 1-2 mm de longitud. Cáliz con 5 sépalos redondeados, de 1 x 1,5 mm, glabros, ciliados en el margen. Corola con 5 pétalos obovados, truncados u obtusos, glabros, de 2,5 x 1 mm. Flores masculinas con 10 estambres, 5 de ellos de mayor longitud, con anteras ovadas. Flores femeninas con ovario súpero, sésil, globoso, con un disco nectarífero lobulado en la base; estilo corto y grueso, rematado en 3 estigmas capitados. Fruto en drupa globosa de 5-7 mm de diámetro, de color rosa o rojo brillante, con un endocarpo leñoso y un exocarpo papiráceo, desprendiendo cierto aroma al estrujarlo. Semilla redonda, de 3-5 mm de diámetro.

Cultivo y usos: Especie muy resistente que tolera la sequía y el calor, así como ligeras heladas. Gusta de suelos más bien arenosos y bien drenados, pero soporta los compactados y pedregosos, así como los ligeramente alcalinos y salinos. Prefiere exposiciones soleadas y requiere de riegos en los primeros años de su vida. Tiene un crecimiento bastante rápido y florece ya desde los primeros años, pudiendo vivir hasta cerca de un siglo. Requiere de algunas podas de formación en sus inicios. Debido al gran desarrollo de su copa y a su sistema radicular extendido y superficial, no se aconseja plantarlo cerca de muros ni edificaciones. Del mismo modo, debido a fenómenos de alelopatía, inhibe el crecimiento de otras plantas a su alrededor, lo que debe tenerse en cuenta a la hora de ubicarlo en el jardín. Se puede multiplicar por brotes, injertos o esquejes, pero se suele acudir a las semillas para su propagación. Las semillas se conservan bastante bien, y germinan a los 20-30 días de la siembra. Antes de la siembra se deben mantener inmersas en agua durante 1-4 días para eliminar las sustancias inhibitorias, lo que aumenta notablemente el porcentaje de germinación. El falso pimentero tiene numerosas aplicaciones. Su madera es moderadamente fuerte y pesada, muy

duradera y resistente a las termitas, empleándose en la fabricación de postes. Las semillas se han utilizado a veces para adulterar la pimienta. De su corteza se obtiene una gomorresina aromática con ciertas propiedades medicinales, algunas peligrosas.

En cuanto al carbón, en pruebas realizadas se obtuvieron las siguientes características: Densidad 0.44 g/cm³ ; Porosidad 53 % ; Poder calorífico 0.2 Kcal/kg ; Humedad 6.2 % ; Material volátil 37.2 % ; Carbono fijo 51 % y Cenizas 6%. (http://www.biodiversidad.gob.mx/especies/reforestacion/pdf/3_anaca4m.pdf)

HIPOTESIS

Al reemplazar el 15% del cemento de un mortero, por ceniza de materia no maderable de *Schinus Molle* L., siendo un material natural permitiría obtener un una resistencia optima de $f'c=210$.

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Determinar la Resistencia a la compresión en un diseño de mortero sustituyendo el 15% del cemento por ceniza de materia no maderable de *Schinus Molle* L. el cual es de origen natural, en comparación a un diseño de mortero convencional.

a. **OBJETIVOS ESPECIFICOS**

- ✓ Determinar la temperatura y tiempo óptimo de calcinación del material mediante el ensayo de Análisis Térmico Diferencial.
- ✓ Determinar la composición química de las cenizas de material no maderable de *Schimus Molle L.*, tanto como la composición química de la combinación de cemento y ceniza de material no maderable de *Schimus Molle L* mediante fluorescencia de rayos X.
- ✓ Determinar la relación agua cemento del patrón y la relación agua cemento del mortero experimental tanto por fluidímetro como por tanteo.
- ✓ Determinar el ph. Del cemento, cenizas de material no maderable de *Schimus Molle L.* y la combinación del nuevo cemento.
- ✓ Determinar la resistencia a la compresión del mortero patrón y compararlo con el mortero experimental.

II. METODOLOGIA DE LA INVESTIGACIÓN

MÉTODOS DE INVESTIGACIÓN

El método de Investigación que se aplica es la Experimentación, ya que se utilizan nuevos tipos de materiales para la elaboración de morteros, aplicando cenizas de material no maderable de *Schimus Molle L.*, en la sustitución del cemento, en el

diseño de mezcla del mortero, y en lo cual lo compararemos con un diseño convencional de mortero.

El método experimental se apoya en pruebas, ensayos, repetición, laboratorio especializados. La mayor parte del estudio, se realizará en el laboratorio, observando y debatiendo los resultados obtenidos.

Por ende, se diría que nuestra investigación está orientada al nivel “Experimental”. Ya que trataremos de buscar un material el cual haga que dicho mortero, obtenga una capacidad de alta resistencia.

Se empleará el método de la Observación porque se tomará datos mediante una Guía de Observación.

TIPO Y DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

TIPO DE INVESTIGACIÓN

El tipo de investigación correspondiente será de tipo **Aplicada**, precedentemente los resultados de los mismos serán utilizados para la solución de problemas relacionados a los morteros y generando obras alternativas de diseñar viviendas con mayor durabilidad, servirá como una técnica nueva para el proceso constructivo. Se logrará consolidar los problemas a través de esta propuesta en su proceso constructivo.

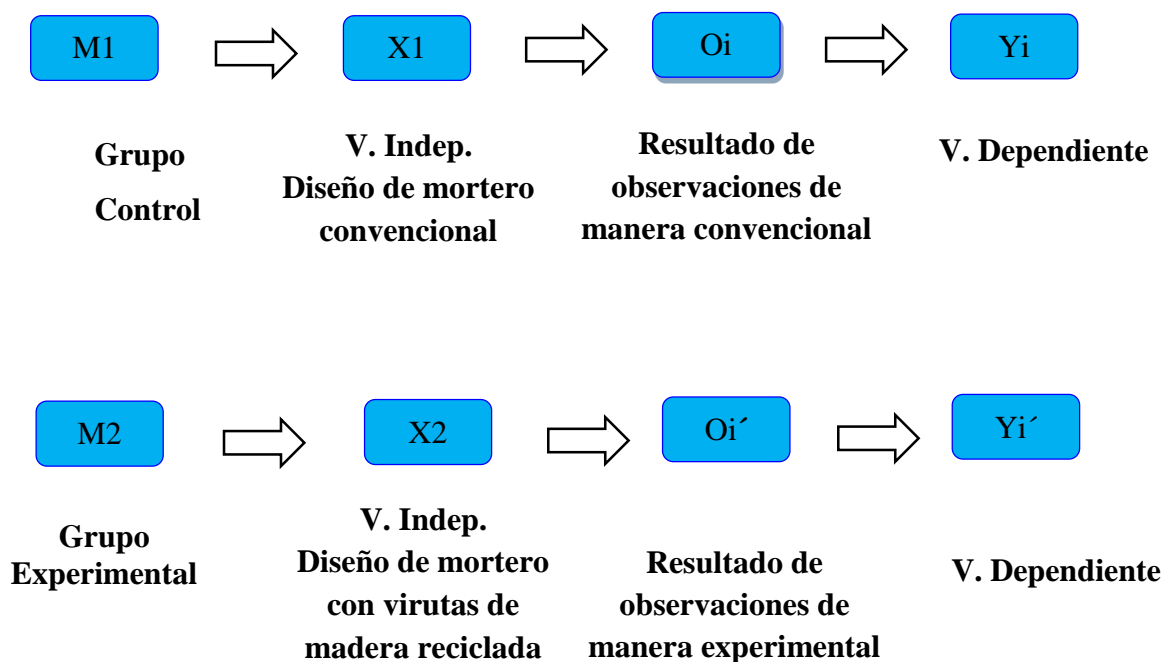
Nuestra investigación será aplicada, porque buscamos resolver un problema conocido y encontrar respuestas a preguntas específicas. Usando métodos innovadores y sobre todo naturales a bajo costo, ya que teniendo en cuenta los conocimientos previos ya estudiados, comprobaremos de manera experimental la resistencia a la compresión de un mortero utilizando cenizas de material no maderable de Schimus molle L., en comparación a un mortero convencional. Los ensayos se harán de manera experimental, haciendo del tiempo un factor importante para la deducción de resultados.

DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

El diseño que le corresponderá a esta investigación será experimental de nivel **Cuasi Experimental**, porque se evaluarán las dos muestras mencionadas mediante ensayos, donde se obtendrá los resultados de dos grupos de estudio denominados: **Grupo Control** y **Grupo Experimental**, en donde se utilizará como material las cenizas de material no maderable de *Schimus molle L.* en relación al proceso de un mortero experimental con el de un mortero convencional.

Siendo el esquema del diseño de investigación el siguiente:

Figura N° 03: Diseño de investigación.



Fuente: Elaboración propia

Dónde:

M1: Muestra 1 de Elementos en Grupo control (mortero convencional).

M2: Muestra 2 de Elementos en Grupo Experimental (mortero elaborado de manera experimental, sustituyendo cenizas de material no maderable de *Schimus molle L.*).

X1: Variable independiente (Diseño de mortero elaborado de manera convencional (propiedades)).

X2: Variable independiente (Diseño de mortero adicionándole cenizas de material no maderable de *Schimus molle* L.

Y1, Y2: Variable dependiente (resistencia térmica elaborado de manera convencional).

Y1', Y2': Variable dependiente (resistencia a la compresión modificada).

O1, O2: Observaciones (resultados) posibles de obtenerse en grupo control.

O1', O2': Observaciones (resultados) posibles de obtenerse en grupo experimental.

O1, O2, O3: Es la información u observaciones recolectadas en cada una de dichas muestras. De O1 a O2 en la parte lateral del diagrama, nos indica las comparaciones que se llevan a cabo entre cada una de las muestras, pudiendo estas observaciones, obtener resultados, que pueden ser (=), diferentes (\neq), o semejantes (\approx) con respecto a la otra.

ENFOQUE DE LA INVESTIGACION.

Cuantitativo, porque se estudia las variables y sus indicadores objetivamente midiendo y registrando, empleando métodos de recolección de datos cuantitativos a través de observaciones. Todos los experimentos cuantitativos utilizan un formato estándar, con algunas pequeñas diferencias inter-disciplinarias para generar una hipótesis que será probada o desmentida. Esta hipótesis debe ser demostrable por medios matemáticos y estadísticos y constituye la base alrededor de la cual se diseña todo el experimento.

POBLACIÓN Y MUESTRA

La finalidad es estudiar el comportamiento que tiene esta mezcla de elementos al ser utilizado en la elaboración de un mortero. La cenizas de material no maderable de *Schimus molle* L. será utilizada para sustituir al mortero. La manera en que se utilizará en la mezcla será a base de una sustitución porcentual entre los elementos que la conforman. Esto nos da a entender que se realizará dos tipos de diferentes morteros, uno de las cuales será la elaboración de muestras con los elementos ya mencionados en el proceso de investigación y una más de manera convencional,

que servirá como parámetro de comparación, la cual se va manejar sin ninguna modificación es sus componentes.

UNIDAD DE ANALISIS: MORTERO.

POBLACIÓN

Conjunto de morteros con diseño capaz de cumplir las condiciones de resistencias indicadas en el reglamento N.T.P.339.036.La población estará constituida:

Conjunto conformado por moldes cúbicos realizadas de manera convencional y aplicando el diseño experimental.Morteros, necesarios se establecerá como máximo 6 morteros según N.T.P.339.036. para que podamos experimentar en el laboratorio de Mecánica de Suelos; para fundamentar nuestra hipótesis.

MUESTRA

La muestra obtenida atreves de nuestro diseño muestral será de 3 morteros, las cuales se evaluara a los 3, 7 y 28 días de curado.

DISEÑO MUESTRAL

Por lo tanto, el tamaño de la muestra será de 9 morteros.

