

**UNIVERSIDAD SAN PEDRO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**PROGRAMA ESTUDIOS DE INGENIERÍA CIVIL**



**Evaluación del uso de la arcilla de Acopampa – Carhuaz en  
dosificaciones referidas de morteros**

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

**Autor:**

Silva Alfaro, Frank Jonathan

**Asesor:**

Castañeda Gamboa Rogelio

Chimbote-Perú

2020

**Palabras clave:**

<b>TEMA</b>	ARCILLA, MORTEROS
<b>ESPECIALIDAD</b>	TECNOLOGÍA DEL CONCRETO

**Key Words:**

<b>TOPIC</b>	CLAY, MORTARS
<b>SPECIALTY</b>	TECNOLOGÍA DEL CONCRETO

**Línea de Investigación:**

Línea de Investigación	Tecnología del Concreto
Área	Ingeniería, tecnología
Sub Área	Ingeniería Civil
Disciplina	Ingeniería Civil

**Evaluación del uso de la arcilla de Acopampa – Carhuaz en  
dosificaciones referidas de morteros**

## RESUMEN

En el presente trabajo fue una investigación descriptiva donde se realizó la evaluación en diferentes dosificaciones de arcilla de Acopampa - Carhuaz las cuales fueron utilizadas en la elaboración morteros como también la incidencia de esta.

Así mismo se hizo una comparación de tres investigaciones realizados por los siguientes autores: Gonzales, H. (2017), Resistencia del mortero con cemento sustituido por el 13% arcilla por una combinación de arcilla (10%) y concha cuchara (3%) (10% arcilla + 3% concha de cuchara), Lozano, C. (2018), Resistencia a la compresión y absorción de un mortero sustituyendo el cemento por 36% de arcilla activada de Acopampa-Carhuaz y 12% de concha de abanico (36% arcilla + 12% concha de abanico) y Silva, F. (2019), Resistencia del mortero de cemento con sustitución del 13% arcilla de arcilla, y fueron denominados como: 10% arcilla + 3% concha de cuchara, 36% arcilla + 12% concha de abanico y 13% arcilla, respectivamente. Se compararon los parámetros como el grado de calcinación de la arcilla y su comportamiento como material puzalanico, sus componentes químicos manifestados como óxidos y también la granulometría del agregado fino en la elaboración de morteros y como es que todos estos parámetros mencionados influyeron en su resistencia a la compresión.

Finalmente se llegó a la conclusión que para tener resultados óptimos en cuanto a la resistencia a la compresión de morteros se debe utilizar dosificaciones mínimas de 10% y 13% de arcilla de Acopampa – Carhuaz, porcentajes utilizados por los autores: de Lozano, C (2018) y Silva, F. (2019).

## **ABSTRACT**

In the present work it was a descriptive investigation where the evaluation was carried out in different dosages of clay from Acopampa - Carhuaz which were used in the preparation of mortars as well as the incidence of this. Likewise, a comparison was made of three investigations carried out by the following authors: Gonzales, H. (2017), Resistance of mortar with cement replaced by 13% clay with a combination of clay (10%) and spoon shell (3%) (10% clay + 3% spoon shell), Lozano, C. (2018), Resistance to compression and absorption of a mortar substituting cement for 36% activated clay from Acopampa-Carhuaz and 12% from fan shell ( 36% clay + 12% fan shell) and Silva, F. (2019), Strength of cement mortar with substitution of 13% clay clay, and were denominated as: 10% clay + 3% spoon shell, 36% clay + 12% fan shell and 13% clay, respectively. Parameters such as the degree of calcination of the clay and its behavior as a puzalanic material, its chemical components manifested as oxides and the granulometry of the fine aggregate in the preparation of mortars and how all these parameters mentioned influenced its resistance to compression. Finally, it was concluded that to have optimal results in terms of the compressive strength of mortars, minimum dosages of 10% and 13% of Acopampa-Carhuaz clay should be used, percentages used by the authors: de Lozano, C ( 2018) and Silva, F. (2019).

## INDICE

Palabras Clave	i
Título	ii
Resumen	iii
Abstract	iv
Introducción	1
Metodología	16
Resultados	18
Análisis Y Discusión	29
Conclusiones	33
Recomendaciones	34
Agradecimiento	35
Referencias Bibliográficas	36
Anexos	38

## **Lista de tablas**

Tabla 1	<i>Límites de composición aproximados para cemento Portland Tipo I</i>	8
Tabla 2	<i>Componentes químicas del cemento Portland Tipo I</i>	8
Tabla 3	<i>Granulometría de la arena gruesa</i>	9
Tabla 4	<i>Requisitos para agua de mezcla</i>	10
Tabla 5	<i>Análisis químico por FRX de la arcilla en su estado natural</i>	12
Tabla 6	<i>Tolerancias admisibles para edades de ensayo</i>	13
Tabla 7	<i>Cantidades de materiales a ser mezcladas</i>	13
Tabla 8	<i>Temperaturas y tiempos de calcinación</i>	18
Tabla 9	<i>Tipo, punto de extracción y condición de la muestra de arcilla</i>	19
Tabla 10	<i>Componentes químicos de la arcillas – Investigación de Gonzales, H. (2017), dosificación al 10% de arcilla y 3% de concha de cuchara.</i>	21
Tabla 11	<i>Componentes químicos de la arcillas – Investigación de Lozano, C. (2018), dosificación al 36% de arcilla y 12% de concha de abanico.</i>	21
Tabla 12	<i>Componentes químicos de la arcillas – Investigación de Silva, F. (2019), dosificación del 13% de arcilla.</i>	22
Tabla 13	<i>Control de la granulometría - dosificación del 10% arcilla + 3% concha de cuchara</i>	24
Tabla 14	<i>Control de la granulometría - dosificación del 36% arcilla + 12% concha de abanico</i>	25
Tabla 15	<i>Control de la granulometría - dosificación del 13% arcilla</i>	26
Tabla 16	<i>Relación agua/cemento (a/c) de cada investigación</i>	27
Tabla 17	<i>Cantidad de material utilizado de cada investigación</i>	27
Tabla 18	<i>Resultados de resistencia a la compresión de morteros patrón y experimental con dosificaciones variadas de arcilla</i>	27

## **Lista de Figuras**

FIGURA 1	<i>Temperatura y tiempos de calcinación de cada investigación</i>	18
FIGURA 2	<i>Diagrama de Holtz and Kovacs – dosificación del 10% arcilla + 3% concha de cuchara</i>	19
FIGURA 3	<i>Diagrama de Holtz and Kovacs – dosificación del 36% arcilla</i>	

+ 12% concha de abanico	20
FIGURA 4 <i>Diagrama de Holtz and Kovacs – dosificación del 13% arcilla</i>	20
FIGURA 5 <i>Composición química expresada en óxidos de las dosificaciones variadas de la arcilla de Acopampa – Carhuaz según la Fluorescencia de rayos – X</i>	23
FIGURA 6 <i>Curvas de control de los porcentajes permisibles - dosificación del 10% arcilla + 3% concha de cuchara</i>	24
FIGURA 7 <i>Curvas de control de los porcentajes permisibles – dosificación del 36% arcilla + 12% concha de abanico</i>	25
FIGURA 8 <i>Curvas de control de los porcentajes permisibles – dosificación del 13% arcilla</i>	26
Gráfico 9 <i>Curva de resistencia a la compresión de morteros patrón y experimental con dosificaciones variadas de arcilla</i>	28
FIGURA 10 <i>Curvas de resistencia a la compresión patrón y experimental de las dosificaciones 10% arcilla + 3% concha de cuchara y 13% arcilla</i>	28

## INTRODUCCIÓN

De los antecedentes encontrados se ha abordado algunos trabajos relevantes a esta investigación, como el de Alujas, A. (2013). Tuvo como objetivo evaluar la reactividad puzolánica de los productos de calcinación de una arcilla cubana con contenido de Caolinita y su empleo parcial como Cemento Portland ordinario (CPO). La roca arcillosa, fue sometida a una caracterización químico estructural y morfológico mediante Difracción de Rayos X (DRX), Fluorescencia de Rayos X (FRX), Análisis Térmico y Termogravimétrico (ATG). Los principales tipos de arcillas encontradas fueron Caolinita (40%), Montmorillonita e Illita. Tres porciones de la roca arcillosa fueron calcinadas por 90 minutos a temperaturas de 600, 800 y 925 °C, para este trabajo se denominarán 66, 86 y 96 a las fracciones arcillosas calcinada a 600, 800 y 925°C durante 90 minutos, respectivamente. Para la evaluación de la actividad puzolánica fueron preparados cuatro pastas de cemento Pórtland con una relación agua / cemento = 0.4, usando un Cemento Pórtland Tipo I de 42,5 Mpa. En tres de las series, un 30 % en masa del CPO fue substituido por las arcillas calcinadas a 600, 800 y 925 °C, denominándose series OPC-66, OPC-86 y OPC-96, respectivamente. Una cuarta serie control es preparada empleando 100% de cemento Pórtland como patrón (denominada serie OPC).

Los ensayos de resistencia a la compresión y flexión realizados a edades de 1, 7, 28 y 90 días. A una temperatura de curado de 30°C para todas las series. Se concluyó que a pesar de su bajo contenido de Caolinita (40 %) la fracción arcillosa estudiada, luego de someterse a temperaturas de calcinación de 600 y 800 °C, mostraron con un 30% de reemplazo de CPO, excelentes resultados de reactividad puzolánica a edades tempranas de 7 días, por otro lado para una temperatura de calcinación de 925° la reactividad puzolánica fue baja o moderada, teniendo en cuenta que se usó el mismo grado de temperatura para el curado.

Silva, F. (2019). El objetivo fue determinar la resistencia a la compresión de un mortero sustituyendo en 13% arcilla al cemento con arcilla y comparándolo con un diseño de mortero patrón. Para la calcinación de la arcilla se realizó un análisis térmico diferencial (ATD) teniendo como resultado en un cambio de fase en 540°C, por 1 hora.

Se realizaron los ensayos de Fluorescencia de rayos - X (FRXDE) a la muestra de arcilla se obtuvieron los siguientes porcentajes de óxido representativos: AlO<sub>3</sub> (54.061), SiO<sub>2</sub> (32.331), K<sub>2</sub>O (4.452), TiO (0.528), Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (8.026).

Los resultados obtenidos del ensayo de resistencia a la compresión a los 3 días 376.0 kg/cm<sup>2</sup>, a los 7 días 415.00 kg/cm<sup>2</sup> y a los 28 días 511.00 kg/cm<sup>2</sup>. Al sustituir el 13% arcilla de arcilla activada, tenemos como resultado 328.00 kg/cm<sup>2</sup> a los 3 días, a los 7 días 394.00 kg/cm<sup>2</sup> y a los 28 448.00 kg/cm<sup>2</sup>, podemos observar que la resistencia a la compresión del diseño experimental no supera al diseño patrón.

Lozano, C. (2018). El objetivo de esta investigación fue determinar la resistencia a la compresión de un mortero utilizando como sustituyendo al cemento 36% de arcilla activada de Acopampa – Carhuaz y 12% de concha de abanico, en comparación con un diseño de mortero convencional. Para la calcinación de la arcilla se trabajó con una temperatura de 900°C, para la calcinación de la muestra de concha de abanico se dio un cambio de fase de 720°C por 4 horas.

Se realizaron los ensayos de Fluorescencia de rayos - X (FRXDE) a la muestras de arcilla se obtuvieron los siguientes porcentajes de óxido representativos: Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (14.948), SiO<sub>2</sub> (66.550), K<sub>2</sub>O (2.407), TiO (1.272), Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (5.677) y a la muestra de concha de abanico, con los siguientes porcentajes de óxidos: Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (15.477), SiO<sub>2</sub> (10.084), CaO (73.014), SO<sub>2</sub> (1.029).

Finalmente sometidos a ensayos de resistencia a la compresión se tuvieron los siguientes resultados a los 3 días 166.34 kg/cm<sup>2</sup>, 7 días 234.32 kg/cm<sup>2</sup> y 28 días 406.11 kg/cm<sup>2</sup>. Se concluye que al sustituir el 36% de arcilla y 12% de concha de abanico, la resistencia a la

compresión disminuye en 43.15% a los 3 días, a los 7 días en 12.17% y a los 28 días disminuye notablemente en 43% respecto a un mortero patrón.

Gonzales, H. (2017), realizó un estudio para determinar la resistencia de un mortero al sustituir al cemento en un 13% arcilla por la combinación de arcilla pulverizada y concha cuchara, mediante la calcinación de la nuestra arcilla se realizó un análisis térmico diferencial (ATD) teniendo como resultado en un cambio de fase en 520°C a razón de 60 min, para la calcinación de nuestra concha cuchara en un proceso de calcinación de 1000°C.

Realizado el ensayo de fluorescencia de rayos – X (FRXDE) a la muestra de arcilla donde se obtuvieron los óxidos más representativos:  $AlO_3$  (52.03),  $SiO_2$  (33.638),  $Fe_2O_3$  (6.086), y a la muestra de concha de cuchara, con los siguientes porcentajes de óxidos más representativos:  $CaO$  (97.182),  $K_2O$  (1.495),  $SiO_2$  (1.176).

Comparando los resultados del diseño patrón y experimental, se dieron los siguientes resultados a los 3 días de ensayo un incremento de resistencia de 48.47  $kg/cm^2$ , 7 días 62.57  $kg/cm^2$  y a los 28 días 99.23  $kg/cm^2$ , llegando a la conclusión que el diseño experimental supero notablemente al diseño convencional utilizado.

## **Mortero**

Es una mezcla constituida por aglomerantes y agregado fino, a los cuales se añadirá la máxima cantidad de agua para obtener una mezcla trabajable y adhesiva. Para elaborar morteros destinados a hacer empleados en obras de albañilería, se tendrá en cuenta lo indicado en las Normas NTP 399.607, 399.610 y la E.070 albañilería.

