

**UNIVERSIDAD SAN PEDRO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



**Resistencia a la Compresión de Ladrillo de Concreto, Sustituyendo un 15% al Cemento, por Arcilla en un 10% y Cenizas de Hoja de Schinus (*MOLLE*) en un 5%**

**Tesis para obtener el título profesional de ingeniero civil**

**Autor**

Obregón Cruz, Anthony Richard

**Asesor**

Cerna Chávez, Rigoberto

Chimbote – Perú

2018

## **PALABRAS CLAVES**

Tema	Ladrillo de Concreto
Especialidad	Tecnología del Concreto

## **KEY WORDS**

Tema	Concrete Brik
Especialidad	Tecnologia del Concreto

## **LINEA DE INVESTIGACION**

PROGRAMA	Ingeniería Civil
Línea de Investigación	Construcción y Gestión de la construcción
OCDE	Ingeniería y Tecnología Ingeniería Civil Ingeniería de la Construcción
Campo de investigación	Materiales de la Construcción Tecnología de la Construcción y Procesos Constructivos

## **TITULO DE LA INVESTIGACION:**

Resistencia a la compresión de ladrillo de concreto, sustituyendo un 15% al cemento, por arcilla en un 10% y cenizas de hoja de schinus (*molle*) en un 5%.

## **RESUMEN**

El trabajo de investigación tuvo como propósito principal determinar la resistencia del ladrillo patrón y el ladrillo experimental; de tal modo el ladrillo experimental se realizó, por la sustitución del 15% del cemento, por arcilla en un 10% y ceniza de hoja de schinus en un 5%, buscando superar la resistencia al ladrillo patrón.

En la investigación se aplicó el método experimental que consiste en el empleo de la sustitución de un 15% del cemento, por un 10% de arcilla y 5% de ceniza de hoja de schinus como material cementante en la elaboración de ladrillos de alto desempeño, es por ello el interés que tuvo este trabajo, es investigar altas resistencias a la compresión.

Los resultados obtenidos en la elaboración de los ladrillos no fueron favorables, puesto que los ladrillos experimentales elaborados por la sustitución del cemento en un 15%, por un 10% de arcilla y ceniza de hoja de schinus (molle) en un 5%, alcanzo una resistencia promedio de 125.50 kg/cm<sup>2</sup> a la edad de 28 días, con un porcentaje de 96.54%, por lo cual no supero al ladrillo patrón ya que su resistencia promedio a los 28 días es de 131.63 kg/cm<sup>2</sup> con un porcentaje de 101.25% de tal manera se destaca que esta investigación no agota ni frena el tema, solo da una importante apertura al desarrollo de materiales alternativos de construcción.

## **ABSTRACT**

The main purpose of the research work was to determine the resistance of the standard brick and the experimental brick; In this way the experimental brick was made, by replacing 15% of the cement, by clay in 10% and ash of the schinus leaf by 5%, seeking to overcome the resistance to the standard brick.

In the research, the experimental method was applied, which consists in the substitution of 15% of cement, 10% clay and 5% schinus leaf ash as cementing material in the production of high performance bricks. that is why the interest of this work was to investigate high resistance to compression.

The results obtained in the elaboration of the bricks were not favorable, since the experimental bricks made by the substitution of the cement in 15%, by 10% of clay and ash of schinus leaf (molle) in 5%, I reach an average resistance of 125.50 kg / cm<sup>2</sup> at the age of 28 days, with a percentage of 96.54%, which is why it did not exceed the standard brick since its average resistance at 28 days is 131.63 kg / cm<sup>2</sup> with a percentage of 101.25 % in such a way it stands out that this research does not exhaust or brake the issue, only gives an important opening to the development of alternative building materials.

## INDICE

Tema	Pagina
Palabras clave.....	i
Titulo de la investigacion.....	ii
Resumen.....	iii
Abstract.....	iv
Indice.....	v
Introduccion.....	1
I. Metodologia.....	49
II. Resultados.....	59
III. Análisis y Discusión.....	67
IV. Conclusiones y Recomendaciones.....	69
V. Referencias Bibliográficas.....	71
Agradecimientos.....	74
Anexo y apéndice .....	75

## INDICE DE TABLAS

<b>Tabla 01.</b> Clase de unidad de albañilería para fines estructurales. ....	6
<b>Tabla 02.</b> Limitaciones en el uso de la unidad de albañilería para fines estructurales.....	7
<b>Tabla 03.</b> Composición química del cemento.....	10
<b>Tabla 04.</b> Componentes químicos de las materias primas.....	11
<b>Tabla 05.</b> Porcentaje del cemento .....	11
<b>Tabla 06.</b> Composición química del cemento .....	12
<b>Tabla 07.</b> Requisitos para agua de mezcla. ....	17
<b>Tabla 08.</b> Composición química de la ceniza de schinus .....	24
<b>Tabla 09.</b> Comparación de propiedades químicas del árbol de schinus y cemento. ...	24
<b>Tabla 10.</b> Nombre científico. ....	25
<b>Tabla 11.</b> Grado de plasticidad de la arcilla.....	33
<b>Tabla 12.</b> Capacidad típicas de intercambio catiónico de las arcillas.....	34
<b>Tabla 13.</b> Valores estimados de la porosidad (%). ....	35
<b>Tabla 14.</b> Comparación de propiedades químicas del árbol de schinus y cemento.....	37
<b>Tabla 15.</b> Requisitos de resistencia y absorción.....	38
<b>Tabla 16.</b> Técnicas e instrumento de recolección de datos.....	53
<b>Tabla 17.</b> Pesos de los agregados por la cantidad de ladrillos a elaborar.....	57
<b>Tabla 18.</b> Pesos de la materia prima en porcentajes para la sustitución del cemento....	58
<b>Tabla 19.</b> Peso de los agregados por la unidad.....	59
<b>Tabla 20.</b> Composición química de la arcilla.....	60
<b>Tabla 21.</b> Composición química de CHS (molle).....	60
<b>Tabla 22.</b> Ensayos de PH.....	60
<b>Tabla 23.</b> Diseño de mezcla patrón y experimental.....	61
<b>Tabla 24.</b> Resultado de ensayo de resistencia a la compresión del ladrillo patrón a los 7 días de curado.....	61
<b>Tabla 25.</b> Resultado de ensayo de resistencia a la compresión del ladrillo patrón a los 14 días de curado.....	62
<b>Tabla 26.</b> Resultado de ensayo de resistencia a la compresión del ladrillo patrón a los 28 días de curado.....	62

<b>Tabla 27.</b> Resultado de ensayo de resistencia a la compresión del ladrillo	
Experimental a los 7 días de curado.....	63
<b>Tabla 28.</b> Resultado de ensayo de resistencia a la compresión del ladrillo	
Experimental a los 14 días de curado.....	64
<b>Tabla 29.</b> Resultado de ensayo de resistencia a la compresión del ladrillo	
Experimental a los 14 días de curado.....	64

## INDICE DE FIGURAS

	Pagina
<b>Figura 01.</b> Relacion agua - cemento .....	17
<b>Figura 02.</b> Composicion de silicatos de aluminio hidratados .....	29
<b>Figura 03.</b> Grafico de plasticidad. ....	33
<b>Figura 04.</b> Agregado fino. ....	77
<b>Figura 05.</b> Agregado grueso. ....	77
<b>Figura 06.</b> Se procedio a picar y recolectar la arcilla de una manera sucia .....	77
<b>Figura 07.</b> Se lleno la cantidad en 4 sacos .....	77
<b>Figura 08.</b> Materiales para el lavado de la arcilla. ....	78
<b>Figura 09.</b> El lavado de arcilla.....	78
<b>Figura 10.</b> La arcilla fue calcinada a 600 °C.....	78
<b>Figura 11.</b> Moler la arcilla con batan y mortero. ....	79
<b>Figura 12.</b> arcilla molida pasar por la malla N°200.....	79
<b>Figura 13.</b> Ubicación del árbol molle.....	79
<b>Figura 14.</b> Se cortó en ramas el árbol para ser trasladado para trabajar.....	79
<b>Figura 15.</b> El secado de las hojas de schinus al aire libre.....	80
<b>Figura 16.</b> Una vez seco las hojas de schinus se prosigue a realiza un pre quemado....	80
<b>Figura 17.</b> Prequemado del molle.....	80
<b>Figura 18.</b> Enfriar el material para pasar por la malla n° 200.....	80
<b>Figura 19.</b> Introducir a la mufla la ceniza para que se calcine a 900 °C durante 2 horas y media.....	81
<b>Figura 20.</b> Llenando el molde para el peso unitario.....	81
<b>Figura 21.</b> Enrasando el agregado fino suelto para el peso de la muestra.....	81
<b>Figura 22.</b> Llenando el molde para el peso unitario compactado del agregado fino....	82
<b>Figura 23.</b> Enrasado el agregado fino compactado para el peso de la muestra.....	82
<b>Figura 24.</b> Llenado del molde para el peso unitario suelto del agregado grueso.....	82
<b>Figura 25.</b> Enrasando el agregado grueso suelto del agregado grueso.....	82
<b>Figura 26.</b> Llenado el molde para el peso unitario del agregado grueso.....	83
<b>Figura 27.</b> Enrasado el agregado grueso.....	83
<b>Figura 28.</b> Cuarteo del agregado fino.....	83
<b>Figura 29.</b> Se realizo la granulometria.....	83
<b>Figura 30.</b> cuarteo del agregado fino.....	84

<b>Figura 31.</b> Se hizo la granulometria por las mallas establecidas.....	84
<b>Figura 32.</b> Para el contenido de humedad .....	84
<b>Figura 33.</b> El agregado fino sumergido en baldes con agua 24 hora.....	85
<b>Figura 34.</b> El secado del agregado fino .....	85
<b>Figura 35.</b> El agregado grueso sumergido para el peso especifico.....	85
<b>Figura 36.</b> Se hace el secado de la arena ni tan caliente ni tan frio.....	85
<b>Figura 37.</b> Apreciamos la consistencia del material.....	86
<b>Figura 38.</b> El picnómetro absorbe el aire dentro de la fiola.....	86
<b>Figura 39.</b> mezclando.....	86
<b>Figura 40.</b> mezcla manualmente .....	86
<b>Figura 41.</b> Cono de abrans.....	87
<b>Figura 42.</b> Se procedió a medir el asentamiento que se obtuvo.....	87
<b>Figura 43.</b> Elaboración de ladrillo patrón.....	87
<b>Figura 44.</b> Se hecho el agua para seguir mezclando.....	87
<b>Figura 45.</b> Se procede a echar la mezcla a los moldes.....	88
<b>Figura 46.</b> Pesos de los ladrillos.....	88
<b>Figura 47.</b> Curado de los ladrillos.....	88
<b>Figura 48.</b> Peso de la arcilla.....	89
<b>Figura 49.</b> Peso de ceniza de hoja de schinus(molle).....	89
<b>Figura 50.</b> Combinación de la arcilla y ceniza de hoja de schinus.....	89
<b>Figura 51.</b> Realizando la mezcla experimental.....	89
<b>Figura 52.</b> Herramientas para la elaboración del ladrillo,.....	90
<b>Figura 53.</b> Culminación de los ladrillos.....	90
<b>Figura 54.</b> Ensayos ladrillos patrón y experimental.....	90
<b>Figura 55.</b> Verificación de los ensayos con el asesor.....	90

## INDICE DE GRAFICOS

	Pagina
<b>Grafica 01.</b> Resistencia a la compresion de ladrillo - Patrón.....	63
<b>Grafica 02.</b> Resistencia a la compresion de ladrillo - Experimental.....	65
<b>Grafica 03.</b> Comparacion de los promedios de los ladrillos patron-experimental.....	65

## I. INTRODUCCION

Los antecedentes al estudio de investigación, después de haberse realizado la búsqueda bibliográfica estuvo orientado a determinar a aquellas Instituciones o Investigadores que han efectuado estudios relacionados con las propiedades de la arcilla y ceniza de hoja de schinus (molle) relacionada a la situación parcial del cemento.

Castillo R, Mathieu A, Alujar D, Scrivener K, Martinera J (2011), En su investigación “Estudio de la adición de arcillas calcinadas en la durabilidad de hormigones”, el tipo de investigación es aplicada y explicativa, y el diseño de la investigación es experimental, las arcillas calcinadas en forma de meta caolín han recibido por ejemplo especial atención en años recientes. Se conoce que estas adiciones, cuando se añaden a morteros y hormigones, mejoran tanto su resistencia mecánica como su durabilidad. El objetivo de este trabajo fue evaluar el comportamiento de las propiedades físico-mecánicas y la durabilidad en micro hormigones, empleando arcillas calcinadas y molidas como material sustituyente al 30% en peso del cemento Portland ordinario (CPO). Para ellos se utilizó una tierra arcillosa, compuesta principalmente por minerales caolín de bajo grado de pureza, para la obtención de arcillas calcinadas como minerales cementicos suplementarios. Los resultados a la resistencia a la compresión a los 28 días se obtuvieron para la arcilla sedimentada y calcinada, la cual posee mayor contenido de mineral caolín debido a un proceso de purificación por sedimentación de la materia prima acometido solo para esta situación.

Castillo R. (2010), en su investigación: “Activación de arcillas de bajo grado a altas temperaturas”, de tipo de investigación aplicada y explicativa, y el diseño de la investigación es experimental, teniendo como objetivo evaluar el comportamiento favorable de la arcilla utilizadas en cuanto a la resistencia a la compresión de mortero, llegando a la conclusión: que el proceso de activación térmica de la arcillas puede realizarse de forma eficiente mediante la quema del bloque sólido combustible. La

tecnología del horno vertical continuo garantiza un adecuado proceso de combustión, lo cual minimiza los contenidos de carbón en el material calcinado.

Polonio, E. (2016), desarrolla la investigación titulada: “Resistencia a la compresión de un concreto  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> con ceniza de hoja de molle Huaraz – Ancash”, la cual tuvo como objetivo general: reemplazar un porcentaje de mezcla convencional  $f'c=201$  kg/cm<sup>2</sup>, 9 probetas reemplazando el 3% del peso del cemento y 9 probetas reemplazando el 4% del peso del cemento y 9 probetas reemplazando el 5% del peso del cemento, llegando a la conclusión: que el proyecto de investigación concluye que a ceniza de hoja molle ayuda o mejora la resistencia a compresión del concreto y se demostró que esta resistencia es mayor cuando el peso del cemento es reemplazado con un 4% del peso del cemento para concretos con  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup>.

Tafur, W. (2016), desarrolla la investigación titulada: “Resistencia de morteros con cemento sustituyendo en 3% y 5% por arcilla del distrito de Llacanora – Cajamarca”, la cual tuvo como objetivo general: Determinar y comparar el efecto de la sustitución del cemento en un 3% y 5% por arcilla natural de Llacanora-Cajamarca-Cajamarca, en la resistencia a la compresión de un mortero, el tipo de investigación es aplicada y explicativa, y el diseño de la investigación es experimental porque es un proceso en la cual estudiaremos el diseño convencional del mortero de concreto, llegando a la conclusión: que en el proyecto de investigación da resultados favorable, que mejora la resistencia a la compresión del mortero con el 5% de arcilla de Llacanora-Cajamarca-Cajamarca sustituyendo al cemento.

La fundamentación científica está enmarcada en las variables, para esto hay que fundamentar el trabajo de una manera científica, que sustente las bases teóricas.

### Tecnología De Materiales

La tecnología de materiales es el estudio puesta en práctica de técnicas de análisis, estudios físicos y desarrollo de materiales.

## Materiales

Los materiales, son las materias primas transformadas mediante procesos físicos y/o químicos, que son utilizados para fabricar productos. Ej. Tableros de madera, placas de yeso, láminas de metal, el plástico, etc.

Los materiales de construcción tienen como característica común el ser duraderos. Dependiendo de su uso, además deberán satisfacer otros requisitos tales como la dureza, la resistencia mecánica, la resistencia al fuego, o la facilidad de limpieza.

Por norma general, ningún material de construcción cumple simultáneamente todas las necesidades requeridas: la disciplina de la construcción es la encargada de combinar los materiales para satisfacer adecuadamente dichas necesidades.

## Unidad De Albañilería

La unidad de albañilería conocido como ladrillo o bloque, es el componente básico para la construcción de la albañilería. Actualmente tenemos variedad de estas, por lo que se ve la necesidad de establecer clasificaciones de acuerdo a sus principales propiedades.

Es importante recalcar que el comportamiento sísmico de nuestras edificaciones dependerá en su mayoría de la calidad de materiales empleados y el procedimiento constructivo adecuado. Esta unidad se elabora de materias primas diversas: arcilla, de concreto de cemento portland, y la mezcla de sílice y cal; entre las principales.

Y también varía el modo constructivo pues existen métodos de mezcla como, el de compactación o de extrusión, así como por fabricación industrial o en situación precaria.

Por todos estos aspectos no es extraño que las dimensiones, formas, y su propio peso tengan variedad, haciendo que la calidad de la unidad también este entre un pésimo y excelente.

## Clasificación De La Unidad De Albañilería

### Por sus Dimensiones

Los ladrillos: tienen la característica principal a su peso y sus dimensiones pequeñas que hace que se pueda manejar con una sola mano, en el proceso de asentado. Una pieza tradicional debe tener un ancho de 11cm a 14 cm, un largo de 23 cm a 29cm y una altura de 6 cm a 9 cm; con un peso oscilante de 3kg a 6 kg. Los bloques: a diferencia están hechos para ser manejados por las dos manos y puede llegar a pesar hasta los 15 kilogramos, su ancho no está determinado pues puede variar por los alveolos o huecos que tienen para ser manejados, claro que también son usados por la armadura o el concreto líquido.

### Por su Materia Prima y Fabricación.

- Existen por la materia prima tres tipos: de arcilla, de Sílice – Cal y de concreto
- Existen por la fabricación dos tipos: los artesanales y los industriales.

### Por sus alveolos.

Esta clasificación se basa en el área neta de la unidad, respecto a la superficie bruta de la cara y las características de los alveolos, existen cuatro tipos:

Solidas o macizas: los alveolos están necesariamente perpendicular a la cara del asiento, que ocupan un área no mayor al 30% del área bruta, por lo cual para ser solido aún puede tener alveolos. En la aplicación de este tipo se considera para todas las propiedades las de la sección bruta, como el área, modulo resistente y la inercia cálculos en función del espesor y largo de la unidad sin tener en cuenta los alveolos. Generalmente las unidades artesanales son macizas por la facilidad de su fabricación, mientras que las que tienen alveolos son hechos en fábrica.

Alveolos o huecas: a diferencia de los solidas los alveolos exceden el 30% del área bruta y en estas se puede rellenar con concreto líquido. En la aplicación de este tipo se

considera para las propiedades de la sección neta. Existen las perforadas dentro de esta categoría, que se caracterizan por tener alveolos reducidos no pueden ser rellenos ni armados.

Tubulares: tienen los alveolos paralelos a la cara de asiento. El tamaño de los alveolos será en relación al área bruta de la cara lateral.

Propiedades de las Unidades de Albañilería:

Propiedades Físicas: que tiene que ver con la resistencia de la albañilería serán:

Resistencia a la compresión.

A la tracción medida como tracción por flexión

Variabilidad dimensional

Alabeos

Succión

Y textura de la cara de asiento.

Propiedades Mecánicas: que tiene que ver con la durabilidad de la albañilería serán:

Resistencia a la Compresión.

Densidad

Absorción

Coefficiente de Saturación.

Las unidades de albañilería deben de cumplir con los requisitos y exigencias mínimas específicas por la Norma E. 0.70 de Albañilería.

Características Generales

Se denomina ladrillo a aquella unidad cuya dimensión y peso permite que sea manipulada con una sola mano. Se denomina bloque a aquella unidad que por su dimensión y peso requiere de las dos manos para su manipuleo.

Las unidades de albañilería a las que se refiere esta norma son ladrillos y bloques en cuya elaboración se utiliza arcilla, sílice-cal o concreto, como materia prima.

Estas unidades pueden ser sólidas, huecas, alveolares o tubulares y podrán ser fabricadas de manera artesanal o industrial.

Las unidades de albañilería de concreto serán utilizadas después de lograr su resistencia específica y su estabilidad volumétrica. Para el caso de unidades curadas con agua, el plazo mínimo para ser utilizadas será de 28 días, que se comprobara de acuerdo a la NTP 339.601.

#### Clasificación Para Fines Estructurales

Para efectos del diseño estructural, las unidades de albañilería tendrán las siguientes características.

**Tabla 01.** Clase de albañilería para fines Estructurales.

CLASE	VARIACION DE LA DIMENSION (máxima en porcentaje)			ALABEO (máximo en mm)	RESISTENCIA CARACTERISTICA A COMPRESION $f'_b$ mínimo en MPa ( $kg/cm^2$ ) sobre área bruta
	Hasta 100 mm	Hasta 150 mm	Más de 150 mm		
<b>Ladrillo I</b>	±8	±6	±4	10	4,9(50)
<b>Ladrillo I</b>	±7	±6	±4	8	6,9(70)
<b>Ladrillo I</b>	±5	±4	±3	6	9,3(95)
<b>Ladrillo I</b>	±4	±3	±2	4	12,7(130)
<b>Ladrillo I</b>	±3	±2	±1	2	17,6(180)
<b>Bloque</b>	±4	±3	±2	4	4,9(50)
<b>Bloque</b>	±7	±6	±4	8	2,0(20)

Fuente: Reglamento nacional de edificaciones E-070

El ladrillo se clasificara en los siguientes tipos de acuerdo a sus propiedades.

Tipo I: Resistencia y durabilidad muy bajas. Aptos para construcciones de albañilería en condiciones de servicio con exigencia mínimas.

Tipo II: Resistencia y durabilidad bajas. Aptos para construcciones de albañilería en condiciones de servicio moderado.

Tipo III: Resistencia y durabilidad media. Aptos para construcciones de albañilería de uso general.

Tipo IV: Resistencia y durabilidad alta. Aptos para construcciones de albañilería en condiciones de servicio riguroso.

Tipo V: Resistencia y durabilidad muy altas. Aptos para construcciones de albañilería en condiciones de servicio particularmente rigurosas.

#### Limitaciones En Su Aplicación

El uso o aplicación de las unidades de albañilería estará condicionado a lo indicado en la Tabla 02. Las zonas sísmicas son las indicadas en la NTP E.030 diseño sismorresistente.

**Tabla 02.** Limitaciones en el uso de la unidad de albañilería para fines estructurales.

TIPO	ZONA SISMICA 2 Y 3		ZONA SISMICA 1
	Muro portante en edificios de 4 pisos a mas	Muro portante en edificios de 1 a 3 pisos	Muro portante en todo edificio
Solido Artesanal	NO	Si, hasta dos pisos	Si
Solido Industrial	SI	Si	Si
	Si	Si	Si
Alveolar	Celdas totalmente rellenas con grout	Celdas totalmente rellenas con grout	Celdas totalmente rellenas con grout
Hueca	No	No	Si
Tubular	No	No	Si, hasta 2 pisos

**Fuente:** Norma técnica peruana E.030

## Pruebas De Albañilería

Muestro.- El muestreo será efectuado a pie de obra. Por cada lote compuesto por hasta 50 millares de unidades se seleccionara al azar una muestra de 10 unidades, sobre las que se efectuaran las pruebas de variación de dimensiones y de alabeo. Cinco de estas unidades se ensayarán a compresión y las otras cinco a absorción.

Resistencia a la compresión.- Para la determinación de la resistencia a la compresión de las unidades de albañilería se efectuará los ensayos de laboratorio correspondientes, de acuerdo a lo indicado en las Normas NTP 399.613 y 339.604.

La resistencia características a compresión de la unidad de albañilería ( $f'b$ ) se obtendrá restando una desviación estándar al valor promedio de la muestra.

Para la realización de este ensayo se utilizan unidades secas y limpias. A estas se les coloca, tanto en la parte superior como inferior un capping de azufre, para uniformizar las superficies de contacto con el cabezal por donde se transmite la carga y la base donde se apoya el ladrillo.