N1=3

N2=3


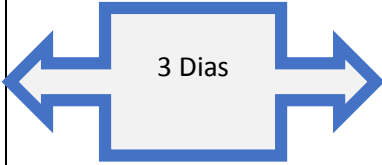

N3=3

a. Selección de los elementos de la muestra

- ✓ **TIPO DE MUESTREO: MUESTREO SISTEMATICO.**
- ❖ **se aplica muestreo sistemático.**

Tabla N° 04


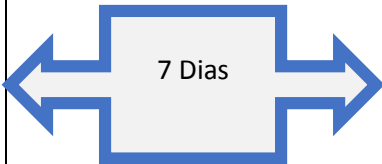

❖ RESISTENCIA A LA COMPRESION

<p>(X1) PATRON</p> 	<p>DIAS DE CURADO</p> 	<p>(X2) Experimental: Sustitucion de cenizas de Schimus Molle L.</p> 
--	---	--

Elaboración: Propia

Tabla N° 05


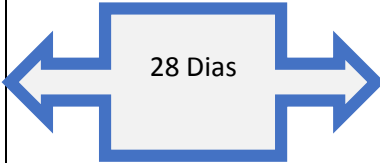

RESISTENCIA A LA COMPRESION

<p>(X1) PATRON</p> 	<p>DIAS DE CURADO</p> 	<p>(X2) Experimental: Sustitucion de cenizas de Schimus Molle L.</p> 
--	---	--

Elaboración: Propia

Tabla N° 06

RESISTENCIA A LA COMPRESION

(X1) PATRON	DIAS DE CURADO	(X2) Experimental: Sustitucion de cenizas de Schimus Molle L.
		

Elaboración: Propia

Las probetas de mortero, se distribuirán de la siguiente manera; para los 3, 7 y 28 días de curado.

TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Para la recolección de datos utilizamos como instrumento la guía de observación que estarán estructuradas y que recoge información para ser tratada estadísticamente, desde una perspectiva cuantitativa.

TABLA N° 07

--	--	--

TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN	INSTRUMENTO	ÁMBITO DE LA INVESTIGACIÓN
La Observación Científica	<ul style="list-style-type: none"> • Guía De Observación Resumen • Fichas Técnicas De Laboratorio 	<p>Muestreo</p> <ul style="list-style-type: none"> • Grupo Control (Diseño de probetas de mortero Convencional) • Grupo Experimental (Diseño de probetas de mortero sustituyendo con cenizas de material no maderable de <i>Schimus Molle L.</i>)

Elaboración: Propia

Siendo un proyecto de investigación con un Nivel de Investigación Cuasi-Experimental y realizar ensayos de las muestras de nuestra población en un laboratorio se opta por usar como Técnica de Investigación: LA OBSERVACION CIENTIFICA. (Guía de observación como instrumento), en donde se quiere ir comparando la variación de la resistencia a medida que llegue a su fraguado final, la absorción y el comportamiento del cemento que se utilizaran en nuestro diseño de mezcla ya sea para un mortero convencional o mortero sustitución de cenizas de material no maderable de *Schimus Molle L.*, la cual nos brindara una resistencia, y una capacidad de absorción para cada tipo de mortero (cenizas de material no maderable de *Schimus Molle L.* o convencional). Teniendo en cuenta así que el material a utilizarse en nuestro diseño de mortero requiere ser registrada en forma cuidadosa y experta. Todo lo observado se debe poner por escrito lo antes posible, cuando no se puede tomar notas en el mismo momento, para esto utilizaremos como instrumento una guía de observación. Resumen porque nos permitirá elaborar sistemas de organización y clasificación de la información de los diversos ensayos y de la resistencia a la compresión.

PROCESAMIENTO Y ANALISIS DE LA INFORMACION

RECOLECCION

La materia prima es silvestre propia de la zona, esta ubicada el fundo la Tulpuna, barrio la Tulpuna, en el distrito de Cajamarca, provincia de Cajamarca y departamento de Cajamarca.

METODO CONSTRUCTIVO PARA LA ELABORACIÓN DE CENIZA DE MATERIAL NO MADERABLE DE SCHIMUS MOLLE L

- 1.- Se Analizó y selecciono la zona de extracción de nuestra materia prima.
- 2.- Se Recolecto con ayuda de machetes el material no maderable de *Schimus Molle L*, el cual se conforma de las ramas, hojas y frutos.
- 3.- Se Dejó secar aproximadamente 20 días en lugares secos y que tengan exposición a luz solar.
- 4.- Utilizamos recipientes de arcilla para calcinar el material no maderable de *Schimus Molle L*., para así poder evitar el contacto de la ceniza con la superficie de la tierra.
- 5.-Calcinamos a una temperatura 750° C. nuestra ceniza obtenida para activar puzolanicamente y eliminar restos inorgánicos.
6. Tamizamos por malla 200.

ANALISIS FISICOS DE LOS AGREGADOS

Granulometría de los agregados. (NTP 400.012)

Agregado fino: Se tomó 687.5gr de la muestra por cuarteo el cual se pasó por el juego de tamices, posteriormente se registró los pesos retenidos en cada malla para finalmente los datos sean procesados.

PESO UNITARIO

Peso unitario y contenido de los vacios de los agregados

Se preparó muestras para el agregado fino, para luego calcular el peso unitario suelto y compactado.

PESO UNITARIO SUELTO:

Se llenó el recipiente el cual se le conoce el volumen hasta rebosar, cargando la materia a una altura no mayor de 5 cm para luego registrar su peso.

PESO UNITARIO COMPACTADO:

Se llenó 1/3 del recipiente con la muestra, se compacto con 25 golpes y se repitió el procedimiento a los 2/3 y al tope del recipiente, enrazando, luego se procedió a registrar el peso de la muestra compactada.

CONTENIDO DE HUMEDAD DE AGREGADO FINO (NTP 339.185)

El ensayo consisten determinar la humedad que tiene en ese momento el agregado fino, la cual comienza en pesar la tara y luego se le agrega una proporción de muestra. A continuación se lleva la muestra a una estufa eléctrica por 24 horas. Una vez seco el agregado se retira y se deja enfriar para después tomar el peso de la tara con el material seco.

PESO ESPECÍFICO Y ABSOCION DEL AGREGADO FINO (NTP. 400.23)

Se tomó una muestra de material y se dejó sumergida en agua durante 24hs a una temperatura ambiente con el objetivo de saturar los poros, pasado ese tiempo se escurrió teniendo cuidado de no perder material y se deja secar hasta que el material este suelto. Luego se tomó el molde cónico el cual se llenó de material y se aprisiono con 25 caídas del compactador de una altura aproximada de 5cm. Luego se alzó el molde verticalmente y se verifico si el cono se mantiene firme, si esto ocurre se continua con la operación de secado hasta que el cono se derrumbe ligeramente al retirar el molde, lo que indica que la muestra a alcanzado la condición de superficie seca. Posteriormente se llenó un picnómetro con agua se pesó, luego se bota el agua para introducir la muestra, luego se volvió a agregar el agua parcialmente hasta cubrir la muestra. Se fue revolviendo la muestra para la eliminación de burbujas.

ELABORACION DE MUESTRAS PATRON

- 1.-Pesamos el agregado, el cual se seleccionó mediante el proceso de granulometría anteriormente mencionado
- 2.-Pesamos 250gr de cemento para 3 muestras de morteros.
- 3.-El agua se determinó por el peso del cemento por la relación de agua y cemento, que según norma será utilizado 0485.
- 4.-En el mezclador se introdujo el agregado fino y el cemento por 1 minuto en primera potencia.
- 5.-Se agregó el agua gradualmente a la mezcla de agregado y cemento, se siguió batiendo durante 2 minutos en primera potencia, posteriormente se subió a segunda potencia por un minuto más, quedando así una mezcla homogénea.
- 6.-Se vertió la mezcla hasta la mitad de los moldes, siendo compactada con 32 golpes cada muestra.
- 7.-Se llenó por completo los moldes con la mezcla sobrante y se repitió los 32 golpes en cada muestra.
- 8.-Se vibró los moldes para así eliminar espacios vacíos que pudiesen quedar.
- 9.-Se dejó reposar a lo largo de 1 hora las muestras para luego enrazar.
- 10.-Se dejó 24 horas encofrado y posteriormente se desencofrara y podrán a curar en agua por el tiempo correspondiente al ensayo.

ELABORACION DE MUESTRAS EXPERIMENTALES

- 1.-Se determinó la fluidez correspondiente:
 - Se pesó 250gr de cemento.
 - Se midió el agua correspondiente para agregar a la muestra.
 - Se pesó el agregado fino pasado por tamices.
 - Se mezcló el agregado, el agua y cemento de la misma manera que se hace para la elaboración de las muestras patrón.
 - Se vertió la mezcla en un molde cónico ubicado en la parte superior del fluidometro y se retirara el molde una vez agregada la mezcla.
 - Se dio 25 golpes n el fluidometro, para luego proceder a medir el diámetro extendido de la mezcla.

Este proceso se realizara para determinar el porcentaje de fluidez del agua correspondiente a 0.485.

Este proceso también se realizara para la sustitución del 15%de cemento tantas veces como sea necesario hasta alcanzar un porcentaje de fluidez de 110 +-5.

2..-Se elaboró las muestras de la misma manera que las muestras patrón, remplazando el cemento con la combinación de 212.5gr. de cemento y 37.5 gr de cenizas de molle.

ENSAYO A LA COMPRESION.

1.-Se realizó el ensayo de compresión a los 3,7 y 28 dias de realizadas las muestras, determinando asi la resistencia de cada muestra al ser sometidas a una carga determinada.

Se realizó este proceso tanto a las muestras patrón como a las experimentales.

III. RESULTADOS

RESULTADOS ANALISIS TERMICO POR CALORIMETRIA DIFERENCIAL DE BARRIDO DE DSC /ANALISIS TERMICO DIFERENCIAL ATD



UNIVERSIDAD NACIONAL DE TRUJILLO
Departamento de Ingeniería de Materiales

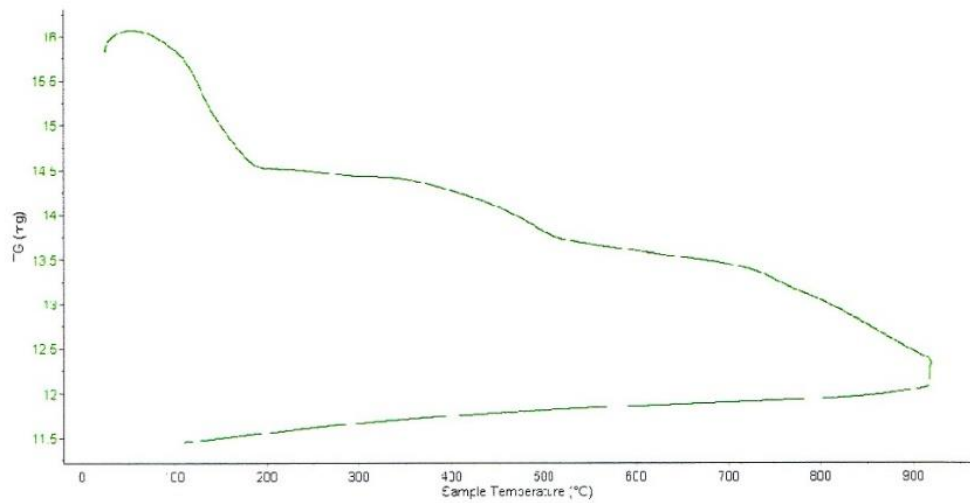
FACULTAD DE INGENIERÍA
Laboratorio de Polímeros

Trujillo, 11 de Diciembre del 2017

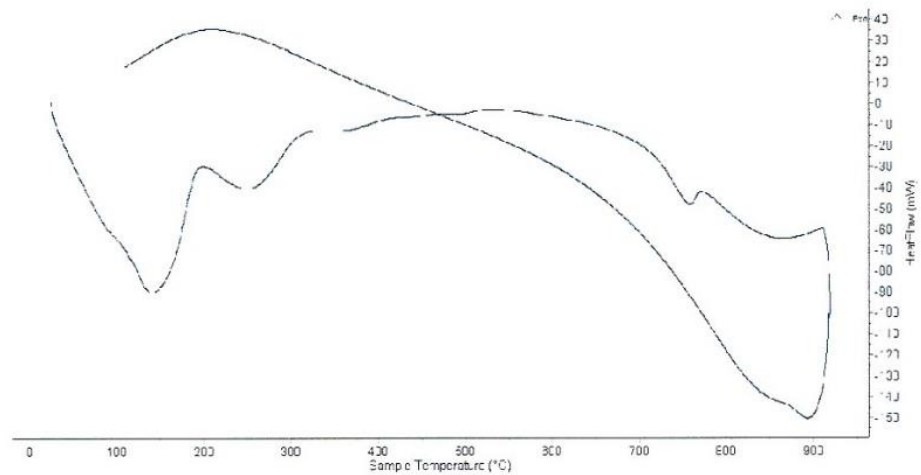
INFORME N° 122 - DIC 17

4. Resultados:

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



II- Curva Calorimétrica ATD



Tel.: 44-209510/49790880/958999003

damechavez@hotmail.com

/ Av. Juan Pablo II s/n - Ciudad U

Danny W. Chávez Novoa
ING. MATERIALES
R. C.I.P. 84953

DETERMINACION DE PH DE CEMENTO TIPO I, CENIZAS DE MATERIAL NO MADERABLE DE SCHIMUS MOLLE L. Y COMBINACION DE CENIZAS DE MATERIA NO MADERABLE Y CEMENTO TIPO I



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

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

INFORME DE ENSAYO N° 20171213-010

Pág. 1 de 1

SOLICITADO POR : PATRICIA LIZBET SILVA REYES
 DIRECCIÓN : Av. La Paz #680 Cajamarca.
 PRODUCTO DECLARADO : ABAJO INDICADOS.
 CANTIDAD DE MUESTRA : 03 muestras
 PRESENTACIÓN DE LA MUESTRA : En bolsa de polietileno cerrada.
 FECHA DE RECEPCIÓN : 2017-12-13
 FECHA DE INICIO DEL ENSAYO : 2017-12-13
 FECHA DE TERMINO DEL ENSAYO : 2017-12-14
 CONDICIÓN DE LA MUESTRA : En buen estado.
 ENSAYOS REALIZADOS EN : Laboratorio de Físico Químico.
 CÓDIGO COLECBI : SS 171213-8

RESULTADOS

MUESTRAS	ENSAYO
	pH
CENIZA DE MOLLE	13,89
CEMENTO 75% + CENIZA DE MOLLE 15%	14,17
CEMENTO	13,64

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, Diciembre 15 del 2017.