El mortero es un material pulverizado finamente puede contener materiales tales como: Clínker Pórtland, piedra caliza, arcilla, puzolana, escoria granulada, ceniza volante y yeso.

Estos materiales pueden incorporarse a criterio del profesional, como también pueden se incorporados otros materiales en proporción tal que no sean nocivos para el comportamiento posterior del producto. (Imcyc, 2011, p. 68).

### **Características del mortero**

El mortero se divide en dos categorías; el Estado Fresco y el Estado Endurecido, teniendo en cuenta que las propiedades del mortero fresco condiciona el comportamiento del mortero endurecido; mientras que el estado endurecido determina su durabilidad (Slide Share, 2017).

### **Mortero en estado fresco**

Es la fase del mortero donde una vez mezclado y amasado, la duración para utilizarlos en obra varía de acuerdo con el tiempo de fraguado requerido por la proporción que integra la mezcla, así como por los factores de la temperatura, humedad, etc. Otras características que reflejan son la plasticidad y la trabajabilidad (Slide Share, 2015). Para complementar el concepto de esta fase tenemos las siguientes definiciones:

- Obtención de la mezcla (NTP 334.003:2008): Establece el método para obtener morteros de consistencia plástica por mezcla mecánica.
- Tiempo de Utilización: se refiere al tiempo durante el cual el mortero tiene suficiente trabajabilidad, sin la adición posterior de agua para contrarrestar el fraguado.
- Fluidez del Mortero (NTP 334.057:2011): Es un parámetro de la relación agua/cemento, la cual es un indicador de la trabajabilidad, se determina por medio de la mesa de sacudidas.
- Tiempo de Fraguado (NTP 334.006:2003): Es el tiempo necesario para el endurecimiento completo del mortero.

### **Mortero en estado endurecido**

Es la fase cuando el mortero se endurece hasta consolidarse. Por ello, es preciso mencionar y diferenciar diversas propiedades y exigencias en función a este estado:

- Resistencia Mecánica a la Compresión (NTP 334.051:2006): Determina la resistencia a la compresión en morteros de cemento Portland, usando especímenes cúbicos de 50 mm de lado.
- Adherencia (NTP 331.052): Depende del tipo de mortero, soporte, preparación y mano de obra.
- Estabilidad dimensional (NTP 399.630:2010): Durante el endurecimiento se produce una disminución del volumen llamada Retracción.
- Otros factores a tomar en cuenta es su densidad en el estado endurecido, permeabilidad al vapor de agua, y el contenido de sulfatos del agua usada para su elaboración y curado (NTP 339.229:2009).

## **Propiedades del mortero**

### **En estado plástico**

- **Manejabilidad:** Es la facilidad que presenta la mezcla para ser manipulada, en otras palabras, de la facilidad para dejarse manejar. La manejabilidad se relaciona con la consistencia de la mezcla en estado blando o seco, tal que como se encuentra en estado plástico; depende de la proporción de arena y cemento, granulometría y módulo de finura de la arena.
- **Trabajabilidad:** Esta característica se obtiene cuando el mortero se encuentra en estado plástico, esta etapa condiciona a las características, la que a su vez corresponde a la de su uso en obra. Para que la mezcla pueda emplearse fácilmente y poder obtener un vaciado compacto y uniforme, es necesario que sea suficientemente plástico.
- **Retención de agua:** Se trata de facultad que tiene el mortero para mantener su plasticidad cuando queda en contacto con la superficie sobre la que va a ser colocado, por ejemplo en la tabiquería.

- **Velocidad de endurecimiento:** El periodo de fraguado final e inicial de un mortero se encuentra entre 2 y 24 horas; está sujeta a los componentes de la mezcla y de las condiciones ambientales a las que están expuestas como el clima y la humedad.

#### **En estado endurecido.**

- **Resistencia:** Si el mortero es empleado como pega, debe tener una unión resistente. Si el mortero va a ser empleado para soportar cargas altas y sucesos, tal es el caso de la mampostería estructural, debe disponer de una alta resistencia a la compresión.
- **Durabilidad:** De la misma forma que el concreto, la durabilidad se presenta como la resistencia que tiene el mortero ante agentes externos como: temperatura baja, penetración de agua, desgaste por abrasión y agentes corrosivos. En conclusión, se puede afirmar que los morteros de resistencia a la compresión alta presentan buena durabilidad.
- **Apariencia:** La apariencia del mortero después de fraguado juega un importante papel arquitectónico en las mamposterías de ladrillo; para tener una apariencia apreciable es necesario utilizar morteros de plasticidad óptima.

#### **Componentes del mortero**

La descripción de los componentes se realiza desde un punto de vista volumétrico, destacando principalmente tres: aglomerante (cemento), agregado fino y agua.

- Se pueden emplear estos tres aglomerantes:
- Cemento Portland tipo I y II, referencia según NTP 334.009
- Cemento Adicionado IP, referencia según NTP 334.830
- Una mezcla de cemento Portland o cemento adicionado y cal hidratada normalizada de acuerdo a la NTP 339.002. (Rivera, 2013, p. 16).

## **Cemento Portland**

Es el producto que obtenemos por la pulverización del clinker, su composición esta dada principalmente por materiales calcáreos tales como: caliza, alúmina y sílice que se encuentran como arcilla (Rivera, 2013, p. 18).

### **Composición química:**

- **El silicato dicálcico:** Componentes que endurece poco a poco y aporta en gran manera al aumento de resistencia en edades mayores de una semana, se estima que a los 180 días respóndeme aproximadamente en un 50% únicamente.
- **El silicato tricálcico:** Factor fundamental del fraguado inicial y del rápido endurecimiento.
- **El aluminato tricálcico:** En los días iniciales del endurecimiento libera una alta cantidad de calor, en la primera semana se hidrata casi por completo asistiendo ligeramente con la resistencia temprana. Su primordial función es facilitar la reacción de la sílice con la cal.
- **Aluminio - ferrito:** Minimiza la temperatura de calcinación en el horno rotatorio, y ayuda a la fabricación del cemento. Se hidrata con una rapidez relativa (a los tres días casi en su totalidad), pero no contribuye mucho a la resistencia.
- Cabe mencionar que podemos encontrar compuestos menores tales como: oxido de magnesio, oxido de titanio, oxido de potasio, oxido de sodio, que en general no sobrepasan de un pequeño porcentaje de la masa del cemento. (Tacilla, Araujo, Cardoza, *“Composición química del cemento”,2004*).

**TABLA 1***Límites de composición aproximados para cemento Portland Tipo I*

<b>Oxido</b>	<b>Contenido (%)</b>
Óxido de Calcio (CaO)	60 – 67
Óxido de Silicio (SiO <sub>2</sub> )	17 – 25
Trióxido de Aluminio (Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	3 – 8
Óxido de Hierro (Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	5 – 6,0
Óxido de Magnesio (MgO)	1 – 4,0
Álcalis	0,2 – 1,3
Óxido de Azufre (SO <sub>3</sub> )	1 – 3

Fuente: Concreto Simple, 2013

**TABLA 2***Componentes químicas del cemento Portland Tipo I*

<b>Componentes</b>	<b>Cemento Portland tipo 1</b>
Cal Combinada: CaO	62.5%
Sílice : SiO <sub>2</sub>	21%
Alúmina: Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	6.5%
Hierro : Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2.5%
Óxido de Azufre: SO <sub>3</sub>	2.0%
Cal Libre: CaO	0.0%
Magnesio: MgO	2.0%
Perdida al Fuego: P.F	2.0%
Residuo Insoluble: R.I	1.0%
Álcalis: Na <sub>2</sub> + K <sub>2</sub> O	0.5%

Fuente: Tópico de tecnología de concreto de Enrique Pasquel

**Tipos de Cemento**

- **Cemento portland tipo I:** Material destinado a obras de hormigón en general, el cual no se requiere propiedades especiales (Rosaura, 2018, p-2).

## **Agregado Fino**

El agregado fino a emplear será arena gruesa natural, exenta de materia orgánica y sales, con las características indicadas en la tabla 3. Se aceptarán otras granulometrías siempre que sean en ensayos de pilas y muretes (norma técnica de edificación e.070 albañilería).

## **Granulometría**

Se define como los tamaños y la densidad que conforman las partículas del agregado fino. Para esta caracterización de tamaños debe valorar mediante una distribución y separación en 7 fracciones, tamizándola a través de las mallas normalizadas como “serie estándar” cuyas aberturas se duplican sucesivamente a partir de la más reducida que es igual a 0.150mm (ASTM N° 100), donde los procedimientos de ensayos está dado por la normas indicadas (N.T.P 400.012 / ASTM C-33).

**TABLA 3**

*Granulometría de la arena gruesa*

<b>Malla ASTM</b>	<b>% Que Pasa</b>
N # 4 (4,75 mm)	100
N # 8 (2,36 mm)	95 a 100
N # 16 (1,18 mm)	70 a 100
N # 30 (0,60 mm)	40 a 75
N # 50 (0,30 mm)	10 a 35
N # 100 (0,15 mm)	2 a 15
N # 200 (0,075 mm)	Menos de 2

Fuente: norma técnica de edificación e.070 albañilería

- No deberá quedar más del 50% de arena retenido entre dos mallas consecutivas.
- El módulo de fineza estará comprendido entre 1,6 y 2,5.
- El porcentaje máximo de partículas quebradizas será: 1% en peso.
- No deberá utilizarse arena de mar.

## Agua de Mezcla

El agua a utilizar deberá ser potable y libre de sustancias tóxicas, ácidos, álcalis y materia orgánica. Realiza un papel importante en la relación agua/cemento, durante el elaboración del mortero como también en el curado en obra, la cantidad debe ser suficiente para para la hidratación del cemento y el calado de la arena, sin llegar al exceso, no debe tener presencia de agentes dañinos que dañen las propiedades del mortero a armadura (corrosión).

**Tabla 4**

*Requisitos para agua de mezcla*

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

Fuente: Norma Técnica Peruana 339.088

## Agua de Curado

Es el componente adicional de agua y cumple una la función de hidratar eficazmente en la hidratación del cemento. La humedad del ambiente influye en este suministro, ya que la evaporación del agua libre de la pasta ocurre con rapidez cuando la humedad relativa es menor. El agua y el cemento al mezclarse ocupan un espacio inicial que están presentes permanentemente y que tiende a ser llenado gradualmente por los productos de hidratación (pasta).

## **Arcilla de Acopampa – Carhuaz**

Los principales grupos de arcilla son el caolín, esmética, illita, halloysita. Son los sedimentos más finos menores a 2 micras o 1/256 mm. Compuesto por minerales de arcilla y presencia de otros minerales como: cuarzo, feldespato, micas, cloritas, limonitas, etc. Mayormente en la naturaleza encontramos las arcillas mezcladas, los limos, arenas, humedad y material orgánico en diferentes cantidades, el cual se denomina material arcilloso. La arcilla común tiene con generalmente compuestos de hierro, dando colores marrón amarillentos a marrones y carbonatos.

El valor de las arcillas para sus aplicaciones industriales depende de sus propiedades químicas y físicas tales como: plasticidad, cohesión, resistencia a la tensión, capacidad de intercambio catiónico, capacidad de absorción, etc.

**Grupo de la caolinita:** La caolinita es el principal constituyente del caolín y las arcillas para porcelana. Las caolinitas son producto de la meteorización del feldespato ortoclasa proveniente del granito, comúnmente se encuentran en suelos compuestos de sedimento. La caolinita se presenta en hojuelas hexagonales de tamaño pequeño, su estructura consiste en una distribución de dos láminas de sílice y gibsita fuertemente enlazadas.

**Grupo de la illita:** La illita es el resultado de la meteorización de las micas, es similar en muchos aspectos a la mica blanca pero tiene menos potasio y más agua en su composición. Se presenta en forma de hojuelas y su estructura consiste en arreglos de tres láminas de gibsita con los iones de potasio (K) proporcionando el enlace entre láminas adyacentes de sílice.

**Grupo de la montmorilonita:** La montmorilonita es el constituyente principal de la bentonita y otras variedades similares de arcilla. Las montmorilonitas suelen ser el resultado de la meteorización del feldespato plagioclasa en los depósitos de ceniza volcánica. Su estructura fundamental consiste de distribuciones de tres láminas, cuya lámina octaédrica intermedia es

casi siempre gibsita o en otro caso brucita. Diversos enlaces metálicos además del potasio (K) forman enlaces débiles entre las láminas.

**TABLA 5**

*Análisis químico por FRX de la arcilla en su estado natural*

<b>Componente</b>	<b>%</b>
SiO <sub>2</sub>	43.89
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	11.13
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	24.73
CaO	1.38
MgO	2.63
SO <sub>3</sub>	0.08
K <sub>2</sub> O	1.10
MnO	0.14
Na <sub>2</sub> O	1.99
Otros	3.11
P.I	9.81

Fuente: Pino, R. (2011).

### **Resistencia a la compresión**

**Ensayo de compresión:** Se realiza con muestras en forma de cubo o cilíndricas tomadas de una muestra representativa de las mezclas durante el moldeo del casco de ferrocemento, y cualquiera de la sección que se moldee en otro día (Norma astm c-109).

### **Determinación de Resistencia a la Compresión**

Se ensayan los especímenes inmediatamente después de sacarlos del gabinete húmedo. Todos los especímenes de ensayo para una edad de ensayo dada deben ser rotos dentro de la tolerancia admisible, como se muestran en la tabla siguiente:

**TABLA 6***Tolerancias admisibles para edades de ensayo*

<b>Edad de Ensayo</b>	<b>Tolerancia Admisible</b>
3 días	±1 h
7 días	±3 h
28 días	±12 h

Fuente: Método Normalizado de Ensayo de Resistencia a Compresión de Morteros de Cemento Hidráulico – astm C 109.

Se debe de aplicar la carga a las caras de espécimen que estuvieron en contacto con las superficies verdaderamente planas del molde. Se coloca cuidadosamente el espécimen en la máquina de ensayo de bajo del centro del bloque del apoyo superior. No deben usarse materiales de amortiguamiento o de asiento para realizar el ensayo.