La resistencia a la compresión  $f_b$  se determina de la siguiente manera:

$$f_b = \frac{P_m}{Ab}$$

Dónde:

$f_b$  = Resistencia a la compresión de la unidad de albañilería (Kg/cm<sup>2</sup>)

$P_m$  = Carga máxima de rotura (Kg)

$Ab$  = Área bruta de la unidad de albañilería (cm<sup>2</sup>)

Mientras que la resistencia a la compresión característica ( $f'b$ ) se obtiene:

$$f'b = f_b - \sigma$$

Dónde:

$f'_{b}$  = Resistencia característica a la compresión de la unidad de albañilería (Kg/cm<sup>2</sup>)

$f_{b}$  = Resistencia a la compresión de la unidad de albañilería (Kg/cm<sup>2</sup>)

$\sigma$  = Desviación estándar

#### Aceptación De La Unidad

Si la muestra presentase más de 20% de dispersión en los resultados (coeficiente de variación), para unidades producidas industrialmente, o 40% para unidades producidas artesanalmente, se ensayara otra muestra y de persistir esa dispersión de resultados, se rechazará el lote.

La absorción de las unidades de arcilla y sílico calcáreas no será mayor que 22% el bloque de concreto clase, tendrá una absorción no mayor que el 12% de absorción.

El espesor mínimo de las caras laterales correspondientes a la superficie de asentado será 25 mm para el Bloque clase P y 12 mm para el Bloque clase NP.

La unidad de albañilería no tendrá materias extrañas en sus superficies o en su interior, tales como guijarros, conchuelas o nódulos de naturaleza calcárea.

La unidad de albañilería de arcilla estará bien cocida, tendrá un color uniforme y no presentara vitrificaciones. Al ser golpeada con un martillo, u objeto similar, producirá un sonido metálico.

La unidad de albañilería no tendrá resquebrajaduras, fracturas, hendiduras grietas u otros defectos similares que degraden su durabilidad o resistencia.

La unidad de albañilería no tendrá manchas o vetas blanquecinas de origen salitroso o de otro tipo.

Materia Prima

Cemento Portland

Láinez, Cruz, Martínez, y Velásquez (2012), define el cemento como un aglomerante en una mezcla de concreto, y actualmente se utilizan los denominados cementos Pórtland en sus distintos tipos los cuales al ser mezclados con agua tienen las propiedades de fraguar y endurecer. Este cemento es el resultado de pulverizar piedra caliza y arcilla los cuales se mezclan en hornos en temperatura de 1400 a 1600 grados centígrados, de esa manera se obtiene una materia llamada Clinker, la cual posee propiedades hidráulicas; por lo tanto el cemento Portland es un ligamento hidráulico que se obtiene al moler finamente el Clinker de cemento Portland con una cantidad de yeso que está en el rango de 4 a 5%.

**Tabla 03.** Composición química del cemento

Nombre	Composición De Óxido	Abreviatura
<b>Silicato tricálcico</b>	3CaO SiO <sub>2</sub>	C3S
<b>Silicato dicálcico</b>	2CaO SiO <sub>2</sub>	C2S
<b>Aluminato tricálcico</b>	3CaO Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	C3A
<b>Alumino ferrito tetracálcico</b>	4CaO Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	C3AFe

Fuente: Láinez, Cruz, Martínez, y Velásquez (2012)

#### Componentes Químicos:

Silicato tricalcio, el cual le confiere su resistencia inicial e influye directamente en el calor de hidratación.

Silicato dicalcico, el cual define la resistencia a largo plazo y no tiene tanta incidencia en el calor de hidratación.

Aluminio tricalcio, 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.

Componentes menores: oxido de magnesio, potasio, sodio, manganeso y titanio.

NTP 339.601. (2016). Unidades de albañilería. Ladrillos de concreto.

Requisitos.

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

**Tabla 04.** Componentes químicos de las materias primas.

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

Fuente: Tópico de tecnología de concreto de Enrique Pasquel

**Tabla 05.** Porcentajes del Cemento.

	PORCENTAJE	ABREVIATURA
F	(CaO)	61% - 67%
	(SiO <sub>2</sub> )	20% - 27%
u	(Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	4% - 7%
e	(Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	2% - 4%
n	(SO <sub>3</sub> )	1% - 3%
t	(MgO)	1% - 5%
e	(K <sub>2</sub> O Y Na <sub>2</sub> O)	0.25% - 1.5%

Fuente: Tópico de tecnología de concreto de Enrique Pasquel

Tipos de Cementos:

Tipo I, para uso general que no requiera propiedades especiales especificadas para cualquier otro tipo.

Tipo II, para uso general y específicamente cuando se desea moderada resistencia a los sulfatos.

Tipo III, para ser utilizado cuando se requiere altas resistencias iniciales.

Tipo IV, para usar cuando se desea bajo calor de hidratación

Tipo V, para usar cuando se desea alta resistencia a los sulfatos

El cemento empleado para el siguiente trabajo de investigación fue el cemento Portland tipo I por condiciones de sulfatos.

**Tabla 06.** Composición química del cemento

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

Fuente: IEK.2013.componentes y propiedades del cemento.

Agregados:

▪ Agregado Fino

El agregado fino es el material proveniente de la investigación natural o artificial de las rocas, que pasan el tamiz de 3/8" (9.51mm) y es retenido en el tamiz N°200 (74um). Norma Técnica Peruana 400.011.

IECA. (2013). Componentes y propiedades del cemento. 2015, de IECA Sitio web: [https://www.ieca.es/gloCementos.asp?id\\_rep=179](https://www.ieca.es/gloCementos.asp?id_rep=179)

#### Propiedades Físicas:

El agregado fino a utilizarse en el concreto debe cumplir ciertos requisitos mínimos de calidad según las especificaciones técnicas de las normas peruanas NTP.

Peso unitario (N.T.P. 400.0172 / A.S.T C-29), El peso unitario depende de ciertas condiciones intrínsecas de los agregados, tales como su forma, tamaño y granulometría, así como el contenido de humedad; también depende de factores externos como el grado de compactación impuesto, el tamaño máximo del agregado en relación con el volumen del recipiente, la forma de consolidación, etc.

Peso específico, El peso específico, es la relación entre el peso del material y su volumen, su diferencia con el peso unitario está en que este no toma en cuenta el volumen que ocupan los vacíos del material. Es necesario tener este valor para realizar la dosificación de la mezcla y también para verificar que el agregado corresponda al material de peso normal.

Contenido de humedad (N.T.P. 400.011/ A.S.T.M. C-12), Es la cantidad de agua que contiene el agregado fino. Esta propiedad es importante porque de acuerdo a su valor (en porcentaje), la cantidad de agua en el concreto varía.

Absorción (N.T.P. 400.011/ A.S.T.M. C-125), Es la capacidad del agregado fino de absorber el agua en contacto con él. Al igual que el contenido de humedad, esta propiedad influye en la cantidad de agua para la relación agua/cemento en el concreto.

Granulometría (N.T.P. 400.012/ A.S.T.M C-33), La granulometría se refiere a la distribución de las partículas de arena. El análisis granulométrico divide la muestra en fracciones de elementos del mismo tamaño, según la abertura de los tamices utilizados.

La norma técnica peruana establece las especificaciones granulométricas.

Módulo de finura (N.T.P. 400.011 / A.S.T.M C-125), Es un índice aproximado y representa el tamaño promedio de las partículas de la muestra de arena, se usa para controlar la uniformidad de los agregados. La norma establece que la arena debe tener un módulo de finura no menos a 2.35 ni mayor que 3.15.

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

#### Agregado Grueso

El agregado grueso es el retenido en el tamiz 4.75 mm(Nº9) proveniente de la desintegración natural o mecánica de la roza, que cumple con los límites establecidos en la norma técnica peruana 400.037.

El agregado grueso suele clasificarse en grava y piedra triturada o chancada. La grava es el agregado grueso, proveniente de la desintegración natural de materiales pétreos, encontrándoseles corrientemente en canteras y lechos de ríos, depositados en forma natural.

#### Propiedades Físicas:

Los agregados gruesos para que puedan ser utilizados en la preparación del concreto de alta resistencia deben cumplir, aparte de los requisitos mínimos de las normal, que proceda de rocas ígneas plutónicas de grano fino, que han enfriado en profundidad, con una dureza no menor a 7 y una resistencia en compresión no menor del doble de la resistencia que se desea alcanzar en el concreto.

Peso unitario (N.T.P. 400.017 / A.S.T.M. C-29), El peso unitario o peso aparente del agregado, es el peso que alcanza un determinado volumen unitario, el cual se expresa en Kg/m<sup>3</sup>. Los valores para agregados normales varía entre 1500 y 1700 kg/m<sup>3</sup>. N.T.P. 400.012. Agregados. Análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global.

Peso específico (N.T.P. 400.017 / A.S.T.M. C-127), Esta propiedad es un indicador de la calidad del agregado; valores altos entre 2.5 a 2.8, corresponden a agregados de buena calidad, mientras que valores que el menor indicado son de mala calidad (porosos, débiles y absolutamente con mayor cantidad de agua, etc.)

Contenido de humedad, Es la cantidad de agua que contiene el agregado grueso,}. Esta propiedad es importante porque de acuerdo a su valor (en porcentaje) la cantidad de agua en el concreto varía.

Absorción, Es la capacidad del agregado grueso de absorber el agua en contacto con él. Al igual que el contenido de humedad, esta propiedad influye en la cantidad de agua para la relación agua/cemento en el concreto.

Granulometría (N.T.P. 400.012 / A.S.T.M. C-33), La granulometría se refiere a la distribución por tamaños de las partículas de los agregados. En concreto de alta resistencia no es recomendable utilizar toda la granulometría del agregado grueso, por investigaciones se ha determinado utilizar tamaños máximo de piedra que están en un rango para obtener óptima resistencia en compresión.

## Agua

El agua empleada en la mezcla debe ser limpia, libre de aceites, ácidos, álcalis, sales y materia orgánicos. Su función principal es hidratar el cemento, pero también se le usa para mejorar la trabajabilidad de la mezcla usándola como curado en obras de estructuras de concreto pasando los 28 días.

Martínez, I (Universidad Nacional del Comahue) 2011 en “Cementos y Morteros”, sostiene que el agua impotable no debe utilizarse en el concreto a menos que se cumpla las siguientes condiciones:

La dosificación debe estar basada en mezclas de concreto que utilice agua de la misma fuente. NTP 400.037. Agregados. Análisis granulométrico del agregado grueso.

El agua es un componente esencial en las mezclas de concreto y morteros, pues permite que el cemento desarrolle su capacidad ligante.

Tanto el agua de mezcla como el agua de curado deben estar libres de contaminantes que puedan perjudicar el fraguado o que reaccionen negativamente, en estado fresco o en estado endurecido.

Para cada cuantía de cemento existe una cantidad de agua del total de la agregada que se requiere para la hidratación del cemento; el resto del agua solo sirve para aumentar la fluidez de la pasta para que cumpla la función de lubricante de los agregados y se pueda obtener la manejabilidad adecuada de las mezclas frescas. El agua adicional es una masa que queda dentro de la mezcla y cuando se fragua el concreto va a crear porosidad, lo que reduce la resistencia, razón por la que cuando se requiera una mezcla bastante fluida no debe lograrse su fluidez con agua sino agregando aditivos plastificantes.

El agua utilizada en la elaboración del concreto y mortero debe ser apta para el consumo humano, libre de sustancias como aceites, ácidos, sustancias alcalinas y materias orgánicas.

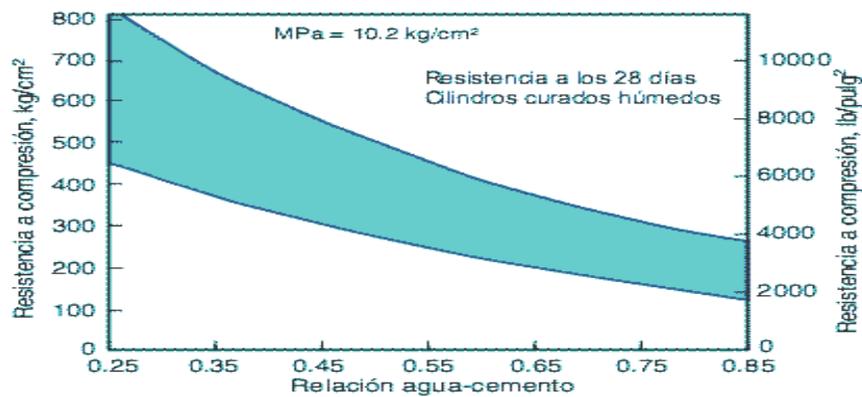
Curado:

Constituye el suministro de agua para hidratar eficientemente el cemento. Este suministro depende de la humedad del ambiente, ya que la evaporación del agua libre de la pasta ocurre con rapidez cuando la humedad relativa es menor. Por otra parte, el agua y el cemento al mezclarse ocupan un espacio inicial que permanece constante y que tiende a ser llenado gradualmente por los productos de hidratación (pasta)

**Tabla 07.** Requisitos para agua de mezcla

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

Fuente: NTP 339.088



**Figura 01.** Relación agua - cemento

Agua de Mezclado:

El agua de mezclado cumple dos funciones: hidratar el cemento y proporcionar fluidez y lubricación al concreto. En la causante de la formación de conductos capilares que interconectan poros; estos se llenan parcialmente de aire y producen concreto menos resistentes y menos durables, por lo que debe usarse el menor volumen de agua que sea posible para obtener la fluidez requerida. Ciertas impurezas en el agua pueden causar reacciones perjudiciales al concreto o alteraciones en sus propiedades como trabajabilidad, tiempos de fraguado, resistencias mecánicas, adherencia entre materiales del concreto, durabilidad, entre otros.

Para la elaboración de concreto se debe usar agua potable, es decir, aquella que por sus características químicas y físicas es útil para el consumo humano o que cumplan con los requisitos de calidad establecidos en la norma, careciendo de impurezas tales como arcilla y cloruros que alteren su durabilidad y aspectos estético, y ácidos que puedan reaccionar.

Árbol De Schinus (Molle):

Vituro et al. (2011), en el libro “Normalización de productos naturales obtenidos de especies de flora aromática latinoamericana – Problemática Schinus en Latinoamérica. Proyecto CYTED IV .20.”, afirman que el árbol de molle es originario de Sudamérica. “Molle” deriva de la voz quechua “Mulli”. Este árbol fue citado por muchos naturalistas y viajeros de la época de la conquista de América. Existen referencias de árboles de “molle” en las zonas altas de Los Andes y también hay registros de “molle” o “aguaribay” en la zona de las Misiones (Noroeste de Argentina, Sur de Brasil y Norte de Uruguay).

Según los escritos de Garcilaso de la Vega, el molle era el árbol sagrado de los incas quienes lo hacían plantar y regar en el contorno de sus palacios, templos y edificios públicos. También gran parte de los caminos reales que construyeron eran sombreados por estos árboles aún en lugares desiertos donde el agua para regarlos había que traerla desde los cerros por largas acequias o canales.

De la resina que exuda el tronco hacían unagoma líquida que servía para embalsamar, las momias debían su estado de conservación al empleo de esta goma antiséptica. En Perú y Bolivia se usaba en aquellos tiempos los frutos para preparar “chicha”.

Los cronistas se referían al molle como el “árbol de mucha virtud” y “las yerbas más conocidas de que los indios usan para sus enfermedades son resina y hojas del árbol que llaman molle, y el fruto de él” (Vituro et al., 2010). Girault (1987), en su libro “Mulli, Molle, Árbol de la vida”, da como nombres comunes para los kallawayas: “mulli” y “árbol de la vida”; los mismos que daban usos medicinales a distintas partes de la planta,

las hojas en cataplasmas para el reumatismo y ciática, el jugo de las hojas con leche para curar conjuntivitis, los frutos en infusión para la retención de orina, la resina como cicatrizante y para caries dentarias (Viturro et al., 2010).

Zeng (2006); en su libro “Identificación y actividad farmacológica de principios de especies antiinflamatorias”, señala que el molle es originario de la región andina de Sudamérica, principalmente Perú, aunque se extiende a Ecuador, Chile y Bolivia. Y ampliamente distribuido en México, Centroamérica, el sur de California y oeste de Texas (Estados Unidos); además, se ha aclimatado bien en países tropicales y subtropicales de los cinco continentes.

El molle es un árbol perennifolio, de 4 m a 8 m de altura, pero puede alcanzar hasta los 15 m; con un diámetro a la altura del pecho de 25 cm a 36 cm. De copa redondeada y abierta, proporcionando sombra moderada. La raíz posee un sistema radical, tipo extendido y superficial. El tronco es nudoso, de corteza rugosa y fisurada de color marrón o pardo oscuro, madera dura y compacta. Ramas flexibles, colgantes (tipo cortina) y abiertas, las ramas y el tronco exudan una resina blanquecina si sufren una herida.

El molle presenta hojas compuestas, alternas, de 15 a 30 cm de largo, colgantes (con savia lechosa); imparipinadas, de 15 a 41 foliolos, generalmente apareados, alternos u opuestas, de 0,85 a 6 cm de largo, de 4 a 8 mm de ancho, estrechamente lanceolados, de color verde ceniciento a verde amarillento, y verde claro en la cara posterior.

Para Chirino et al. (2001), en el libro “Actividad insecticida de extractos crudos de drupas de *Schinus Molle* L. (Anacardiaceae) sobre larvas neonatas de *Cydia Pomonella*”, el análisis fitoquímico del molle revela que la planta contiene taninos, alcaloides, flavonoides, saponinas esteroidales, esteroides, terpenos, gomas, resinas y aceites esenciales.

Identificación De La Especie:

Combe Científico: *Schinus molle* L.

Nombre común: “Pimiento boliviano” (chile), “molle” (Argentina, Bolivia, Perú), “molli”, “aguaribay”, “huaribay”, “cuyash”, “falsa pimienta”, “kullakz” (Perú), “peruvian mastic” (U.S.A.), “pimiento de california” (Costa Rica), “anacahuita”, “aguaribay” (Uruguay), “pirul”, “falsa pimienta” (Bolivia).

- Origen: America del Sur.
- Familia: Anacardiaceae

### Origen

Árbol típicamente americano, originario de los valles interandinos del centro del Perú. Es una especie arbórea americana de gran difusión como ornamental en zonas áridas y semiáridas a nivel mundial. En Perú es una especie forestal típica de las estepas espinosas y de los bosques montanos bajos.

### Distribución Geográfica

Antiguamente el pimiento se encontraba en las cercanías del agua, ocupando extensas zonas del Centro y Sudamérica llegando hasta el Norte de Argentina. Actualmente su distribución se ha extendido por cultivo y asilvestramiento.

### Condiciones Del Habitat Natural Y De Las Localidades Donde La Especie Ha Sido Cultiivada Exitosamente

Variables climáticas: el pimiento es un árbol que crece en zonas de alta insolación y muy resistente a la sequía. Su mejor desarrollo lo alcanza con precipitaciones entre 250-600 mm.

Moderadamente resistente al frio. Prefiere temperaturas medias mínimas cercanas a 12,8°C, entre 8 y 16,4°C. Las temperaturas medias máximas son de alrededor a los 26,1°C. Siendo muy tolerante a las altas temperaturas, pudiendo resistir largos periodos sobre los 34°C.

Variables Edáficas: el pimiento presenta escasas exigencias en cuanto a la ciudad de suelo. Se considera una especie vaga respecto a las preferencias edáficas ya que crece tanto en suelos pesados arcillosos a livianos arenosos profundos. Prefiere suelos bien drenados, aunque resiste anegamientos estacionales. Habita en suelos neutro a alcalinos, muy resistente a la salinidad.

Variables Topográficas: Se encuentran en altitudes que varían entre los 10 y 3,500 msnm. En Perú es frecuente en los valles interandinos del sur, centro y norte, creciendo en hondonadas, quebradas y parte del monte ribereño, encontrándose prácticamente en todos los Andes del Perú. Puede crecer en la costa en terrenos desérticos, médanos y quebradas secas.

#### Importancia Y Usos

Las ventajas del cultivo del pimiento se basan en la gran plasticidad edáfica y climática y a su rápido crecimiento, lo que permite su aplicación de diversos usos. Se asocia con los cultivos agrícolas sin incompatibilidades, en linderos, cortinas rompe vientos, protección de riberas, conservación de cuencas, etc.

En Argentina, es considerado como árbol protector de cultivos, plantándose entre hilera de cítricos. Es muy útil para detener los fuertes vientos provenientes de los valles cordilleranos.

En Perú, es utilizado como árbol de linderos para proteger a la finca de la entrada de animales y como árbol rompe vientos. También se emplea como estabilizador de médanos y en control de dunas.

En Chile, se ubica en ambientes favorables desde el extremo norte del país, especialmente en las cercanías de Copiapó donde alcanza gran desarrollo y es considerado un recurso de protección.

En general se presenta al pimiento como un árbol de usos limitados, debido a la ausencia de valor forrajero y en cuanto a la producción de combustible, es considerado

un recurso energético de valor moderado. Se reconoce un alto contenido de aceites esenciales o aromáticos, de usos tradicionales y potenciales. Utilizado en medicina popular, es reconocido como antidiarreico y antiespasmódico.

La corteza del pimiento presenta una importante cantidad de extraíbles químicos: taninos, oleorresinas, ácido linoleico, erúxico y lignocérico.

Las hojas también presentan taninos, flavonoides libres y combinados, carbohidratos, saponinas, ácido linoleico, behémico, lignocérico; además de triterpenos y glicósidos. Las hojas se utilizan para el teñido de las lanas, proporcionando un tinte amarillo.

Las semillas contienen ácido linoleico. El aceite extraído de las semillas presenta actividad fungo tóxica y puede ser efectiva como fungicida natural. Se ha comprobado que la variación estacional afecta la concentración de los aceites en la semilla.

Los frutos y semillas presentan además varios aceites esenciales: mirceno, felandreno, limoneno y cadinol, los que pueden extraerse fácilmente por arrastre de vapor de agua. Con los frutos fermentados se prepara chicha, miel de molle y vinagre.

Por su fácil y económica propagación, es una importante especie ornamental para terrenos urbanos y rurales. En Chile, el pimiento se utiliza frecuentemente como árbol urbano y en bordes de carreteras, destacándose por la resistencia a la contaminación y a la escasa demanda de riego.

La madera es durable y dura, de albura gris-rojiza y duramen de color amarillo oscuro. Presenta una variada aplicación en ebanistería rústica, construcción de exteriores, soportes de frutales, confección de útiles domésticos, parquets y mangos de herramientas. Debida al contenido de taninos, postes o varas de pimiento presentan una durabilidad de alrededor de 50 años.

El *Schinus molle* se encuentra ampliamente difundido fuera de sus zonas de distribución geográfica original, crece en América Central y El Caribe, Norteamérica,

África oriental, Medio oriente, Israel. También es cultivo en la zona del Mediterráneo en el sur de Europa.

Análisis De Las Propiedades De La Composición Química Del Árbol Schinus (Molle).

### Silicio

El silicio parte de los elementos denominados metaloides o semimetales. Este tipo de elementos tienen propiedades intermedias entre metales y no metales. En cuanto a su conductividad eléctrica, este tipo de materiales al que pertenece el silicio, son semiconductores.

### Aluminio

Es el elemento metálico que más abunda en la corteza terrestre. Su disponibilidad, por lo tanto, está solo limitada por factores económicos en lo que respecta a prospecciones, extracciones y tratamiento, en las condiciones actuales, la principal es la bauxita, cuya fórmula es  $Al_2O_3 \cdot nH_2O$ , pero con impurezas de óxido de hierro, Sílice y titanio.

### Hierro

El hierro es el segundo metal más abundante y el cuarto de todos los elementos, superado únicamente por el oxígeno, el silicio y el aluminio. Los minerales de hierro más comunes son: la hematita o mineral de hierro rojo ( $Fe_2O_3$ ), que contiene un 70% de hierro; la limonita o mineral de hierro marrón ( $FeO(OH) \cdot nH_2O$ ), con un 42% de hierro.