GVR/jms


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

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

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

Urb. Buenos Aires Mz. A - Lt. 7 I Etapa - Nuevo Chimbote - Telefax: 043-310752
 Nextel: 839*2893 - RPM # 902995 - Apartado 127
 e-mail: colecbi@speedy.com.pe/ medioambiente_colecbi@speedy.com.pe
 Web: www.colecbi.com

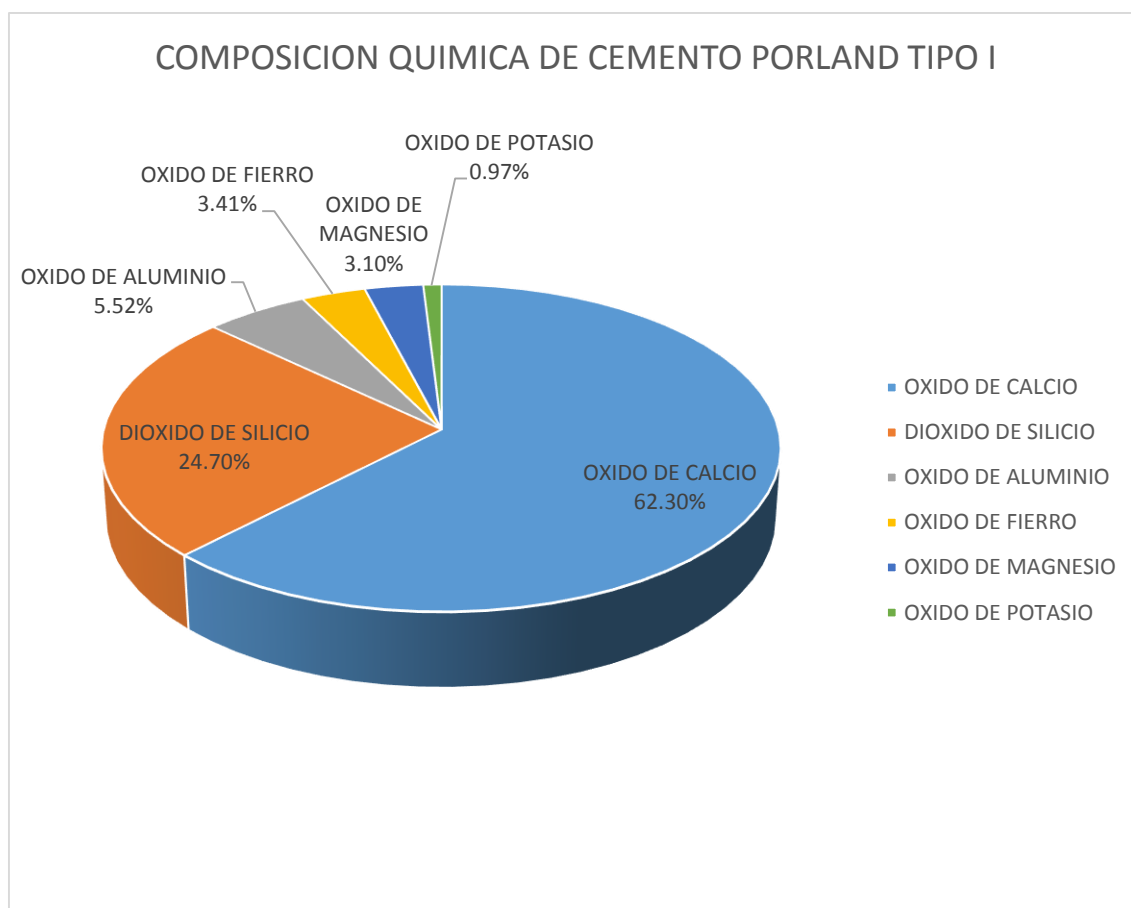
COMPOSICION QUIMICA DE CEMENTO PORLAND TIPO 1.

TABLA N° 08

COMPOSICION QUIMICA	RESULTADO%	METODO UTILIZADO
OXIDO DE CALCIO	62.30%	ESPECTROMETRIA DE FLUORECENCIA DE RAYOS X
DIOXIDO DE SILICIO	24.70%	
OXIDO DE ALUMINIO	5.52%	
OXIDO DE FIERRO	3.41%	
OXIDO DE MAGNESIO	3.10%	
OXIDO DE POTASIO	0.97%	

Fuente: Topicos de tecnología del concreto.(Enrique Pasquel Carbajal)

FIGURA N° 04



Elaboración: Propia

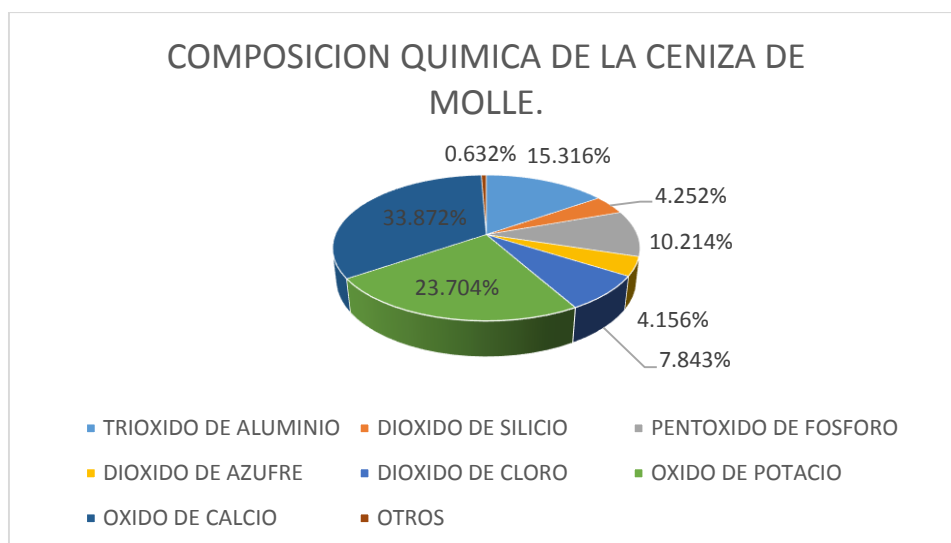
COMPOSICION QUIMICA DE LA CENIZA DE MATERIAL NO MADERABLE DE SCHIMUS MOLLE L.

TABLA N° 09

COMPOSICION QUIMICA	RESULTADO%	METODO UTILIZADO
TRIOXIDO DE ALUMINIO	15.316%	ESPECTROMETRIA DE FLUORECENCIA DE RAYOS X
DIOXIDO DE SILICIO	4.252%	
PENTOXIDO DE FOSFORO	10.214%	
DIOXIDO DE AZUFRE	4.156%	
DIOXIDO DE CLORO	7.843%	
OXIDO DE POTACIO	23.704%	
OXIDO DE CALCIO	33.872%	
DIOXIDO DE TITANIO	0.012%	
OXIDO DE MAGNECIO	0.079%	
TRIOXIDO DE HIRRO	0.377%	
OXIDO NIQUELICO	0.016%	
OXIDO DE ZINC	0.048%	
OXIDO DE ESTRONCIO	0.079%	
OXIDO DE ITRIO	0.002%	
DIOXIDO DE ZIRCONIO	0.019%	

FUENTE: Resultados de composición química de las cenizas de materia no maderable de Schimus Molle L. (UNMSM).

FIGURA N° 05



Elaboración: Propia

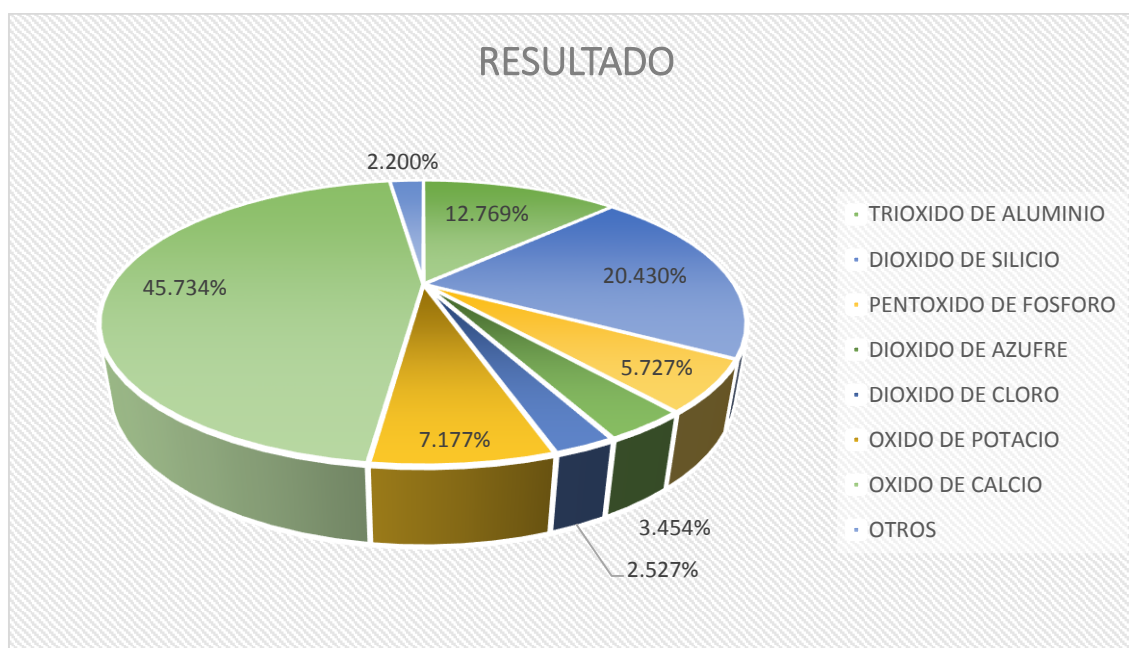
COMPOSICION QUIMICA DE LA CENIZA DE MATERIAL NO MADERABLE DE SCHIMUS MOLLE L. Y CEMENTO.

TABLA N° 10

COMPOSICION QUIMICA	RESULTADO%	METODO UTILIZADO
TRIOXIDO DE ALUMINIO	12.769%	ESPECTROMETRIA DE FLUORECENCIA DE RAYOS X
DIOXIDO DE SILICIO	20.430%	
PENTOXIDO DE FOSFORO	5.727%	
DIOXIDO DE AZUFRE	3.454%	
DIOXIDO DE CLORO	2.527%	
OXIDO DE POTACIO	7.177%	
OXIDO DE CALCIO	45.734%	
DIOXIDO DE TITANIO	0.147%	
OXIDO DE MAGNECIO	0.046%	
TRIOXIDO DE HIRRO	1.851%	
OXIDO NIQUELICO	0.017%	
OXIDO DE COBRE	0.014%	
OXIDO DE ZINC	0.040%	
OXIDO DE ESTRONCIO	0.066%	
OXIDO DE ITRIO	0.002%	
DIOXIDO DE ZIRCONIO	0.017%	

FUENTE: Resultados de composición química del cemento y sustitución del 15% de las cenizas de materia no maderable de Schimus Molle L. (UNMSM).