**TABLA 7***Cantidades de materiales a ser mezcladas*

<b>Material</b>	<b>Número de Especímenes</b>	
	<b>6</b>	<b>9</b>
Cemento, g.	500	740
Arena, g.	1375	2035
Agua, ml.		
Portland(.485)	242	359
Portland con incorporado de aire (0.460)	230	240
Otros (para una fluencia de $110 \pm 5$ )	...	...

Fuente: Método Normalizado de Ensayo de Resistencia a Compresión de Morteros de Cemento Hidráulico – astm C 109.

## **Justificación de la investigación**

### **A Nivel Social**

El interés en la obtención de materiales puzolanicos ha ido incrementándose en los últimos años en nuestro país a partir del empleo de las arcillas activadas, por su relativa facilidad de tratamiento y demostradas propiedades puzolanicas así como por su amplia disponibilidad. En la presente investigación se pretende comparara el uso de la arcilla de Acopampa – Carhuaz en dosificaciones variadas de morteros.

Perú cuenta con yacimientos de arcillas al igual que otros yacimientos arcillosos donde esta fase mineral está presente en bajas o moderadas cantidades. Los minerales arcillosos se presentan en abundancia en la zona de la sierra, donde su formación es favorecida por las condiciones ambientales de altas temperaturas y abundante humedad.

### **A Nivel Tecnológica**

Cabe señalar que si este estudio llegara a cumplir los objetivos sería de gran importancia y se estaría dando un gran aporte en la elaboración de morteros con la adecuada dosificación de la arcilla.

A través de esta investigación descriptiva se determinara las características de la arcilla de Acopampa – Carhuaz y su actividad puzolanica utilizadas en la elaboración de morteros y como esta influye en su resistencia.

### **Problema**

¿Cómo influyen las dosificaciones variadas de la arcilla de Acopampa – Carhuaz en la resistencia de morteros?

## Conceptuación y Operacionalización de la variable

Variable	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicador
Uso de la arcilla de Acopampa - Carhuaz	Se define a la arcilla como una roca sedimentaria constituida por agregados de silicatos de aluminio. Sus múltiples aplicaciones se deben a que está constituida por finas partículas que son un reflejo de la naturaleza de sus minerales. Estos minerales se forman, se destruyen y se vuelven a constituir, siguiendo un largo ciclo geológico. (Scientific American, 1979).	Se utilizará los resultados tres autores: Gonzales, H. (2017), Lozano, C. (2018) y Silva, F. (2019), los cuales utilizaron arcilla de Acopampa - Carhuaz. En la investigación de Gonzales, H (2017), Se empleó una dosificación de la combinación del 10% de arcilla activada y 3% de concha de cuchara. En investigación realizada por Lozano, C. (2018), se utilizó una dosificación de 36% con un componente adicional de 12% de Concha de Abanico, y finalmente en la investigación de Silva, F. (2019), se usó una dosificación de 13% arcilla. A fin de determinar cuál es el porcentaje más adecuado para tener un resultado óptimo en cuanto a su resistencia a la compresión.	Variación de dosificaciones	Temperatura Composición Química Granulometría Resistencia a la compresión

## **HIPÓTESIS**

No se considera para esta investigación descriptiva.

## **OBJETIVOS**

### **Objetivo General**

- Determinar la influencia de la dosificación variada de la arcilla Acopampa – Carhuaz en la resistencia de morteros.

### **Objetivos Específicos**

- Identificar el grado de calcinación de las arcillas mediante información referida utilizando métodos estadísticos.
- Identificar los componentes químicos expresados como óxidos de las arcillas, basándose en información referencial.
- Identificar la granulometría basada en los estudios referidos de propuestas de diseño de los morteros utilizando métodos estadísticos.
- Evaluar las resistencias a la compresión de los morteros a los 3, 7 y 28 días, con dosificaciones variadas de arcillas, utilizando información referencial mediante procesamiento estadístico.

## **METODOLOGÍA**

El tipo de investigación correspondiente fue descriptiva, porque estuvo orientada a evaluar datos existentes de investigaciones ya realizadas, con ello pudimos comparar la resistencia a la compresión de morteros, los cuales usaron dosificaciones variadas de arcilla.

### **ENFOQUE DE LA INVESTIGACIÓN**

Esta investigación pertenece a un enfoque cuantitativo, se utilizó técnicas estadísticas para el procesamiento, recolección de información referida, el análisis de la variable e indicadores, los cuales fueron registrados en el instrumento ficha técnica.

#### **Población:**

- Investigación de la Arcilla de Acopampa-Carhuaz utilizadas en la elaboración de morteros.

#### **Muestra:**

- Arcilla de Acopampa – Carhuaz utilizadas en morteros.

### **Procesamiento y análisis de información**

Para el presente proyecto de investigación descriptivo el procesamiento de datos obtenidos referidos se registraron con fichas técnicas, procesados y comparados mediante gráficos de control y hojas de cálculo del programa Excel.

Se realizó la evaluación de los indicadores con los siguientes pasos:

- La búsqueda de investigaciones (tesis) como fuente de antecedentes en distintos repositorios.
- La granulometría fue evaluada representada con gráficos de control (desviación estándar, promedios, límites superiores e inferiores críticos), donde los límites se tomaron de la norma técnica peruana de edificaciones la E. 070.
- Para organizar y comparar los componentes expresados como óxidos de la arcilla y la resistencia a la compresión se utilizó barras de distribución de frecuencia.

## RESULTADOS

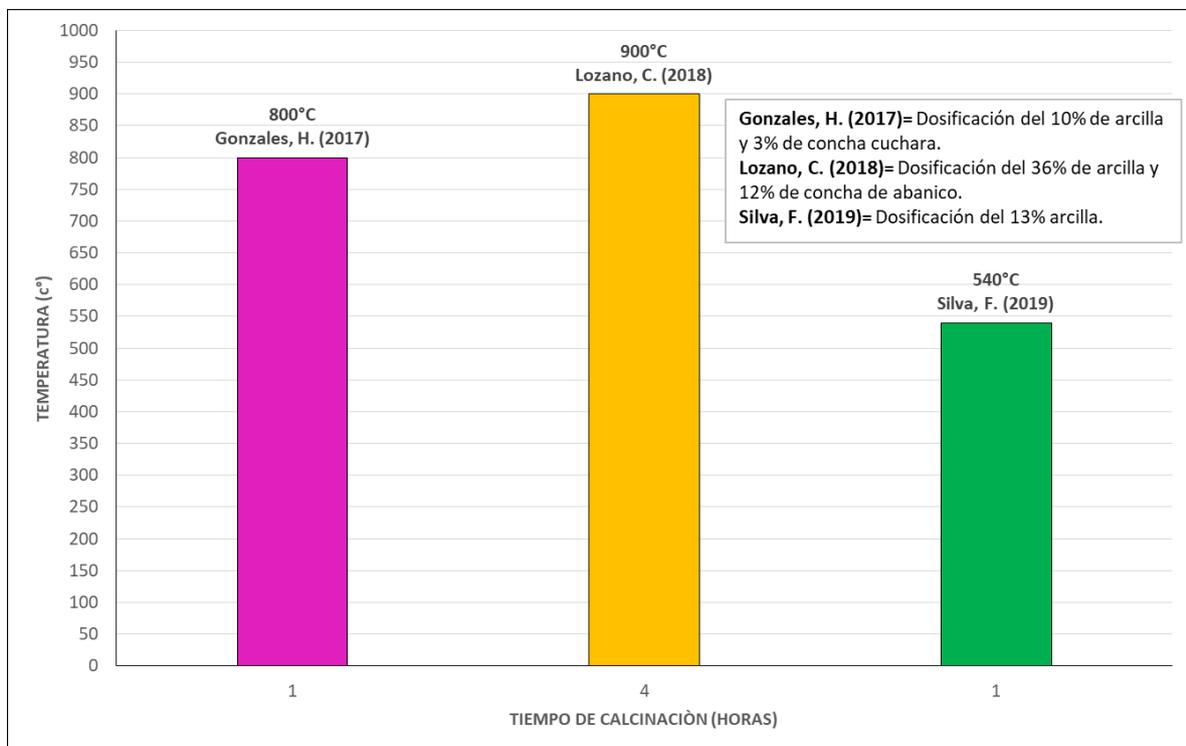
### Resultados del análisis térmico diferencial (ATD).

**TABLA 8**

*Temperaturas y tiempos de calcinación*

INVESTIGACIÓN	TIEMPO DE CALCINACIÓN (HORAS)	TEMPERATURA (°C)
Gonzales, H. (2017)	1	800
Lozano, C. (2018)	4	900
Silva, F. (2019)	1	540

**FIGURA 1**



*Temperatura y tiempos de calcinación de cada investigación*

## Determinación del tipo de arcilla Acopampa – Carhuaz mediante el ensayo de límites líquido e índice de plasticidad

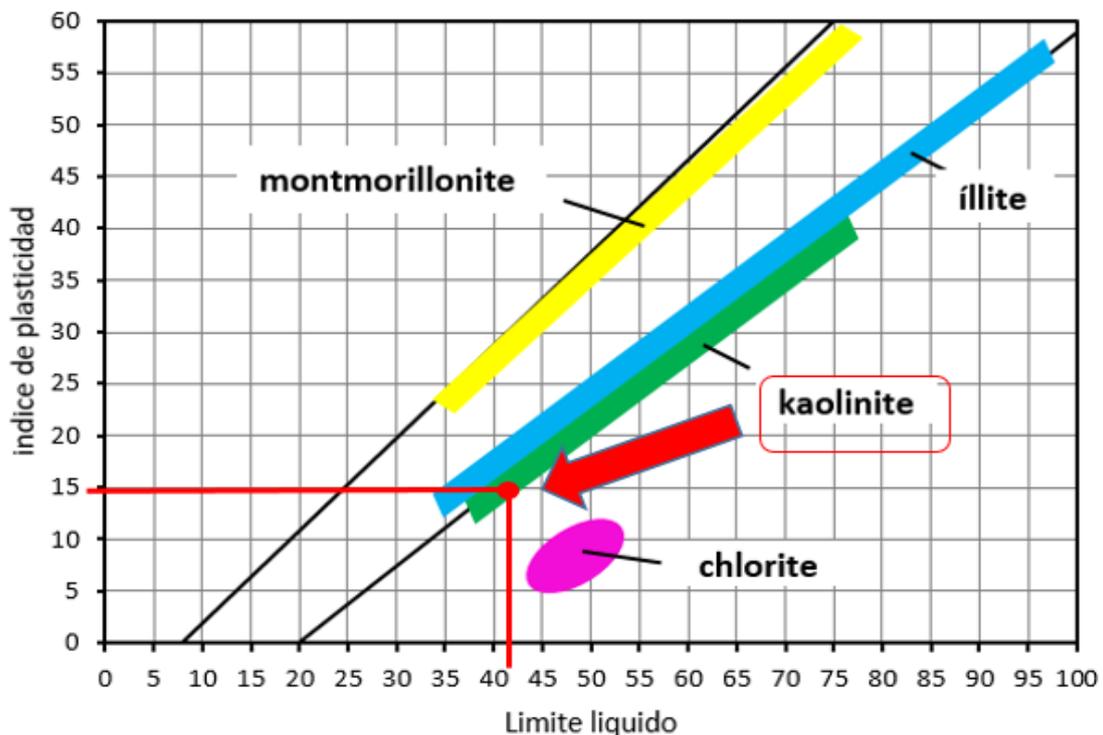
**TABLA 9**

*Tipo, punto de extracción y condición de la muestra de arcilla*

Investigación	Índice de Plasticidad	Límite Líquido	Tipo	Coordenadas de extracción de la muestra	Condición
Gonzales, H. (2017)	17.3	42.6	Caolinita	9°18'2.89"S 77°37'22.16"O Altitud: 2666 m.s.n.m	Acopio
Lozano, C. (2018)	11.9	29.32	Ílita y Montmorillonita	9°18'2.25"S 77°37'22.34"O Altitud: 2666 m.s.n.m	Acopio
Silva, F. (2019)	15.97	41.42	Caolinita	9°18'3.05"S 77°37'22.39"O Altitud: 2666 m.s.n.m	Acopio

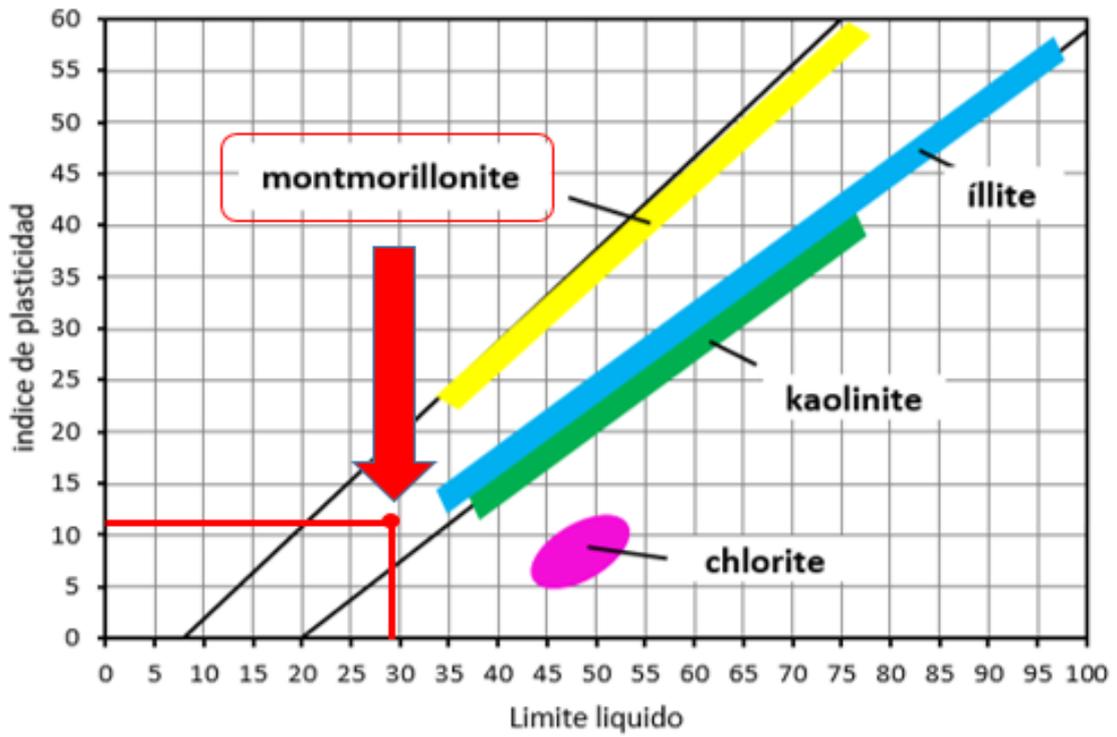
Nota: A= Dosificación del 10% de arcilla y 3% de concha cuchara, B= Dosificación del 36% de arcilla y 12% de concha de abanico, C= Dosificación del 13% arcilla.