### Calcio

Los metales alcalinotérreos, entre los que se encuentra el calcio, tienen propiedades entre las que está el ser blandos, coloreados y tener una baja densidad. Los elementos como el calcio tienen una baja energía de ionización. Todos los metales alcalinotérreos forman compuestos iónicos a excepción del berilio.

El estado del calcio en su forma natural es sólido (paramagnético). El calcio es un elemento químico de aspecto blanco plateado y pertenece al grupo de los metales.

### Magnesio

El magnesio (Mg) es el metal estructural más ligero que se conoce. Es un 40% más ligero que el aluminio. El magnesio metálico puede laminarse y estirarse cuando se calienta entre 300 y 475°C, pero es quebradizo por debajo de esta temperatura y puede arder si se calienta mucho más.

### Propiedades Físicas Y Análisis Químico

Según ensayos de fluorescencia.

**Tabla 08.** Composición Química de ceniza de schinus

<b>SCHINUS</b>	
<b>COMPUESTO</b>	<b>PORCENTAJE</b>
Si2	39.98%
Al2O3	19.08%
CaO	31.98%
MgO	1.73%
Fe2O3	4.073%

Fuente: Polonio, E. (2016)

### Comparación De Las Propiedades Químicas Del Árbol Schinus (Molle) Y Del Cemento.

**Tabla 09.** Comparación de propiedades químicas del árbol schinus y cemento

<b>SCHINUS</b>		<b>CEMENTO</b>	
COMPUESTO	PORCENTAJE	COMPUESTO	PORCENTAJE
Si2	39.98%	Si2	20% - 27%
Al2O3	19.08%	Al2O3	4% - 7%
CaO	31.98%	CaO	61% - 67%
MgO	1.73%	MgO	1% - 5%
Fe2O3	4.073%	Fe2O3	2% - 4%

Fuente: Polonio, E. (2016)

Observando el cuadro entre la comparación de ambos quiere decir que las cenizas de hoja de schinus (molle) es apto para poder ser sustituido por un 5% al cemento porque cuenta con las mismas propiedades que el cemento y es un material cementante que en la cual tiene los mismos componentes.

### Producción

En vivero crece normalmente entre 50 cm 1,20cm de altura en el primer año de vida, y a los 3 – 4 años los arbolitos pueden medir entre 2-2,5 m de altura y presentar un diámetro de 10 cm, a los 10 años puede alcanzar un tamaño de 5 a 6 metros.

### Nivel Nacional

El molle crece tanto de manera silvestres como cultivada en zonas secas de la costa, la serranía y parte de la amazonia, desde el nivel del mar hasta los 3,500 msnm.

Desarrolla con mayor eficiencia en lugares con suelos ligeros a rocosos y baja condiciones climáticas tropicales y templadas.

Ayacucho se elabora con el fruto una bebida fermentada, similar a la chicha. Antiguamente, con las hojas se preparaban infusiones con las cuales se hacían baños para desinflamar piernas de gotosos. En las comunidades campesinas es utilizado el macerado de las hojas para el control de plagas en los cultivos.

**Tabla 10.** Nombre Científico

<b>Reino:</b>	<b>Plantae</b>
Filo:	Magnoliophyta
Clase:	Magnoliopsida
Orden:	Sapindales
Familia:	Anacardiaceae
Género:	Schinus
Especie:	Molle

Fuente: Chirino et al. (2011)

### Nivel Regional

En la región Ancash se encuentran las principales áreas de cultivos, no se existe una cosecha dada ya que el schinus (molle) no es sembrado para una cosecha futura, de tal manera no hay un porcentaje definido.

### Nivel Local

En la ciudad de Chimbote sus bancos naturales se encuentran en: Cambio Puente, Santa Clemencia, Chachapoyas, Cahuide, de tal manera no hay un porcentaje definido.

### Forma De Acceso

Para este trabajo de investigación se utilizará las hojas de schinus (molle) extraída del Pueblo Cahuide – Chachapoyas.

### Descripción Botánica.

Árbol de 10 a 12 m, pudiendo alcanzar hasta 25 m de altura, de fuste poco desarrollado en altura, pero de 0,5 – 1,5 m de diámetro de la base, muy ramificado en la parte superior. La corteza es de color café claro a ligeramente grisáceo, áspera y agrietada, la que se desprende en los individuos más viejos.

Follaje perenne, denso o abierto, con ramas y ramillas notablemente colgantes, hojas compuestas o pinnadas, aromáticas, foliolos sésiles de 1,5 – 4,0 cm de largo, lanceolados o linear-lanceolados, de margen liso o aserrado, 5-9 yugados a 7-16 yugadas.

Especie polígamo-dioica. Flores unisexuales o hermafroditas, dispuestas en panículas alargadas. El fruto es una drupa globosa, de 4 – 6 mm de diámetro, mesocarpio azucarado, con el exocarpio delgado y crustáceo, de un llamativo color rojizo. Semillas negras, rugosas, redondeadas, de 3 – 5 mm de diámetro.

### Antecedentes Biológicos Y Comportamiento Ecológico.

La primera floración ocurre después de los 10 años y luego florece anualmente entre los meses de octubre a enero. Los frutos maduran entre los meses de febrero a marzo, los que persisten prácticamente durante todo el año. El pimiento presenta raíces laterales superficiales y la raíz central es pivotante y profunda.

#### Capacidad De Regeneración Natural

Presente buena capacidad de propagación por semilla. En buenos suelos y humedad suficiente presenta abundante regeneración natural por sus semillas, las que son dispersadas por aves y otros animales. Gran capacidad del brote, en tocones cortados a 10-20 cm de altura retoña en forma arbustiva. Responde vigorosamente a las podas y desmoches altos.

#### Susceptibilidad A Daños Y Enfermedades

El pimiento es poco tolerante a las bajas temperaturas. En clima más fríos y húmedos, las heladas queman el follaje adquiriendo una tonalidad café oscura, pero con la llegada de la primavera recupera rápidamente su aspecto lozano.

Resistente a las termitas. El follaje es atacado por insectos del grupo de los Homóptera los que forman agallas de forma lenticular en las hojas y el raquis, con cavidad única, de forma esférica con un solo huésped.

#### Compuestos

Todas partes del árbol tienen un aceite alto y el contenido esencial de aceite que produce un olor aromático picante.

Las hojas de molle del Perú tienen un alto contenido de aceite, principio amargo, gomorresina oxidasa.

La fruta secada tiene un adulterante de pimienta negra. Las frutas poseen compuestos de pineno, fenol, timol, felandreno.

El árbol produce un aresina y oleorresina o bálsamo que se usa medicinalmente.

La corteza o tronco tiene tanino, látex, compuesto de goma de resina, látex que contiene esquinoidasa.

El análisis fotoquímico de molle del Perú revela que la planta contiene taninos, alcaloide, flavonoides, saponinas de esteroides, sterols, terpenos, las gomas, las resinas y aceites esenciales. El aceite esencial se presenta en las hojas, la corteza y la fruta.

La fruta puede contener hasta 5% de aceite esencial y las hojas pueden contener hasta 2% de aceite esencial.

Siendo la ceniza rica en potasa, se le usa como blanqueador de ropa, para hacer jabón y curtir.

La madera del molle es de color pardo amarillento, el duramen es mas pálido con manchas de color gris.

En cuanto al carbón, en pruebas realizadas se obtuvieron las siguientes características: Densidad 0.44g/cm<sup>3</sup>, Porosidad 53%, Poder calorífico 0.2Kcal/kg, Humedad 6.2%, Material volátil 37.2%, Carbono fijo51% y Cenizas 6%.

## Arcilla

Evangelista y De Brito (2011), las arcillas son cualquier sedimento o deposito mineral y natural que es plástico cuando se humedece y que consiste de un material muy fino, formado por partículas muy pequeñas cuyo tamaño es inferior a 4 micras, y que se componen principalmente de silicatos de aluminio hidratados.

## Características

Material de estructura laminar.

- Sumamente hidrosκόpico.
- Su masa se expande con el agua.
- Con la humedad se reblandece y se vuelve plástica.
- Al secarse su masa se contrae en un 10%

- Generalmente se le encuentra mezclada con materia orgánica.
- Adquiere gran dureza al ser sometida a temperaturas mayores a 600°C.



**Figura 02.** Relación agua - cemento

## Clasificación De Las Arcillas

### Arcillas Caolinitas

Es una arcilla blanca muy pura que se utiliza para la fabricación de porcelanas y de aprestos para almidonar. También es utilizada en ciertos medicamentos y como agente adsorbente. Conserva su color blanco durante la cocción. Es silicato de aluminio hidratado formado por la descomposición de feldespato y otros silicatos de aluminio. (Cruz R.,2014)

### Características: Usos en la construcción

- Terraplén.
- Placas de vidrio.
- Usado para producir arcillas pesadas.
- En pistas para aterrizaje de aviones.
- En mezclas termoplásticas para techar.
- Como relleno en cementos resistente de ácidos y refracarios.

- En el concreto mejora la durabilidad, remueve el hidróxido de calcio químicamente activo, mejora la porosidad y la adhesión entre el cemento, la arena y la grava.

#### Arcillas Illitas

La illita es un mineral del grupo de los silicatos. La illita es un filosilicato o silicato laminar. El grupo de las illitas está constituido por diversos minerales parecidos a la mica muscovita. La illita es, posiblemente, el grupo más abundante en los depósitos arcillosos marinos modernos. Es también la arcilla más abundante en los depósitos sedimentarios antiguos y es el material arcilloso predominante. (Cruz., 2014)

#### Características

- Mediante inestables
- Mediante expansibles
- Angulo de fricción interna media
- Tienen mediana plasticidad.

#### Arcillas Montmorillonitas (Expansivas)

Una arcilla expansiva es aquella arcilla susceptible de producir grandes cambios de volumen, en directa relación con los cambios en la humedad del suelo.

Las arcillas se expanden con la humedad y se contraen al secarse, formando profundas grietas. Este proceso favorece la mezcla de materiales desde horizontes más profundos, ya que al rellenarse las grietas con material externo, cuando la arcilla vuelve a hidratarse, expulsa parte del material más profundo por la falta de espacio. Este proceso repetido durante años acaba generando suelos de tipo vertisol.

Las “montmorillonitas” están formadas por una lámina alumínica y dos silícias, en este tipo de arcilla la unión entre las retículas es débil, por lo que las moléculas del agua pueden introducirse en la estructura con relativa facilidad. Son expansivas ya que debido

a lo anterior, se produce un incremento volumétrico. La montmorillonita es un mineral del grupo de los silicatos, subgrupo filosilicatos y dentro de ellos pertenece a las llamadas arcillas. Es un hidroxisilicato de magnesio y aluminio, con otros posibles elementos. Para cimentación de construcciones en uno de los terrenos en los que se deben tomar más precauciones debido a su carácter expansivo. También posee tixotrópicos, lo que permite su utilización como lodos de perforación. E los cristales y presentan fuerte tendencia a la inestabilidad. (Cruz Ruiz A., 2014).

#### Propiedades Físico – Químicas

Las arcillas en su estado natural, están compuestas de un (silicato de Al hidratado) o como es el caso general, varios minerales arcillosos y otros materiales como cuarzo, feldespato, plagioclasas, piroxeno, rutilo, limonita y materia orgánica, sus propiedades resulta de su origen mineralogía y tratamientos posteriores a su formación que agregaron nuevos minerales, transforman las ya existentes o simplemente, los alteraron mecánicamente.

#### Capacidad de Absorción y Retención de Líquidos

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

La absorción de agua de arcillas absorbentes es mayor del 100% con respecto al peso- (García E., 2012)

Otra propiedad de las arcillas es como absorbentes de líquidos: son capaces de absorber agua u otras moléculas en el espacio interlaminar o en los canales estructurales. Desde el punto de vista medioambiental, estos líquidos pueden ser contaminantes (por

ejemplo, vertidos de hidrocarburos), o pueden contener contaminantes en disolución. Presentan unas características que las hacen de gran utilidad en trabajos de descontaminación por su capacidad de absorción e intercambio iónico.

#### Hidratación e Hinchamiento

La hidratación y deshidratación del espacio interlaminar son propiedades características de las esmectitas, y cuya importancia es crucial en los diferentes usos industriales. Aunque hidratación y deshidratación ocurren con independencia del tipo de cambio presente, el grado de hidratación si está ligado a la naturaleza del catión interlaminar y a la carga de la lámina.

La absorción de agua en el espacio interlaminar tiene como consecuencia la separación de las láminas dando lugar al hinchamiento. Este proceso depende del balance entre la atracción electrostática catión-lámina y la energía de hidratación del catión. A medida que se intercalan capas de agua y la separación entre las láminas, lo que contribuye a que el proceso de hinchamiento pueda llegar a disociar completamente unas láminas de otras. (García E., 2012).

#### Plasticidad

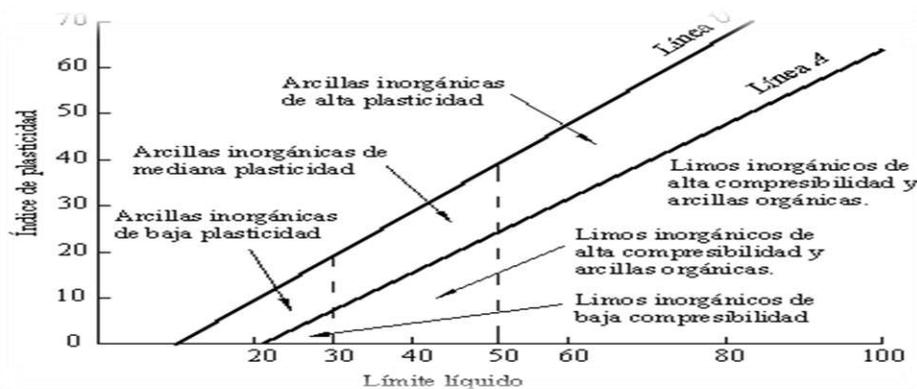
Las arcillas son eminentemente plásticas. Esta propiedad se debe a que el agua forma una envuelta sobre las partículas laminares produciendo un efecto lubricante que facilita el deslizamiento de unas partículas sobre otras cuando se ejerce un esfuerzo sobre ellas.

Generalmente, esta plasticidad puede ser cuantificada mediante la determinación de los índices de Atterberg: Limite Líquido y Limite Plástico. (García E., 2012)

**Tabla 11.** Grado de plasticidad de la arcilla

<b>GRADO DE PLASTICIDAD ( SOWERS, 1979)</b>	
IP	DESCRIPCION
0 -3	no plástico
3_15	ligeramente plástico
15-30	baja plasticidad
> 30	alta plasticidad

Fuente: Sowers, 1979



**Figura 03.** Gráfico de plasticidad

### Capacidad de intercambio Catiónico

Es una propiedad fundamental de las arcillas. Son capaces de cambiar, fácilmente, los iones fijados en la superficie exterior de sus cristales, en los espacios interlaminares, o en otros espacios interiores de las estructuras, por otros existentes en las soluciones acuosas envolventes. La capacidad de intercambio catiónico (CEC) se puede definir como la suma de todos los cationes de cambio que un mineral. Estas cargas negativas pueden ser generadas de tres formas diferentes:

- Sustituciones isomórficas dentro de la estructura.
- Enlaces insaturados en los bordes y superficies externas.
- Disociación de los grupos hidroxilos accesibles.

El primer tipo es conocido como carga permanente y supone un 80% de la carga neta de la partícula; además es independiente de las condiciones de pH y actividad iónica del medio. Los dos últimos tipos de origen varían en función del pH y de la actividad iónica. Corresponden a bordes cristalinos, químicamente activos y representan al 20% de la carga total de la lámina. García, E. (2012)

A continuación, se muestran algunos ejemplos de capacidad de intercambio catiónico (en meq/ g):

**Tabla 12.** Capacidades típicas de intercambio catiónico de las arcillas

<b>MATERIAL</b>	<b>CEC (meq/100g)</b>
<b>Arcillas</b>	
Caolinita	3_15
Illita	15-40
Montmorillonita	80-100

Fuente: Smart-fertilización inteligente, 2014

El “problema” de las arcillas radica en que a temperaturas por encima de 200°C la estructura colapsa, eliminando la zona de absorción, de forma que si queremos depurar soluciones a temperaturas por encima de 200°C no tendremos el espacio interlaminaar donde acomodar los cationes o moléculas que nos interesa eliminar de la solución.

#### Porosidad y Permeabilidad

El grado de porosidad varía según el tipo de arcilla. Esta depende de la consistencia más o menos compacta que adopta el cuerpo cerámico después de la cocción. Las arcillas que crecen a baja temperatura tienen un índice más elevado de absorción puesto que son más porosas (Famiglietti, N., 2014)

**Tabla 13.** Valores estimados de la porosidad (%)

	<b>TOTAL</b>	<b>EFICAZ</b>
<b>Arcillas</b>	<b>40 a 60</b>	<b>0 a 5</b>
Limos	35 a 50	3 a 19
Arenas finas, arenas limosas	20 a 50	10 a 28
Arena gruesa o bien clasificada	21 a 50	22 a 35
Grava	25 a 40	13 a 26
Shale intacta	1 a 10	0.5 a 5
Shale fracturada/alterada	30 a 50	
Arenisca	5 a 35	0.5 a 10
Calizas, dolomías NO carstificadas	0.1 a 25	0.1 a 5
Calizas, dolomías carstificadas	5 a 50	5 a 40
Rocas ígneas y metamórficas sin fracturar	0.01 a 1	0.0005
Rocas ígneas y metamórficas fracturadas	1 a 10	0.00005 a 0.01

Fuente: Famiglietti, N., 2014

Hay diversos factores que influyen en la permeabilidad, incluyendo el tamaño de la partícula (hasta el mismo tamaño de los poros). En general, sedimentos de granulación fina tienen la permeabilidad más baja que los sedimentos de granulación gruesa. (Famiglietti, N., 2014)

De esta manera, y en orden decreciente de permeabilidad:

- Grava (Alta Permeabilidad)
- Arena
- Lodo
- Arcilla
- Pizarra (Baja Permeabilidad)

#### Tixotropía

La tixotropía se define como el fenómeno consistente en la pérdida de resistencia de un coloide, al amasarlo, y su posterior recuperación con el tiempo. Las arcillas

tixotrópicas cuando son amasadas se convierten en un verdadero líquido. Si, a continuación, se las deja en reposo recuperan la cohesión, así como el comportamiento deberá poseer un contenido en agua próximo a su límite líquido. Por el contrario, en torno a su límite plástico no existe posibilidad de comportamiento tixotrópico.

#### Uso de la Arcilla

##### Tratamiento de agua:

Se emplea en decoloración y clarificación. Tienen gran importancia en los procesos de purificación de aguas que contengan diferentes tipos de aceites industriales y contaminantes orgánicos. (Tabernero, 2012)

El tratamiento de aguas residuales, en un área asignada a la elaboración de celdas o fosas, en donde se lleva a cabo un proceso de retención y canalización de aguas negras, las cuales, a base de filtros naturales como arcillas, realizan un proceso de limpieza que clarifica los líquidos para así poder rehusarlos. (Membranas Los Volcanes, 2014)

En los procesos de absorción de contaminantes juegan un papel importante los sólidos con textura y porosidad adecuada, que no introduzcan otro tipo de contaminación en suelos o aguas y que sean económicamente viables. Estas características son frecuentemente encontradas en arcillas naturales, preferiblemente esmécticas debido a su capacidad de inflado en medios húmedos y su capacidad de intercambio catiónico. Las arcillas tipo esmécticas son frecuentemente estudiadas en procesos de adsorción de contaminantes, tanto inorgánicos como orgánicos.

**Tabla 14.** Comparación de las propiedades químicas de la arcilla y del cemento

ARCILLA		CEMENTO	
COMPUESTO	PORCENTAJE	COMPUESTO	PORCENTAJE
Si2	35.438%	Si2	20% - 27%
Al2O3	39.186%	Al2O3	4% - 7%
CaO	6.384%	CaO	61% - 67%
MgO	5.499%	MgO	1% - 5%
Fe2O3	4.905%	Fe2O3	2% - 4%

Fuente: Propio

Observado el cuadro entre la comparación de ambos quiere decir que la arcilla es apto para poder ser sustituido por u 10% al cemento porque cuenta con las mismas propiedades que el cemento y en un material cementante que en la cual tiene los mismos componentes.

Marco Normativo

Clasificación

Tipos: Los ladrillos de concreto elaborados de acuerdo con esta NTP deberán estar conforme a los cuatro tipos, tal como sigue:

Tipo 24: Para su uso como unidades de enchape arquitectónico y muros exteriores sin revestimiento y para su uso donde se requiere alta resistencia a la compresión y resistencia a la penetración de la humedad y a la acción severa del frío-

Tipo 17: Para uso general donde se requiere moderada resistencia a la compresión y resistencia a la acción del frío y a la penetración de la humedad.

Tipo 14: Para uso general donde se requiere moderada resistencia a la compresión.

Tipo 10: Para uso general donde se requiere moderada resistencia a la compresión.

Nota: Los requisitos para los ladrillos de concreto son también aplicables la enchapes de concreto macizo y a unidades de revestimiento de mayor tamaño que el ladrillo.

## Materiales

Los materiales utilizados en la fabricación de los bloques deberán cumplir con las siguientes normas:

Cementos: NTP 334.009, NTP 334.082 y NTP 334.090.

Cales: NTP 334.145.

Agua de mezcla: NTP 339.088.

Agregados: NTP 400.037.

Otros constituyentes: para los agentes incorporadores de aire, pigmentos colorantes, repelentes integrales de agua, y otros constituyentes de debe establecer previamente que son adecuados para su empleo en las unidades de albañilería de concreto y deben estar conformes con las NTP aplicables o ser demostrado mediante el ensayo o la experiencia que no son perjudicables para la durabilidad de las unidades de albañilería o algún material habitualmente empleado en la construcción de albañilería.

## Requisitos

En el momento del despacho al cliente, todas las unidades deben estar conforme a los requisitos físicos prescritos en la Tabla 1.

**Tabla 15.** Requisitos de resistencia y absorción.

	<b>Resistencia a la compresión, mín, MPa, respecto al área bruta promedio</b>	<b>Absorción de agua, máx., % (Promedio de 3 unidades)</b>	
Tipo	Promedio de 3 Unidades	Unidad Individual	
24	24	21	8
17	17	14	10
14	14	10	12
10	10	8	12

Fuente: NTP 400.037

El fabricante al despachar un lote deberá asegurar que la contracción de secado, lineal total de las unidades del lote no excede del 0,065%, valor determinado según la ASTM C 426.

#### Variaciones Permisibles En Las Dimensiones

Las dimensiones (ancho, alto y largo) no debe diferir por más de  $\pm 3,2$  mm ( $\pm 1/8$  pulgada) de las dimensiones estándar especificadas por el fabricante.

A menos que sea especificado de otro modo, el ladrillo debe ser macizo o hueco a opción del vendedor. El área neta de la sección transversal del ladrillo hueco en cada plano paralelo a la superficie conteniendo los huecos debe ser por lo menos el 75% del área de la sección transversal bruta medida en el mismo plano. Ninguna parte de algún agujero debe estar a menos de 19,1 mm ( $3/4$  pulgada) de algún borde del ladrillo.

#### Acabado Y Apariencia

Todas las unidades deben estar en buenas condiciones y libres de grietas u otros defectos que podrían interferir con el adecuado empleo de la unidad o que podrían deteriorar significativamente la resistencia o la durabilidad de la construcción. Las grietas menores inherentes al método usual de fabricación o astillamientos menores resultantes de los métodos habituales de manipulación en el envío y distribución no son causa de aceptación.

Cuando las unidades sean empleadas en construcción de muros expuestos, la cara o las caras que son expuestas no deben mostrar astillamientos o agrietamientos, de otro modo no permitido, u otras imperfecciones que son vistas desde una distancia de no menos de 6 m bajo luz difusa.