FIGURA N° 06



Elaboración: Propia

RESULTADOS DE LA FLUIDEZ:

1.- FLUIDEZ DE MORTERO PATRON: A/C= 0.485.

$$\text{Agua} = \text{Cemento} * A/C$$

$$\text{Agua} = 250 \text{ gr} * 0.485 \text{ ml/gr.}$$

$$\text{Agua} = 121.25 \text{ ml}$$

TABLA N° 11

D(FLUIDEZ)	DIAMETRO PROMEDIO	DIAMETRO INICIAL	FLUIDEZ %
10.42	10.45	10.16	2.83
10.47			
10.41			
10.49			

Elaboración: LABORATORIO DE SUELOS "UNIVERSIDAD SAN PEDRO"

2.- FLUIDEZ DE MORTERO EXPERIMENTAL: A/C= 0.485.

Agua= Cemento* A/C

Agua= 250 gr * 0.485ml/gr.

Agua= 121.25ml

TABLA N° 12

D(FLUIDEZ)	DIAMETRO PROMEDIO	DIAMETRO INICIAL	FLUIDEZ %
10.01	9.98	10.16	-1.77
9.87			
10.09			
9.95			

Elaboración: LABORATORIO DE SUELOS "UNIVERSIDAD SAN PEDRO"

3.- FLUIDEZ DE MORTERO EXPERIMENTAL: A/C= 0.70.

Agua= Cemento* A/C

Agua= 250 gr * 0.70ml/gr.

Agua=175 ml

TABLA N° 13

D(FLUIDEZ)	DIAMETRO PROMEDIO	DIAMETRO INICIAL	FLUIDEZ %
21.60	21.43	10.16	110.88
21.50			
20.80			
21.80			

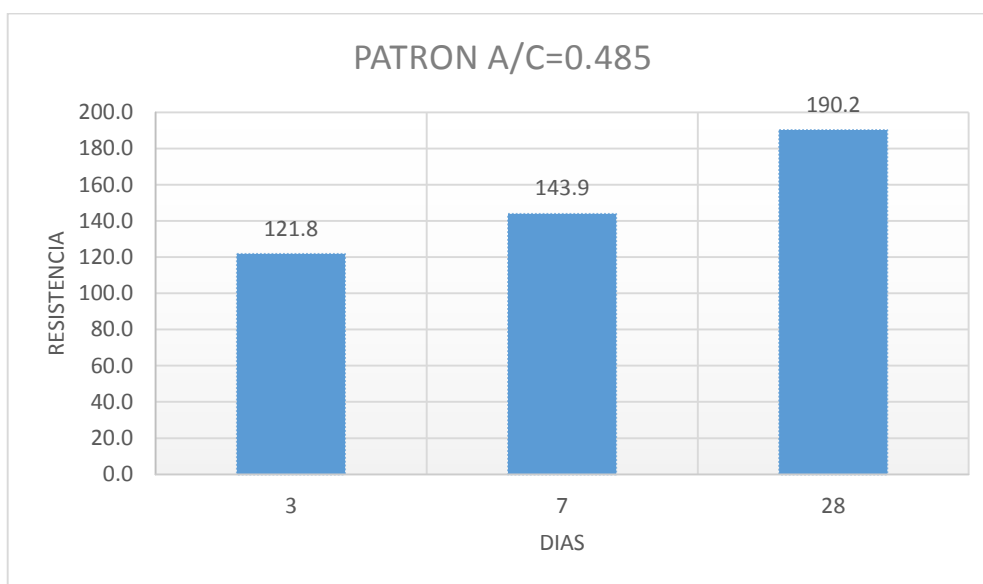
Elaboración: LABORATORIO DE SUELOS "UNIVERSIDAD SAN PEDRO"

TABLA 14: RESISTENCIA A LA COMPRESION – PATRON:

TESTIGO		FECHA DE	Peso de Muestra	Densidad	Longitud (a)	Longitud (b)	Longitud (c)	Area (a*b)	Carga maxima	Resistencia f'c
N°	ELEMENTO	ROTURA	(gr)	(gr/cm3)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm2)	(kg)	(kg/cm2)
01	PATRON 3 DIAS	25/01/2018	293.6	2.2	5.01	5.15	5.08	25.80	5160.00	199.9
02	PATRON 3 DIAS	25/01/2018	294.1	2.2	5.09	5.09	5.1	25.91	4910.00	189.5
03	PATRON 3 DIAS	25/01/2018	295.4	2.2	5.10	5.1	5.1	26.01	4990.00	191.8
04	PATRON 7 DIAS	29/01/2018	304.6	2.3	5.11	5.11	5.11	26.11	5510.00	211.0
05	PATRON 7 DIAS	29/01/2018	305.0	2.3	5.11	5.11	5.09	26.11	5560.00	212.9
06	PATRON 7 DIAS	29/01/2018	303.2	2.3	5.10	5.11	5.11	26.06	5650.00	216.8
07	PATRON 28 DIAS	19/02/2018	309.0	2.3	5.12	5.09	5.09	26.06	8870.00	340.3
08	PATRON 28 DIAS	19/02/2018	310.6	2.3	5.11	5.11	5.09	26.11	8630.00	330.5
09	PATRON 28 DIAS	19/02/2018	310.6	2.3	5.09	5.11	5.09	26.01	8600.00	330.6

Elaboración: LABORATORIO DE SUELOS “UNIVERSIDAD SAN PEDRO”

FIGURA N° 07: Resistencia a la compresión (kg/cm2)



Elaboración: propia

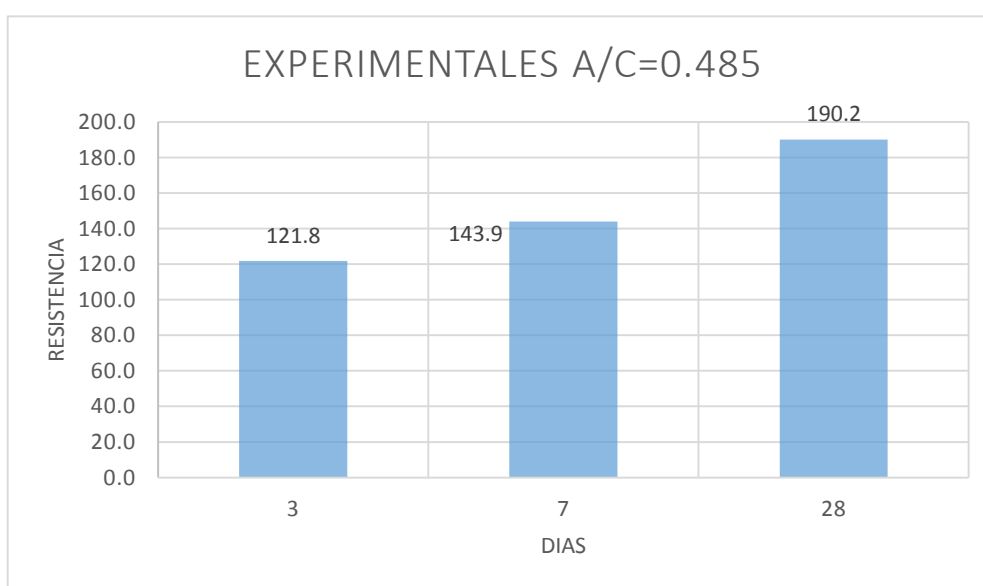
TABLA N° 15: RESISTENCIA A LA COMPRESION –EXPERIMENTAL A/C=

0.485:

TESTIGO		FECHA DE ROTURA	Peso de Muestra (gr)	Densidad (gr/cm ³)	Longitud (a) (cm)	Longitud (b) (cm)	Longitud (c) (cm)	Area (a*b) (cm ²)	Carga maxima (kg)	Resistencia f'c (kg/cm ²)
01	EXPERIMENTAL 3 DIAS	25/01/2018	283.8	2.114	5.12	5.12	5.12	26.21	3940.00	150.30
02	EXPERIMENTAL 3 DIAS	25/01/2018	287.3	2.174	5.09	5.09	5.10	25.91	3920.00	151.30
03	EXPERIMENTAL 3 DIAS	25/01/2018	284.8	2.147	5.10	5.10	5.10	26.01	4320.00	166.09
04	EXPERIMENTAL 7 DIAS	29/01/2018	285.6	2.161	5.09	5.09	5.10	25.91	3950.00	152.46
05	EXPERIMENTAL 7 DIAS	29/01/2018	289.6	2.200	5.08	5.09	5.09	25.86	4050.00	156.63
06	EXPERIMENTAL 7 DIAS	29/01/2018	289.6	2.213	5.07	5.07	5.09	25.70	4150.00	161.45
07	EXPERIMENTAL 28 DIAS	19/02/2018	271.2	2.057	5.09	5.09	5.09	25.91	5220.00	201.48
08	EXPERIMENTAL 28 DIAS	19/02/2018	270.3	2.046	5.10	5.09	5.09	25.96	5240.00	201.86
09	EXPERIMENTAL 28 DIAS	19/02/2018	269.7	2.053	5.08	5.09	5.08	25.86	5190.00	200.72

Elaboración: LABORATORIO DE SUELOS “UNIVERSIDAD SAN PEDRO”

FIGURA N°08: : Resistencia a la compresión (kg/cm²)



Fuente: Elaboración Propia.

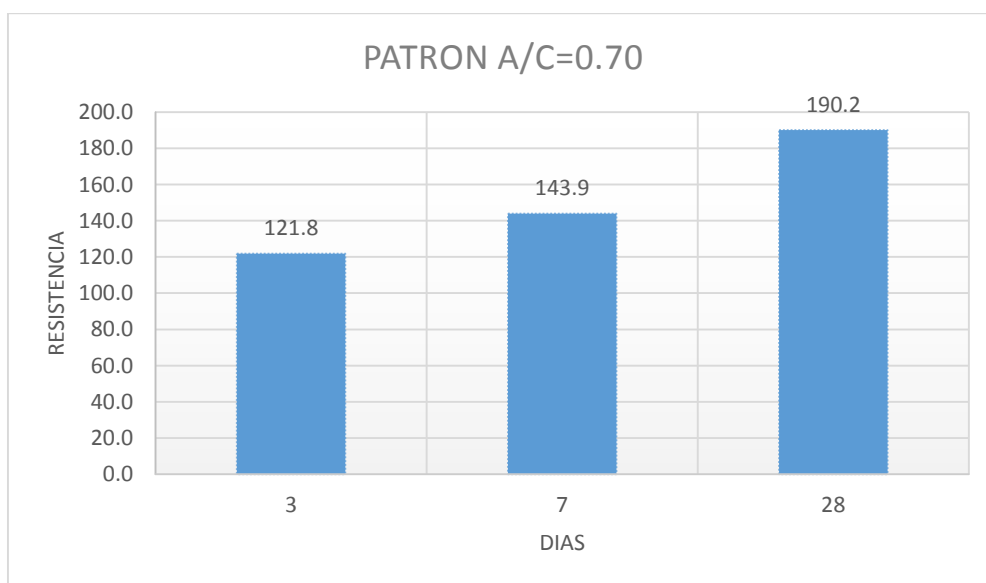
TABLA N° 16: RESISTENCIA A LA COMPRESION –EXPERIMENTAL A/C=

0.70:

TESTIGO		FECHA DE ROTURA	Peso de Muestra (gr)	Densidad (gr/cm ³)	Longitud (a) (cm)	Longitud (b) (cm)	Longitud (c) (cm)	Area (a*b) (cm ²)	Carga máxima (kg)	Resistencia f'c (kg/cm ²)
01	EXPERIMENTAL 3 DIAS	26/01/2018	285.4	2.229	5.02	5.03	5.07	25.25	3130.00	123.96
02	EXPERIMENTAL 3 DIAS	27/01/2018	286.2	2.222	5.05	5.04	5.06	25.45	3150.00	123.76
03	EXPERIMENTAL 3 DIAS	28/01/2018	287.3	2.240	5.05	5.05	5.03	25.50	3000.00	117.64
04	EXPERIMENTAL 7 DIAS	30/01/2018	277.5	2.172	5.03	5.04	5.04	25.35	3780.00	149.11
05	EXPERIMENTAL 7 DIAS	31/01/2018	279.0	2.175	5.05	5.04	5.04	25.45	3570.00	140.26
06	EXPERIMENTAL 7 DIAS	01/02/2018	276.2	2.145	5.05	5.05	5.05	25.50	3630.00	142.34
07	EXPERIMENTAL 28 DIAS	20/02/2018	265.6	2.014	5.09	5.09	5.09	25.91	4750.00	183.34
08	EXPERIMENTAL 28 DIAS	21/02/2018	265.7	2.011	5.10	5.09	5.09	25.96	5110.00	196.85
09	EXPERIMENTAL 28 DIAS	22/02/2018	262.5	1.998	5.08	5.09	5.08	25.86	4920.00	190.28