**FIGURA 2**



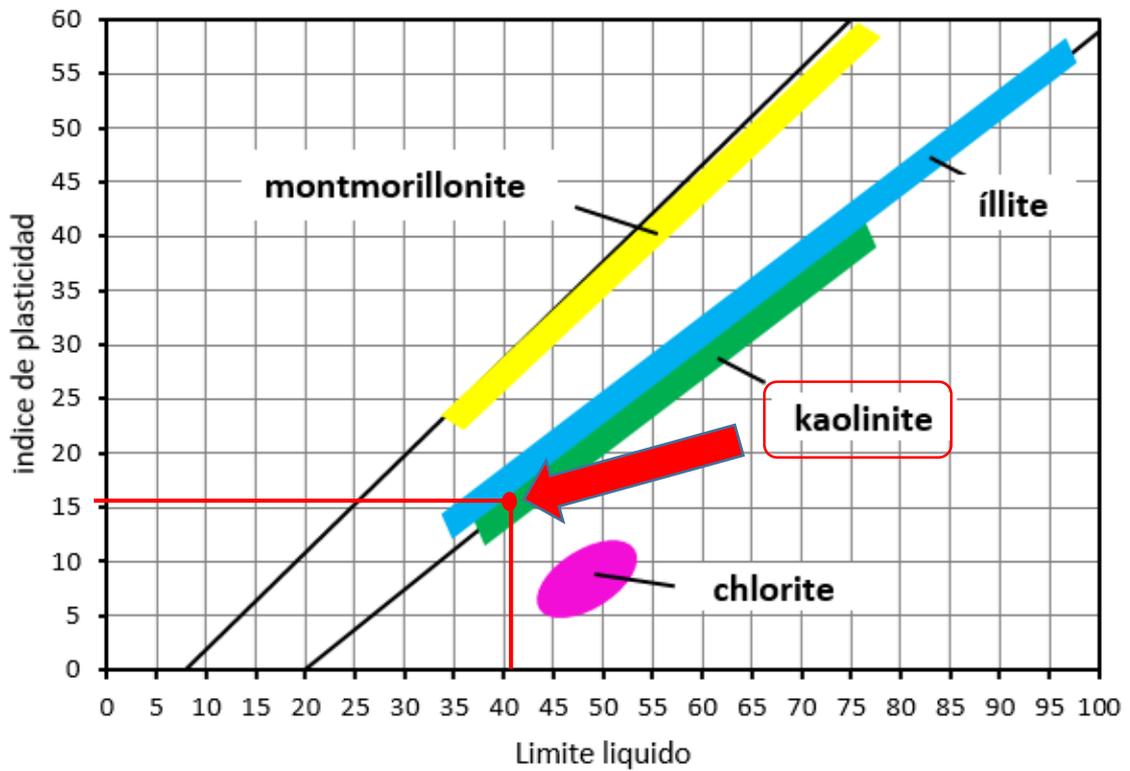
*Diagrama de Holtz and Kovacs – dosificación del 10% arcilla + 3% concha de cuchara*

**FIGURA 3**



*Diagrama de Holtz and Kovacs – dosificación del 36% arcilla + 12% concha de abanico*

**FIGURA 4**



*Diagrama de Holtz and Kovacs – dosificación del 13% arcilla*

- En el FIGURA 3 los límites proyectados indican que esta muestra de arcilla se encuentra entre Montmorillonite e illita y otras proporciones de minerales desconocidas.
- Proyectando el índice de plasticidad y el límite líquido con líneas rectas se puede apreciar que la arcilla es del tipo Caolinita, el cual es utilizado por su importante desempeño puzolana.

**Resultados de los componentes Químicos de la arcilla de Acopampa – Carhuaz según el ensayo de Fluorescencia de Rayos – X.**

**TABLA 10**

*Componentes químicos de la arcillas – Investigación de Gonzales, H. (2017), dosificación al 10% de arcilla y 3% de concha de cuchara.*

<b>Composición Química</b>	<b>Porcentaje (%)</b>	<b>Método Utilizado</b>
Óxido De Silicio (SiO <sub>2</sub> )	67.85	Fluorescencia Espectrometría de Rayos X
Óxido De Hierro (Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	21.32	
Óxido De Aluminio (AlO <sub>3</sub> )	2.69	
Oxido De Calcio (CaO)	3.67	
Óxido de potasio (K <sub>2</sub> O)	6.869	

**TABLA 11**

*Componentes químicos de la arcillas – Investigación de Lozano, C. (2018), dosificación al 36% de arcilla y 12% de concha de abanico.*

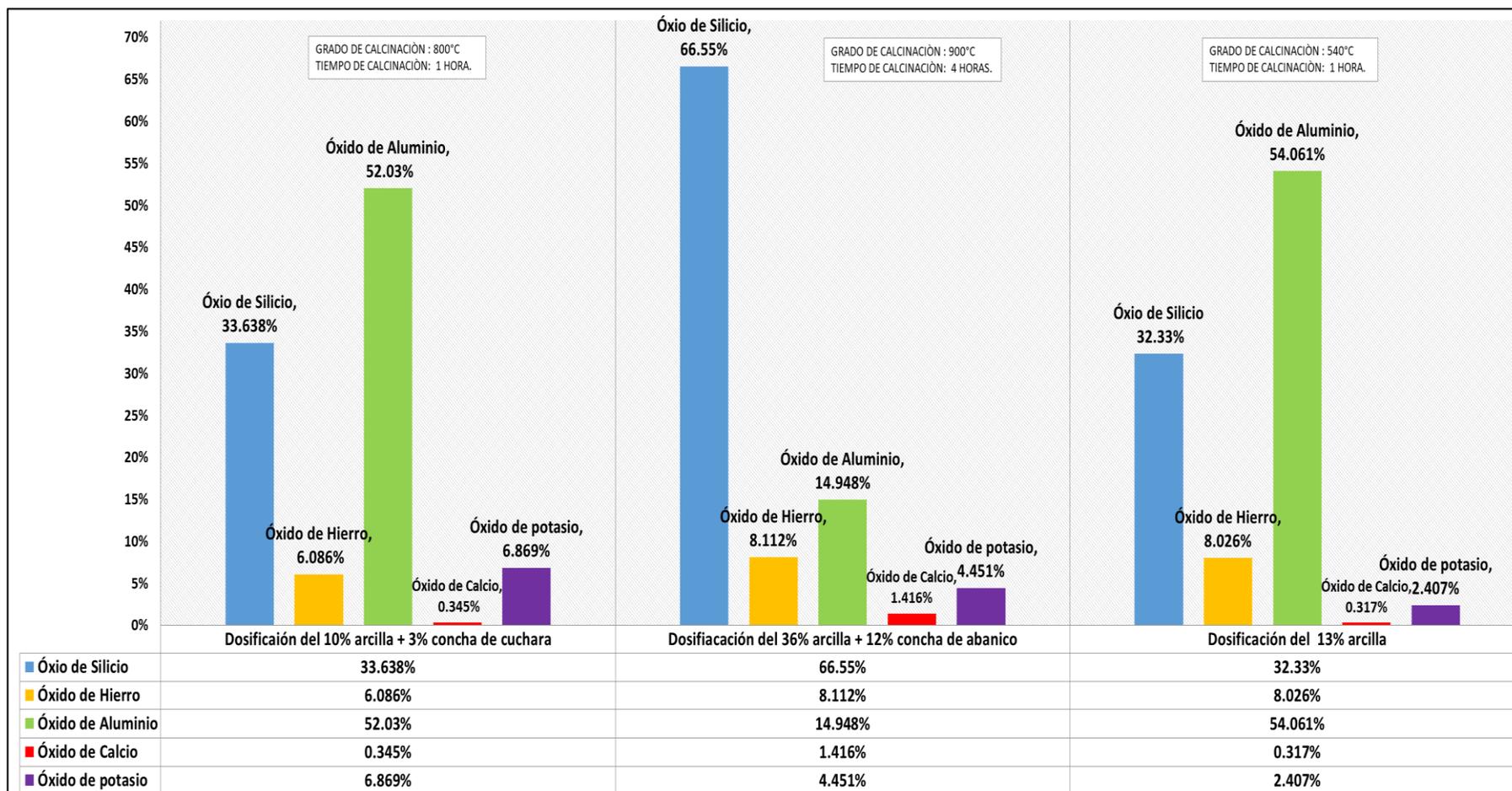
<b>Composición Química</b>	<b>Porcentaje (%)</b>	<b>Método Utilizado</b>
Óxido De Silicio (SiO <sub>2</sub> )	33.638	Fluorescencia Espectrometría de Rayos X
Óxido De Hierro (Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	6.086	
Óxido De Aluminio (AlO <sub>3</sub> )	52.03	
Oxido De Calcio (CaO)	0.345	
Óxido de potasio (K <sub>2</sub> O)	4.451	

**TABLA 12**

*Componentes químicos de la arcillas – Investigación de Silva, F. (2019), dosificación del 13% de arcilla*

<b>Composición Química</b>	<b>Porcentaje (%)</b>	<b>Método Utilizado</b>
Óxido De Silicio (SiO <sub>2</sub> )	66.55	
Óxido De Hierro (Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	8.11	Fluorescencia
Óxido De Aluminio (AlO <sub>3</sub> )	14.95	Espectrometría de Rayos
Oxido De Calcio (CaO)	1.42	X
Óxido de potasio (K <sub>2</sub> O)	2.41	

**FIGURA 5**



*Composición química expresada en óxidos de las dosificaciones variadas de la arcilla de Acopampa – Carhuaz según la Fluorescencia de rayos – X*

## Resultado de la Granulometría

Para establecer los límites de control superior e inferior se trabajó con la norma E. 070 Albañilería (ver Tabla 3).

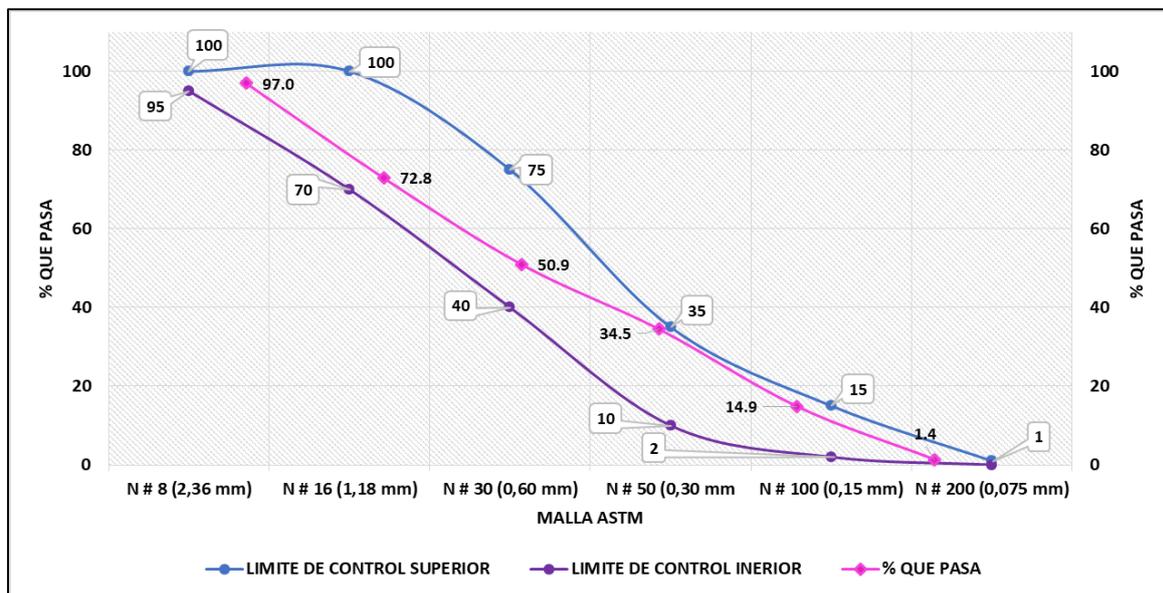
**TABLA 13**

*Control de la granulometría - dosificación del 10% arcilla + 3% concha de cuchara*

Malla ASTM	% Que Pasa	Límite De Control Inferior	Límite De Control Superior
N # 8 (2,36 mm)	97.0	95	100
N # 16 (1,18 mm)	72.8	70	100
N # 30 (0,60 mm)	50.9	40	75
N # 50 (0,30 mm)	34.5	10	35
N # 100 (0,15 mm)	14.9	2	15
N # 200 (0,075 mm)	1.4	0	1

Fuente: Elaboración propia.

**FIGURA 6**



*Curvas de control de los porcentajes permisibles - dosificación del 10% arcilla + 3% concha de cuchara*

- En el FIGURA 6. Se observa que el porcentaje que pasa para esta propuesta de diseño cumple con los límites de control establecidos e indica una adecuada distribución de propuesta por las diferentes mallas.