Se permite el 5% de un envío tenga astillamientos no mayores que 12,7 mm ( $1/2$  pulgada) en alguna dimensión, o grietas no más anchas que 0,5 mm (0,02 pulgadas) y no más largas que el 25% de la altura nominal de la unidad.

El color y la textura de las unidades debe ser específico por el comprador, las superficies acabadas que serán expuestas deben estar conformes a una muestra aprobada

consiste de no menos de cuatro unidades, representando el rango de textura y color permitido.

#### Producción

No se encuentra Información.

#### Forma De Acceso

Para este trabajo de investigación se utilizará la arcilla, extraída del Departamento de Ancash, Provincia Huaraz, tomando la carretera que enlaza la provincia de Huaraz con la Provincia de Carhuaz.

La construcción se encuentra en auge en ciertas partes del país. Los pobladores buscan que se consoliden las mayores obras posibles y en su medida que sean construcciones duraderas, pero la sociedad también busca que el ecosistema no esté tan afectada por esta demanda, por otro lado, las empresas constructoras buscan cumplir estos requerimientos, así como resolver el problema que tienen al querer transportar sus insumos y agregados a zonas de difícil acceso, ya que se encuentra en zonas muy distantes al crecimiento de las poblaciones del sector. Por ende, buscaremos una solución para la población, que sea un ladrillo resistente y de un bajo costo, que no afecte nuestro ecosistema y de que en su medida se puede realizar con agregados como usar la arcilla y las cenizas de hoja de schinus (molle) como parte de él.

La arcilla utilizada en la investigación es de la localidad de Carhuaz, su componente principal es el óxido de calcio, responsable de su alta reactividad, con la que buscaremos una alternativa del recurso para el diseño de un ladrillo de concreto de alta resistencia, nos lleva a darle mayor interés y difusión a una tecnología que en países desarrollados ya lo usan en varias décadas atrás y sabiendo que en nuestro país existe una gran variedad de arcilla y hemos considerado la de Carhuaz, he ahí donde se fundamenta nuestra investigación que a corto plazo será una opción interesante para la construcción, debido a que los técnicos constructivos ofrecerán en el futuro estructuras con los

elementos más ligeros y delgados pero con una resistencia sumamente mayor y aun costo menor.

En la ciudad de Huaraz, los desechos sólidos ocupan un gran espacio y causa problemas de salud e impacto en el medio ambiente y alguno de estos desechos son de origen vegetal como las hojas y ramas de árboles y plantas, debido a su descomposición. Su componente principal es el dióxido de silicio, responsable de su alta reactividad, por ello el presente proyecto cobra importancia porque contribuirá a disminuir el impacto ambiental y se observara si es un remplazo porcentual en peso del cemento de la mezcla convencional nos brinda resultados favorables y la opción del remplazo de la ceniza de hoja de schinus (molle) y la arcilla por el diseño convencional.

#### Realidad Problemática

El Perú es un país que su población necesita de mejores construcciones ya que en la actualidad sus habitantes necesitan estar seguros que las construcciones resistirán cual tipo de situaciones ya sea de fenómenos naturales ya que se sabe que con el paso del tiempo los ladrillos se deterioran y pierden su resistencia, es por ellos que necesitamos materiales de mayor resistencia.

#### Nivel Internacional

En distintos países se han realizado investigaciones para obtener materiales de construcción, con el objetivo de bajar su costo, proporcionando el mismo servicio que otorgan los materiales producidos de forma tradicional.

La construcción es uno de los principales causantes del deterioro del medio ambiente; sus actividades consumen una gran cantidad de recursos y han contribuido considerablemente a fenómenos como la deforestación o la contaminación atmosférica.

La ocurrencia de desastres naturales a nivel mundial es bastante frecuente y sus secuelas van más allá del corto plazo, y en ocasiones con cambios irreversibles, tanto en la estructura económica, social y ambiental. En el caso de los países industriales los desastres ocasionan pérdidas de vidas limitadas, gracias a la disponibilidad de sistemas

eficaces de alerta temprana y evacuación, así como a una mejor planificación del desarrollo urbano y códigos de construcción más estrictos.

#### Nivel Nacional

En Perú se fabrican ladrillos, a nivel nacional a base de arena y cemento eso hace que sean muy sensibles a la humedad y a los sulfatos. Y que con el paso del tiempo sufran deterioros fisuras entre otros daños producto de la baja resistencia.

Los ladrillos de concreto generan menos impacto ambiental, pues no se requiere quemar combustibles fósiles para su fabricación. Año a año, la demanda por ladrillos de concreto muestra un crecimiento de un 15%.

Por el contrario, la gran mayoría de empresas ladrilleras de micro y pequeño tamaño distribuidas a nivel nacional presentan un alto grado de informalidad y utilizan técnicas artesanales para la fabricación de sus productos. La planta de fabricación está representada básicamente por el horno y un espacio de terreno como patio de labranza.

#### Nivel Local

En el distrito de Chimbote y Nuevo Chimbote se elaboran ladrillos, pero no tiene en cuenta normas ni teorías especializadas para la mejor elaboración de los ladrillos. Siendo por ello un material sencillo y de baja calidad. Su mayoría son comprados por la población que viven en centros poblados siendo en su mayoría el de más bajo costo, las personas los adquieren con mucha más facilidad que los ladrillos de otros tipos.

Existen niveles alarmantes de contaminación que desde hace mucho tiempo afectan a nuestra ciudad y que hoy todos los Chimbotanos debemos de afrontar. Y no solo a eso se le suma el desmesurado crecimiento poblacional, los cuales se ven hoy reflejados en las famosas invasiones.

En la actualidad la problemática de nuestra localidad es el bajo rendimiento de los ladrillo de concreto convencionales en las edificaciones y baja resistencia que tiene el ladrillo convencional, debido a que tratan de economizar en materiales, es así que parte mi trabajo de investigación, la elaboración de ladrillos de concreto con arcilla y cenizas

de hoja de schinus (molle), se busca comprobar que sustituyendo al cemento podemos obtener una mejor resistencia en ladrillo de concreto, y pueda llegar a ser mucho más resistente que el ladrillo convencional de hoy en día.

El ladrillo de concreto tendrá en su composición la sustitución parcial del cemento por la arcilla y cenizas de hoja de schinus (molle) con lo cual se busca comprobar los efectos al sustituir el cemento. Se espera obtener una resistencia mayor. Entonces nos planteamos la siguiente pregunta:

#### Formulación Del Problema

¿En qué medida se mejorará la resistencia a la compresión del ladrillo de concreto, sustituyendo un 15% al cemento, por la arcilla en un 10% y cenizas de hoja de schinus (molle) en un 5%?

#### Variable Dependiente: Resistencia A La Compresión Definición Conceptual:

La resistencia a compresión se puede definir como la medida máxima de la resistencia a carga axial del concreto. Normalmente, se expresa en kilogramos por centímetros cuadrados ( $\text{kg/cm}^2$ ), megapascales (MPa) o en libras por pulgadas cuadradas ( $\text{lb/pulg}^2$  o psi) a una edad de 28 días.

Se pueden usar otras edades para las pruebas, pero es importante saber la relación entre la resistencia a los 28 días y la resistencia en otras edades. La resistencia a los 7 días normalmente se estima con 75% de la resistencia a los 28 días y las resistencias a los 56 y 90 días son aproximadamente 10% y 15% mayores que la resistencia a los 28 días, como se puede observar en la imagen de la tabla.

La resistencia a compresión especificada se designa con el símbolo  $f'_c$  y la resistencia a compresión real del concreto  $f_c$  debe excederla. García E., (2012).

#### Definición Operacional

La resistencia a la compresión se mide tronando ladrillo de concreto en una máquina de ensayos de compresión, en tanto la resistencia a la compresión se calcula a partir de la

carga de ruptura dividida entre el área del sección que resiste a la carga y se reporta en megapascales (MPa) en unidades SI. Los requerimientos para la resistencia a la compresión pueden variar desde 17 MPa para concreto residencial hasta 28 MPa y más para estructuras comerciales. Para determinadas aplicaciones se especifican resistencias superiores hasta de 170 MPa y más.

El ensayo de compresión consiste en llevar el ladrillo a la falla y registrar la carga de rotura en el área de contacto. (Gere M.G. & Goodno B.J. (2011))

#### **Formula**

$$R_c = \frac{P}{A}$$

#### **Dimensiones**

La resistencia a compresión se puede definir como la medida máxima de la resistencia a carga axial del concreto. Normalmente, se expresa en kilogramos por centímetros cuadrados (kg/cm<sup>2</sup>), megapascales (MPa) o en libras por pulgadas cuadradas (lb/pulg<sup>2</sup> o psi) a una edad de 28 días. Un megapascal equivale a la fuerza de un newton por milímetro cuadrado (N/mm<sup>2</sup>) o 10.2 kilogramos-fuerza por centímetro cuadrado.

#### **Contenido de cemento**

La resistencia del hormigón aumenta con la proporción de cemento en la mezcla, hasta que se alcanza la resistencia del cemento o el agregado, según el que sea más débil.

Los cementos finalmente molidos resultan convenientes en cuanto a que aumentan la resistencia, en especial en los primeros días de envejecimiento, y también aumentan la trabajabilidad.

#### **Edad del concreto**

Se ha de mostrado que la resistencia a la compresión aumenta con el envejecimiento, hasta por 50 años, si existe humedad.

En la tabla (a) se muestra el desarrollo de las resistencias a la compresión, en condiciones de curado. Los valores a los 28 días se toman como el 100% y los valores de todos los demás envejecimientos se basan en los de 28 días.

#### Carga Axial

Fuerza que actúa a lo largo del eje longitudinal de un miembro estructural aplicada al centroide de la sección transversal del mismo produciendo un esfuerzo uniforme.

También llamada fuerza axial, García E., (2012)

#### Flexión

En ingeniería se denomina flexión al tipo de deformación que presenta un elemento estructural alargado en una dirección perpendicular a su eje longitudinal. El término “alargado” se aplica cuando una dimensión es dominante frente a las otras, un caso típico son las vigas, las que están diseñadas para trabajar. Principalmente, por flexión. Igualmente, el concepto de flexión se extiende a elementos estructurales superficiales como placas o láminas.

El esfuerzo que provoca la flexión se denomina momento flector. (Degarmo. E.P. y Black. J.T. y Kohser. R.A., (2011))

### Variable Independiente: Diseño De Mezcla De Ladrillo De Concreto

#### Definición Conceptual

García, E. (2013). El diseño de mezcla del ladrillo de concreto se puede definir como el proceso de selección más adecuado, conveniente y económico de sus componentes como son: agua, cemento, agregados (fino y grueso), con la finalidad de obtener un producto que en el estado fresco tenga trabajabilidad y consistencia adecuada, además en estado endurecido cumpla con los requisitos establecidos por el diseñador o indicado en los requerimientos del proyecto y especificaciones técnicas.

#### Definición Operacional

El proporcionamiento de mezclas de concreto, más comúnmente llamado diseño de mezclas es un proceso que consiste de pasos dependientes entre sí:

- a) Selección de los ingredientes convenientes (cemento, agregados, agua y aditivos).
- b) Determinación de sus cantidades relativas “proporcionamiento”, tan económico como sea posible, un concreto de trabajabilidad, resistencia a compresión y durabilidad apropiada.

Estas proporciones dependerán de cada ingrediente en particular los cuales a su vez dependerán de la aplicación particular del concreto. También podrían ser considerados otros criterios, tales como minimizar la contracción y el asentamiento o ambientes químicos especiales.

#### Dimensiones

Dosificaciones: es la selección de proporciones de los materiales

#### Ladrillo de concreto con 10% de arcilla

Se añadirá al diseño de la mezcla un porcentaje de 10% de arcilla ya que está especificado que esta medida da buenos resultados y mejora la resistencia a la compresión de los ladrillos de concreto.

#### Ladrillo de concreto con 5% de cenizas de hoja de schinus (molle)

Se añadirá al diseño de la mezcla un porcentaje de 5% de cenizas de hoja de schinus (molle) ya que está especificado que esta medida da buenos resultados y mejora la resistencia a la compresión de los ladrillos de concreto.

Relación agua/cemento (A/C): La relación A/C de la mezcla influirá mucho sobre la resistencia del hormigón endurecido con un envejecimiento dado. Una mezcla dada puede tener una resistencia relativamente buena o mala, dependiente de la cantidad de agua que se agregue. Una mayor relación A/C dará una menor resistencia, esto quiere decir que, a mayor cantidad de agua, menos resistencia.

#### Agregado grueso

El agregado el grueso es el retenido en el tamiz 4.75 mm(N°9) proveniente de la desintegración natural o mecánica de la roca, que cumple con los límites establecidos en la norma técnica peruana 400.037.

El agregado grueso suele clasificarse en grava y piedra triturada o chancada. La grava es el agregado grueso, proveniente de la desintegración natural de materiales pétreos, encontrándoseles corrientemente en canteras y lechos de ríos, depositados en forma natural.

#### Agregado fino

El agregado fino es el material proveniente de la desintegración natural o artificial de las rocas, que pasan el tamiz de 3/8" (9.51mm) y es retenido en el tamiz N°200 (74um). Norma Técnica Peruana 400.011.

#### Masas unitarias de los agregados

Las masas de los agregados por unidad de volumen, relaciona la capacidad de acomodamiento de los agregados, en el caso de las densidades compactadas, y las densidades en estado aparentemente seco las condiciones de manejabilidad y consistencia de la mezcla de concreto en estado fresco.

Hipótesis: El ladrillo de concreto, sustituyendo al cemento por la arcilla en un 10% y ceniza de hoja de schinus (molle) 5%, aumentara la resistencia a la compresión en comparación de un ladrillo patrón.

#### Objetivo General

Determinar la resistencia a la compresión del ladrillo de concreto, sustituyendo un 15% al cemento, por arcilla en un 10% y cenizas de hoja de schinus (molle) en un 5%, en comparación al ladrillo patrón.

### Objetivos Específicos

Determinar la temperatura de activación térmica mediante el análisis térmico diferencial de la arcilla y cenizas de hoja de schinus (molle).

Determinar la composición química de la arcilla y cenizas de hoja de schinus (molle) mediante el análisis de Fluorescencia de rayos X.

Determinación el PH del cemento, la arcilla, y la ceniza de la hoja de schinus (molle), y la combinación del cemento, la arcilla y la ceniza de hoja de schinus (molle).

Elaborar los diseños de mezcla homogéneas del ladrillo patrón y experimental

Determinar la resistencia a la compresión en 7, 14, 28 días del ladrillo patrón y experimental.

## II. METODOLOGIA

Métodos: El método de investigación que se aplica es la Experimentación, ya que se utilizan nuevos tipos de materiales para la elaboración de ladrillos de concreto, aplicando la arcilla y cenizas de hoja de schinus (molle), en la sustitución del cemento en el diseño de mezcla del ladrillo de concreto de concreto, y en lo cual lo compararemos con un diseño convencional de ladrillo de concreto.

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 ladrillo, sea una unidad de albañilería aceptable para su uso de acuerdo a la Norma Técnica Peruana, y a la vez el costo sea más accesible para la población.

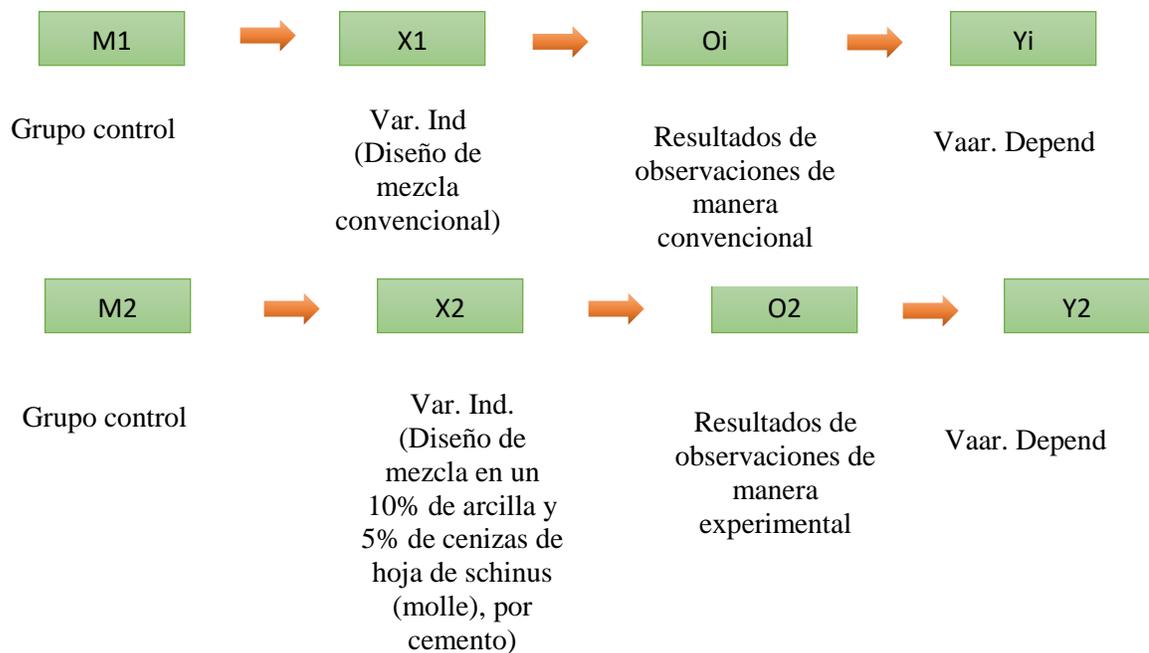
Se empleará el método e la observación porque se tomará datos mediante una Guía de Observación.

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 las unidades de albañilería y generando obras alternativas de diseñar viviendas con mayor durabilidad y mejor resistencia, servirá como una técnica nueva para el proceso constructivo. Se lograr consolidar los problemas a través de esta propuesta es 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 las características técnicas de un ladrillo de concreto utilizando la arcilla y cenizas de hoja de schinus (molle), en comparación de un ladrillo de concreto convencional. Los ensayos se harán de manera experimental, haciendo del tiempo un factor importante para la deducción de resultados.

Diseños 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 la arcilla y las cenizas de hoja de schinus (molle) en relación al proceso de un ladrillo de concreto experimental con el de un ladrillo de concreto convencional.

Siendo el esquema del diseño de investigación el siguiente:



Dónde:

**M<sub>1</sub>**: Muestra sub (1) de elementos (diseño de mezcla para ladrillos elaborados de manera convencional).

**M<sub>2</sub>**: Muestra sub (2) de elementos (diseño de mezcla para ladrillos elaborados de manera experimental, utilizando como material a la arcilla, en un diseño de

mezcla en 10% y cenizas de hoja de schinus (molle) en un diseño de mezcla en 5%).

$X_1$ : Variable independiente (Diseño de mezcla elaborando de manera convencional).

$X_2$ : Variable independiente (Diseño de mezcla modificado)

$Y_1$ : Variable dependiente (resistencia a la compresión en ladrillos elaborados de manera convencional).

$Y_2$ : Variable dependiente (resistencia a la compresión en ladrillos elaborados de manera modificada).

$O_1$ : Observaciones (resultado) posibles de obtenerse en grupo control.

$O_2$ : Observaciones (resultado) posibles de obtenerse en grupo experimental.

$O_1, O_2$ : Es la información u observaciones recolectadas en cada una de dichas muestras. De  $O_1$  a  $O_2$  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 obra.

**Enfoque De La Investigación:** La investigación será de tipo aplicada, 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 ladrillo de concreto. La arcilla y la Ceniza de Hoja de

Schinus, será utilizada para sustituir al ladrillo de concreto convencional. La manera en que se utilizará en la mezcla será a base de una sustitución porcentual entre los elementos que la conforman.

#### Población

Conjunto de ladrillos de concreto elaborados de manera convencional y experimental sustituyendo el cemento por arcilla en un 10% y cenizas de hoja de schinus (molle) en 5%, de acuerdo a su diseño de mezcla en relación a su resistencia a la compresión.

#### Muestra

Testigos (ladrillos de concreto), necesarios para que podamos experimentar en el laboratorio de Mecánica de Suelos; para fundamentar nuestra hipótesis.

Los 18 ladrillos de concreto  $f'c = 130 \text{ kg/cm}^2$ ; estarán distribuidos de la siguiente manera; 9 convencionales y 9 con 10% de arcilla y 5% de ceniza de hoja de schinus (molle), en función a la variable Resistencia a la Compresión.

Tamaño de muestra:

$N = 3$ ; Es decir se considera el mínimo aceptable de la Norma Técnica Peruana.

9 ladrillos de concreto patrón para ser curados con agua potable y obtener resultados de sus resistencias alcanzadas a los 7, 14 y 28 días.

9 ladrillos de concreto experimental (combinación de arcilla al 10% y cenizas de hoja de schinus (molle) al 5%) para ser curadas con agua potable y obtener resultados de sus resistencias a la compresión alcanzadas a los 7, 14 y 28 días.

Determinación del tamaño de muestra  $n = ?$

**Tabla 16.** Técnicas e instrumentos de Recolección de datos.

<b>TECNICA DE RECOLECCION DE INFORMACION</b>	<b>INSTRUMENTOS</b>	<b>AMBITO DE LA INVESTIGACION</b>
➤ La Observación Científica	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Guía De Observación Resumen</li> <li>➤ Fichas Técnicas De los ensayos a realizar (Laboratorio)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Muestreo</li> <li>➤ Grupo Control (Diseño de Ladrillo de Concreto Convencional)</li> <li>➤ Grupo Experimental (Diseño de Ladrillo de Concreto sustituyendo la arcilla y las cenizas de hoja de schinus (molle) al cemento)</li> </ul>

Fuente: Propia

Siendo un proyecto de investigación con un nivel de investigación Cuasi-Experimental, se opta por usar como técnica de investigación; la Observación Científica, (guía de observación como instrumento).

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 del ladrillo de concreto convencional y ladrillo de concreto sustituyendo la arcilla en un 10% y cenizas de hoja de schinus (molle) en un 5%.

Los materiales a utilizarse en el diseño de ladrillo serán evaluados por una serie de ensayos y así determinar si los materiales son buenos para la mezcla de concreto a utilizar.

Los instrumentos serán tomados con respecto a los siguientes ensayos:

Ensayo Granulométrico

Ensayo de Peso Específico de Arena Gruesa

Ensayo de Peso Específico de Piedra

Ensayo de Peso Unitario de Arena

Ensayo de Peso Unitario de Piedra

Contenido de Humedad

Diseño de Mezcla

Cono de Abrams

Elaboración de Unidades

Ensayo a la Compresión

La Guía de Registro realizados por nosotros mismos, para ver el avance de nuestros ladrillos se tomará de acuerdo a los 7, 14 y 28 días.

Para los cálculos y para el análisis de los resultados arrojados en el laboratorio mecánica de suelos nos basaremos con la ayuda de los programas.

En los ensayos a realizar contaremos con expertos en laboratorio de suelos.

Se utilizaron elementos como cámara fotográfica y demás instrumentos que permitirán registrar y evidenciar lo planteado en el presente perfil del proyecto.

Procesamiento Y Análisis De La Información: Para el presente proyecto de investigación el procesamiento de datos será posterior a los ensayos respectivos apoyados en una hoja de cálculo Excel. Para realizar el análisis de los datos se tendrá presente:

Calculo de dosificación para el Diseño de Mezcla del ladrillo de concreto

Representación con tablas, gráficos, porcentajes, promedios y prueba de hipótesis.

Metodología.

Ubicación de las canteras para los agregados

Agregado Grueso y Agregado Fino

Nombre de la cantera : RUBEN

Ubicación de la cantera : CHIMBOTE

Propietario : Sr. Rubén Rodríguez

Accesibilidad : Por la Panamericana norte con desvió a la izquierda cerca al túnel de Coishco.

Coordenadas : 762220.83mE. 8999765.11mS, Zona 17L

Obtención de la Arcilla: La arcilla que se utilizó, fue obtenida de Huaraz – Carhuaz (Ver figura: 06 y 07)

Lavado y Secado de la Arcilla (prueba de la botella): El lavado de la arcilla consiste en disolver la arcilla extraída en agua y así separar la arcilla de la tierra y el limo, y así obtener la arcilla pura, luego se pone a secar al aire libre para que endurezca (ver figura 08 y 09).