Elaboración: LABORATORIO DE SUELOS “UNIVERSIDAD SAN PEDRO”

FIGURA N° 09: Resistencia a la compresión (kg/cm²)



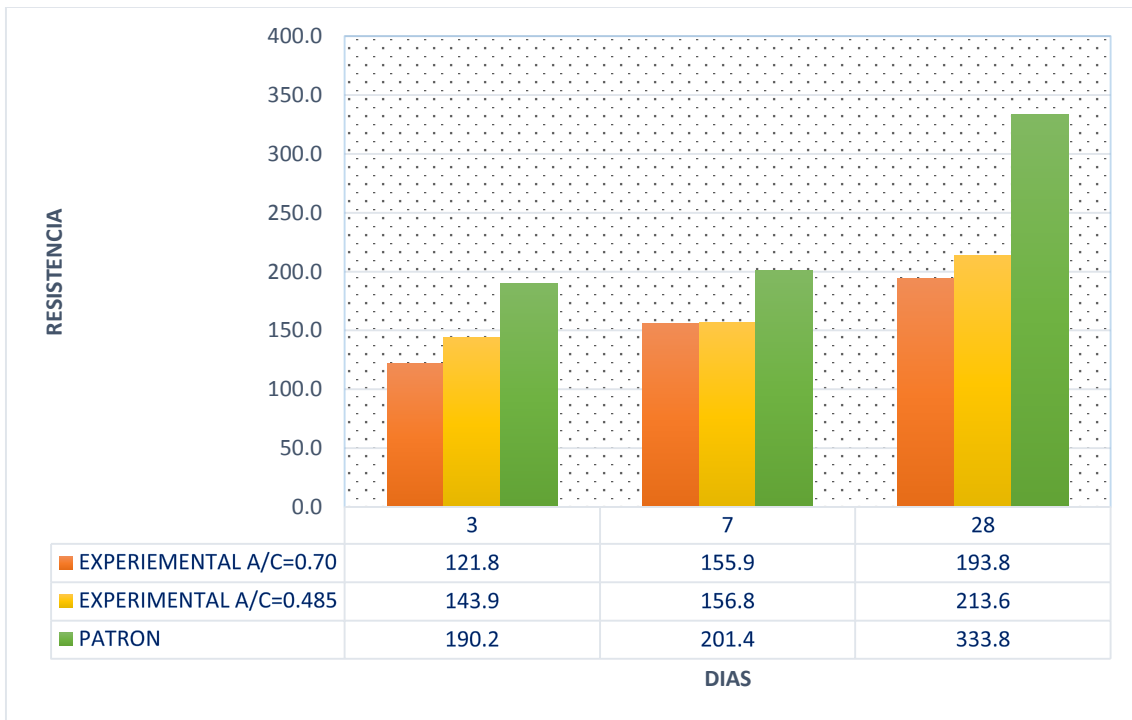
FUENTE: Elaboración propia.

TABLA N° 17: RESISTENCIA DE MORTEROS

DIAS	RESISTENCIA PROM. (Kg/cm ²)		
	EXPERIMENTAL A/C=0.70	EXPERIMENTAL A/C=0.485	PATRON
3	121.7	155.8	193.7
7	143.9	156.8	213.5
28	190.1	201.3	333.8

FUENTE: Laboratorio De Mecánica De Suelos De La Universidad San Pedro

FIGURA N° 10: Resistencia a la compresión vs tiempo de cada diseño de mezcla.



ELABORACION: Propia.

VI. ANALISIS Y DISCUSION.

Se presenta la discusión de los resultados obtenidos de la investigación realizada, puede incluir el comentario de las técnicas más apropiadas, empleadas para la obtención de resultado:

Con respecto al ensayo de análisis térmico diferencial nos muestra en el gráfico de curva calorimétrica (ver anexo) que nuestro material pasa por 3 etapas, , en la primera fase del análisis se realizó a los 80° y 180° donde se produce la degradación o combustión del material en la segunda fase que se produce a los 150°c se realiza la descomposición a carbonatos, en la tercera fase se produce la obtención de óxidos teniendo lugar a los 270°c y 750°c. teniendo en cuenta lo antes mencionado la temperatura ideal de calcinación de las cenizas de material no maderable de molle es de 750°c por un espacio de 2 horas.

De los resultados obtenidos del análisis de composición química, utilizando el método de espectroscopia de energía dispersiva (EDS), se registra la composición química de la materia no maderable de Schimus Molle L. teniendo como componentes en altos porcentajes de oxido de calcio(CaO), 33.872%; oxido de potasio (K₂O), 23.704%; oxido de silicio (SiO₂), 4.252% y oxido de magnesio (MnO), 0.079%. En general se obtuvieron buenos resultados, ya que encontramos los componentes que conforman el cemento.

Encontramos que el mortero experimental tuvo el porcentaje de fluidez correspondiente, se desarrollo con una relación a/c= 0.70

Sin embargo encontramos que la mezcla con relación agua- cemento si cumplió con la fluidez requerida, la cual se encuentra dentro del rango de 110+-5%.

De los resultados obtenidos de la prueba de compresión, se registra que a los 7 días se alcanzó una resistencia promedio del 58.60%. Así mismo podemos observar que los resultados registrados a los 7 y 28 días se incrementaron siendo de 60.59% y 100% respectivamente, estos datos nos llevan a la conclusión de que la resistencia alcanzada fue eficiente.

De los resultados obtenidos de la prueba de compresión, se registra que a los 3 días se alcanzó una resistencia promedio del 36.83%. Así mismo podemos observar que los

resultados registrados a los 7 dieron como resultado 43.52% y que 28 días se incrementaron siendo de 57.93%, estos datos nos llevan a la conclusión de que la resistencia alcanzada fue menor a la realizada con una relación de agua- cemento de 0.70. Siendo los resultados de este ensayo deficientes.

Las cenizas material no maderable no desarrollan un material cementante ya que los componentes que se encontró en el análisis químico (CaO,AL₂O₃,SIO₂) que son componentes principales del cemento no superan el 60% a 70% de composición química del cemento, teniendo el cemento un 62,30% de calcio y el nuevo cemento solo un 33.87%; así también el cemento un 24,70% de silicio y el nuevo cemento solo un 4.25%. el cemento un 5.52% de aluminio y el nuevo cemento un 15.31%. y teniendo el cemento componentes como magnesio potasio y fierro en un 7.48% y al contrario de esto en nuestro nuevo cemento tenemos un 27.85% siendo en mayor cantidad materiales no cementantes.

V.CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

- 1.-Fue posible realizar morteros sustituyendo al cemento por ceniza de materia no maderable de Schimus Molle L al 15%.
- 2.-Se realizó la activación de cenizas de material no maderable de mollea 580°c por 2 horas.
- 3.-Los análisis de fluorescencia de rayos X es mas relevante que los análisis de espectroscopia de energía dispersiva (EDS),por que los rayos van mas profundo a las moléculas de la materia (material no maderable),los cuales nos muestran mejores resultados en cambio el EDS, solo nos muestra resultados superficialmente de la materia.
- 4.-Se logró determinar la relación agua, cemento utilizando el fluidometro con lo cual obtuvimos la relación correspondiente adecuada para lograr la mejor muestra posible.
- 5.-Con respecto a los ensayos de compresión realizados, llegamos a la conclusión que si podemos sustituir el cemento por cenizas de molle pero no alcanzo la resistencia adecuada.
- 6.-Las cenizas material no maderable no desarrollan un material cementante ya que los componentes que se encontró en el análisis químico (CaO,AL₂O₃,SIO₂) que son componentes principales del cemento no superan el 60% a 70% de composición química del cemento.
- 7.-Gracias a su componente de PH que mantiene su porcentaje en el (rango de 12ph a 14 ph) protegen al acero de refuerzo ahogado contra la corrosión.

RECOMENDACIONES

- 1.-En futuras investigaciones determinar la resistencia del concreto con sustitución de materia no maderable de Schimus Molle L. en un menor porcentaje y así determinar si es posible llegar a una resistencia apta.

2.-No se recomienda el uso de ceniza de material no maderable de Schimus Molle L. en un 15% para el aumento de la resistencia a la compresión axial del concreto.

3.-Continuar estudiando este material a diferentes temperaturas y a porcentajes menores reportados en este trabajo.

VI. AGRADECIMIENTOS

Agradezco a dios por que estuvo siempre conmigo guiándome en los momentos importantes de mi vida y darme fuerza para los momentos difíciles. y guiándome llegue a este gran paso de mi vida.

A mis padres por apoyarme a desarrollar mi vida universitaria y darme su apoyo incondicional en cada momento de mi vida.

A la universidad San Pedro por ser la institución en la cual pude cursar mi camino emprendedor.

Son muchas personas las cuales apoyaron mi dedicación con su amistad, consejos, apoyo y ánimos, cuando fue necesaria su compañía y palabras de aliento.

Para ellos: muchas gracias y que dios los bendiga

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Abanto, F. (2013). Tecnología del concreto. Perú

Águila & Sosa, (2008). “Evaluación físico químico de cenizas de cascarilla de arroz, bagazo de caña y hoja de maíz y su influencia en mezclas de mortero, como materiales puzolánicos”

ASTM C33. Especificación Normalizada de Agregados para Concreto

Bhandar Editores (2012). “Tecnología del concreto y mortero”

Pasquel,E. Tópicos de tecnología del concreto.

Fernández, (2009). “Evaluación de concretos puzolanicos elaborados con contenido ceniza de hoja de maíz para uso estructural”

Freites, Osuna, & Rodrigues, (2013). ”La resistencia a compresión en mezcla de concreto, sustituyendo en 10% en peso de cemento por cenizas de las hojas secas de la palma chaguaramo como material puzolánico”

http://www.biodiversidad.gob.mx/especies/reforestacion/pdf/3_anaca4m.pdf

ITINTEC 400.037(2006). Agregado fino.

NTP 334.001 (1967). “Definición y nomenclatura”

NTP 334.005 Peso específico.

NTP 334.009 (1997). Cemento portland.

NTP 334.051. (1998). Ensayo de Compresión en Morteros (c/cubo).

NTP 339.185 contenido de humedad total evaporable de agregados por secado

NTP 400.012. (2001). Agregados. Análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global.

NTP 400.23. PESO ESPECÍFICO Y ABSOCION DEL AGREGADO FINO

NTP 400.037 Especificaciones normalizadas para agregados en concreto

Núñez R, (2012) “Resistencia A La Compresión De Concreto Sustituyendo El Cemento Portland Tipo I Por Ceniza De Caricillo Al 4%”

Rivva, E. (1999). Diseño de Mezclas. Perú: Editorial Hozlo S.C.R.L.

Salas & Castillo, (1986) VI congreso internacional sobre patología y recuperación de estructuras presenta: la ceniza de cascara de arroz y la reacción álcali sílice.