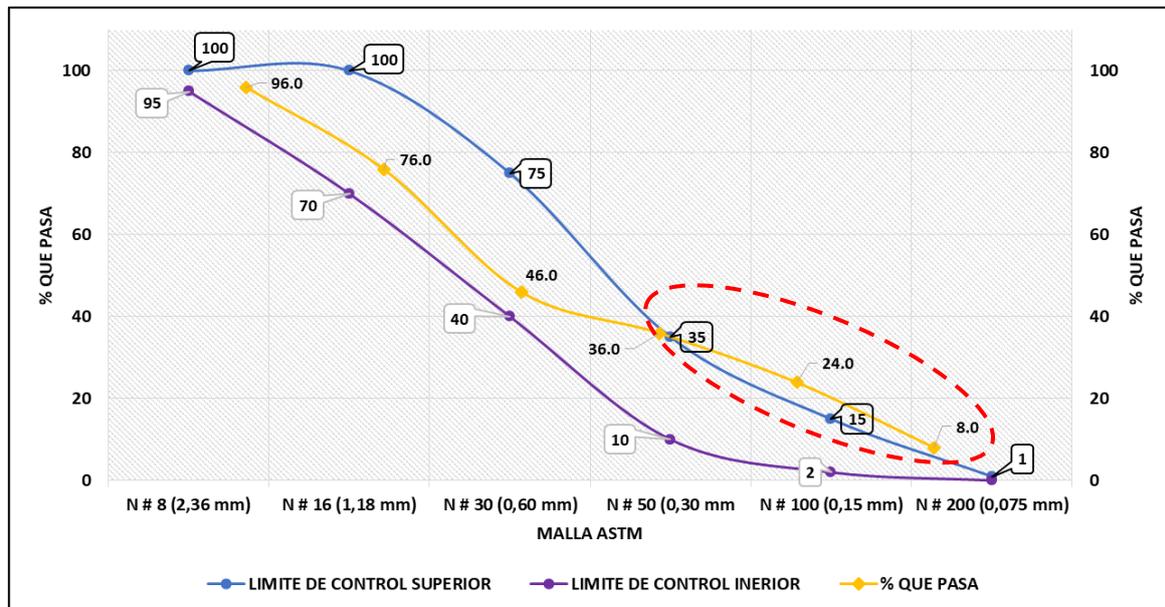
**TABLA 14**

*Control de la granulometría - dosificación del 36% arcilla + 12% concha de abanico*

Malla ASTM	% Que Pasa	Límite De Control Inferior	Límite De Control Superior
N # 8 (2,36 mm)	96.0	95	100
N # 16 (1,18 mm)	76.0	70	100
N # 30 (0,60 mm)	46.0	40	75
N # 50 (0,30 mm)	36.0	10	35
N # 100 (0,15 mm)	24.0	2	15
N # 200 (0,075 mm)	8.0	0	1

Fuente: Elaboración propia

**FIGURA 7**



*Curvas de control de los porcentajes permisibles - dosificación del 36% arcilla + 12% concha de abanico*

- Podemos ver que el porcentaje que pasa en esta propuesta no cumple en tres puntos de control, los cuales están ubicados en las mallas N 50, 100 y 200.

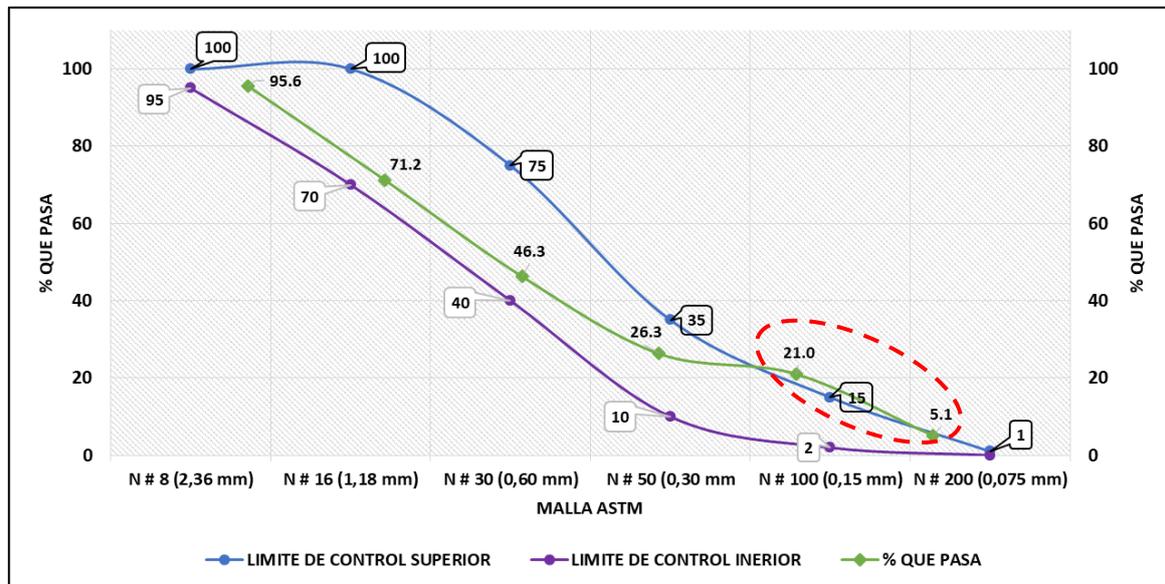
**TABLA 15**

*Control de la granulometría - dosificación del 13% arcilla.*

Malla ASTM	% Que Pasa	Límite De Control inferior	Límite De Control Superior
N # 8 (2,36 mm)	95.6	95	100
N # 16 (1,18 mm)	71.2	70	100
N # 30 (0,60 mm)	46.3	40	75
N # 50 (0,30 mm)	26.3	10	35
N # 100 (0,15 mm)	21.0	2	15
N # 200 (0,075 mm)	5.1	0	1

Fuente: Elaboración propia

**FIGURA 8**



*Curvas de control de los porcentajes permisibles - dosificación del 13% arcilla.*

- Las mallas que superan los límites superiores establecidos son la N 100 y 200, lo cual nos indica que la arena gruesa como en el caso anterior presenta un incremento significativo de fin.

**Resultados de la resistencia a la compresión de morteros con dosificaciones variadas de arcilla de Acopampa – Carhuaz**

**TABLA 16**

*Relación agua/cemento (a/c) de cada investigación*

<b>Investigación</b>	<b>Patrón</b>	<b>Fluidez %</b>	<b>Experimental</b>	<b>Fluidez %</b>
Gonzales, H. (2017)	0.63	110.14	0.63	110.38
Lozano, C.(2018)	0.485	23.97	0.57	24.26
Silva, F. (2019)	0.485	38.16	0.504	37.57

**TABLA 17**

*Cantidad de material utilizado de cada investigación*

<b>Investigación</b>	<b>Patrón</b>			<b>Experimental</b>			
	<b>Cemento (gr)</b>	<b>Agua (ml)</b>	<b>Arena (gr)</b>	<b>Cemento (gr)</b>	<b>Arcilla (gr)</b>	<b>Agua (ml)</b>	<b>Arena (gr)</b>
Gonzales, H. (2017)	250	157.5	687.5	225	25	157.5	663.6
Lozano, C.(2018)	250	121	687.5	160	90	142.5	687.5
Silva, F. (2019)	250	121	687.5	217.5	32.5	126.0	687.5

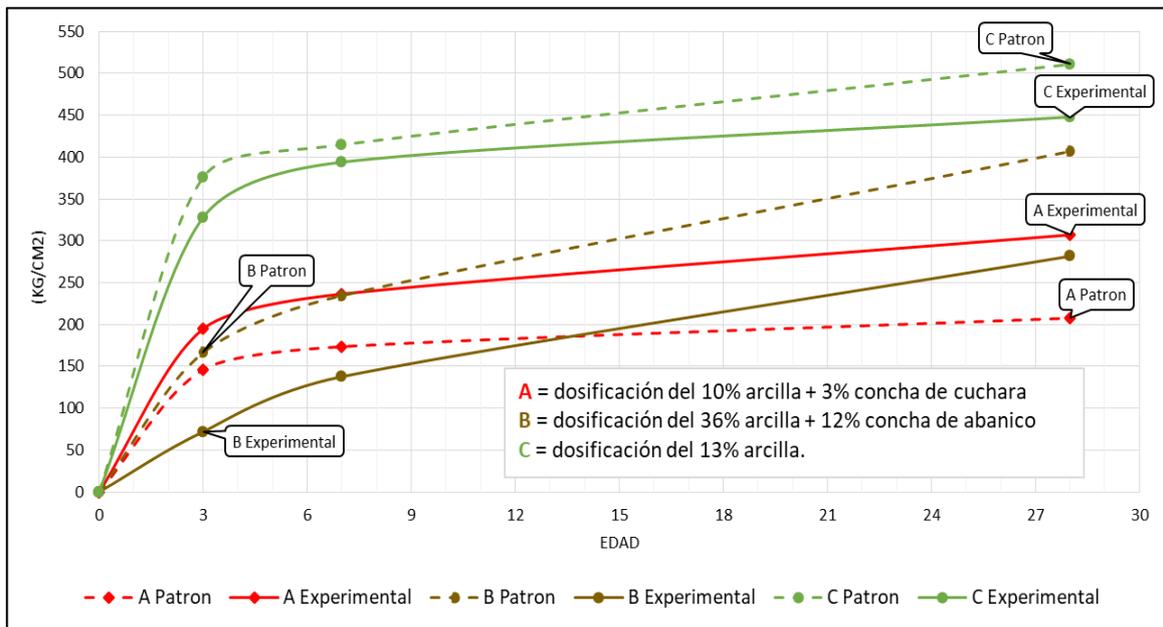
**TABLA 18**

*Resultados de resistencia a la compresión de morteros patrón y experimental con dosificaciones variadas de arcilla.*

<b>Días</b>	<b>A</b>		<b>B</b>		<b>C</b>	
	<b>Patrón</b>	<b>Experimental</b>	<b>Patrón</b>	<b>Experimental</b>	<b>Patrón</b>	<b>Experimental</b>
3	146.33	194.8	166.3	71.8	376	328
7	173.81	236.38	234.3	137.7	415	394
28	207.89	307.12	406.1	281.6	511	448

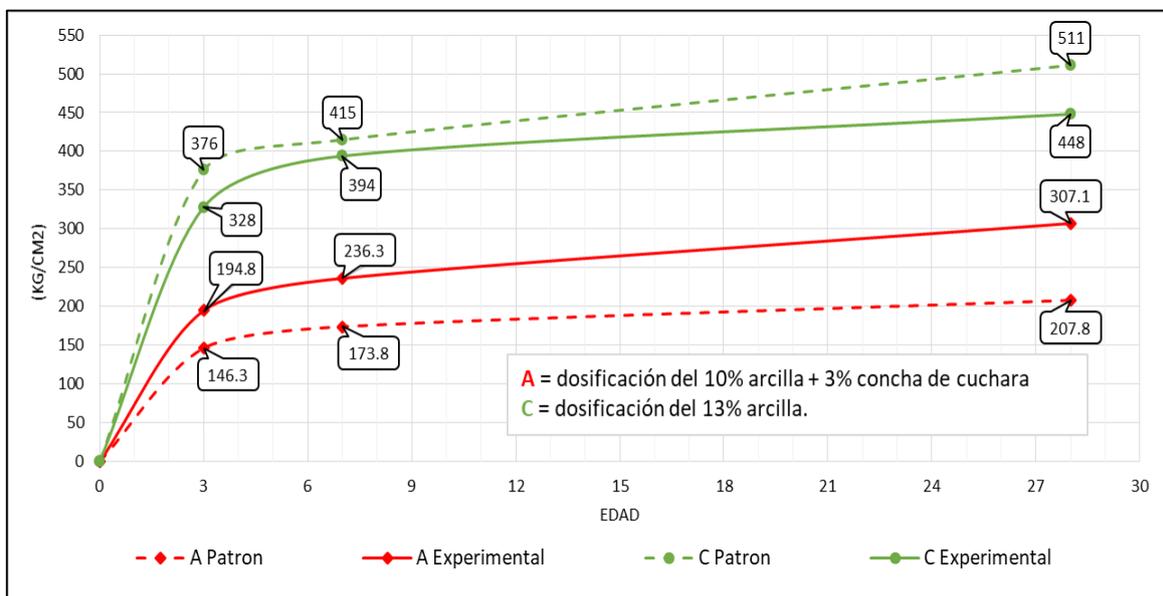
Nota: A= Gonzales, H. (2017), Dosificación del 10% de arcilla y 3% de concha cuchara, B= Lozano, C. (2018), Dosificación del 36% de arcilla y 12% de concha de abanico, C= Silva, F. (2019), Dosificación del 13% arcilla.

**FIGURA 9**



*Curva de resistencia a la compresión de morteros patrón y experimental con dosificaciones variadas de arcilla*

**FIGURA 10**



*Curvas de resistencia a la compresión patrón y experimental de las dosificaciones 10% arcilla + 3% concha de cuchara y 13% arcilla*

## ANÁLISIS Y DISCUSIÓN

### **Análisis térmico diferencial (ATD).**

En la tabla 8 podemos ver que las muestras de arcilla sometidos a ensayos de análisis térmico diferencial nos dio como resultado diferentes temperaturas de calcinación, podemos ver que en la investigación de Gonzales, H. (2017). quien utilizó una dosificación del 10% arcilla + 3% concha de cuchara, se calcinó a una temperatura de 800°C en un periodo de tiempo de 1 hora obteniendo un alto contenido de Aluminio (ver Tabla 10), en la investigación de Lozano, C. (2018), quien trabajó con una dosificación del 36% arcilla + 12% concha de abanico, se calcinó a 900°C en un periodo de tiempo de 4 horas este tiempo influenciara en los componentes químicos de la arcilla como es el caso del elevado contenido de silicio (ver tabla 11), finalmente la investigación de Silva, F. (2019), quien trabajó con la dosificación del 13% arcilla, la muestra de arcilla fue calcinada a 540°C durante 1 hora a esta temperatura se obtuvo un contenido de aluminio elevado (ver tabla 12), similar a la que obtuvimos en la investigación de Gonzales, H. (2017).