Calcinación de la Arcilla: Una vez secada la arcilla, se realizó el proceso de calcinación en la mufla (Laboratorio de Mecánica de Suelos de la USP), a una temperatura de 600°C por un tiempo de 2 horas. (Ver figura: 10)

Proceso de Molición de la Arcilla: La arcilla una vez calcinada se procede a moler en un mortero, para pasar por la malla N° 200, para ser sustituida al cemento. (Ver figura: 11 y 12).

Obtención de la Hoja de Schinus (molle): Las hojas de schinus (molle) como materia prima fue obtenida de Chachapoyas – Pueblo de Cahuide, el cual la materia prima se obtuvo verde. (Ver figura 13 y 14).

Pre quemado de las Hojas de schinus (molle): Obtenido las hojas de schinus (molle) se puso a secar al aire libre por un periodo de 20 días, las hojas deben estar completamente secas para así lograr una incineración en forma óptima, lo cual genera una ceniza con mayor reactividad puzolanica. (Ver figura: 15, 16, 17 y 18).

Calcinación de la Ceniza de hoja de Schinus (molle): Después del pre quemado, se realizó el proceso de calcinación en la mufla (Laboratorio de Mecánica de Suelos de la USP), a una temperatura de 900°C por un tiempo de 2 horas y 30 minutos. (Ver figura: 19)

Proceso de Molición de la Ceniza de hoja de Schinus (Molle): La Ceniza de Hoja de Schinus (Molle), una vez calcinada se procede a moler en un mortero, para pasar por la malla N° 200, para ser sustituida al cemento.

Ensayos de Laboratorio: Los ensayos que se realizó son: análisis granulométrico, peso unitario, gravedad específica y absorción), contenido de humedad; y así obtuvimos el diseño de mezcla. (Ver figura: 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38)

Cono de Abrams: Patrón y Experimental

Para la elaboración de cono de Abrams del Ladrillo Patrón:

Se toma la cantidad de material para tres ladrillos de acuerdo al diseño de mezcla.

Se pesó el confitillo, arena, cemento y agua según nuestro diseño de mezcla C:A:C:H<sub>2</sub>O 2.68:11.46:7.22:2.52.

Se mezcla manualmente los materiales.

Se realizó el vaciado de concreto en el cono de Abrams en 3 capas, cada capa con 25 chuceada. (Ver figura: 39, 40, 41, 42)

Para la elaboración de cono de Abrams del Ladrillo Experimental:

Se toma la cantidad de material para tres ladrillos de acuerdo al diseño de mezcla.

Se pesó el confitillo, arena, cemento y agua según nuestro diseño de mezcla C:A:C:H<sub>2</sub>O 2.68:11.46:7.22:2.52

Se procedió a pesar los porcentajes para la sustitución del cemento, arcilla el 10% del cemento y cenizas de hoja de schinus (molle) en un 5%

Se mezcla manualmente los materiales.

Se realizó el vaciado de concreto en el cono de Abrams en 3 capas, cada capa con 25 chuceada.

Elaboración de los ladrillos: (Patrón – Experimental)

Preparación De Concreto Para Ladrillos Patrón ( $F'c=130 \text{ Kg/Cm}^2$ )

Los ladrillos patrón se realizaron en San Pedro – Los Álamos en Chimbote.

Se pesó los materiales para 18 ladrillos Patrón (cemento: 8.05kg, arena: 34.39 kg, confitillo: 21.66 kg y agua: 7.56 kg.) según nuestro diseño de mezcla C:A:A:H<sub>2</sub>O 0.894:3.821:2.407:0.84

Se mezcló los materiales secos de manera manual, luego se le agrego el agua.

Se realizó el vaciado de cada ladrillo en forma continúa llenando así los ladrillos con dicha mezcla.

Luego ahí mismo se desencofro instantáneamente los ladrillos para el curado por un periodo de 7, 14 y 28 días, para luego realizar su ensayo a la compresión e impacto (Ver figura: 43, 44, 45, 46, 47).

**Tabla 17.** Pesos de los agregados por la cantidad de ladrillos a elaborar

<b>PESOS</b>					
	<b>PESO EN KG</b>		<b>CANTIDAD</b>		<b>TOTAL DE LADRILLOS</b>
<b>Cemento</b>	0.894	x	9	=	8.046
<b>Agregado Fino</b>	3.821	x	9	=	34.389
<b>Agregado grueso</b>	2.407	x	9	=	21.663
<b>Agua</b>	0.84	x	9	=	7.56

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

## Preparación De Concreto Para Ladrillos Experimental ( $F'c=130 \text{ Kg/Cm}^2$ )

Los ladrillos patrón se realizaron en San Pedro – Los Álamos en Chimbote.

Se pesó los materiales para 18 ladrillos (cemento: 8.05 kg, arena: 34.39 kg, confitillo: 21.66 kg y agua: 7.56 kg) según nuestro diseño de mezcla C:A:C:H<sub>2</sub>O 0.894:3.821:2.407:0.779

Se mezcló los materiales secos de manera manual, luego se le agrego el agua.

Se realizó el vaciado de cada ladrillo en forma continúa llenando así los ladrillos con dicha mezcla.

Luego ahí mismo se desencofró instantáneamente los ladrillos para el curado por un periodo de 7, 14 y 28 días, para luego realizar su ensayo a la compresión. Ver figura: 48, 49, 50, 51, 52, 53

**Tabla 18.** Pesos de la materia prima en porcentajes para la sustitución del cemento

PESO POR UNIDAD		
MATERIA PRIMA	PORCENTAJE	PESO EN (kg)
Arcilla	10%	0.089
CHS (molle)	5%	0.045
Total de la Sustitución %	15%	0.134
Cemento	85%	0.760
Combinación	100%	0.894

Fuente: Propia

## Ensayo de Resistencia a la Compresión

Se realizó el ensayo de resistencia a la compresión de ladrillo patrón y experimental a las edades de 7, 14 y 28 días en el Laboratorio de Mecánica de Suelos de la USP. (Ver figura: 54, 55).

### III. RESULTADOS

#### Análisis Térmico Diferencial

El análisis térmico diferencial de la arcilla y ceniza de hoja de schinus (molle) fue obtenido del laboratorio de polímeros – UNT, en lo cual se obtuvo el grado de calcinación, se aprecia en la siguiente tabla.

**Tabla 19.** Temperatura de Calcinación

<b>MATERIAL</b>	<b>GRADOS</b>
ARCILLA	600° C
CENIZAS DE HOJA DE SCHINUS (MOLLE)	900° C

Fuente: Laboratorio De polímeros – UNT

#### Composición Química

La composición química de la arcilla y la ceniza de hoja schinus (molle) fue obtenido por el laboratorio de areometría – Universidad Nacional Mayor de San Marcos se obtuvo los siguientes resultados.

**Tabla 20.** Composición química de la CHS (molle)

COMPOSICIÓN QUIMICA	RESULTADOS (%)
$Al_2O_3$	10.877
$SiO_2$	11.865
$P_2O_5$	11.360
$SO_2$	3.035
$ClO_2$	16.769
$K_2O$	20.778
$CaO$	22.656
$TiO_2$	0.128
$V_2O_5$	0.009
$Cr_2O_3$	0.005
$MnO$	0.094
$Fe_2O_3$	2.104
$Ni_2O_3$	0.009
$CuO$	0.031
$ZnO$	0.089
$SrO$	0.113
$ZrO_2$	0.005
$La_2O_3$	0.056

Fuente: laboratorio de areometría UNMSM.

**Análisis PH**

Cuadro de resumen de pH obtenidas por el laboratorio COLECBI S.A.C. donde se verifica que los porcentajes están en un rango que no afectan en el proceso de concreto.

En los resultados de exámenes de pH obtuvimos:

**Tabla 22.** Ensayos de PH

ENSAYOS PH	RESULTADOS
Arcilla	11.86
Ceniza de hoja de Schinus	11.30
Cemento	12.70
Cemento + Arcilla+CHS (molle)	12.85

Fuente: laboratorio Colecbi S.A.C.

**Tabla 21.** Composición química de la arcilla.

COMPOSICIÓN QUIMICA	RESULTADOS (%)
$Al_2O_3$	14.299
$SiO_2$	76.451
$K_2O$	1.792
$CaO$	0.772
$TiO$	0.659
$V_2O_5$	0.026
$Cr_2O_3$	0.008
$MnO$	0.079
$Fe_2O_3$	5.720
$Ni_2O_3$	0.006
$CuO$	0.007
$ZnO$	0.008
$Ga_2O_3$	0.021
$As_2O_3$	0.006
$Rb_2O$	0.006
$SrO$	0.015
$Y_2O_3$	0.005
$ZrO_2$	0.026
$BaO$	0.092

Fuente: laboratorio de areometría UNMSM.

## Diseño De Mezcla

En el cuadro se aprecia el diseño de mezcla para el ladrillo patrón y experimental donde detalla cual es la relación de a/c, se determinó lo siguiente:

**Tabla 23.** Diseño de mezcla patrón y experimental

MECLA	CEMENTO	AGREGADO GRUESO	AGREGADO FINO	A/C
Patrón y Experimental	0.894	3.821	2.407	0.840

Fuente: Laboratorio de Mecánica de Suelos y Geotecnia USP

## Ensayo De Resistencia A La Compresión De Ladrillos

### Ladrillo Patrón – 7 Días

**Tabla 24.** Resultados del ensayo de compresión del concreto patrón a los 7 días de curado.

LADRILLO PATRON	MEDIDAS DEL LADRILLO			AREA BRUTA (cm <sup>3</sup> )	CARGA DE ROTURA (kg)	fo (KG/CM <sup>2</sup> )	fo prom(KG/CM <sup>2</sup> )	%
	LARGO	ANCHO	ALTO					
P1	23.97	13.95	9.00	334.38	36370	108.77		
P2	23.95	13.95	9.00	334.10	34980	104.70	105.46	81.12
P3	23.95	13.95	9.00	334.10	34380	102.90		

Fuente: Laboratorio de Mecánica de Suelos y Geotecnia USP

La resistencia promedio de los 3 ladrillos es de  $f'c=105.46$  Kg/cm<sup>2</sup>, es decir la resistencia promedio a los 7 dias nos da un porcentaje de 81.12% de la resistencia convencional  $f'c=130$  Kg/cm<sup>2</sup>.

Ladrillo Patrón – 14 Días

**Tabla 25.** Resultados del ensayo de compresión del concreto patrón a los 14 días de curado.

LADRILLO PATRON	MEDIDAS DEL LADRILLO			AREA BRUTA (cm <sup>3</sup> )	CARGA DE ROTURA (kg)	fo (KG/CM <sup>2</sup> )	fo prom(KG/CM <sup>2</sup> )	%
	LARGO	ANCHO	ALTO					
<b>P4</b>	23.97	13.98	8.98	335.10	39450	117.73		
<b>P5</b>	23.98	13.98	8.97	335.24	42840	127.79	122.72	94.40
<b>P6</b>	24.00	14.00	9.00	336.00	41210	122.65		

Fuente: Laboratorio de Mecánica de Suelos y Geotecnia USP

La resistencia promedio de los 3 ladrillos es de  $f^c=122.72$  Kg/cm<sup>2</sup>, es decir la resistencia promedio a los 14 días nos da un porcentaje de 94.40% de la resistencia convencional  $f^c=130$  Kg/cm<sup>2</sup>.

Ladrillo Patrón – 28 Días

**Tabla 26.** Resultados del ensayo de compresión del concreto patrón a los 28 días de curado.

LADRILLO PATRON	MEDIDAS DEL LADRILLO			AREA BRUTA (cm <sup>3</sup> )	CARGA DE ROTURA (kg)	fo (KG/CM <sup>2</sup> )	fo prom(KG/CM <sup>2</sup> )	%
	LARGO	ANCHO	ALTO					
<b>P7</b>	23.93	13.97	8.93	334.30	42760	127.91		
<b>P8</b>	24.00	13.83	8.94	331.92	46250	139.34	131.63	101.25
<b>P9</b>	23.92	13.97	8.98	334.16	42650	127.63		

Fuente: Laboratorio de Mecánica de Suelos y Geotecnia USP

La resistencia promedio de los 3 ladrillos es de  $f^c=131.63$  Kg/cm<sup>2</sup>, es decir la resistencia promedio a los 28 días nos da un porcentaje de 101.25% de la resistencia convencional  $f^c=130$  Kg/cm<sup>2</sup>.

**Grafica 01.** Resistencia a la compresión de ladrillo - Patrón.



**Interpretación:** Se aprecia en la gráfica que la resistencia del ladrillo patrón van en aumento de acuerdo a cada edad, a los 7 días de curado se obtiene una resistencia promedio de 105.46 kg/cm<sup>2</sup>, a los 14 días de curado se obtiene una resistencia promedio de 122.70 kg/cm<sup>2</sup>, y a los 28 días de curado se obtiene una resistencia promedio de 131.64 kg/cm<sup>2</sup> cumpliendo con lo establecido.

Diseño Experimental – Sustituyendo Un 15% Al Cemento

Ladrillo Experimental – 7 Días

**Tabla 27.** Resultados del ensayo de compresión del concreto patrón a los 7 días de curado.

LADRILLO PATRON	MEDIDAS DEL LADRILLO			AREA BRUTA (cm <sup>3</sup> )	CARGA DE ROTURA (kg)	fo (KG/CM <sup>2</sup> )	fo prom(KG/CM <sup>2</sup> )	%
	LARGO	ANCHO	ALTO					
<b>E1</b>	23.95	13.97	8.93	334.6	32070	95.85		
<b>E2</b>	23.83	13.93	8.95	331.0	33470	99.61	97.97	75.36
<b>E3</b>	23.83	13.90	9.00	334.2	32610	98.45		

Fuente: Laboratorio de Mecánica de Suelos y Geotecnia USP

La resistencia promedio de las 3 ladrillos es de  $f'_c=97.97 \text{ Kg/cm}^2$ , es decir la resistencia promedio a los 7 días nos da un porcentaje de 75.36% de la resistencia convencional  $f'_c=130 \text{ Kg/cm}^2$

#### Ladrillo Experimental – 14 Días

**Tabla 28.** Resultados del ensayo de compresión del concreto patrón a los 14 días de curado.

LADRILLO PATRON	MEDIDAS DEL LADRILLO			AREA BRUTA (cm <sup>3</sup> )	CARGA DE ROTURA (kg)	fo (KG/CM2)	fo prom(KG/CM2)	%
	LARGO	ANCHO	ALTO					
E4	23.97	13.93	8.95	333.9	38870	116.41		
E5	23.90	13.98	9.00	334.1	39980	119.66	118.02	90.79
E6	23.93	13.90	9.83	332.6	39250	118.02		

Fuente: Laboratorio de Mecánica de Suelos y Geotecnia USP

La resistencia promedio de las 3 probetas es de  $f'_c= 118.02 \text{ kg/cm}^2$ , es decir la resistencia promedio a los 14 días nos da un porcentaje de 90.79% de la resistencia convencional  $f'_c=130 \text{ Kg/cm}^2$ .

#### Ladrillo Experimental – 28 Días

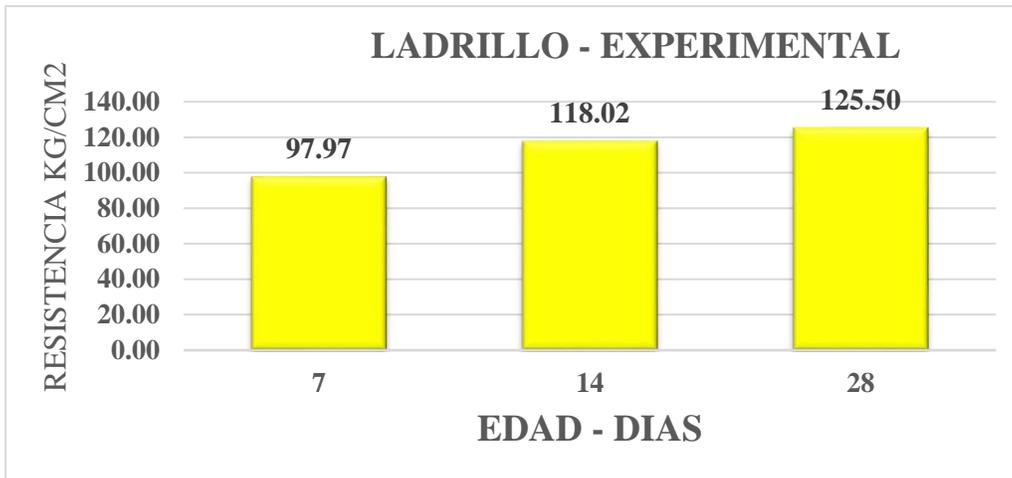
**Tabla 29.** Resultados del ensayo de compresión del concreto patrón a los 28 días de curado.

LADRILLO PATRON	MEDIDAS DEL LADRILLO			AREA BRUTA (cm <sup>3</sup> )	CARGA DE ROTURA (kg)	fo (KG/CM2)	fo prom(KG/CM2)	%
	LARGO	ANCHO	ALTO					
E7	23.97	13.87	8.97	332.5	42900	129.04		
E8	23.93	13.92	8.98	333.1	42670	128.10	125.50	96.54
E9	23.90	13.93	8.93	332.9	39740	119.37		

Fuente: Laboratorio de Mecánica de Suelos y Geotecnia USP

La resistencia promedio de las 3 probetas es de  $f'_c=125.50 \text{ Kg/cm}^2$ , es decir la resistencia promedio a los 28 días nos da un porcentaje de 96.54% menor a la resistencia convencional  $f'_c=130 \text{ Kg/cm}^2$ .

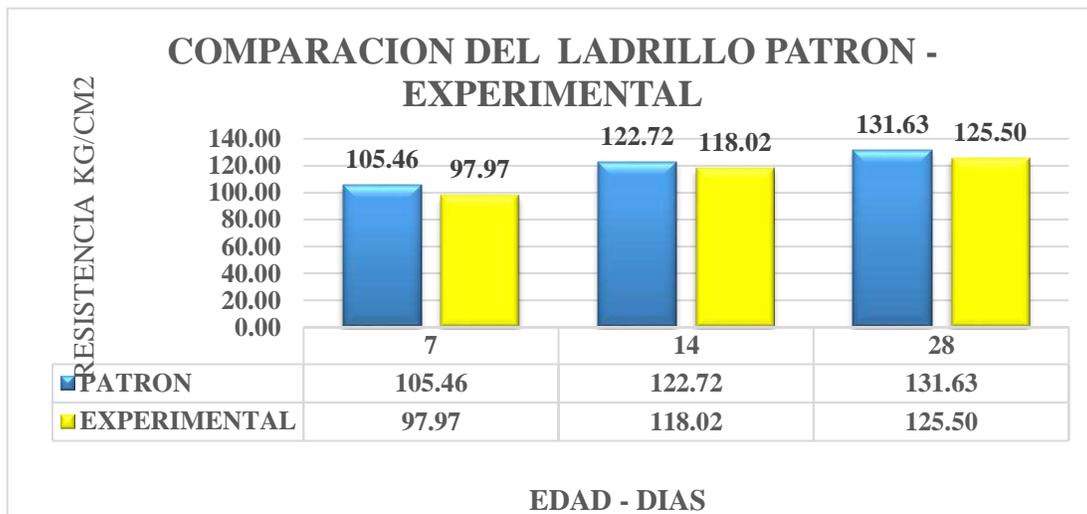
**Grafica 02.** Resistencia a la compresión de ladrillo - Patrón.



Interpretación: Se aprecia en la gráfica que la resistencia del ladrillo patrón van en aumento de acuerdo a cada edad, a los 7 días de curado se obtiene una resistencia promedio de 97.97 kg/cm<sup>2</sup>, a los 14 días de curado se obtiene una resistencia promedio de 118.02 kg/cm<sup>2</sup>, y a los 28 días de curado se obtiene una resistencia promedio de 125.50 kg/cm<sup>2</sup> cumpliendo con lo establecido.

Comparación De Resistencia A La Compresión Del Ladrillo Patrón – Experimental

**Grafica 03.** Comparación de los promedios de los ladrillos: Patrón - Experimental.



#### Interpretación:

Se aprecia en la gráfica la comparación de los promedios del ladrillo patrón y experimental a cada edad de 7, 14 y 28 días.

El ladrillo patrón a los 7 días tiene una resistencia promedio de 105.46 kg/cm<sup>2</sup>, con un porcentaje de 81.12%, y el ladrillo experimental a los 7 días tiene una resistencia promedio de 97.97 kg/cm<sup>2</sup> con un porcentaje de 75.36%, por lo que no supero al ladrillo patrón, ya que existe una diferencia de 6.11%, pero ambos cumplen con los porcentajes establecidos.

El ladrillo patrón a los 14 días tiene una resistencia promedio de 122.72 kg/cm<sup>2</sup>, con un porcentaje de 94.40%, y el ladrillo experimental a los 14 días tiene una resistencia promedio de 118.02 kg/cm<sup>2</sup> con un porcentaje de 90.79%, por lo que no supero al ladrillo patrón, ya que existe una diferencia de 3.62%, pero ambos cumplen con los porcentajes establecidos.

El ladrillo patrón a los 28 días tiene una resistencia promedio de 131.63 kg/cm<sup>2</sup>, con un porcentaje de 101.25%, y el ladrillo experimental a los 28 días tiene una resistencia promedio de 125.50 kg/cm<sup>2</sup> con un porcentaje de 96.554%, por lo que no supero al ladrillo patrón, ya que existe una diferencia de 4.71%, lo cual solo el ladrillo patrón alcanza la resistencia establecida.

#### IV. ANALISIS Y DISCUSION

La ceniza de hoja de schinus obtenida del quemado a cielo abierto, fue calcinada en el horno del laboratorio de la Universidad San Pedro a una Temperatura de 900°C por un tiempo de 4 horas, de tal modo la arcilla trabajada se calcino a una temperatura de 600° por un periodo de 2 horas, el calcinado a temperatura controlada permitirá una activación en sus componentes químicos de la arcilla en altos porcentajes de óxido de silicio, oxido de aluminio, y cenizas de hojas de schinus (molle) en altos porcentajes de óxido de calcio, el corto tiempo de quemado es permitir que el material conserve su características para luego ser activado así sustituir al cemento.

El análisis químico según el análisis de espectrometría de fluorescencia de rayos X realizado para la muestra de ceniza de hoja de schinus (molle) y arcilla nos da los contenidos más relevantes de sus óxidos activados, representando el mayor porcentaje el 22.656% de óxido de calcio y oxido de silicio 76.032% el cual son componentes principales del cemento.

La concentración del 20.778% de óxido de potasio, en la cenizas de hoja de schinus (molle), tuvo la reacción de perjudicar al ladrillo experimental, ya que en el cemento el óxido de potasio es un componente bajo con 0.96%, dentro del rango establecido no mayor al 5%, en comparación a, Polonio, E.(2016) la ceniza de hoja de schinus (molle) fue trabajada de Huaraz, la cual tuvo como oxido de potasio un 2.212%, menor al 5% establecido, lo cual la concentración del óxido de potasio en la ceniza de hoja de schinus (molle), depende del tipo de suelo en el que se encuentre, ya que los suelos de la costa, sierra y selva son diferentes.

Los resultados obtenidos del ensayo de alcalinidad PH, se registra que el ensayo de la mezcla de CEMENTO+ ARCILLA+CENIZAS DE HOJA DE SCHINUS, con sustitución al 15% alcanzo una alcalinidad de 12.85 mayor a la del cemento con 12.70, esto resultado es debido a la reacción de los elementos químicos del cemento, arcilla y ceniza de hoja de schinus.

El ladrillo patrón y experimental, en su diseño de mezcla tuvieron un asentamiento de 1” por la consistencia del concreto, ya que es una mezcla seca, cumpliendo con lo establecido para ladrillos.