VIII. ANEXOS Y APENDICES

ANEXO N°1

ANALISIS DE AGREGADOS



UNIVERSIDAD SAN PEDRO

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

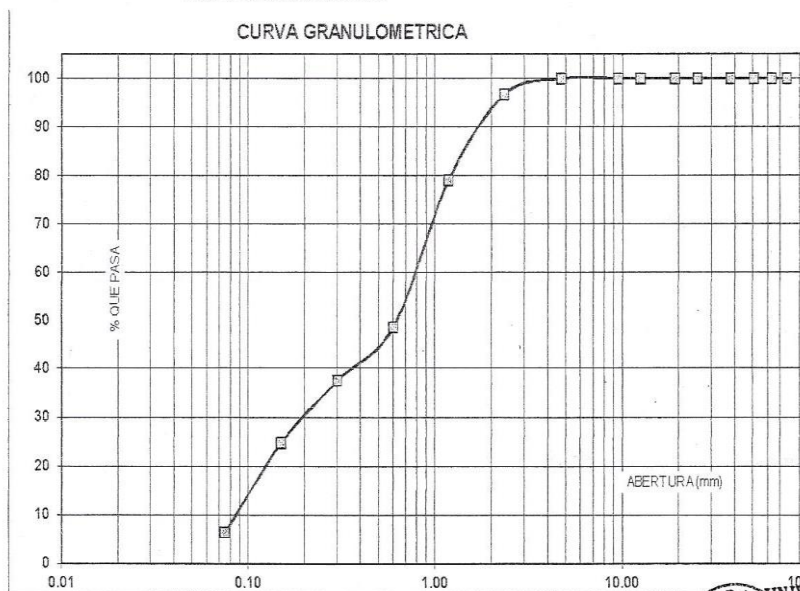
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO AGREGADO FINO (ASTM C 136-06)

SOLICITA : BACH: SILVA REYES PATRICIA LIBBET
 TESIS : "RESISTENCIA DE MORTERO SUSTITUYENDO AL CEMENTO EN 15 % POR CENIZA
 DE MATERIA NO MADERABLE DE SCHIMUS MOLLE L."
 LUGAR : CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - ANCASH
 CANTERA : RUBEN
 MATERIAL : ARENA GRUESA
 FECHA : 20/02/2018

TAMIZ	Peso retenido	% rel. Parcial	% rel. Acumu.	% Que pasa
Nº	Abert.(mm)	(gr.)	(%)	(%)
3"	76.20	0.0	0.0	100.0
2 1/2"	63.50	0.0	0.0	100.0
2"	50.80	0.0	0.0	100.0
1 1/2"	38.10	0.0	0.0	100.0
1"	25.40	0.0	0.0	100.0
3/4"	19.10	0.0	0.0	100.0
1/2"	12.50	0.0	0.0	100.0
3/8"	9.52	0.0	0.0	100.0
Nº 4	4.76	0.0	0.0	100.0
Nº 6	2.36	22.00	3.2	96.8
Nº 16	1.18	122.51	17.8	79.0
Nº 30	0.60	208.66	30.4	48.6
Nº 50	0.30	76.24	11.1	37.5
Nº 100	0.15	87.73	12.8	24.8
Nº 200	0.08	126.16	18.4	6.4
PLATO ASTM C-117-04		44.21	6.4	0.0
TOTAL		687.5	100.0	

PROPIEDADES FÍSICAS	
Módulo de Fineza	2.13

OBSERVACIONES
La Muestra tomada identificada por el solicitante.



Finos	Arena			Gruesa
Limo y Arcilla	Fina	Media	Gruesa	Fina

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



**UNIVERSIDAD
SAN PEDRO**

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

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

SOLICITA : BACH: SILVA REYES PATRICIA LIZBET
 TESIS : "RESISTENCIA DE MORTERO SUSTITUYENDO AL CEMENTO EN 15 % POR CENIZA
 DE MATERIA NO MADERABLE DE SCHIMUS MOLLE L."
 LUGAR : CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - ANCASH
 CANTERA : RUBEN
 MATERIAL : ARENA GRUESA
 FECHA : 20/02/2018

PESO UNITARIO SUELTO

Ensayo N°	01	02	03
Peso de molde + muestra	7520	7665	7640
Peso de molde	3326	3326	3326
Peso de muestra	4194	4339	4314
Volumen de molde	2780	2780	2780
Peso unitario (Kg/m ³)	1509	1561	1552
Peso unitario prom. (Kg/m ³)	1540		
CORREGIDO POR HUMEDAD	1529		

PESO UNITARIO COMPACTADO

Ensayo N°	01	02	03
Peso de molde + muestra	8210	8155	8285
Peso de molde	3326	3326	3326
Peso de muestra	4884	4829	4959
Volumen de molde	2780	2780	2780
Peso unitario (Kg/m ³)	1757	1737	1784
Peso unitario prom. (Kg/m ³)	1759		
CORREGIDO POR HUMEDAD	1746		



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

Jorge Montañez Reyes
Ing. Jorge Montañez Reyes
 JEFE

ANEXO N°2

**ANALISIS TERMICO POR CALORIMETRIA DIFERENCIAL DE BARRIDO
DSC/ ANALISIS TERMICO DIFERENCIAL ATD**



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

FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS
Laboratorio de Archeometría

Informe N°119-LAQ/2017

Análisis de una mezcla de cemento con ceniza de molle por FRXDE

Introducción.

Se analizó por fluorescencia de rayos-X dispersiva en energía (FRXDE) una mezcla de cemento con 15% de ceniza de molle a pedido de la Srta. **Silva Reyes, Patricia Lizbeth**, alumna de la Universidad San Pedro, sede Chimbote, y como parte de su proyecto de tesis titulada:

“Resistencia del Mortero $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ Sustituyendo al Cemento en 15% de Materia No Maderable de Schimus Molle.”

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

Arreglo experimental.

Se utilizó un espectrómetro de FRXDE marca Amptek con ánodo de oro que operó a un voltaje de 30 kV y una corriente de 15 μA . 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 7100 cts/s

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

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



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

FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS
Laboratorio de Arqueometría

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

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

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

Resultados.

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

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



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

FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS
Laboratorio de Arqueometría

Tabla 1. Composición elemental de la mezcla de cemento con 15% de ceniza de molle en % de masa.

Óxido	% masa	Normalizado
Al ₂ O ₃	12.834	12.769
SiO ₂	20.533	20.430
P ₂ O ₅	5.756	5.727
SO ₂	3.472	3.454
ClO ₂	2.540	2.527
K ₂ O	7.213	7.177
CaO	45.966	45.734
TiO ₂	0.146	0.147
MnO	0.046	0.046
Fe ₂ O ₃	1.860	1.851
Ni ₂ O ₃	0.007	0.017
CuO	0.014	0.014
ZnO	0.041	0.040
SrO	0.067	0.066
Y ₂ O ₃	0.002	0.002
ZrO ₂	0.007	0.017
Totales	100.057	100.00

La suma en términos de contenido de óxidos es ligeramente mayor que 100% lo cual está dentro del rango de incertidumbre en esta medición. Para mayores detalles sobre la composición estructural de la muestra se sugiere hacer un análisis por difracción de rayos-X para determinar los compuestos que contiene la muestra con mayor precisión.



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

FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS
Laboratorio de Arqueometría

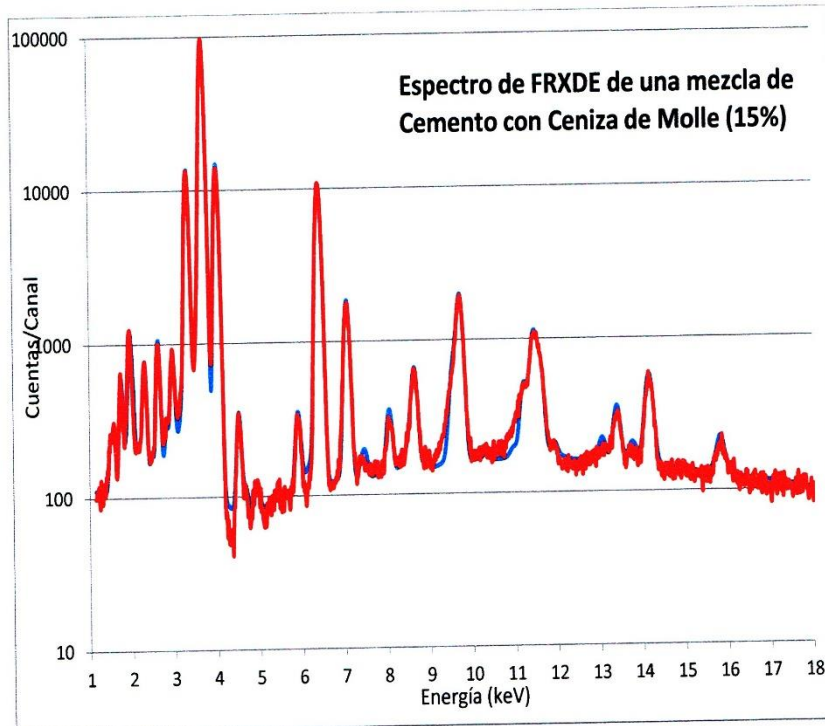


Figura 1. Espectro de FRXDE de una mezcla de cemento con ceniza de molle en escala semi logarítmica. Incluye el pico de Ar del aire y los picos de rayos-X de Au dispersados por la muestra. La curva en azul muestra el espectro simulado

Investigador Responsable:

Dr. Jorge A. Bravo Cabrejos
Laboratorio de Arqueometría



Lima, 30 de diciembre del 2017



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

FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS
Laboratorio de Arqueometría

Informe N°118-LAQ/2017

Análisis de una muestra de ceniza de molle por FRXDE

Introducción.

Se analizó por fluorescencia de rayos-X dispersiva en energía (FRXDE) una muestra de ceniza de molle a pedido de la Srta. **Silva Reyes, Patricia Lizbeth**, alumna de la Universidad San Pedro, sede Chimbote, y como parte de su proyecto de tesis titulada:

“Resistencia del Mortero $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ Sustituyendo al Cemento en 15% de Materia No Maderable de Schimus Molle.”

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

Arreglo experimental.

Se utilizó un espectrómetro de FRXDE marca Amptek con ánodo de oro que operó a un voltaje de 30 kV y una corriente de 15 μA . 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 7100 cts/s

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

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



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

FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS
Laboratorio de Arqueometría

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

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

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

Resultados.

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

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



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

FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS
Laboratorio de Arqueometría

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

Óxido	% masa	Normalizado
Al ₂ O ₃	14.060	15.316
SiO ₂	3.903	4.252
P ₂ O ₅	9.377	10.214
SO ₂	3.816	4.156
ClO ₂	7.200	7.843
K ₂ O	21.760	23.704
CaO	31.094	33.872
TiO ₂	0.020	0.012
MnO	0.072	0.079
Fe ₂ O ₃	0.346	0.377
Ni ₂ O ₃	0.006	0.016
ZnO	0.044	0.048
SrO	0.073	0.079
Y ₂ O ₃	0.002	0.002
ZrO ₂	0.008	0.019
Totales	91.798	100.00

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



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

FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS
Laboratorio de Arqueometría

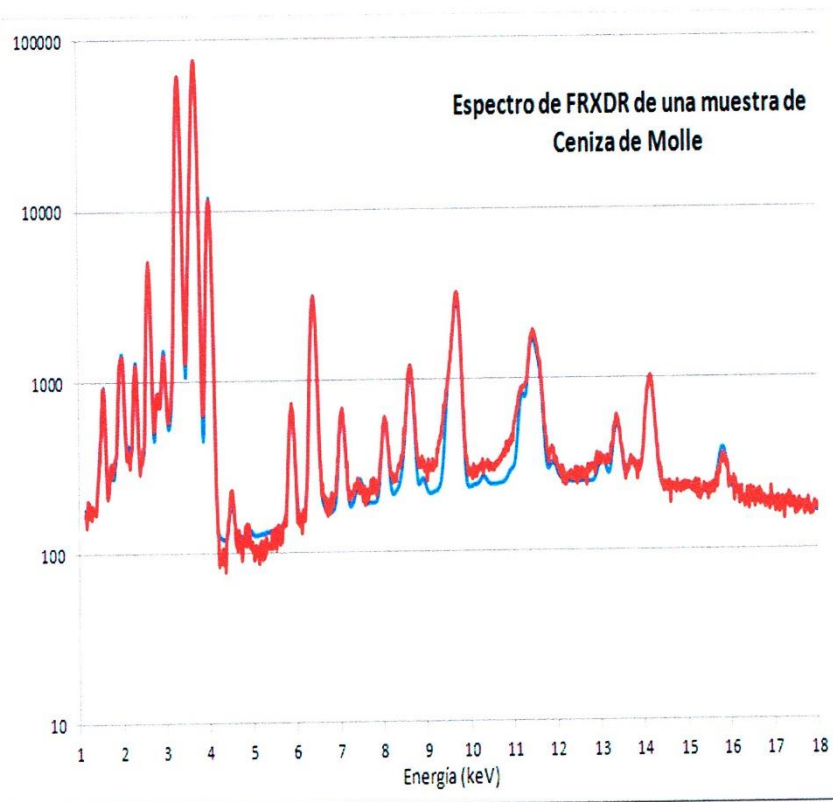


Figura 1. Espectro de FRXDE de una muestra de ceniza de molle en escala semi logarítmica. Incluye el pico de Ar del aire y los picos de rayos-X de Au dispersados por la muestra. La curva en azul muestra el espectro simulado

Investigador Responsable:

Dr. Jorge A. Bravo Cabrejos
Laboratorio de Arqueometría



Lima, 30 de diciembre del 2017

ANEXO N°3

**ANALISIS DE PH DE CEMENTO TIPO I, MATERIAL DE MATERIA NO
MADERABLE DE SCHIMUS MOLLE L. Y COMBINACION DE CENIZA Y
CEMENTO.**



CORPORACIÓN DE LABORATORIOS DE ENSAYOS
CLÍNICOS, BIOLÓGICOS E INDUSTRIALES

“COLECBI” S.A.C.