### **Composición química de la arcilla según la fluorescencia de rayos – X.**

Las muestras de arcillas usadas en cada investigación fueron extraídas de Acopampa - Carhuaz, si bien es cierto que fueron tomadas de la misma cantera pero en diferentes puntos de acopio como se muestra en la tabla 9, esto ocasiona que el tipo de arcilla varié, cuando son sometidos a los ensayos respectivos de laboratorio (limites liquido e índice de plasticidad) y ser graficado en el diagrama de Holtz and Kovacs como se muestran en los gráficos 2,3 y 4.

En el FIGURA 5 podemos ver sus principales componentes y la diferencia de porcentajes que existe entre cada uno de ellos.

La muestras de arcilla de la investigación de Gonzales, H. (2017) y de Silva, F. (2019), presentan un tipo de arcilla de caolinita a diferencia de la investigación de Lozano, C. (2018), que tiene una combinación del tipo Illita y Montmorillonita estas diferencias se deben a distintos

motivos, entre ellos podemos mencionar los puntos de acopio de la arcilla en cantera, el proceso de la activación mecánica de la arcilla y el proceso del ensayo de límite líquido y plástico.

Los componentes más representativos expresados como óxidos plasmados en el FIGURA 5, en la investigación de Gonzales, H. (2017), quien utilizó una dosificación del 10% arcilla + 3% concha de cuchara son el Silicio ( $\text{SiO}_2$ ) en un 33,63% y el óxido de Aluminio ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) en un 52,03%, estos elementos son favorables al desarrollo de la resistencia de los morteros, por otro lado tiene un contenido de óxido de potasio ( $\text{K}_2\text{O}$ ) en un 6.869% este porcentaje indica que con el tiempo tiende a degradar al concreto.

En Los óxidos obtenidos en la investigación de Lozano, C. (2018), quien trabajó con una dosificación del 36% arcilla + 12% concha de abanico, muestran que tiene un porcentaje de óxido de Silicio ( $\text{SiO}_2$ ) en un 66,55% y del óxido de Aluminio ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) en un 14,948%; al igual que la dosificación anterior el silicio estaría reforzando a la resistencia del mortero en el curado a edades superiores de 28 días y un porcentaje de óxido de potasio ( $\text{K}_2\text{O}$ ) en un 4.451% este valor no está en el límite establecido de 0.5% (ver Tabla 2) el cual afectaría al concreto.

Finalmente en la dosificación del 13% de arcilla utilizado en la investigación de Silva, F. (2019), muestran que el porcentaje de óxido de Silicio ( $\text{SiO}_2$ ) es de 68.321% y del óxido de Aluminio ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) es de 16.06% los cuales son fundamentales en la relación a la composición química del cemento. También se presenta el óxido de potasio ( $\text{K}_2\text{O}$ ) en un 2,407 que es un valor menor en comparación casos anteriores.

### **Granulometría del agregado fino**

Para evaluar la granulometría utilizamos el método estadístico de límites de control tomando en cuenta la norma E.070 para establecer tanto el límite inferior y exterior, el FIGURA 6 representa a la dosificación del 10% arcilla + 3% concha de cuchara donde la línea del porcentaje que pasa (línea color lila) se encuentra dentro de los límites y por ende cumple con la norma establecida con respecto a la gradación del agregado fino.

Por otro lado en el FIGURA 7 podemos observar que hay tres puntos críticos que sobrepasan el límite superior que son las mallas N 50, 100 y 200, y en el FIGURA 8 se observa dos puntos los representan a las mallas N 100 y 200, estos puntos fuera de los rangos establecidos nos indican que el material presenta un exceso de finos, esto puede influenciar en la elaboración de los morteros al desencofrar pueden presentar fisuras en las partes superior y posteriormente y resultados de baja resistencia a la compresión al momento de ensayar.

### **Resistencia a la compresión de los morteros con dosificaciones variadas de arcilla de Acopampa – Carhuaz.**

La norma astm C-109 establece que para 9 especímenes de mortero se debe de utilizar 250 gramos de cemento y una cantidad de agregado fino de 687.5 gramos así como la relación agua/cemento de 0.485, estas indicaciones se aplica para un mortero convencional pero, en la tabla 17 se observa que la cantidad de agua aumenta cuando se le sustituye un porcentaje del cemento por arcilla, esto ocasiona que la relación a/c varié así como porcentaje de fluidez respecto al patrón (ver tabla 16), para el porcentaje de fluidez se recomienda que sea similar a la fluidez obtenido sin sustitución de arcilla, con el fin de realizar una comparaciones resistencia a la compresión adecuado.

Las curvas que originan los resultados de la resistencia a la compresión tanto de los morteros patrón y de los experimentales (con sustitución de un porcentaje de arcilla) se visualizan en el FIGURA 9.

Podemos decir que las curvas con menos dispersión son las representadas por las investigaciones de Gonzales, H. (2017) y Silva, F. (2019), pues tienen valores cercanos entre las líneas patrón vs experimental, Por lo que la investigación de Lozano, C. (2018) se descarta por tener una diferencia muy alta de dispersión entre sus resultados.

Es por ello que se tomó la decisión de separar las curvas de la investigación de Lozano, C. (2018) y solo tomar los resultados de las curvas las investigaciones de Gonzales, H. (2017) y de Silva, F. (2019).

La investigación de Gonzales, H. (2017) nos muestra que al usar la dosificación del 10% de arcilla de Acopampa - Carhuaz supera al diseño del mortero patrón, sin olvidar que existe un componente adicional en su elaboración que es el 3% de concha de cuchara el cual añade calcio y por ende da mejores resultados.

Los resultados obtenidos de la investigación de Lozano, C. (2018) son más elevados en comparación con la investigación de Silva, F. (2019); si bien es cierto que al sustituir al cemento por el 13% de arcilla no logra superara los resultados de un mortero convencional, pero no hay mucha diferencia entre sus valores.

## CONCLUSIONES

- Se concluye que las muestras de arcilla de Acopampa – Carhuaz sometidas a temperaturas 800°C y 540°C en un periodo de tiempo de 1 hora, nos brindan componentes adecuados para la trabajabilidad junto a materiales puzolanicos.
- Se concluye que, mediante el análisis de espectrometría de fluorescencia de Rayos X realizados a la arcilla de Acopampa – Carhuaz, se pudo identificar los componentes químicos como son, el óxido de Silicio y óxido de Aluminio, los cuales son componentes presentes en el cemento, sin dejar de mencionar que la arcilla encontrada es del tipo caolinita el cual se ha aprovechado su composición química y reactividad para usarlo como una puzolana artificial en la producción de morteros y hormigones pues contribuye en la resistencia mecánica y el aumento de la durabilidad.
- Se identificó que para tener una propuesta de diseño favorable a la resistencia se debe tomar en cuenta lo que establece la Norma Técnica Peruana E.070 y a la ASTM C-109, los cuales establecen parámetros de gradación y los porcentajes por mallas que se debe cumplir en la elaboración de morteros.
- Evaluando la información referida de los ensayos realizados a los cubos de morteros con dosificación variada de arcilla de Acopampa – Carhuaz, se llegó a la conclusión que los resultados más favorables encontrados fue cuando se sustituye en porcentajes mínimos de arcilla como el 10 y 13%, estos porcentajes influyen positivamente en los resultados cuando se someten a ensayos de resistencia a la compresión.

## RECOMENDACIONES

- Se recomienda continuar estudiando la arcilla de Acopampa-Carhuaz a diferentes temperaturas de calcinación pero en un periodo de tiempo permanente.
- Se recomienda someter a las muestras de arcilla a un ensayo de Difracción de rayos X, y así poder identificar rápidamente el tipo de arcilla. Y así proporciona información detallada acerca de la estructura cristalográfica de la muestra.
- Teniendo en cuenta el contenido bajo de Óxido de calcio, sería adecuado combinarlo con una materia prima calcaría que mejore el contenido de este elemento y así mejorar su resistencia, es posible la reducción del porcentaje de Potasio encontrado en la arcilla de Acopampa – Carhuaz mediante una solución de litio.
- Se recomienda extraer la muestra de arcilla del mismo punto (GPS) y lugar para tener un análisis más preciso.
- Sabiendo que la distribución granulométrica puede tener una influencia significativa en la resistencia a la compresión de los morteros, se recomienda una propuesta y un graduado adecuado del agregado fino, teniendo presente lo estipulado en las normas técnicas peruanas como la E.070 y la ASTM C-109.
- Para que la arcilla de Acopampa – Carhuaz influya de manera positiva en la resistencia del mortero se recomienda utilizar dosificaciones menores como el 10 y 13% de sustitución del cemento, a la vez que deben de ser sometidos a edades más prolongadas de curado, los cuales pueden ser de 60 o 90 días.

## **AGRADECIMIENTO**

Gracias a Dios por iluminar mi camino y ayudarme a tomar buenas decisiones. Gracias a mi universidad por formarme en ella, gracias a las personas que fueron partícipes en este proceso ya sea de una manera directa o indirectamente. Agradezco el inmenso apoyo de mis padres quienes fueron mi apoyo para no rendirme con desarrollo profesional y gracias a mi compañera de vida y mi hijo que es una inmensa bendición.

Finalmente agradezco mucho a las personas que invirtieron parte de su tiempo en revisar mi proyecto de tesis y poder concluir con este proceso

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Al-Ani T., Sarapää, O. (2008) Clay and Clay Mineralogy Physical – Chemical Properties and Industrial Uses, geological survey of Finland. Recuperado el 10 de febrero de 2020, de <https://www.mdpl.com/science/clay-mineral/chemical-and-physical-properties.html>
- Alujas, A. (2013). *Empleo de Arcillas Caolinita de Bajo Grado Activadas Térmicamente como una Alternativa para el Reemplazo Parcial de Cemento Pórtland*, CENIC: Ciencias Químicas, 1(41), 1-10.Redalyc. Recuperado el 21 de Junio de 2019, de <https://redalyc.org/pdf/1816/181620500030.html>
- ASTM C -109. Método de Prueba Estándar para la Resistencia a la Compresión de Morteros de Cemento Hidráulico. *Astm international*. Recuperado el 18 de Mayo de 2018, de <https://astm.org/Standards/c109C109M-SP.htm>
- Gonzales, H. (2017). *Resistencia del Mortero con Cemento Sustituido por el 13% arcilla por una Combinación de Arcilla y Concha Cuchara*. (Tesis para optar el título profesional de ingeniero civil). Universidad, San Pedro, Perú.
- Instituto Mexicano del cemento y del concreto. A.C. (2011). *Cemento para albañilería (mortero)/especificaciones y métodos de prueba*. *Imcyc*. Recuperado el 05 de enero del 2020, de <https://www.imcyc/pag41.html>
- Lazaro, R. (2011). *Arcilla cubana para su potencial uso como refuerzo en un material compuesto*. Artículo cubano. Recuperado el 14 de julio del 2018, de [https://researchgate.net/publication/259399151\\_Arcilla\\_Cubana\\_para\\_su\\_potencial\\_uso\\_como\\_refuerzo\\_en\\_un\\_material\\_compuesto.html](https://researchgate.net/publication/259399151_Arcilla_Cubana_para_su_potencial_uso_como_refuerzo_en_un_material_compuesto.html)
- Lozano, C. (2018). *Resistencia a la compresión y absorción de un mortero sustituyendo el cemento por 36% de arcilla activada de Acopampa – Carhuaz y 12% de concha de abanico*. (Tesis para optar el título profesional de ingeniero civil). Universidad, San Pedro, Perú.

- Mármol L.; Sánchez, L.; Cruz, M.; Morales, J. (2012). *Controlling microstructure in cement based mortars by adjusting the particle size distribution of the raw materials*. Departamento de Química Inorgánica, Facultad de Ciencias, Universidad de Córdoba. *ScienceDirect*. Recuperado el 24 de marzo del 2020, de <https://sciencedirect/science/article/abs/pii/S095006182009269.html>
- NTP 334.051. (1998). Ensayo de Compresión en Morteros (c/cubo).
- NTP E – 070. (2006). Albañilería.
- NTP 399.607 (2018). Requisitos para agua de Mezcla.
- Pasquel Carbajal, E. (1998). Tópico de tecnología del concreto (pp. 150-254). Lima, Perú. Recuperado el 17 de agosto del 2018, de [https://es.slideshare.net/mobile/cmanuel\\_locky/topicos-de-tecnologia-del-concreto-en-el-peru.html](https://es.slideshare.net/mobile/cmanuel_locky/topicos-de-tecnologia-del-concreto-en-el-peru.html)
- Rivera L., Gerardo A. (2013). Concreto Simple. *Editorial unicauca*. Popayán. Recuperado el 10 de febrero del 2020, <https://inforcivilonline.wordpress.com/2015/05/23/concreto-simple-ing-gerardo-a-rivera.html>

## ANEXOS

# FICHA TECNICA

**TITULO** : RESISTENCIA DEMORTEROS CON CEMENTO SUSTITUIDO DEL 13% POR UNA COMBINACION DE ARCILLA Y CONCHA DE CUCHARA

**AUTOR** : GON ZALES ACUÑA HANS RICARDO

**AÑO** : 2017

**PROCEDENCIA DE LA ARCILLA** : ACOPAMPA - CARHUAZ

**TIPO DE ARCILLA** : SEGÚN EL DIAGRAMA DE HOLTZ AND KOVACS ES TIPO KAOLINITE

### ENSAYO - ANÁLISIS TÉRMICO DIFERENCIAL (DTA) / ANÁLISIS TÉRMICO POR CALORIMETRÍA DIFERENCIAL DE BARRIDO DSC

INDICADORES	VALOR	MEDIDA
TEMPERATURA	800	Grados, Celsius (°C)
TIEMPO	60	Minutos

### ENSAYO - FLOURESCENCIA DE RAYOS - X

68.321

INDICADOR	ÓXIDOS	8.026	MEDIDA
<b>COMPOSICIÓN QUÍMICA</b>	Trióxido de Aluminio (AlO3)	52.03	%
	Dióxido de Silicio (SiO2)	33.638	%
	Oxido de Potasio (K2O)	6.869	%
	Trióxido de Hierro (Fe2O3)	6.086	%
	Oxido de Calcio (CaO)	0.345	%
	Otros Elementos	1.051	%
	Total	100.0	%