La resistencia a la compresión del ladrillo experimental, a la edad de 7, 14 y 28 días no supera al ladrillo patrón, pero a la edad de 7 y 14 días de edad, si cumple con los porcentajes establecidos para la resistencia del ladrillo de concreto, y a la edad de 28 días el ladrillo experimental no alcanza el porcentaje establecido, de igual manera no supera al ladrillo patrón, por la influye del 20.778% del óxido de potasio en la ceniza de hoja de eschinus (molle), que perjudica al ladrillo experimental.

## V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En este capítulo, en base a lo expuesto en los antecedentes y fundamentaciones científica, marco referencial y metodología de trabajo propuesta, se determina si el uso de la arcilla y ceniza de hoja de schinus como sustitución del cemento en la elaboración de los ladrillos de concreto es recomendable, en base a lo expuesta anteriormente en los resultados.

### Conclusiones

Mediante el ATD se mide el grado de activación de las cenizas de hoja de schinus (molle) a  $900^{\circ}$  c por 4 horas y la arcilla a  $600^{\circ}$  C por 2 horas.

Se comprobó que las muestras obtenidas ya calcinadas, tienen un alto porcentaje de óxido de silicio 76.032% en la arcilla y 22.656% óxido de calcio en las cenizas de hoja de schinus ya que son los componentes básicos del cemento.

Se comprobó mediante el ensayo de PH de dichos materiales que son la arcilla, cenizas de hoja de schinus y la combinación de las materias, son materiales alcalinos al igual que el cemento, ya que están en el mismo rango por lo que son compatibles, el potencial hidrogeno es mayor a 7, lo que concluye que todas las muestras son alcalinas y es bueno para el concreto.

El diseño de mezcla para el ladrillo patrón y experimental, es de una relación de  $a/c=0.84$  para una resistencia de 130 kg/cm<sup>2</sup>, lo cual es trabajable para el ladrillo, ya que la mezcla es seca.

Los ladrillos de concreto experimentales, elaborados con la combinación de arcilla en un 10% y las cenizas de hoja de schinus 5%, al cemento, alcanzan una resistencia promedio 125.50 kg/cm<sup>2</sup>, con un porcentaje 96.54%, con respecto a la resistencia convencional de 130 kg/cm<sup>2</sup>, por la reacción del óxido de potasio de la ceniza de hoja schinus (molle), lo cual no superaron al ladrillo patrón ya que la resistencia obtenida a los 28 días de curado es de 131.63 kg/cm<sup>2</sup> con un porcentaje de 101.25%.

## Recomendaciones

Se recomienda seguir investigando las hojas de schinus, como la recolección de varios puntos de la costa, sierra y selva, y el secado para su pre calcinación, y así poder activar a diferentes grados de temperaturas y evaluar sus componentes químicos.

Se recomienda investigar con otros porcentajes para encontrar una combinación adecuada para sustituir al cemento.

Finalmente se destaca que esta investigación no agota ni frena el tema, solo da una importante apertura al desarrollo de materiales alternativos de construcción, por lo que se invita a continuar profundizando la investigación, para lograr mayores avances en la construcción.

## VI. REFERENCIAS BIBLIOGRAFIA

- American Society for Testing and Materials ASTM International. (2005). ASTM C29. *Peso Unitario*. Recuperado de: <https://es.scribd.com/document/362029309/ASTM-C29-Peso-Unitario>
- American Society for Testing and Materials ASTM International. (2005). ASTM C33. *Granulometría de agregados*. Recuperado de: <https://es.scribd.com/document/324574479/Granulometria-de-Agregados-ASTM-C33>
- American Society for Testing and Materials ASTM International. (2005). ASTM C127. *Método de ensayo normalizado para determinar la densidad, la densidad relativa (gravedad específica), y la absorción de agregados gruesos*. Recuperado de: <https://www.astm.org/DATABASE.CART/HISTORICAL/C127-04-SP.htm>
- Castillo, Mathieu, Alujas, Scrivener y Martirena (2011), Estudio de la adición de arcillas calcinadas en la durabilidad de hormigones. *Ingeniería de construcción*. Recuperado de <https://scielo.conicyt.cl/pdf/ric/v26n1/art02.pdf>
- Castillo, R. (2010, diciembre). Estudio de la adición de arcillas calcinadas en la resistencia a la compresión y durabilidad de hormigones. *Ingeniería de construcción*. Recuperado de <https://scielo.conicyt.cl/pdf/ric/v25n3/art01.pdf>
- Chirino, M (2001), Actividad insecticida de extractos crudos de drupas de Schinus Molle L. (Anacardiaceae) sobre larvas neonatas de *Cydia Pomonella*, *Boletín de sanidad vegetal plagas*, Recuperado de <https://www.miteco.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/plagas/bsvp-27-03-305-314.pdf>.
- Cruz Ruiz A. (2014), Clasificación de arcillas en base a su estabilidad, *Instituto Tecnológico de Tijuana*. Recuperado de: [http://www.academia.edu/6325388/Clasificacion\\_arcillas](http://www.academia.edu/6325388/Clasificacion_arcillas)

- García E. (2012), *Propiedades de las arcillas*. Universidad Complutense, Madrid.  
Recuperado de: <http://campus.usal.es/~delcien/doc/GA.PDF>
- Instituto Español de cemento y sus aplicaciones IECA. (2013). *Componentes y propiedades del cemento*. 2015, Recuperado de:  
[https://www.ieca.es/gloCementos.asp?id\\_rep=179](https://www.ieca.es/gloCementos.asp?id_rep=179)
- Instituto Eduardo Torroja CSIC. (2008). *Química de los cementos*, Recuperado de:  
[file:///C:/Users/PNP/Downloads/Blanco\\_Varela\\_IETCC%20\(2\).pdf](file:///C:/Users/PNP/Downloads/Blanco_Varela_IETCC%20(2).pdf)
- Norma Técnica Peruana NTP.399.601. (2006). *Unidades de albañilería, ladrillos de concreto*. Recuperado de: <https://es.scribd.com/document/358389512/NTP-399-601>
- Norma Técnica Peruana N.T.P 400.017. (2011). *Método de ensayo para determinar el peso unitario del agregado*. Recuperado de:  
<https://es.scribd.com/document/343664826/NTP-400-017-2011-Agregados-Metodo-de-Ensayo-Para-Determinar-El-Peso-Unitario-Del-Agregado>
- Norma Técnica Peruana N.T.P. 400.021. (2002). Método de ensayo para peso específico y absorción del agregado grueso. Recuperado de: <https://edoc.site/ntp-400021-peso-especifico-y-absorcion-del-agregado-grueso-pdf-free.html>
- Norma Técnica Peruana N.T.P. 400.012. (2001). *Granulometría, módulo de fineza, contenido de humedad.* Recuperado de:  
[http://biblioteca.uns.edu.pe/saladocentes/archivoz/publicacionez/norma\\_tecnica\\_peruana\\_dos.pdf](http://biblioteca.uns.edu.pe/saladocentes/archivoz/publicacionez/norma_tecnica_peruana_dos.pdf)
- Norma Técnica Peruana NTP 339.088 (2001). *Agua para el concreto*. Recuperado de:  
<https://es.scribd.com/document/325068897/Ntp-339-088-Norma-Agua-Para-El-Concreto>

- Polonio, E. (2016), *Resistencia a la compresión de un concreto  $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$  con ceniza de hoja de molle Huaraz – Ancash* (Tesis para optar título), Universidad San Pedro, Chimbote, Perú.
- Reglamento Nacional de Edificaciones RNE. (2016). *E 0.30 Diseño sismorresistente*. Recuperado de: <http://www.vivienda.gob.pe/>
- Reglamento Nacional de Edificaciones RNE. (2016). *E 0.70 Albañilería*. Recuperado de: <http://www.vivienda.gob.pe/>
- Taberero V. (2012), Las arcillas. Recuperado de: [file:///C:/Users/PNP/Downloads/Tesis-Culminada-AI-100-%20\(1\).Pdf](file:///C:/Users/PNP/Downloads/Tesis-Culminada-AI-100-%20(1).Pdf)
- Tafur, W. (2016), *Resistencia de morteros con cemento sustituido en 3% y 5% por arcilla del distrito de Llacanora – Cajamarca* (Tesis para optar título), Universidad san pedro, Chimbote, Perú.
- Vituro, C (2011). Normalización de productos naturales obtenidos de especies de flora aromática latinoamericana – problemática schinus en Latinoamérica. *Proyecto CYTED IV .20*. Recuperado de: <https://books.google.com.pe/books?id=KkoCitWOKwkC&printsec=frontcover&hl=es#v=onepage&q&f=false>
- Zeng, Y. (2006). *Identificación y actividad farmacológica de principios de especies antiinflamatorias*. Recuperado de <https://core.ac.uk/download/pdf/70998724.pdf>

## **AGRADECIMIENTOS**

Le agradezco a dios, por haberme bendecido a lo largo de mi vida, estando en cada momento su apoya, en salud, experiencias y aprendizajes para completar mi formación académica para desarrollarme como futuro profesional.

A mis padres, por cada consejo que era la inspiración de llegar a la meta, por su apoyo incondicional, por ser mi guía a seguir creciendo, por darme una excelente educación e inculcándome valores.

A la familia, por ser parte importante de mi vida, apoyando día a día a seguir adelante, brindarme todo su apoyo dentro y fuera de mi formación académica.

## **ANEXO Y APENDICE**

## **PANEL FOTOGRAFICO**



**Figura 04.** Agregado fino



**Figura 05.** Agregado grueso



**Figura 06.** Se procedió a picar y recolectar la arcilla de una manera sucia



**Figura 07.** Se llenó la cantidad de 4 sacos



**Figura 08.** Materiales para el lavado de la arcilla



**Figura 09.** El lavado de la arcilla consiste en disolver la arcilla en agua y pasar por la organza hasta su asentamiento y separarla de la tierra y el limo.



**Figura 10.** La arcilla fue calcinada a 600° por una duración de 2 horas, en la mufla de USP,



**Figura 11.** Después de calcinar la arcilla a 600°, se procede a moler, lo cual se trabajó en un batan y en un mortero



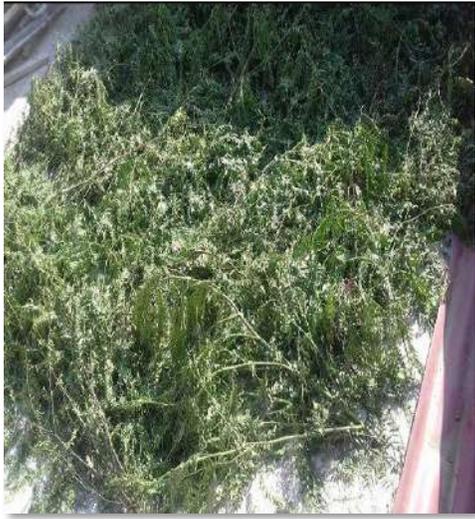
**Figura 12.** La arcilla debe estar bien molida para pasar la malla N° 200 para sustituir al cemento



**Figura 13.** Se ubicó el árbol de schinus (molle) para la recolección del material a trabajar



**Figura 14.** Se cortó las ramas del árbol para trasladar el material a trabajar



**Figura 15.** El secado de las hojas de Schinus es al aire libre



**Figura 16.** Una vez seco las hojas de schinus (molles) se prosiguen a realizar un pre quemado



**Figura 17.** Una vez seco las hojas de schinus (molles) se hace un pre quemado al aire libre, se utilizó un olla y una botella de alcohol medicinal de 250 ml,



**Figura 18.** Se dejó enfriar para poder tamizar por la malla n° 200 y poner a calcinar



**Figura 19.** Para realizar este ensayo se tamiza la ceniza de la hoja de molle obtenida en el pre-quemado, luego se la ceniza para ser introducido a la mufla y ser expuesta a 900° C durante 4 horas.



**Figura 20.** Llenando el molde para el peso unitario suelto del agregado fino



**Figura 21.** Enrasando el agregado fino suelto para el peso de la muestra



**Figura 22.** Llenando el molde para el peso unitario compactado del agregado fino.



**Figura 23.** Enrasando el agregado fino compactado para el peso de la muestra.



**Figura 24.** Llenando el molde para el peso unitario suelto del agregado grueso



**Figura 25.** Enrasando el agregado grueso suelto para el peso de la muestra



**Figura 26.** Llenando el molde para el peso unitario compactado del agregado grueso



**Figura 27.** Enrasando el agregado grueso compactado para el peso de la muestra



**Figura 28.** Cuarteo del agregado fino



**Figura 29.** Se realizó la granulometría (tamizado pasado por las mallas establecidas)



**Figura 30.** Cuarteo del agregado fino



**Figura 31.** Se realizó la granulometría (tamizado pasado por las mallas establecidas)



**Figura 32.** Para el contenido de humedad, el secado se realizó en la cocina



**Figura 33.** El agregado fino y grueso se colocaron en baldes con agua para el ensayo de gravedad específica.



**Figura 34.** El secado del agregado fino se realizó en la cocina para luego pasar al picnómetro.



**Figura 35.** El agregado grueso es sumergido para el peso específico.



**Figura 36.** Se hace el secado de la arena ni tan caliente ni tan frío.



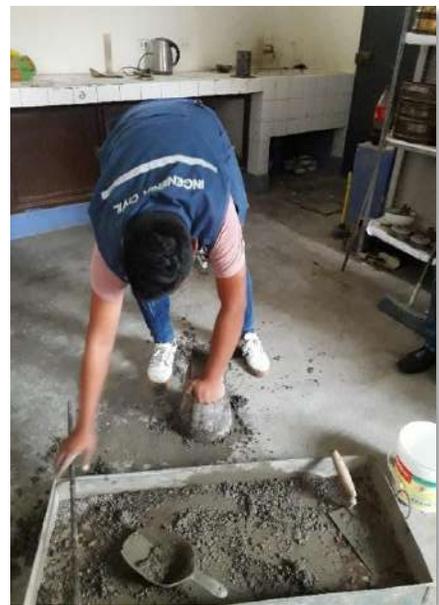
**Figura 37.** Apreciamos la consistencia del material.



**Figura 38.** El picnómetro absorbe el aire dentro de la fiola.



**Figura 39.** Se hace la mezcla manualmente dando de 5 vueltas a la mezcla



**Figura 40.** Se realizó la mezcla manualmente, luego se chuseo 25 veces por cada capa (total 3 capas)



**Figura 41.** Se retira el cono abrams para ver el asentamiento de la mezcla



**Figura 42.** Con la supervisión de mi asesor el Ing. Rigoberto Cerna se procedió a medir el asentamiento del diseño, cumpliendo con lo establecido de 0 a 2''



**Figura 43.** La elaboración del ladrillo patrón fue manualmente, se hizo 6 vueltas la mezclas



**Figura 44.** Se hecho el agua para seguir mezclando, como máximo 6 vuelta.



**Figura 45.** Se procede a echar la mezcla a los moldes 24x14x9 cm, y un compactado y enrasado



**Figura 46.** Una vez obtenidos los ladrillos pesamos antes del curado y también después del curado



**Figura 47.** El curado de los ladrillos se ara a cada edad de 7, 14 y 28 días



**Figura 48.** Peso de la Arcilla



**Figura 49.** Peso de Ceniza de hoja de schinus (molle)



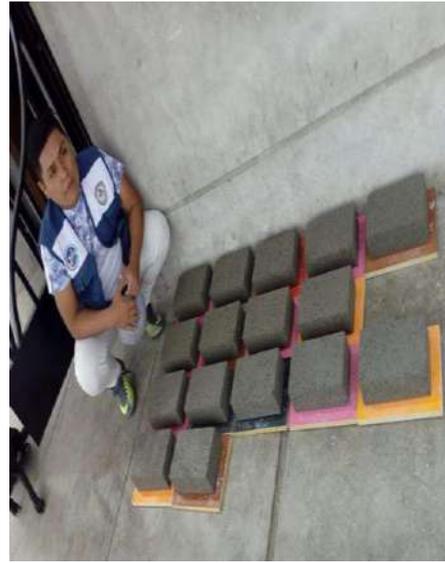
**Figura 50.** Realizando la combinación de la arcilla y las cenizas de hoja de schinus (molle)



**Figura 51.** Realizando la mezcla experimental



**Figura 52.** Herramientas para la elaboración del ladrillo, el molde utilizado es de acero inoxidable



**Figura 53.** Los ladrillos fueron puestos en plancha de melanina para mayor uniformidad.



**Figura 54.** Se procedió hacer el ensayo a los ladrillos: patrones y experimentales.



**Figura 55.** Con la supervisión del Ing. Rigoberto Cerna se procedió a verificar la lectura de la carga establecida al ladrillo.

**ANALISIS TERMICO  
DIFERENCIAL DE LA ARCILLA**



Trujillo, 21 de Junio del 2018

**INFORME N° 161 - JUN 18**

**Solicitante:** Obregón Cruz Anthony - Universidad San Pedro

**RUC/DNI:** .....

**Supervisor:** .....

**1. MUESTRA:** Arcilla (1 gr)

N° de Muestras	Código de Muestra	Cantidad de muestra ensayada	Procedencia
1	AM-161J	24.3 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: 24.3 mg.

**Jefe de Laboratorio:**

Ing. Danny Chávez Novoa

**Analista responsable:**

Ing. Danny Chávez Novoa



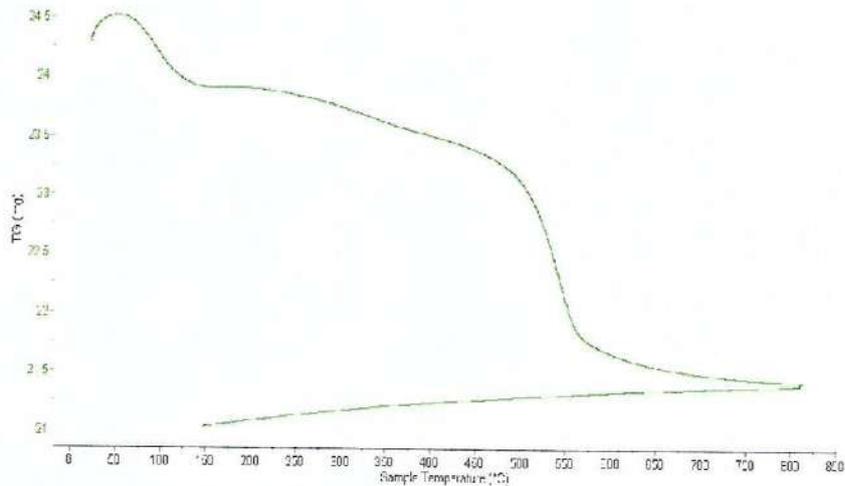


Trujillo, 21 de Junio del 2018

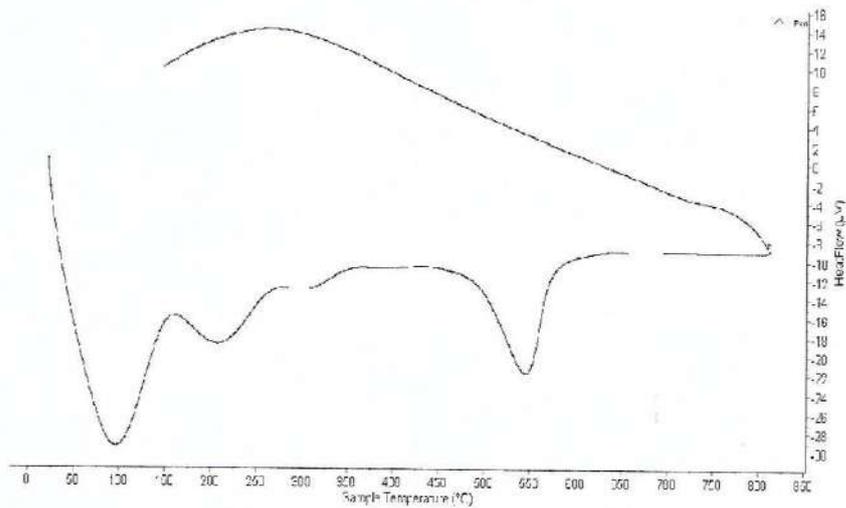
INFORME N° 161 - JUN 18

4. Resultados:

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



II- Curva Calorimétrica ATD



LABORATORIO DE POLIMEROS D.T.O.  
JEFATURA  
UNT  
*[Signature]*



Trujillo, 21 de Junio del 2018

INFORME N° 161 - JUN 18

**5. CONCLUSION:**

1. Según el análisis Termo gravimétrico se muestra la pérdida de masa en función a la temperatura indicando dos pérdidas más pronunciadas en los siguientes rangos de temperatura entre 70 y 120°C y entre 480 y 560°C, el material llega a perder un aproximado de 13 % de masa, respecto a su masa inicial a la temperatura máxima de ensayo.
2. De acuerdo al análisis calorimétrico, la curva muestra un pico de absorción térmica a aproximadamente 110°C y a 205°C, posteriormente se muestra un pico endotérmico ligero a aproximadamente a 550°C lo que podría demostrar posibilidad de existir algún cambio estructural del material.

Trujillo, 21 de Junio del 2018



Ing. Danny Mesías Chávez Novoa  
Jefe de Laboratorio de Polímeros

Departamento Ingeniería de Materiales - UNT

**ANALISIS TERMICO  
DIFERENCIAL DE LA CENIZA DE  
HOJA DE SCHINUS (MOLLE)**



Trujillo, 21 de Junio del 2018

**INFORME N° 162 - JUN 18**

**Solicitante:** Obregón Cruz Anthony - Universidad San Pedro

**RUC/DNI:** .....

**Supervisor:** .....

**1. MUESTRA:** Schimus-molle (1 gr)

N° de Muestras	Código de Muestra	Cantidad de muestra ensayada	Procedencia
1	SMM-73M	34.5 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: 34.5 mg.

**Jefe de Laboratorio:** Ing. Danny Chávez Novoa

**Analista responsable:** Ing. Danny Chávez Novoa



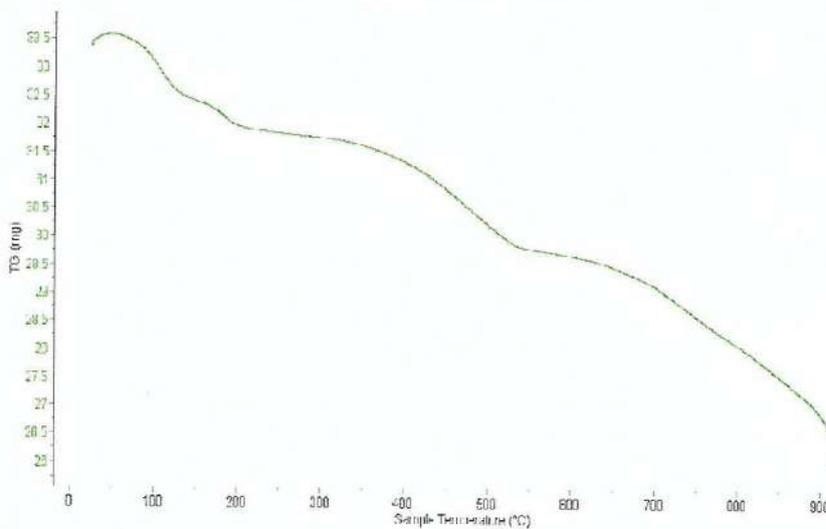


Trujillo, 21 de Junio del 2018

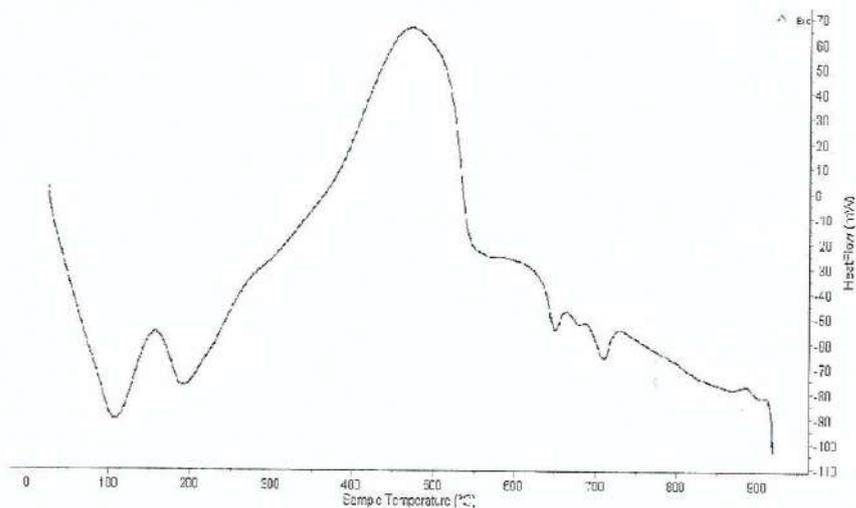
INFORME N° 162 - JUN 18

#### 4. Resultados:

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



##### II- Curva Calorimétrica ATD



*[Handwritten signature]*



Trujillo, 21 de Junio del 2018

**INFORME N° 162 - JUN 18**

**5. CONCLUSION:**

1. Según el análisis Termo gravimétrico se muestra la pérdida de masa en función a la temperatura indicando algunas pérdidas acentuadas en los siguientes rangos de temperatura entre 70 y 120°C y entre 400 y 520°C y 700 y 900, el material llega a perder un aproximado de 22 % de masa, respecto a su masa inicial a la temperatura máxima de ensayo.
2. De acuerdo al análisis calorimétrico, la curva muestra un pico de absorción térmica a aproximadamente 105°C y a 195°C, posteriormente se muestra un pico exotérmico a 480°C y ligeros picos endotérmicos a aproximadamente 650°C y 710°C lo que podría demostrar posibilidad de existir cambio estructurales del material.