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

INFORME DE ENSAYO N° 20171213-010

Pág. 1 de 1

SOLICITADO POR : **PATRICIA LIZBET SILVA REYES**
DIRECCIÓN : Av. La Paz #680 Cajamarca.
PRODUCTO DECLARADO : **ABAJO INDICADOS.**
CANTIDAD DE MUESTRA : 03 muestras
PRESENTACIÓN DE LA MUESTRA : En bolsa de polietileno cerrada.
FECHA DE RECEPCIÓN : 2017-12-13
FECHA DE INICIO DEL ENSAYO : 2017-12-13
FECHA DE TERMINO DEL ENSAYO : 2017-12-14
CONDICIÓN DE LA MUESTRA : En buen estado.
ENSAYOS REALIZADOS EN : Laboratorio de Físico Químico.
CÓDIGO COLECBI : **SS 171213-8**

RESULTADOS

MUESTRAS	ENSAYO
	pH
CENIZA DE MOLLE	13,89
CEMENTO 75% + CENIZA DE MOLLE 15%	14,17
CEMENTO	13,64

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, Diciembre 15 del 2017.

GVR/jms


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

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

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

Urb. Buenos Aires Mz. A - Lt. 7 | Etapa - Nuevo Chimbote - Telefax: 043-310752
Nextel: 839*2893 - RPM # 902995 - Apartado 127
e-mail: colecbi@speedy.com.pe / medioambiente_colecbi@speedy.com.pe
Web: www.colecbi.com

ANEXO N°4

**ANALISIS DE FLUORESCENCIA DE RAYOS X DISPERSIVA EN ENERGIA
(FRXD)**



Trujillo, 11 de Diciembre del 2017

INFORME N° 122 - DIC 17

Solicitante: Silva Reyes Patricia-- Universidad San Pedro

RUC/DNI:

Supervisor:

1. MUESTRA: Ceniza de molle (1 gr)

N° de Muestras	Código de Muestra	Cantidad de muestra ensayada	Procedencia
1	CM-122D	16.1 mg

2. ENSAYOS A APLICAR

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

3. EQUIPO EMPLEADO Y CONDICIONES

- Analizador Térmico simultáneo TG_DTA_DSC Cap. Máx.: 1600°C SetSys_Evolution, cumple con normas ASTM ISO 11357, ASTM E967, ASTM E968, ASTM E793, ASTM D3895, ASTM D3417, ASTM D3418, DIN 51004, DIN 51007, DIN 53765.
- Tasa de calentamiento: 20 °C/min
- Gas de Trabajo - Flujo: Nitrógeno, 10 ml/min
- Rango de Trabajo: 25 – 900 °C.
- Masa de muestra analizada: 16.1 mg.

Jefe de Laboratorio: Ing. Danny Chávez Novoa

Analista responsable: Ing. Danny Chávez Novoa

Tel.: 44-203510/6-49750680/558669005 dannchavez@hotmail.com / Av. Juan Pablo II s/n – Ciudad Universitaria / Trujillo

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

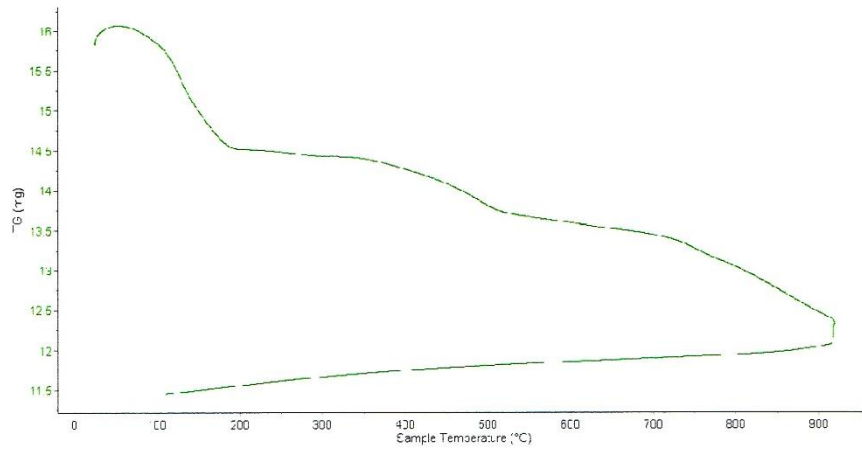


Trujillo, 11 de Diciembre del 2017

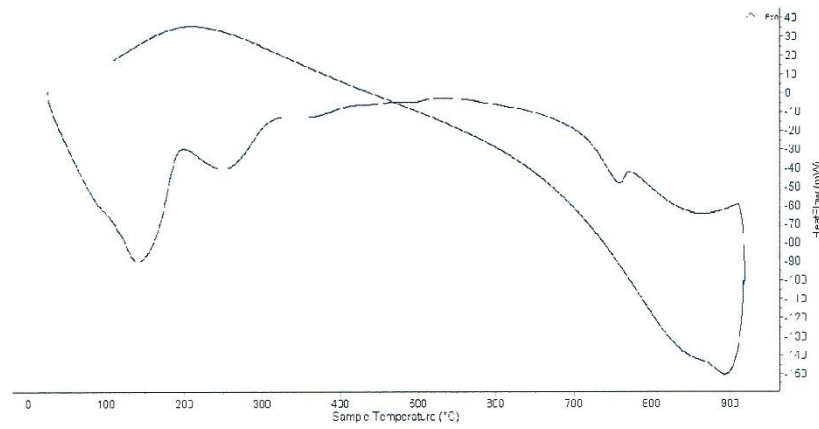
INFORME N° 122 - DIC 17

4. Resultados:

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



II- Curva Calorimétrica ATD



DANNY M. CHÁVEZ NOVOA
ING. MATERIALES
/ R. CIP. 84953

Tel.: 44-203510/9-49790680/958959003 dannychavez@hotmail.com / Av. Juan Pablo II s/n - Ciudad U.



Trujillo, 11 de Diciembre del 2017

INFORME N° 122 - DIC 17

5. CONCLUSION:

1. Según el análisis Termo gravimétrico se muestra una importante caída de masa como consecuencia de la elevación de la temperatura, esto se da entre 80 y 180°C. El material llega a perder un aproximado de 25% cuando se alcanza la máxima temperatura de ensayo.
2. De acuerdo al análisis calorimétrico, se muestra una banda endotérmica en torno a 150°C y otra más ligera en torno a 270 y otra aún más ligera a 750°C existiendo probabilidad de que ocurran cambios estructurales y en las propiedades del material.

Trujillo, 11 de Diciembre del 2017



[Handwritten signature]
[Handwritten signature]

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

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

ANEXO N°5

ANALISIS DE COMPRESION (UNIVERSIDAD SAN PEDRO)



**UNIVERSIDAD
SAN PEDRO**

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

DETERMINACION DE PESO ESPECIFICO

(Frasco de Le Chaletair)

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

SOLICITA : BACH:SILVA REYES PATRICIA LIZBET
TESIS : "RESISTENCIA DE MORTERO SUSTITUYENDO AL CEMENTO EN 15 % POR CENIZA
DE MATERIA NO MADERABLE DE SCHIMUS MOLLE L."
MATERIAL : CEMENTO 85% Y 15% DE CENIZA DE MATERIA NO MADERABLE DE SCHIMUS MOLLE L
FECHA : 18/05/2016

PRUEBA Nº		01	02
FRASCO Nº			
LECTURA INICIAL	(ml)	0.00	0.00
LECTURA FINAL	(ml)	19.90	19.90
PESO DE MUESTRA	(gr)	64.00	64.00
VOLUMEN DESPLAZADO	(ml)	19.90	19.90
PESO ESPECIFICO		3.216	3.216
PESO ESPECIFICO PROMEDIO	(gr / cm ³)	3.216	



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

www.usanpedro.edu.pe

Ciudad Universitaria - Urb. Los Pinos Mz. B s/n - Chimbote
Cel. 990579937

Email: imsyem@usanpedro.edu.pe



UNIVERSIDAD
SAN PEDRO

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

DETERMINACION DE PESO ESPECIFICO
(Frasco de Le Chaletair)
(Según ASTM C 188, AASHTO T 133 y MTC E 610-2000)

SOLICITA : BACH:SILVA REYES PATRICIA LIZBET
TESIS : "RESISTENCIA DE MORTERO SUSTITUYENDO AL CEMENTO EN 15 % POR CENIZA
DE MATERIA NO MADERABLE DE SCHIMUS MOLLE L."
MATERIAL : 100% DE CENIZA DE MATERIA NO MADERABLE DE SCHIMUS MOLLE L
FECHA : 18/05/2016

PRUEBA N°		01	02
FRASCO N°			
LECTURA INICIAL	(ml)	0.00	0.00
LECTURA FINAL	(ml)	23.00	23.00
PESO DE MUESTRA	(gr)	64.00	64.00
VOLUMEN DESPLAZADO	(ml)	23.00	23.00
PESO ESPECIFICO		2.783	2.783
PESO ESPECIFICO PROMEDIO	(gr / cm ³)	2.783	



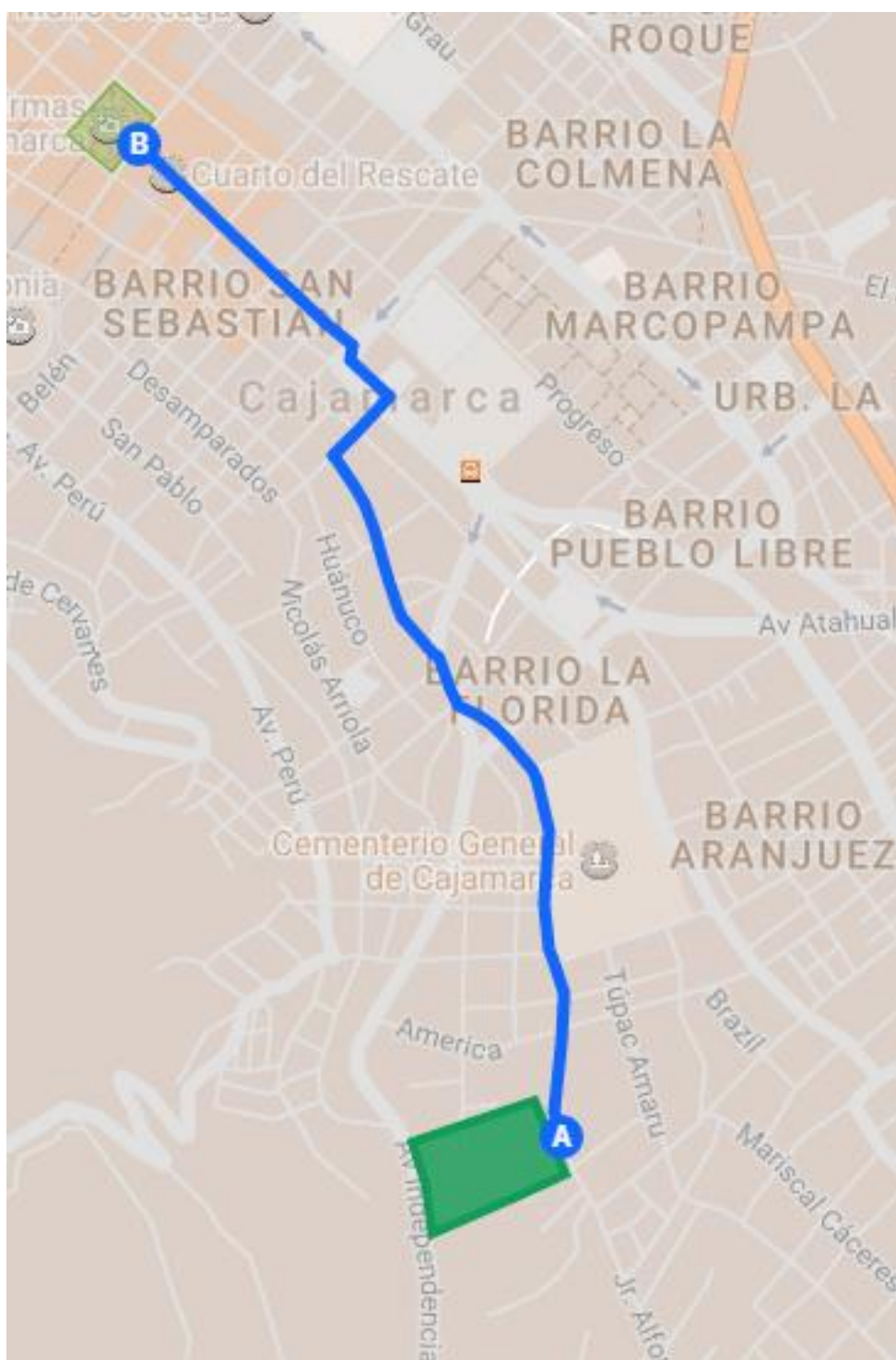
UNIVERSIDAD SAN PEDRO
FACULTAD DE INGENIERIA
Laboratorio de Mecánica de Suelos y Ensayo de Materiales
Ing. Jorge Montañez Reyes
JEFE