### ENSAYO - GRANULOMETRIA DEL AGREGADO FINO

INDICADOR	TAMIZ	VALOR DEL PESO RETENIDO	VALOR % RET. PARCIAL	VALOR % RET. ACUMULADO	VALOR % QUE PASA	MEDIDA
<b>GRANULOMETRIA</b>	Nº 4	0.00	0.0	0.0	100.0	Gramos
	Nº 8	20.20	3.0	3.0	97.0	Gramos
	Nº 16	160.00	24.1	27.2	72.8	Gramos
	Nº 30	145.60	21.9	49.1	50.9	Gramos
	Nº 50	109.10	16.4	65.5	34.5	Gramos
	Nº 100	130.00	19.6	85.1	14.9	Gramos
	Nº 200	89.50	13.5	98.6	1.4	Gramos
	Plato	9.20	1.4	100.0	0.0	Gramos
	<b>Total</b>	<b>663.60</b>	<b>100.0</b>			Gramos

**MODULO DE FINEZA**      2.30

### ENSAYO : RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

**DOSIFICACIÓN** :      **10 % ARCILLA + 3% CONCHA DE CUCHARA**

**DOSIFICACIÓN** :      0 %

INDICADOR	DIAS	VALOR	MEDIDA
<b>RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN</b>	3	194.8	Kg/cm <sup>2</sup>
	7	236.38	Kg/cm <sup>2</sup>
	28	307.12	Kg/cm <sup>2</sup>

INDICADOR	DIAS	VALOR	MEDIDA
<b>RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN</b>	3	146.33	Kg/cm <sup>2</sup>
	7	173.81	Kg/cm <sup>2</sup>
	28	207.89	Kg/cm <sup>2</sup>

# PARAMETROS

TITULO	: RESISTENCIA DEMORTEROS CON CEMENTO SUSTITUIDO DEL 13% POR UNA COMBINACION DE ARCILLA Y CONCHA DE CUCHARA
AUTOR	: GON ZALES ACUÑA HANS RICARDO
AÑO	: 2017
PROCEDENCIA DE LA ARCILLA	: ACOPAMPA - CARHUAZ
TIPO DE ARCILLA	: SEGÚN EL DIAGRAMA DE HOLTZ AND KOVACS ES TIPO KAOLINITHE

## ENSAYO - ANÁLISIS TÉRMICO DIFERENCIAL (DTA)/ANÁLISIS TÉRMICO POR CALORIMETRÍA DIFERENCIAL DE BARRIDO DSC

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

Según Garcia,2012 :

Las arcillas entre 250 y 600°C pierden el agua hidrosopica adquiriend porosidad.

Entre 250 y 600°C pierden el agua de absorcion y sufren una disociacion del silice y alumina.

Entre 800 y 1200°C eliminan el anhídrido carbonico con gran retraccion hasta en 10%.

Entre 1200 a 1500°C se vitrifican

## ENSAYO - FLOURESCENCIA DE RAYOS - X

### Análisis químico por FRX de la arcilla en su estado natural

Componente	%
SiO <sub>2</sub>	43.89
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	11.13
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	24.73
CaO	1.38
MgO	2.63
SO <sub>3</sub>	0.08
K <sub>2</sub> O	1.10
MnO	0.14
Na <sub>2</sub> O	1.99
Otros	3.11

## ENSAYO - GRANULOMETRIA DEL AGREGADO FINO

ASTM C - 109

NTP E.070

\* El agregado fino sera arena gruesa natural.

\* No deberá quedar retenido más del 50% de arena entre dos mallas consecutivas.

\* El módulo de fineza estará comprendido entre 1,6 y 2,5.

\* El porcentaje máximo de partículas quebradizas será: 1% en peso.

\* No deberá emplearse arena de mar.

### Granulometría de la Arena Gruesa

Malla ASTM	% Que Pasa
Nº 4 (4.75 mm)	100
Nº 8 (2.36 mm)	95 a 100
Nº 16 (1.18 mm)	70 a 100
Nº 30 (0.60 mm)	40 a 75
Nº 50 (0.30 mm)	10 a 35
Nº 100 (0.15 mm)	2 a 15
Nº 200 (0.075 mm)	Menos de 2

## ENSAYO : RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

NTP 334. 051 2018

ASTM C - 109

$$f_m = P/A$$

Donde:

$f_m$  = Resistencia a la compresión en MPa, o lb/pulg<sup>2</sup>

$P$  = Carga total máxima en N, (lb)

$A$  = Área de la superficie cargada mm<sup>2</sup> (pulg<sup>2</sup>).

# CALIFICACIÓN DE RESULTADOS

TÍTULO : RESISTENCIA DEMORTEROS CON CEMENTO SUSTITUIDO DEL 13% POR UNA COMBINACION DE ARCILLA Y CONCHA DE CUCHARA

AUTOR : BACH. GON ZALES ACUÑA HANS RICARDO

AÑO : 2017

PROCEDENCIA DE LA ARCILLA : ACOPAMPA - CARHUAZ

TIPO DE ARCILLA : SEGÚN EL DIAGRAMA DE HOLTZ AND KOVACS ES TIPO KAOLINITHE

## ENSAYO - ANÁLISIS TÉRMICO DIFERENCIAL (DTA) / ANÁLISIS TÉRMICO POR CALORIMETRÍA DIFERENCIAL DE BARRIDO DSC

CALIFICACIÓN	TEMPERATURA	TIEMPO
MALO		
REGULAR		
BUENO		
MUY BUENO	X	X

## ENSAYO - FLOURESCENCIA DE RAYOS - X

CALIFICACIÓN	Trióxido de Aluminio (AlO3)	Dioxido de Silicio (SiO2)	Trióxido de Hierro (Fe2O3)	Oxido de Calcio (CaO)	Óxido de Potasio (K2O)
MALO					X
REGULAR		X		X	
BUENO	X		X		
MUY BUENO					

## ENSAYO - GRANULOMETRIA DEL AGREGADO FINO

T A M I Z	CLASIFICACIÓN	MALO	REGULAR	BUENO	MUY BUENO
	N° 8				X
	N° 16				X
	N° 30				X
	N° 50				X
	N° 100				X
	N° 200				X
	MODULO DE FINEZA				X

## ENSAYO : RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

DOSIFICACIÓN : 10 % ARCILLA + 3% CONCHA DE CUCHARA

D í A S	CLASIFICACIÓN	MALO	REGULAR	BUENO	MUY BUENO
	3				X
	7				X
	28				X

DOSIFICACIÓN : 0 %

D í A S	CLASIFICACIÓN	MALO	REGULAR	BUENO	MUY BUENO
	3			X	
	7			X	
	28			X	

## CONSTANCIA DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

Yo, HENRY MARTIN BARRAGAN MACHUCA, con D.N.I. N°: 32949481, especialista en MECANICA DE SUELOS, ostento el grado de INGENIERO y ejerzo la carrera profesional en INGENIERIA CIVIL. Por medio de la presente hago constar que eh revisado, con fines de validación el instrumento **“FICHA TECNICA”** que será aplicado en el mes de Mayo 2020 – Setiembre 2020, en el proyecto de investigación titulado **“Evaluación del uso de la arcilla de Acopampa – Carhuaz en dosificaciones referidas de morteros”**, desarrollado por el Bachiller Silva Alfaro Frank Jonathan.

Luego de hacer las verificaciones pertinentes, puedo formular las siguientes apreciaciones:

### EVALUACIÓN DE INSTRUMENTO

N°	INDICADORES	VALORES			
		1	2	3	4
1	El instrumento presenta coherencia con el problema de investigación.			X	
2	El instrumento guarda relación con los objetivos propuestos en la investigación.			X	
3	Los indicadores son los correctos para llegar al objetivo general de la investigación.			X	
4	La redacción del instrumento es clara y apropiada para el desarrollo de la investigación.			X	
5	En general, el instrumento permite un manejo ágil de la información.			X	

1 = Deficiente, 2 = Regular, 3 = Bueno, 4 = Excelente

Observaciones:

  
Henry Martín Barragan Machuca  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N°61030 Consultor N°C4986

Chimbote, 12 de Agosto de 2020

Firma

# FICHA TECNICA

**TITULO** : RESISTENCIA A LA COMPRESION Y ABSORCION DE UN MORTERO SUSTITUYENDO EL CEMENTO POR 36% DE ARCILLA ACTIVADA DE ACOPAMPA-CARHUAZ Y 12% DE CONCHA DE ABANICO

**AUTOR** : LOZANO ROMERO, CATHERIN ANDREA

**AÑO** : 2018

**PROCEDENCIA DE LA ARCILLA** : ACOPAMPA - CARHUAZ

**TIPO DE ARCILLA** : SEGÚN EL DIAGRAMA DE HOLTZ AND KOVACS SE ENCUENTRA ENTRE ILITA Y MONTMORILLONITE

## ENSAYO - ANÁLISIS TÉRMICO DIFERENCIAL (DTA) / ANÁLISIS TÉRMICO POR CALORIMETRÍA DIFERENCIAL DE BARRIDO DSC

INDICADORES	VALOR	MEDIDA
TEMPERATURA	900	Grados, Celsius (°C)
TIEMPO	240	Minutos

## ENSAYO - FLOURESCENCIA DE RAYOS - X

INDICADOR	ÓXIDOS	VALOR	MEDIDA
<b>COMPOSICIÓN QUÍMICA</b>	Trióxido de Aluminio (AlO3)	14.948	%
	Dioxio de Silicio (SiO2)	66.55	%
	Oxido de Potasio (K2O)	2.407	%
	Trióxido de Hierro (Fe2O3)	8.112	%
	Oxido de Calcio (CaO)	1.416	%
	Otros Elementos	6.6	%
	Total	100.0	%

## ENSAYO - GRANULOMETRIA DEL AGREGADO FINO

INDICADOR	TAMIZ	VALOR DEL PESO RETENIDO	VALOR % RET. PARCIAL	VALOR % RET. ACUMULADO	VALOR % QUE PASA	MEDIDA
<b>GRANULOMETRIA</b>	Nº 4	0.00	0.0	0.0	100.0	Gramos
	Nº 8	27.45	4.0	4.0	96.0	Gramos
	Nº 16	137.55	20.0	24.0	76.0	Gramos
	Nº 30	206.25	30.0	54.0	46.0	Gramos
	Nº 50	68.70	10.0	64.0	36.0	Gramos
	Nº 100	82.80	12.0	76.0	24.0	Gramos
	Nº 200	109.80	16.0	92.0	8.0	Gramos
	Plato	54.90	8.0	100.0	0.0	Gramos
<b>Total</b>	<b>687.45</b>	<b>100.0</b>				Gramos

MODULO DE FINEZA 2.22

## ENSAYO : RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

DOSIFICACIÓN : 36% ARCILLA + 12% CONCHA DE ABANICO

DOSIFICACIÓN : 0 %

INDICADOR	DIAS	VALOR	MEDIDA
<b>RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN</b>	3	71.8	Kg/cm <sup>2</sup>
	7	137.7	Kg/cm <sup>2</sup>
	28	281.6	Kg/cm <sup>2</sup>

INDICADOR	DIAS	VALOR	MEDIDA
<b>RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN</b>	3	166.3	Kg/cm <sup>2</sup>
	7	234.3	Kg/cm <sup>2</sup>
	28	406.1	Kg/cm <sup>2</sup>

# PARAMETROS

TITULO : RESISTENCIA A LA COMPRESION Y ABSORCION DE UN MORTERO SUSTITUYENDO EL CEMENTO POR 36% DE ARCILLA ACTIVADA DE ACOPAMPA-CARHUAZ Y 12% DE CONCHA DE ABANCO

AUTOR : LOZANO ROMERO, CARTHERIN ANDREA

AÑO : 2018

PROCEDENCIA DE LA ARCILLA : ACOPAMPA - CARHUAZ

TIPO DE ARCILLA : SEGÚN EL DIAGRAMA DE HOLTZ AND KOVACS SE ENCUENTRA ENTRE ILITA Y MONTMORILLONITE

## ENSAYO - ANÁLISIS TÉRMICO DIFERENCIAL (DTA)/ANÁLISIS TÉRMICO POR CALORIMETRÍA DIFERENCIAL DE BARRIDO DSC

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

Según García, 2012 :

Las arcillas entre 250 y 600°C pierden el agua hidrosópica adquiriendo porosidad.

Entre 250 y 600°C pierden el agua de absorción y sufren una disociación del silice y alumina.

Entre 800 y 1200°C eliminan el anhídrido carbónico con gran retracción hasta en 10%.

Entre 1200 a 1500°C se vitrifican

## ENSAYO - FLOURESCENCIA DE RAYOS - X

### Análisis químico por FRX de la arcilla en su estado natural

Componente	%
SiO <sub>2</sub>	43.89
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	11.13
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	24.73
CaO	1.38
MgO	2.63
SO <sub>3</sub>	0.08
K <sub>2</sub> O	1.10
MnO	0.14
Na <sub>2</sub> O	1.99
Otros	3.11

## ENSAYO - GRANULOMETRIA DEL AGREGADO FINO

ASTM C - 109

NTP E.070

\* El agregado fino será arena gruesa natural.

\* No deberá quedar retenido más del 50% de arena entre dos mallas consecutivas.

\* El módulo de finura estará comprendido entre 1,6 y 2,5.