Trujillo, 21 de Junio del 2018



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

# **FLUORESCENCIA DE LA ARCILLA**



# UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS

(Universidad del Perú, Decana de América)

## FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS

### Laboratorio de Arqueometría

#### Informe N°82-LAQ/2018

#### Análisis de una muestra de arcilla por FRXDE

##### Introducción.

Se analizó por fluorescencia de rayos-X dispersiva en energía (FRXDE) una muestra de arcilla a pedido del Sr. **Obregón Cruz, Anthony Richard**, alumno de la Universidad de San Pedro, sede Chimbote, y como parte de su proyecto de tesis titulada:

**“Resistencia a la Compresión de Ladrillo de Concreto, Sustituyendo un 15% al cemento, por Arcilla en un 10% y Cenizas de Hoja de Schinus (Molle) en un 5%”**

La muestra es de color ladrillo y en forma de polvo.

##### 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  $\mu$ 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. 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 4260 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.

Teniendo en cuenta referencias sobre la composición de las arcillas se supone que los componentes principales de esta muestra sean el Si, K, Ca y el Fe. Estos datos son importantes para iniciar el proceso de interpretación del espectro e interpretación de los resultados.

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

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



# UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS

(Universidad del Perú, Decana de América)

## FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS

### Laboratorio de Arqueometría

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

#### Resultados.

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

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

Tabla 1. Composición elemental de la muestra de arcilla.

Óxido	(% Óxidos)	(% Normalizado)
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	14.220	14.299
SiO <sub>2</sub>	76.032	76.451
K <sub>2</sub> O	1.782	1.792
CaO	0.768	0.772
TiO	0.656	0.659
V <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0.025	0.026
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.008	0.008
MnO	0.079	0.079
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	5.688	5.720
Ni <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.006	0.006
CuO	0.007	0.007
ZnO	0.008	0.008
Ga <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.021	0.021
As <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.006	0.006
Rb <sub>2</sub> O	0.006	0.006
SrO	0.015	0.015
Y <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.005	0.005
ZrO <sub>2</sub>	0.026	0.026
BaO	0.092	0.092
Totales	99.451	100.00



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

**FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS**  
**Laboratorio de Arqueometría**

La suma de las concentraciones de los óxidos es ligeramente menor que 100% indicando que no se ha detectado picos de algunos elementos livianos como Na y Mg, o hay una deficiencia en la calibración del instrumento. También puede deberse a que los elementos estén formando compuestos diferentes de óxidos.

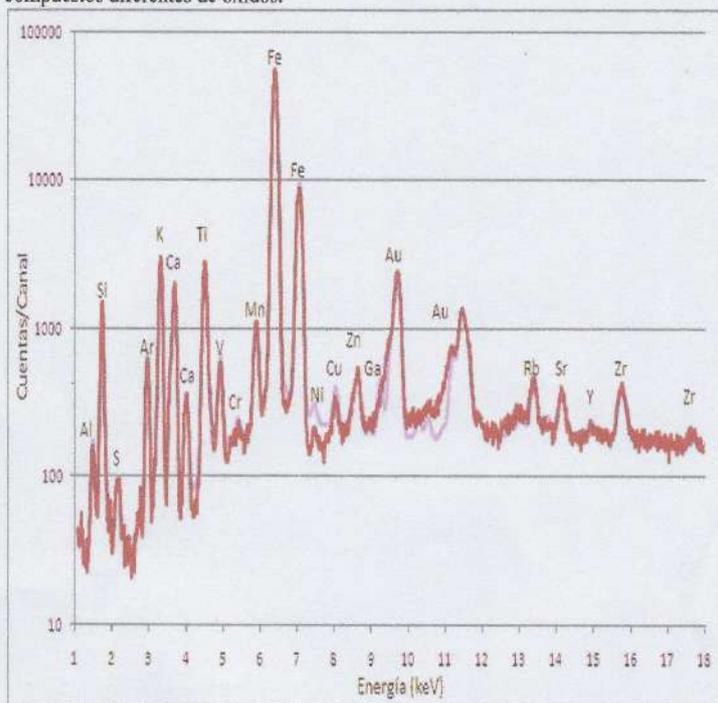


Figura 1. Espectro de FRXDE de una muestra de arcilla. Incluye el pico de Ar del aire y los picos de rayos-X de Au dispersados por la muestra. La curva azul representa el espectro simulado.

Investigador Responsable:

Dr. Jorge A. Bravo Cabrejos  
Laboratorio de Arqueometría



Lima, 20 de junio del 2018

**FLUORESCENCIA DE LA CENIZA  
DE HOJA DE SCHINUS (MOLLE)**



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

**FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS**  
**Laboratorio de Arqueometría**

**Informe N°88-LAQ/2018**

**Análisis de ceniza de hoja de molle por FRXDE**

**Introducción.**

Se analizó por fluorescencia de rayos-X dispersiva en energía (FRXDE) de esta muestra de ceniza de hoja de molle a pedido del Sr. **Obregón Cruz, Anthony Richard**, alumno de la Universidad San Pedro, sede Chimbote, y como parte de su proyecto de tesis titulada:

**“Resistencia a la Compresión de Ladrillo de Concreto, Sustituyendo un 15% al Cemento, por arcilla en un 10% y Cenizas de Hoja de *Schinus* (Molle) en un 5%.”**

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

**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  $\mu$ 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 4640 cts/s.

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

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



## UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS

(Universidad del Perú, Decana de América)

### FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS

#### Laboratorio de Arqueometría

---

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

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

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

#### **Resultados.**

En la Figura 1 se muestra el espectro de FRXDE de esta muestra de ceniza de hoja 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. En general, cada pico identifica un elemento químico, comenzando por la izquierda con el pico de Al, seguido del pico de Si y así sucesivamente a medida que aumentan el número atómico del elemento y la energía del rayo-X.

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



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

**FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS**  
**Laboratorio de Arqueometría**

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

Tabla 1. Composición elemental de ceniza de hoja de molle en % de masa.

Óxido	Concentración % masa	Normalizado al 100%
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	10.364	10.877
SiO <sub>2</sub>	11.306	11.865
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	10.825	11.360
SO <sub>2</sub>	2.891	3.035
ClO <sub>2</sub>	15.978	16.769
K <sub>2</sub> O	19.798	20.778
CaO	21.588	22.656
TiO <sub>2</sub>	0.122	0.128
V <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0.009	0.009
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.004	0.005
MnO	0.090	0.094
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2.005	2.104
Ni <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.009	0.009
CuO	0.029	0.031
ZnO	0.085	0.089
SrO	0.107	0.113
ZrO <sub>2</sub>	0.005	0.005
La <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.054	0.056
Total	95.286	100.00



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

FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS  
Laboratorio de Arqueometría

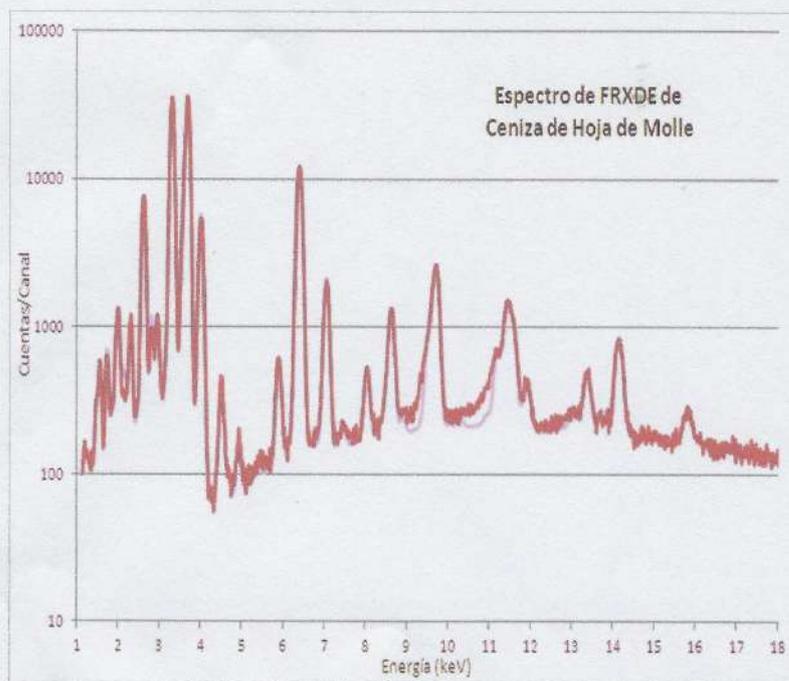


Figura 1. Espectro de FRXDE de ceniza de hoja de molle en escala semi-logarítmica. Incluye el pico de Ar del aire y los picos de rayos-X de Au dispersados por la muestra. La curva en azul muestra el espectro simulado

Investigador Responsable:

Dr. Jorge A. Bravo Cabrejos  
Laboratorio de Arqueometría



Lima, 22 de junio del 2018

# **ENSAYO PH**



**CORPORACIÓN DE LABORATORIOS DE ENSAYOS CLÍNICOS, BIOLÓGICOS E INDUSTRIALES**

**“COLECBI” S.A.C.**

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

**INFORME DE ENSAYO N° 20180621-010**

Pág 1 de 1

SOLICITADO POR : **OBREGON CRUZ ANTHONY RICHARD**  
DIRECCIÓN : Urb. Bella Mar II Etapa Mz G5 Lote 6 – Nuevo Chimbote  
PRODUCTO DECLARADO : **ABAJO INDICADO.**  
CANTIDAD DE MUESTRA : **04 muestras**  
PRESENTACIÓN DE LA MUESTRA : **En bolsa de Polietileno transparente cerrada.**  
FECHA DE RECEPCIÓN : **2018-06-21**  
FECHA DE INICIO DEL ENSAYO : **2018-06-22**  
FECHA DE TÉRMINO DEL ENSAYO : **2018-06-22**  
CONDICIÓN DE LA MUESTRA : **En buen estado.**  
ENSAYOS REALIZADOS EN : **Laboratorio de Físico Químico.**  
CÓDIGO COLECBI : **SS 180621-8**

**RESULTADOS**

MUESTRA	ENSAYOS
	pH
ARCILLA	11,86
CENIZA DE HOJA DE SCHINUS (MOLLE)	11,30
CEMENTO	12,70
CEMENTO + ARCILLA + CENIZA DE HOJA DE SCHINUS (MOLLE)	12,85

**METODOLOGÍA EMPLEADA**

pH : Potenciométrico.

**NOTA:**

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

Fecha de Emisión: Nuevo Chimbote, Junio 23 del 2018.

GVR/jms

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

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

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DE ESTE INFORME SIN LA AUTORIZACIÓN 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](mailto:colecbi@speedy.com.pe) / [medioambiente\\_colecbi@speedy.com.pe](mailto:medioambiente_colecbi@speedy.com.pe)  
Web: [www.colecbi.com](http://www.colecbi.com)

# **ENSAYOS DE MATERIALES**



### DISEÑO DE MEZCLA

SOLICITA : BACH: OBREGON CRUZ ANTHONY RICHARD  
TESIS : RESISTENCIA A LA COMPRESION DE LADRILLO DE CONCRETO, SUSTITUYENDO UN 15% AL CEMENTO  
POR ARCILLA EN UN 10% Y CENIZAS DE HOJA DE SCHINUS (MOLLE) EN UN 5%  
LUGAR : CHIMBOTE-SANTA-ANCASH  
FECHA : 31/08/2018

#### ESPECIFICACIONES

- La selección de las proporciones se hará empleando el método del ACI
- La resistencia en compresión de diseño especificada es de 130 kg/cm<sup>2</sup>, a los 28 días.

#### MATERIALES

##### A.- Cemento :

- Tipo I "Pacasmayo"
- Peso específico ..... 3.08

##### B.- Agua :

- Potable, de la zona.

##### C.-Agregado Fino :

CANTERA : VESIQUE

- Peso específico de masa 2.62
- Peso unitario suelto 1375 kg/m<sup>3</sup>
- Peso unitario compactado 1506 kg/m<sup>3</sup>
- Contenido de humedad 0.62 %
- Absorción 0.91 %
- Módulo de fineza 2.70

##### D.- Agregado grueso

CANTERA : RUBEN

- Piedra, perfil angular
- Tamaño Máximo Nominal #4
- Peso específico de masa 2.77
- Peso unitario suelto 1528 kg/m<sup>3</sup>
- Peso unitario compactado 1724 kg/m<sup>3</sup>
- Contenido de humedad 0.34 %
- Absorción 1.06 %





# UNIVERSIDAD SAN PEDRO

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

### SELECCIÓN DEL ASENTAMIENTO

De acuerdo a las especificaciones, las condiciones que la mezcla tenga una consistencia plástica, a la que corresponde un asentamiento de 1" a 2" .

### VOLUMEN UNITARIO DE AGUA

Para una mezcla de concreto con asentamiento de 1" a 2" , sin aire incorporado y cuyo agregado grueso tiene un tamaño máximo nominal de #4 , el volumen unitario de agua es de 216 lt/m³ .

### RELACIÓN AGUA - CEMENTO

Se obtiene una relación agua - cemento de 0.840

### FACTOR DE CEMENTO

F.C. :  $216 / 0.840 = 257.14 \text{ kg/m}^3 = 6.05 \text{ bolsas / m}^3$

### VALORES DE DISEÑO CORREGIDOS

Cemento.....	257.143 kg/m3
Agua efectiva.....	224.031 lts/m3
Agregado fino.....	1098.83 kg/m3
Agregado grueso.....	692.082 kg/m3

### PROPORCIONES EN PESO

$$\frac{257.14}{257.14} ; \frac{1098.83}{257.14} ; \frac{692.08}{257.14}$$

1 : 4.27 : 2.69 : 37.03 lts / bolsa

### PROPORCIONES EN VOLUMEN

1 : 4.64 : 2.63 : 37.03 lts / bolsa



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



### DISEÑO DE MEZCLA ( 15% SUSTITUCION DEL CEMENTO)

SOLICITA : BACH: OBREGON CRUZ ANTHONY RICHARD  
TESIS : RESISTENCIA A LA COMPRESION DE LADRILLO DE CONCRETO, SUSTITUYENDO UN 15% AL CEMENTO  
POR ARCILLA EN UN 10% Y CENIZAS DE HOJA DE SCHINUS (MOLLE) EN UN 5%  
LUGAR : CHIMBOTE – PROVINCIA DEL SANTA – ANCASH  
FECHA : 31/08/2018

#### ESPECIFICACIONES

- La selección de las proporciones se hará empleando el metodo del ACI
- La resistencia en compresión de diseño promedic 210 kg/cm<sup>2</sup>, a los 28 días.

#### MATERIALES

##### A.- Cemento :

- Tipo I "Pacasmayo"
- Peso específico ..... 3.08

##### B.- Agua :

- Potable, de la zona.

##### C.-Agregado Fino :

CANTERA : VESIQUE

- Peso especifico de masa 2.62
- Peso unitario suelto 1375 kg/m<sup>3</sup>
- Peso unitario compactado 1506 kg/m<sup>3</sup>
- Contenido de humedad 0.62 %
- Absorción 0.91 %
- Módulo de fineza 2.70

##### D.- Agregado grueso

CANTERA : RUBEN

- Piedra, perfil angular
- Tamaño Máximo Nominal #4
- Peso especifico de masa 2.77
- Peso unitario suelto 1528 kg/m<sup>3</sup>
- Peso unitario compactado 1724 kg/m<sup>3</sup>
- Contenido de humedad 0.34 %
- Absorción 1.06 %





### SELECCIÓN DEL ASENTAMIENTO

De acuerdo a las especificaciones, las condiciones que la mezcla tenga una consistencia plástica, a la que corresponde un asentamiento de 1" a 2" .

### VOLUMEN UNITARIO DE AGUA

Para una mezcla de concreto con asentamiento de 1" a 2" , sin aire incorporado y cuyo agregado grueso tiene un tamaño máximo nominal de #4 , el volumen unitario de agua es de 193 lt/m<sup>3</sup> .

### RELACIÓN AGUA - CEMENTO

Se obtiene una relación agua - cemento de 0.760

### VOLUMENES ABSOLUTOS

Cemento.....	(m <sup>3</sup> )	0.070
15% Arcilla+CHS.....	(m <sup>3</sup> )	0.013
Agua efectiva.....	(m <sup>3</sup> )	0.216
Agregado fino.....	(m <sup>3</sup> )	0.417
Agregado grueso.....	(m <sup>3</sup> )	0.249
Aire.....	(m <sup>3</sup> )	0.035
		<u>1.000</u> m <sup>3</sup>

### PESOS SECOS

Cemento.....	218.57	kg/m <sup>3</sup>
15% Arcilla+CHS.....	38.571	kg/m <sup>3</sup>
Agua efectiva.....	216.00	lts/m <sup>3</sup>
Agregado fino.....	1092.02	kg/m <sup>3</sup>
Agregado grueso.....	689.73	kg/m <sup>3</sup>

### PESOS CORREGIDOS POR HUMEDAD

Cemento.....	218.57	kg/m <sup>3</sup>
15% Arcilla+CHS.....	38.571	kg/m <sup>3</sup>
Agua efectiva.....	224.03	lts/m <sup>3</sup>
Agregado fino.....	1098.83	kg/m <sup>3</sup>
Agregado grueso.....	692.06	kg/m <sup>3</sup>

### PROPORCIONES EN PESO

$$\frac{218.57}{218.57} : \frac{38.571}{218.57} : \frac{1098.83}{218.57} : \frac{692.06}{218.57}$$

$$1 : 0.18 : 5.03 : 3.17 \quad 37.03 \text{ lts / bolsa}$$

### PROPORCIONES EN PESO

$$\frac{257.14}{257.14} : \frac{1098.83}{257.14} : \frac{692.06}{257.14}$$

$$1 : 4.27 : 2.69 \quad 37.03 \text{ lts / bolsa}$$



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

Ing. Jorge Montañez Reyes  
JEFE



### ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO AGREGADO FINO (ASTM C 136-06)

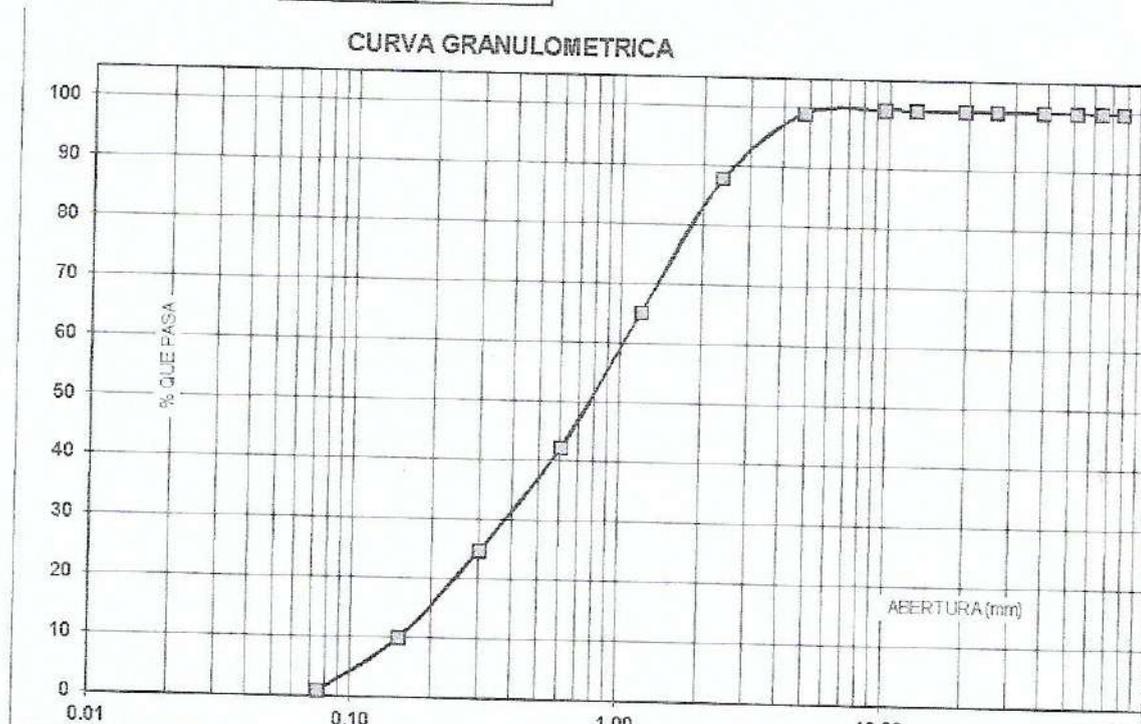
SOLICITA : BACH: OBREGON CRUZ ANTHONY RICHARD  
 TESIS : RESISTENCIA A LA COMPRESION DE LADRILLO DE CONCRETO, SUSTITUYENDO UN 15% AL CEMENTO,  
 POR ARCILLA EN UN 10% Y CENIZAS DE HOJA DE SCHINUS (MOLLE) EN UN 5%  
 LUGAR : CHIMBOTE-SANTA-ANCASH  
 CANTERA : VESIQUE  
 MATERIAL : ARENA GRUESA  
 FECHA : 31/08/2018

TAMIZ		Peso retenido (gr.)	% ret. Parcial (%)	% ret. Acumu. (%)	% Que pasa (gr.)
N°	Abert.(mm)				
3"	76.20	0.0	0.0	0.0	100.0
2 1/2"	63.50	0.0	0.0	0.0	100.0
2"	50.80	0.0	0.0	0.0	100.0
1 1/2"	38.10	0.0	0.0	0.0	100.0
1"	25.40	0.0	0.0	0.0	100.0
3/4"	19.10	0.0	0.0	0.0	100.0
1/2"	12.50	0.0	0.0	0.0	100.0
3/8"	9.52	0.0	0.0	0.0	100.0
N° 4	4.76	5.5	0.8	0.8	99.2
N° 6	2.36	81.8	11.2	12.0	88.0
N° 16	1.18	165.2	22.7	34.7	65.3
N° 30	0.60	167.0	22.9	57.6	42.4
N° 50	0.30	127.7	17.5	75.1	24.9
N° 100	0.15	108.4	14.9	90.0	10.0
N° 200	0.08	66.9	9.2	99.1	0.9
PLATO	ASTM C-117-04	6.2	0.9	100.0	0.0
TOTAL		728.7	100.0		

PROPIEDADES FISICAS	
Módulo de Fineza	2.70

OBSERVACIONES
La Muestra tomada identificada por el solicitante.