www.usanpedro.edu.pe

Ciudad Universitaria - Urb. Los Pinos Mz. B s/n - Chimbote
Cel. 990579937

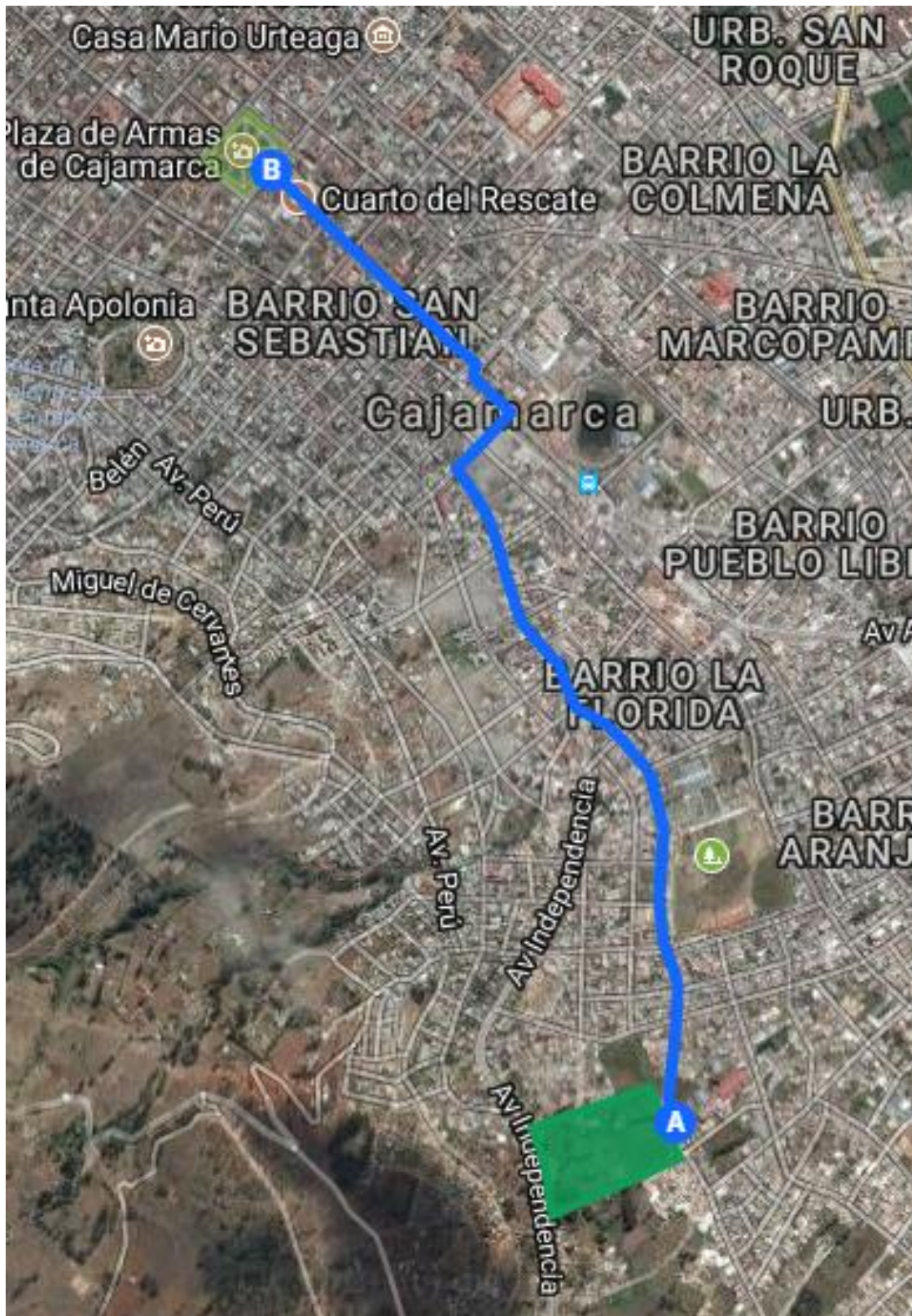
Email: lmsyem@usanpedro.edu.pe

ANEXO N°6
GUIA FOTOGRAFICA

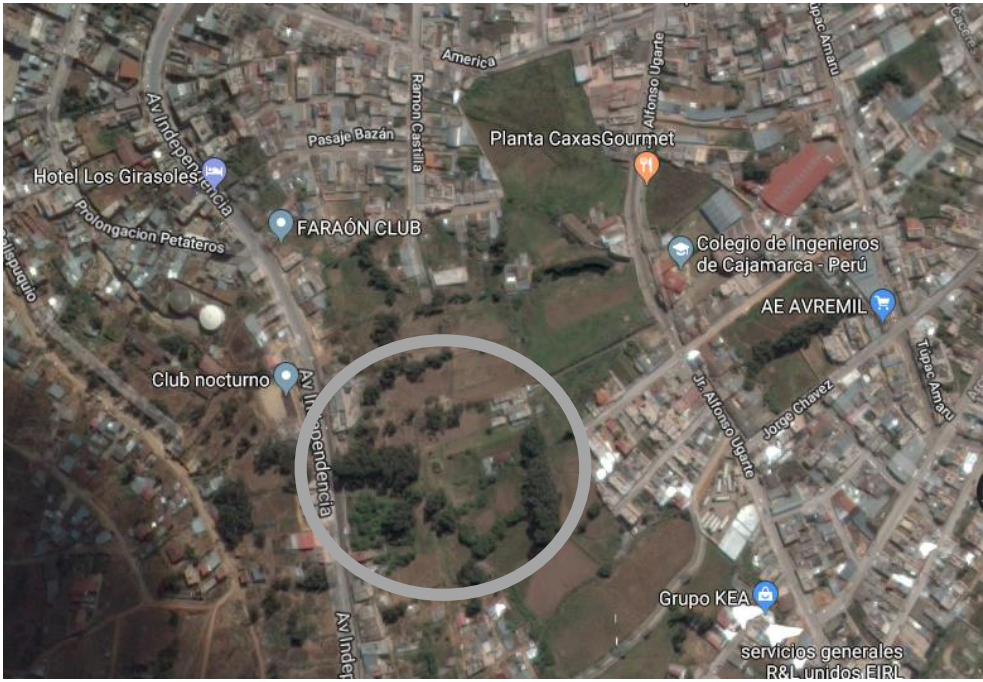


MAPA N°1: UBICACIÓN DEL FONDO LA TULPUNA.

COORDENADAS: 6°37'S 78°47'O



MAPA N°2 VISTA SATELITAL



MAPA N°3: SEÑALIZACION DE PRODUCCION DE PLANTA DE MOLLE.



FOTOGRAFIA N° 1.: PLANTA DE SCHIMUS MOLLE L.



FOTOGRAFIA N° 2.. RECOLECCION SCHIMUS MOLLE L.



FOTOGRAFIA N° 3..PESADO DE MATERIA NO MADERABLE DE SCHIMUS MOLE L.



FOTOGRAFIA N° 4..PESO EXACTO DE MATERIA NO MADERABLE DE SCHIMUS



FOTOGRAFIA N° 5..MATERIA NO MADERABLE DE SCHIMUS MOLE L.
(HOJAS, RAMA Y FRUTO)



FOTOGRAFIA N° 6..SECADO DE MATERIA NO MADERABLE DE SCHIMUS MOLE L.



FOTOGRAFIA N° 7..TIESTO PARA LA CALCINACION DE MATERIAL



FOTOGRAFIA N° 8..PRE-CALCINADO DE MATERIAL



FOTOGRAFIA N° 9..PRE-CALCINADO DE MATERIAL



FOTOGRAFIA N° 10..RECOLECCION DE ARENA



FOTOGRAFIA N° 11. UBICACION CANTERA RUBEN



FOTOGRAFIA N° 11. OBTENCION DE GRANULOMETRIA



FOTOGRAFIA N° 12. TAMIZADO



FOTOGRAFIA N° 13. SECCION DE AGREGADO SEGÚN GRANULOMETRIA



FOTOGRAFIA N° 13. SECCION DE AGREGADO SEGÚN GRANULOMETRIA



FOTOGRAFIA N° 13. DESARROLLO DE MEZCLA



FOTOGRAFIA N° 13. ENCOFRADO DE MORTEROS



FOTOGRAFIA N° 15. DESARROLLO DE FLUIDEZ



FOTOGRAFIA N° 16. FLUIDEZ $A/C = 0.70$



FOTOGRAFIA N° 18. MORTEROS EXPERIMENTALES



FOTOGRAFIA N° 19. DESENCOFRADO DE MUESTRAS



FOTOGRAFIA N° 20.PESO ESPECIFICO SUELTO



FOTOGRAFIA N° 21: PESO ESPCIFICO COMPACTADO



FOTOGRAFIA N° 17. ENRAZADO DE PESO ESPECIFICO



FOTOGRAFIA N° 17.SECADO DE MUESTRA



FOTOGRAFIA N° 17.EXTRACCION DE AIRE AL VACIO



FOTOGRAFIA N° 23: COMPROBANDO LA HUMEDAD SUPERFICIAL DEL AGREGADO



FOTOGRAFIA N° 24. MEDIDAS DE DIAMETRO MORTERO



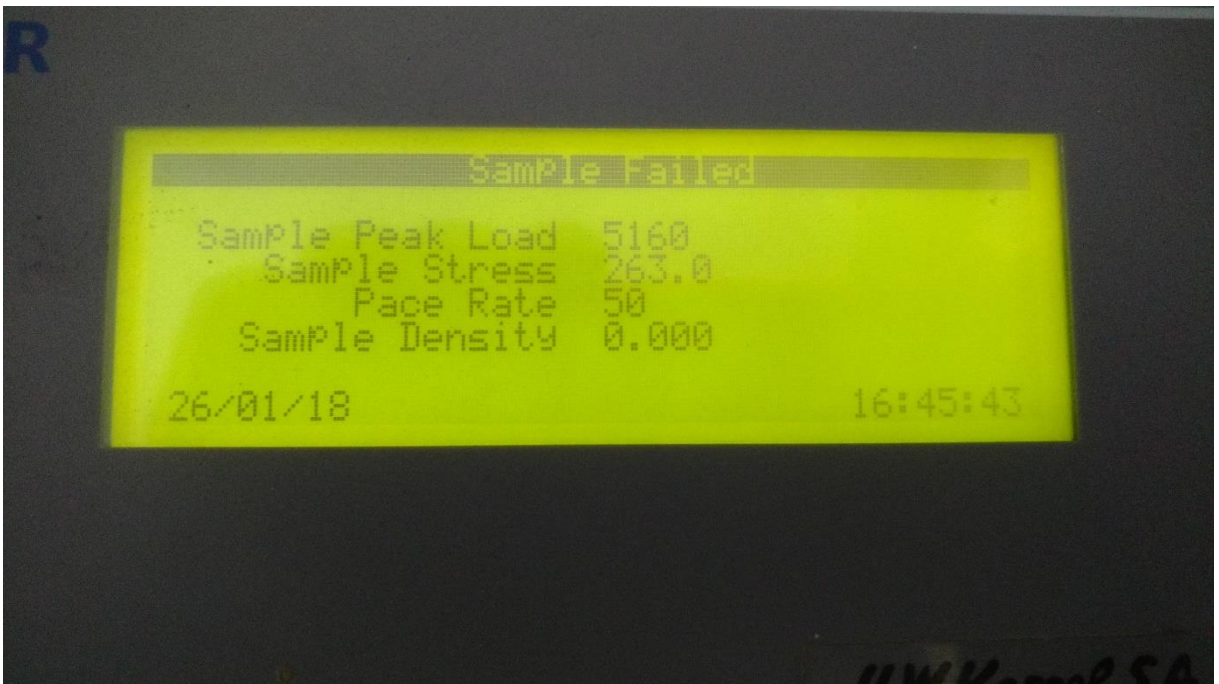
FOTOGRAFIA N° 25. ENSAYO DE COMPRESION



FOTOGRAFIA N° 26. ENSAYO DE COMPRESION



FOTOGRAFIA N° 27.MORTEROS ENSAYADOS



FOTOGRAFIA N° 28.TOMA DE DATOS – DATOS DE RESISTENCIA