\* El porcentaje máximo de partículas quebradizas será: 1% en peso.

\* No deberá emplearse arena de mar.

### Granulometría de la Arena Gruesa

Malla ASTM	% Que Pasa
Nº 4 (4.75 mm)	100
Nº 8 (2.36 mm)	95 a 100
Nº 16 (1.18 mm)	70 a 100
Nº 30 (0.60 mm)	40 a 75
Nº 50 (0.30 mm)	10 a 35
Nº 100 (0.15 mm)	2 a 15
Nº 200 (0.075 mm)	Menos de 2

## ENSAYO : RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

NTP 334. 051 2018

ASTM C - 109

$$f_m = P/A$$

Donde:

$f_m$  = Resistencia a la compresión en MPa, o lb/pulg<sup>2</sup>

$P$  = Carga total máxima en N, (lb)

$A$  = Área de la superficie cargada mm<sup>2</sup> (pulg<sup>2</sup>).

# CALIFICACIÓN DE RESULTADOS

TÍTULO : RESISTENCIA A LA COMPRESION Y ABSORCION DE UN MORTERO SUSTITUYENDO EL CEMENTO POR 36% DE ARCILLA ACTIVADA DE ACOPAMPA-CARHUAZ Y 12% DE CONCHA DE ABANICO

AUTOR : BACH. LOZANO ROMERO CATHERIN ANDREA

AÑO : 2018

PROCEDENCIA DE LA ARCILLA : ACOPAMPA - CARHUAZ

TIPO DE ARCILLA : SEGÚN EL DIAGRAMA DE HOLTZ AND KOVACS ES TIPO ILITA Y MONTMORRILLONITA

## ENSAYO - ANÁLISIS TÉRMICO DIFERENCIAL (DTA) / ANÁLISIS TÉRMICO POR CALORIMETRÍA DIFERENCIAL DE BARRIDO DSC

CALIFICACIÓN	TEMPERATURA	TIEMPO
MALO		
REGULAR		
BUENO		
MUY BUENO	X	X

## ENSAYO - FLOURESCENCIA DE RAYOS - X

CALIFICACIÓN	Trióxido de Aluminio (AlO3)	Dioxido de Silicio (SiO2)	Trióxido de Hierro (Fe2O3)	Oxido de Calcio (CaO)	Óxido de Potasio (K2O)
MALO					X
REGULAR					
BUENO	X	X	X	X	
MUY BUENO					

## ENSAYO - GRANULOMETRIA DEL AGREGADO FINO

T A M I Z	CLASIFICACIÓN	MALO	REGULAR	BUENO	MUY BUENO
	N° 8				X
	N° 16				X
	N° 30				X
	N° 50	X			
	N° 100	X			
	N° 200	X			
	MODULO DE FINEZA				X

## ENSAYO : RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

DOSIFICACIÓN : 36% ARCILLA + 12% CONCHA DE ABANICO

D í A S	CLASIFICACIÓN	MALO	REGULAR	BUENO	MUY BUENO
	3	X			
	7	X			
	28	X			

DOSIFICACIÓN : 0 %

D í A S	CLASIFICACIÓN	MALO	REGULAR	BUENO	MUY BUENO
	3		X		
	7		X		
	28		X		

## CONSTANCIA DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

Yo, HENRY MARTIN BARRAGAN MACHUCA, con D.N.I. N°: 32949481, especialista en MECANICA DE SUELOS, ostento el grado de INGENIERO y ejerzo la carrera profesional en INGENIERIA CIVIL. Por medio de la presente hago constar que eh revisado, con fines de validación el instrumento "FICHA TECNICA" que será aplicado en el mes de Mayo 2020 – Setiembre 2020, en el proyecto de investigación titulado "Evaluación del uso de la arcilla de Acopampa – Carhuaz en dosificaciones referidas de morteros", desarrollado por el Bachiller Silva Alfaro Frank Jonathan.

Luego de hacer las verificaciones pertinentes, puedo formular las siguientes apreciaciones:

### EVALUACIÓN DE INSTRUMENTO

N°	INDICADORES	VALORES			
		1	2	3	4
1	El instrumento presenta coherencia con el problema de investigación.			X	
2	El instrumento guarda relación con los objetivos propuestos en la investigación.			X	
3	Los indicadores son los correctos para llegar al objetivo general de la investigación.			X	
4	La redacción del instrumento es clara y apropiada para el desarrollo de la investigación.			X	
5	En general, el instrumento permite un manejo ágil de la información.			X	

1 = Deficiente, 2 = Regular, 3 = Bueno, 4 = Excelente

Observaciones:

  
Henry Martín Barragan Machuca  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 81030 Consultor N° C4988

Chimbote, 12 de Agosto de 2020

Firma

# FICHA TECNICA

TITULO : RESISTENCIA DEL MORTERO DE CEMENTO CON SUSTITUCIÓN DEL 13% DE ARCILLA

AUTOR : SILVA ALFARO FRANK JONATHAN

AÑO : 2019

PROCEDENCIA DE LA ARCILLA : ACOPAMPA - CARHUAZ

TIPO DE ARCILLA : SEGÚN EL DIAGRAMA DE HOLTZ AND KOVACS ES TIPO KAOLINITHE

## ENSAYO - ANÁLISIS TÉRMICO DIFERENCIAL (DTA) / ANÁLISIS TÉRMICO POR CALORIMETRÍA DIFERENCIAL DE BARRIDO DSC

INDICADORES	VALOR	MEDIDA
TEMPERATURA	540	Grados, Celsius (°C)
TIEMPO	60	Minutos

## ENSAYO - FLOURESCENCIA DE RAYOS - X

INDICADOR	ÓXIDOS	VALOR	MEDIDA
COMPOSICIÓN QUÍMICA	Trióxido de Aluminio (AlO <sub>3</sub> )	16.06	%
	Dioxio de Silicio (SiO <sub>2</sub> )	68.321	%
	Oxido de Potasio (K <sub>2</sub> O)	4.451	%
	Trióxido de Hierro (Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	8.026	%
	Oxido de Calcio (CaO)	1.019	%
	Otros Elementos	2.1	%
	Total	100.0	%

## ENSAYO - GRANULOMETRÍA DEL AGREGADO FINO

INDICADOR	TAMIZ	VALOR DEL PESO RETENIDO	VALOR % RET. PARCIAL	VALOR % RET. ACUMULADO	VALOR % QUE PASA	MEDIDA
GRANULOMETRIA	Nº 4	0.00	0.0	0.0	100.0	Gramos
	Nº 8	30.40	4.42	4.42	95.6	Gramos
	Nº 16	167.40	24.35	28.77	71.2	Gramos
	Nº 30	171.40	24.93	53.70	46.3	Gramos
	Nº 50	137.40	19.99	73.69	26.3	Gramos
	Nº 100	36.20	5.27	78.95	21.0	Gramos
	Nº 200	109.70	15.96	94.91	5.1	Gramos
	Plato	35.00	5.09	100.00	0.0	Gramos
<b>Total</b>	<b>687.50</b>	<b>100.0</b>				Gramos

MODULO DE FINEZA 2.40

## ENSAYO : RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

DOSIFICACIÓN : 13% DE ARCILLA

DOSIFICACIÓN : 0 %

INDICADOR	DIAS	VALOR	MEDIDA
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN	3	328	Kg/cm <sup>2</sup>
	7	394	Kg/cm <sup>2</sup>
	28	448	Kg/cm <sup>2</sup>

INDICADOR	DIAS	VALOR	MEDIDA
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN	3	376	Kg/cm <sup>2</sup>
	7	415	Kg/cm <sup>2</sup>
	28	511	Kg/cm <sup>2</sup>

# PARAMETROS

TITULO	: RESISTENCIA DEL MORTERO DE CEMENTO CON SUSTITUCIÓN DEL 13% DE ARCILLA
AUTOR	: SILVA ALFARO FRANK JONATHAN
AÑO	: 2019
PROCEDENCIA DE LA ARCILLA	: ACOPAMPA - CARHUAZ
TIPO DE ARCILLA	: SEGÚN EL DIAGRAMA DE HOLTZ AND KOVACS ES TIPO KAOLINITE

## ENSAYO - ANÁLISIS TÉRMICO DIFERENCIAL (DTA)/ANÁLISIS TÉRMICO POR CALORIMETRÍA DIFERENCIAL DE BARRIDO DSC

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

Según García, 2012 :

Las arcillas entre 250 y 600°C pierden el agua hidrosópica adquiriendo porosidad.

Entre 250 y 600°C pierden el agua de absorción y sufren una disociación del silice y alumina.

Entre 800 y 1200°C eliminan el anhídrido carbónico con gran retracción hasta en 10%.

Entre 1200 a 1500°C se vitrifican

## ENSAYO - FLOURESCENCIA DE RAYOS - X

### Análisis químico por FRX de la arcilla en su estado natural

Componente	%
SiO <sub>2</sub>	43.89
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	11.13
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	24.73
CaO	1.38
MgO	2.63
SO <sub>3</sub>	0.08
K <sub>2</sub> O	1.10
MnO	0.14
Na <sub>2</sub> O	1.99
Otros	3.11

## ENSAYO - GRANULOMETRÍA DEL AGREGADO FINO

ASTM C - 109

NTP E.070

\* El agregado fino será arena gruesa natural.

\* No deberá quedar retenido más del 50% de arena entre dos mallas consecutivas.

\* El módulo de finura estará comprendido entre 1,6 y 2,5.

\* El porcentaje máximo de partículas quebradizas será: 1% en peso.

\* No deberá emplearse arena de mar.

### Granulometría de la Arena Gruesa

Malla ASTM	% Que Pasa
Nº 4 (4.75 mm)	100
Nº 8 (2.36 mm)	95 a 100
Nº 16 (1.18 mm)	70 a 100
Nº 30 (0.60 mm)	40 a 75
Nº 50 (0.30 mm)	10 a 35
Nº 100 (0.15 mm)	2 a 15
Nº 200 (0.075 mm)	Menos de 2

## ENSAYO : RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

NTP 334.051 2018

ASTM C - 109

$$f_m = P/A$$

Donde:

$f_m$  = Resistencia a la compresión en MPa, o lb/pulg<sup>2</sup>

$P$  = Carga total máxima en N, (lb)

$A$  = Área de la superficie cargada mm<sup>2</sup> (pulg<sup>2</sup>).

# CALIFICACIÓN DE RESULTADOS

**TÍTULO** : RESISTENCIA DEL MORTERO DE CEMENTO CON SUSTITUCIÓN DEL 13% DE ARCILLA  
**AUTOR** : SILVA ALFARO FRANK JONATHAN  
**AÑO** : 2019  
**PROCEDENCIA DE LA ARCILLA** : ACOPAMPA - CARHUAZ  
**TIPO DE ARCILLA** : SEGÚN EL DIAGRAMA DE HOLTZ AND KOVACS ES TIPO KAOLINITE

## ENSAYO - ANÁLISIS TÉRMICO DIFERENCIAL (DTA) / ANÁLISIS TÉRMICO POR CALORIMETRÍA DIFERENCIAL DE BARRIDO DSC

CALIFICACIÓN	TEMPERATURA	TIEMPO
MALO	X	
REGULAR		
BUENO		X
MUY BUENO		

## ENSAYO - FLOURESCENCIA DE RAYOS - X

CALIFICACIÓN	Trióxido de Aluminio (AlO <sub>3</sub> )	Dioxido de Silicio (SiO <sub>2</sub> )	Trióxido de Hierro (Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	Oxido de Calcio (CaO)	Óxido de Potasio (K <sub>2</sub> O)
MALO					
REGULAR		X		X	
BUENO	X		X		X
MUY BUENO					

## ENSAYO - GRANULOMETRIA DEL AGREGADO FINO

T A M I Z	CLASIFICACIÓN	MALO	REGULAR	BUENO	MUY BUENO
	N° 8				X
	N° 16				X
	N° 30				X
	N° 50				X
	N° 100	X			
	N° 200	X			
	MODULO DE FINEZA				X

## ENSAYO : RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

DOSIFICACIÓN : 13% ARCILLA

D Í A S	CLASIFICACIÓN	MALO	REGULAR	BUENO	MUY BUENO
	3			X	
	7			X	
	28			X	

DOSIFICACIÓN : 0 %

D Í A S	CLASIFICACIÓN	MALO	REGULAR	BUENO	MUY BUENO
	3			X	
	7			X	
	28			X	

## CONSTANCIA DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

Yo, HENRY MARTIN BARRAGAN MACHUCA, con D.N.I. N°: 32949481, especialista en MECANICA DE SUELOS, ostento el grado de INGENIERO y ejerzo la carrera profesional en INGENIERIA CIVIL. Por medio de la presente hago constar que eh revisado, con fines de validación el instrumento “**FICHA TECNICA**” que será aplicado en el mes de Mayo 2020 – Setiembre 2020, en el proyecto de investigación titulado “**Evaluación del uso de la arcilla de Acopampa – Carhuaz en dosificaciones referidas de morteros**”, desarrollado por el Bachiller Silva Alfaro Frank Jonathan.

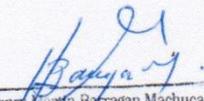
Luego de hacer las verificaciones pertinentes, puedo formular las siguientes apreciaciones:

### EVALUACIÓN DE INSTRUMENTO

N°	INDICADORES	VALORES			
		1	2	3	4
1	El instrumento presenta coherencia con el problema de investigación.			X	
2	El instrumento guarda relación con los objetivos propuestos en la investigación.			X	
3	Los indicadores son los correctos para llegar al objetivo general de la investigación.			X	
4	La redacción del instrumento es clara y apropiada para el desarrollo de la investigación.			X	
5	En general, el instrumento permite un manejo ágil de la información.			X	

1 = Deficiente, 2 = Regular, 3 = Bueno, 4 = Excelente

Observaciones:

  
Henry Martin Barragan Machuca  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 61030 Consultor N° C4988

Firma

Chimbote, 12 de Agosto de 2020