CURVA GRANULOMETRICA



Finos	Arena			Grava
Limo y Arcilla	Fina	Media	Gruesa	Fina

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



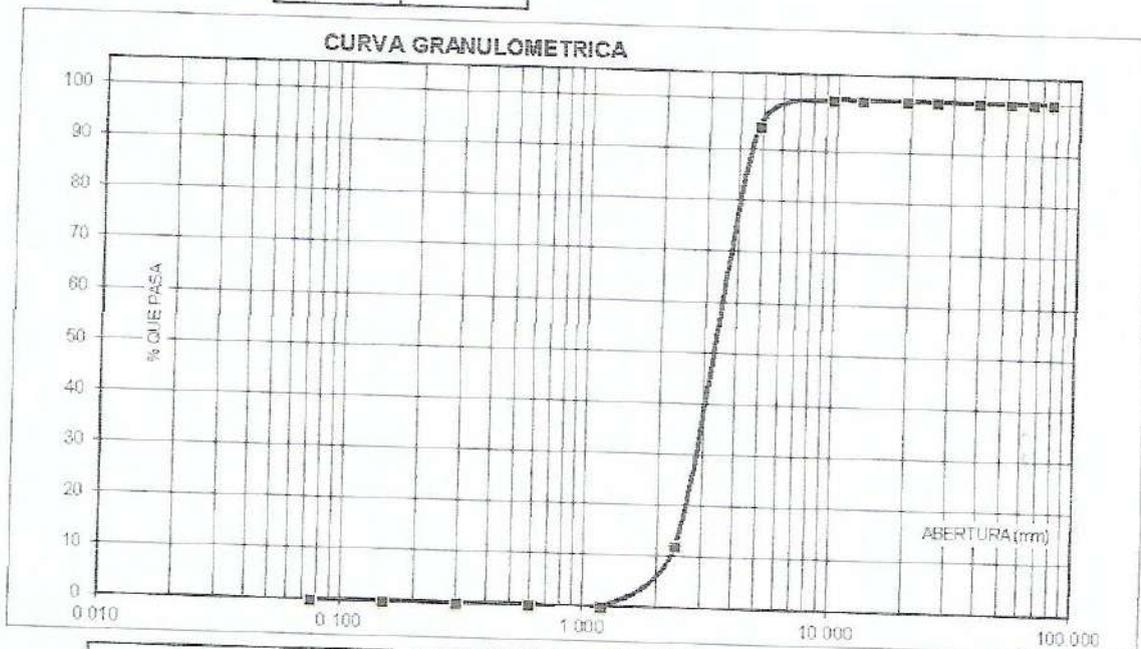
### ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO AGREGADO GRUESO (ASTM C 136-06)

SOLICITA BACH OBREGON CRUZ ANTHONY RICHARD  
 TESIS RESISTENCIA A LA COMPRESION DE LADRILLO DE CONCRETO, SUSTITUYENDO UN 15% AL CEMENTO,  
 POR ARCILLA EN UN 10% Y CENIZAS DE HOJA DE SCHINUS (MOLLE) EN UN 5%  
 LUGAR CHIMBOTE-SANTA-ANCASH  
 CANTERA RUBEN  
 MATERIAL PIEDRA CHANCADA  
 FECHA 31/08/2018

TAMIZ		Peso retenido	% ret. Parcial	% ret. Acumu.	% Que pasa
Nº	Abert (mm)	(gr.)	(%)	(%)	(gr.)
3"	76.200	0.0	0.0	0.0	100.0
2 1/2"	63.500	0.0	0.0	0.0	100.0
2"	50.800	0.0	0.0	0.0	100.0
1 1/2"	38.100	0.0	0.0	0.0	100.0
1"	25.400	0.0	0.0	0.0	100.0
3/4"	19.100	0.0	0.0	0.0	100.0
1/2"	12.500	0.0	0.0	0.0	100.0
3/8"	9.520	0.0	0.0	0.0	100.0
Nº 4	4.760	48.6	5.5	5.5	94.5
Nº 8	2.360	731.1	82.4	87.9	12.1
Nº 16	1.180	107.2	12.1	100.0	0.0
Nº 30	0.600	0.0	0.0	100.0	0.0
Nº 50	0.300	0.0	0.0	100.0	0.0
Nº 100	0.150	0.0	0.0	100.0	0.0
Nº 200	0.075	0.0	0.0	100.0	0.0
PLATO	ASTM C-117-04	0	0.0	100.0	0.0
TOTAL		<b>336.9</b>	<b>100.0</b>		

PROPIEDADES FÍSICAS	
Tamaño Máximo Nominal	#4
Huso	Nº 8 Ref (ASTM C-33)

OBSERVACIONES
La Muestra tomada identificada por el solicitante



Finos Limo y Arcilla	Arena			Grava	
	Fina	Meda	Gruesa	Fina	



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



### PESO UNITARIO DEL AGREGADO FINO

SOLICITA : BACH: OBREGON CRUZ ANTHONY RICHARD  
 TESIS : RESISTENCIA A LA COMPRESION DE LADRILLO DE CONCRETO, SUSTITUYENDO UN 15% AL CEMENTO,  
 POR ARCILLA EN UN 10% Y CENIZAS DE HOJA DE SCHINUS (MOLLE) EN UN 5%  
 LUGAR : CHIMBOTE-SANTA-ANCASH  
 CANTERA : VESIQUE  
 MATERIAL : ARENA GRUESA  
 FECHA : 31/08/2019

### PESO UNITARIO SUELTO

Ensayo N°	0 1	0 2	0 3
Peso de molde + muestra	7200	7150	7200
Peso de molde	3326	3326	3326
Peso de muestra	3874	3824	3874
Volumen de molde	2788	2788	2788
Peso unitario ( Kg/m <sup>3</sup> )	1390	1372	1390
Peso unitario prom. ( Kg/m <sup>3</sup> )	1384		
CORREGIDO POR HUMEDAD	1375		

### PESO UNITARIO COMPACTADO

Ensayo N°	0 1	0 2	0 3
Peso de molde + muestra	7550	7550	7550
Peso de molde	3326	3326	3326
Peso de muestra	4224	4224	4224
Volumen de molde	2788	2788	2788
Peso unitario ( Kg/m <sup>3</sup> )	1515	1515	1515
Peso unitario prom. ( Kg/m <sup>3</sup> )	1515		
CORREGIDO POR HUMEDAD	1506		



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



### PESO UNITARIO DEL AGREGADO GRUESO

SOLICITA : BACH: OBREGON CRUZ ANTHONY RICHARD  
 TESIS : RESISTENCIA A LA COMPRESION DE LADRILLO DE CONCRETO, SUSTITUYENDO UN 15% AL CEMENTO,  
 POR ARCILLA EN UN 10% Y CENIZAS DE HOJA DE SCHINUS (MOLLE) EN UN 5%  
 LUGAR : CHIMBOTE-SANTA-ANCASH  
 CANTERA : RUBEN  
 MATERIAL : PIEDRA CHANCADA  
 FECHA : 31/08/2018

### PESO UNITARIO SUELTO

Ensayo N°	0 1	0 2	0 3
Peso de molde + muestra	7600	7600	7600
Peso de molde	3326	3326	3326
Peso de muestra	4274	4274	4274
Volumen de molde	2788	2788	2788
Peso unitario ( Kg/m <sup>3</sup> )	1533	1533	1533
Peso unitario prom. ( Kg/m <sup>3</sup> )	1533		
CORREGIDO POR HUMEDAD	1528		

### PESO UNITARIO COMPACTADO

Ensayo N°	0 1	0 2	0 3
Peso de molde + muestra	8150	8150	8150
Peso de molde	3326	3326	3326
Peso de muestra	4824	4824	4824
Volumen de molde	2788	2788	2788
Peso unitario ( Kg/m <sup>3</sup> )	1730	1730	1730
Peso unitario prom. ( Kg/m <sup>3</sup> )	1730		
CORREGIDO POR HUMEDAD	1724		



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

*Jorge Montañez Reyes*  
 Ing. Jorge Montañez Reyes  
 JEFE



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

SOLICITA : BACH OBREGON CRUZ ANTHONY RICHARD  
 TESIS : RESISTENCIA A LA COMPRESION DE LADRILLO DE CONCRETO, SUSTITUYENDO UN 15% AL CEMENTO,  
 POR ARCILLA EN UN 10% Y CENIZAS DE HOJA DE SCHIMUS (MOLLE) EN UN 5%  
 LUGAR : CHIMBOTE-SANTA-ANCASH  
 CANTERA : VESIQUE  
 MATERIAL : ARENA GRUESA  
 FECHA : 31/08/2018

A	Peso de material saturado superficialmente seco (aire)	gr	300.00	300.00
B	Peso de picnometro + agua	gr	684.80	684.80
C	Volumen de masa + volumen de vacios (A+B)	cm <sup>3</sup>	984.80	984.80
D	Peso de picnometro + agua + material	gr	871.30	871.30
E	Volumen de masa + volumen de vacios (C-D)	cm <sup>3</sup>	113.50	113.50
F	Peso de material seco en estufa	gr	297.30	297.30
G	Volumen de masa (E-(A-F))		110.80	110.80
H	P.e Bulk (Base Seca)	F/E	2.619	2.619
I	P.e Bulk (Base Saturada)	A/E	2.643	2.643
J	P.e. Aparente (Base Seca)	F/E	2.683	2.683
K	Absorción (%) ((D-A)/A)x100		0.91	0.91

P.e. Bulk (Base Seca) : 2.619  
 P.e. Bulk (Base Saturada) : 2.643  
 P.e. Aparente (Base Seca) : 2.683  
 Absorción (%) : 0.91



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



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

SOLICITA : BACH. OBREGÓN CRUZ ANTHONY RICHARD  
TESIS : RESISTENCIA A LA COMPRESION DE LADRILLO DE CONCRETO, SUSTITUYENDO UN 15% AL CEMENTO,  
POR ARCILLA EN UN 10% Y CENZAS DE HOJA DE SCHINUS (MOLLE) EN UN 5%  
LUGAR : CHIMBOTE-SANTA-ANCASH  
CANTERA : RUBEN  
MATERIAL : PIEDRA CHANCADA  
FECHA : 31/08/2018

A	Peso de material saturado superficialmente seco (aire)	450.00	450.00
B	Peso de material saturado superficialmente seco (agua)	289.50	289.50
C	Volumen de masa + volumen de vacios (A-B)	160.50	160.50
D	Peso de material seco en estufa	445.30	445.30
E	Volumen de masa (C-(A-D))	155.80	155.80
G	P.e. Bulk (Base Seca) D/C	2.774	2.774
H	P.e. Bulk (Base Saturada) A/C	2.804	2.804
I	P.e. Aparente (Base Seca) D/E	2.858	2.858
F	Absorción (%) ((D-A/A)x100)	1.06	1.06

P.e. Bulk (Base Seca) : 2.774  
P.e. Bulk (Base Saturada) : 2.804  
P.e. Aparente (Base Seca) : 2.858  
Absorción (%) : 1.06



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

*Jorge Montañez Reyes*  
Ing. Jorge Montañez Reyes  
JEFE



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

SOLICITA : BACH: OBREGON CRUZ ANTHONY RICHARD  
TESIS : RESISTENCIA A LA COMPRESION DE LADRILLO DE CONCRETO, SUSTITUYENDO UN 15% AL CEMENTO,  
POR ARCILLA EN UN 10% Y CENIZAS DE HOJA DE SCHINUS (MOLLE) EN UN 5%  
LUGAR : CHIMBOTE-SANTA-ANCASH  
CANTERA : VESIQUE  
MATERIAL : ARENA GRUESA  
FECHA : 31/08/2018

PRUEBA N°	01	02
TARA N°		
TARA + SUELO HUMEDO (gr)	698	668.1
TARA + SUELO SECO (gr)	695	664.9
PESO DEL AGUA (gr)	3.0	3.2
PESO DE LA TARA (gr)	198	168.1
PESO DEL SUELO SECO (gr)	497	496.8
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	0.60	0.64
PROM. CONTENIDO HUMEDAD (%)	0.62	



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

*Jorge Montañez Reyes*  
Ing. Jorge Montañez Reyes  
JEFE



### CONTENIDO DE HUMEDAD AGREGADO GRUESO (ASTM D-2216)

SOLICITA : BACH: OBREGON CRUZ ANTHONY RICHARD  
TESIS : RESISTENCIA A LA COMPRESION DE LADRILLO DE CONCRETO, SUSTITUYENDO UN 15% AL CEMENTO,  
POR ARCILLA EN UN 10% Y CENIZAS DE HOJA DE SCHINUS (MOLLE) EN UN 5%  
LUGAR : CHIMBOTE-SANTA-ANCASH  
CANTERA : RUBEN  
MATERIAL : PIEDRA CHANCADA  
FECHA : 31/08/2018

PRUEBA N°	01	02
TARA N°		
TARA + SUELO HUMEDO (gr)	702.8	713
TARA + SUELO SECO (gr)	701.2	711.2
PESO DEL AGUA (gr)	1.6	1.8
PESO DE LA TARA (gr)	202.8	213
PESO DEL SUELO SECO (gr)	498.4	498.2
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	0.32	0.36
PROM. CONTENIDO HUMEDAD (%)	0.34	



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 LADRILLO DE CONCRETO

SOLICITA : BACH: OBREGON CRUZ ANTHONY RICHARD  
TESIS : RESISTENCIA A LA COMPRESION DE LADRILLO DE CONCRETO, SUSTITUYENDO  
UN 15% AL CEMENTO, POR ARCILLA EN UN 10% Y CENIZAS DE HOJA DE SCHINUS  
(MOLLE) EN UN 5%  
FECHA : 31/08/2018

MATERIAL : LADRILLO ( PATRON)  
DIMENSIONES DE FORMATO (cm) : 24 x 14 x 9

Identificación de la Muestra	Dimensiones ( cm )			Area Bruta ( cm <sup>2</sup> )	Carga de Rotura ( Kg )	Resistencia a la Compresión ( Kg/cm <sup>2</sup> )
	Largo	Ancho	Altura			Area Bruta
M-1 - (7 DIAS)	23.97	13.95	9.00	334.4	36,370	108.77
M-2 - (7 DIAS)	23.95	13.95	9.00	334.1	34,980	104.70
M-3 - (7 DIAS)	23.95	13.95	9.00	334.1	34,380	102.90
PROMEDIO						105.46



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

*Jorge Montañez Reyes*  
Ing. Jorge Montañez Reyes  
JEFE

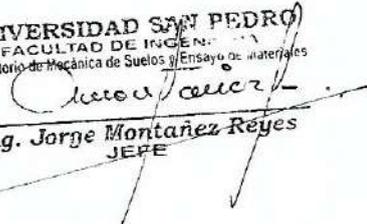


### COMPRESION DE LADRILLO DE CONCRETO

SOLICITA : BACH: OBREGON CRUZ ANTHONY RICHARD  
TESIS : RESISTENCIA A LA COMPRESION DE LADRILLO DE CONCRETO, SUSTITUYENDO  
UN 15% AL CEMENTO, POR ARCILLA EN UN 10% Y CENIZAS DE HOJA DE SCHINUS  
(MOLLE) EN UN 5%  
FECHA : 31/08/2018

MATERIAL : LADRILLO ( PATRON)  
DIMENSIONES DE FORMATO (cm) : 24 x 14 x 9

Identificación de la Muestra	Dimensiones ( cm )			Area Bruta ( cm <sup>2</sup> )	Carga de Rotura ( Kg )	Resistencia a la Compresión ( Kg/cm <sup>2</sup> )
	Largo	Ancho	Altura			Area Bruta
M-1 - (14 DIAS)	23.97	13.98	8.98	335.1	39,450	117.73
M-2 - (14 DIAS)	23.98	13.98	8.97	335.2	42,840	127.79
M-3 - (14 DIAS)	24.00	14.00	9.00	336.0	41,210	122.65
PROMEDIO						122.72

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



**COMPRESION DE LADRILLO DE CONCRETO**

SOLICITA : BACH: OBREGON CRUZ ANTHONY RICHARD  
TESIS : RESISTENCIA A LA COMPRESION DE LADRILLO DE CONCRETO, SUSTITUYENDO  
UN 15% AL CEMENTO, POR ARCILLA EN UN 10% Y CENIZAS DE HOJA DE SCHINUS  
(MOLLE) EN UN 5%  
FECHA : 31/08/2018

MATERIAL : LADRILLO ( PATRON)  
DIMENSIONES DE FORMATO (cm) : 24 x 14 x 9

Identificación de la Muestra	Dimensiones ( cm )			Area Bruta ( cm <sup>2</sup> )	Carga de Rotura ( Kg )	Resistencia a la Compresión ( Kg/cm <sup>2</sup> )
	Largo	Ancho	Altura			Area Bruta
M-1 - (28 DIAS)	23.93	13.97	8.93	334.3	42,760	127.91
M-2 - (28 DIAS)	24.00	13.83	8.94	331.9	46,250	139.34
M-3 - (28 DIAS)	23.92	13.97	8.98	334.2	42,650	127.63
PROMEDIO						131.63

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



**COMPRESION DE LADRILLO DE CONCRETO-EXPERIMENTAL 15%**

SOLICITA : BACH: OBREGON CRUZ ANTHONY RICHARD  
TESIS : RESISTENCIA A LA COMPRESION DE LADRILLO DE CONCRETO, SUSTITUYENDO UN 15% AL CEMENTO, POR ARCILLA EN UN 10% Y CENIZAS DE HOJA DE SCHINUS (MOLLE) EN UN 5%  
FECHA : 31/08/2018

MATERIAL : LADRILLO ( EXPERIMENTAL)  
DIMENSIONES DE FORMATO (cm) : 24 x 14 x 9

Identificación de la Muestra	Dimensiones ( cm )			Area Bruta ( cm <sup>2</sup> )	Carga de Rotura ( Kg )	Resistencia a la Compresión ( Kg/cm <sup>2</sup> )
	Largo	Ancho	Altura			Area Bruta
M-1 - (7 DIAS)	23.95	13.97	8.93	334.6	32,070	95.85
M-2 - (7 DIAS)	23.83	13.93	8.95	332.0	33,470	99.61
M-3 - (7 DIAS)	23.83	13.90	9.00	331.2	32,610	98.45
PROMEDIO						97.97

  
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 LADRILLO DE CONCRETO-EXPERIMENTAL 15%

SOLICITA : BACH: OBREGON CRUZ ANTHONY RICHARD  
TESIS : RESISTENCIA A LA COMPRESION DE LADRILLO DE CONCRETO, SUSTITUYENDO  
UN 15% AL CEMENTO, POR ARCILLA EN UN 10% Y CENIZAS DE HOJA DE SCHINUS  
(MOLLE) EN UN 5%  
FECHA : 31/08/2018

MATERIAL : LADRILLO ( EXPERIMENTAL)  
DIMENSIONES DE FORMATO (cm) : 24 x 14 x 9

Identificación de la Muestra	Dimensiones ( cm )			Area Bruta ( cm <sup>2</sup> )	Carga de Rotura ( Kg )	Resistencia a la Compresión ( Kg/cm <sup>2</sup> )
	Largo	Ancho	Altura			Area Bruta
M-1 - (14 DIAS)	23.97	13.93	8.95	333.9	38,870	116.41
M-2 - (14 DIAS)	23.90	13.98	9.00	334.1	39,980	119.66
M-3 - (14 DIAS)	23.93	13.90	8.83	332.6	39,250	118.00
PROMEDIO						118.02





### COMPRESION DE LADRILLO DE CONCRETO-EXPERIMENTAL 15%

SOLICITA : BACH: OBREGON CRUZ ANTHONY RICHARD  
TESIS : RESISTENCIA A LA COMPRESION DE LADRILLO DE CONCRETO, SUSTITUYENDO  
UN 15% AL CEMENTO, POR ARCILLA EN UN 10% Y CENIZAS DE HOJA DE SCHINUS  
(MOLLE) EN UN 5%  
FECHA : 31/08/2018

MATERIAL : LADRILLO (EXPERIMENTAL)  
DIMENSIONES DE FORMATO (cm) : 24 x 14 x 9

Identificación de la Muestra	Dimensiones ( cm )			Area Bruta ( cm <sup>2</sup> )	Carga de Rotura ( Kg )	Resistencia a la Compresión ( Kg/cm <sup>2</sup> )
	Largo	Ancho	Altura			Area Bruta
M-1 - (28 DIAS)	23.97	13.87	8.97	332.5	42,900	129.04
M-2 - (28 DIAS)	23.93	13.92	8.98	333.1	42,670	128.10
M-3 - (28 DIAS)	23.90	13.93	8.93	332.9	39,740	119.37
PROMEDIO						125.50

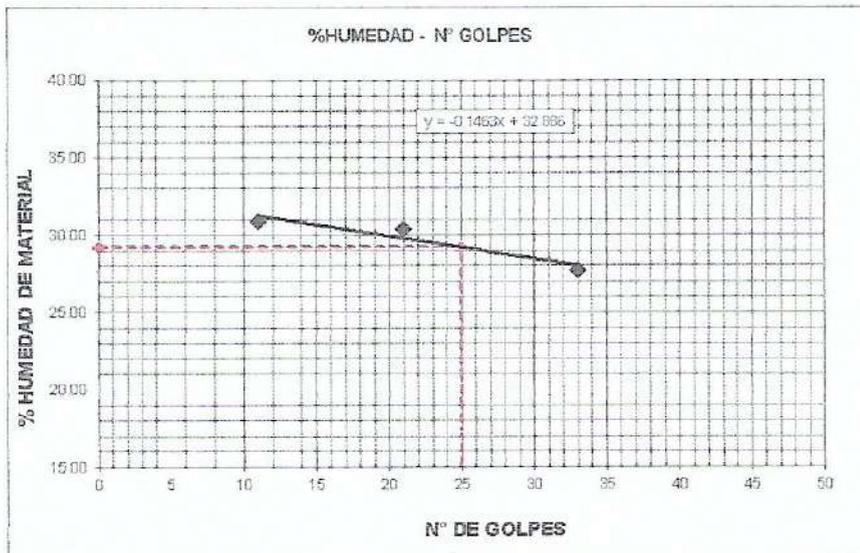
  
UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
Laboratorio de Mecánica de Suelos y Ensayo de Materiales  
*Jorge Montañez Reyes*  
Ing. Jorge Montañez Reyes  
JEFE



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

SOLICITA : BACH: OBREGON CRUZ ANTHONY RICHARD  
 TESIS : RESISTENCIA A LA COMPRESION DE LADRILLO DE CONCRETO, SUSTITUYENDO UN 15% AL CEMENTO,  
 POR ARCILLA EN UN 10% Y CENIZAS DE HOJA DE SCHINUS (MOLLE) EN UN 5%  
 MUESTRA : ARCILLA  
 LUGAR : CHIMBOTE-SANTA- ANCASH  
 FECHA : 31/08/2018

Nro. DE ENSAYO	LIMITE LIQUIDO			LIMITE PLASTICO		
	1	2	3	1	2	3
PESO TARA + SUELO HUMEDO (gr.)	46,40	48,80	49,00	24,60	28,15	26,72
PESO TARA + SUELO SECO (gr.)	40,80	42,50	43,00	24,00	27,60	26,20
PESO DE LA TARA (gr.)	22,70	21,80	21,40	20,10	24,00	22,80
PESO DEL AGUA (gr.)	5,60	6,30	6,00	0,60	0,55	0,52
PESO SUELO SECO (gr.)	18,10	20,70	21,60	3,90	3,60	3,40
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	30,94	30,43	27,78	15,38	15,28	15,29
Nro. DE GOLPES	11	21	33	15,32		



LIMITE LIQUIDO	
(MTC E-110,ASTM D-4318 y AASHTO T89)	
LL :	% 29.32

LIMITE PLASTICO	
(MTC E-111,ASTM D-4318 y AASHTO T90)	
LP :	% 15.32

INDICE DE PLASTICIDAD	
ASTM D-438	
IP :	% 14.00


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