

UNIVERSIDAD SAN PEDRO

**FACULTAD DE
INGENIERÍA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE
INGENIERÍA CIVIL**



**“Resistencia a compresión y conductividad térmica del mortero con
sustitución al cemento en 12% arcilla de Quitaracsa y 4% concha de
lapicero”**

Tesis para obtener el Título Profesional de Ingeniero Civil

Autor:

Ishikane Cumpa Edwin Guillermo

Asesor:

ING. Rigoberto Cerna Chavez

Chimbote – Perú

2019

1.- PALABRAS CLAVES:

Tema	Resistencia a compresión y conductividad térmica del mortero
Especialidad	Tecnología de concreto

KEY WORDS:

Theme	Compressive strength and thermal conductivity of the mortar
Specialty	Concrete technology

LINEA DE INVESTIGACION:

Línea de Investigación	Construcción y Gestión de la Construcción
Área	Área y Tecnología
Sub Área	Ingeniería Civil
Disciplina	Ingeniería de la Construcción
Sub – Líneas o Campos De Investigación	Materiales de la Construcción

2.- TITULO:

“Resistencia a compresión y conductividad térmica del mortero con sustitución al cemento en 12% de Arcilla de Quitaracsa y 4% de concha de lapicero”

3.- RESUMEN:

Con el objetivo de determinar la resistencia a la compresión y conductividad térmica, en cubos de concreto, se trabajó por separado la sustitución parcial del cemento, al 12 %, Arcilla de Quitaracsa (AQ) y 4% de Concha de Lapicero (CL), el experimento que consistió en activar mecánicamente (molienda de partículas 74 μm) la (AQ) y (CL), luego calcinarlo a cielo abierto los materiales. En la arcilla se obtuvo óxido de silicio (SiO_2) y la concha de lapicero óxido de calcio (CO_2) para potenciar así sus precursores puzolánicos, dicho material reemplazó al cemento, el material experimental fue adicionado en su estado natural, previo secado a temperatura ambiente, dichos materiales se adicionaron al cemento. Del ensayo de resistencia por compresión en las mezclas de mortero con el nuevo compuesto, se encontró que es factible la utilización ya que ambas resistencias sobrepasaron los 175 kg/cm^2 , con el óptimo nivel el utilizado en los cubos de concreto sustituidos con AQ al 12% y CL al 4%, obteniendo la resistencia experimental de 425.6 kg/cm^2 , en la edad de 28 días en comparación al concreto patrón que obtuvo la resistencia de 497.67 kg/cm^2 , evidenciando un incremento en la resistencia del concreto patrón frente al experimental.

Este nuevo material se obtuvo a partir de residuos, a relativas bajas temperaturas de calcinación y tiempos reducidos de trituración que el cemento, implica una contribución hacia un bajo costo y menor contaminación.

Para tal objetivo se realizó una serie de ensayos como el ensayo de la resistencia a la compresión y conductividad térmica, gradación de agregados, ensayo de límites de attemberg, ensayo de fluidez, ensayo de fluorescencia de Rayos X; cuyos resultados procesados, analizados e interpretados con la metodología estadística nos dieron los resultados para verificar si la resistencia a la compresión se modificó.

4.-ABSTRACT:

With the aim to determine the compressive strength and thermal conductivity, in cubes of concrete, worked separately by the partial substitution of cement, and 12 %, Clay of Quitaracsa (AQ) and 4% of Shell Pen (CL), the experiment consisted of activating mechanically (grinding of particles 74 μm) the (AQ) and (CL), then calcinarlo open pit material in the clay is obtained silicon oxide (SiO_2) and the shell pen calcium oxide (CO_2) to enhance as well their precursors puzolánicos, the material replaced the cement, the experimental material was added in its natural state, prior to drying at room temperature, such materials are added to cement. The trial of strength by compression in the mortar mixes with the new compound, it was found that it is feasible to use since both resistors exceeded 175 kg/cm^2 , with the optimal level used in the cubes of concrete replaced with AQ at 12%, and CL to 4%, to obtain the resistance experimental 425.6 kg/cm^2 , at the age of 28 days compared to concrete pattern that won the resistance of 497.67 kg/cm^2 , showing an increase in the resistance of the concrete pattern in front of the pilot.

This new material is obtained from waste, at relatively low-temperature calcination and low times of crushing of cement, involves a contribution towards a low-cost and less pollution.

For this purpose we performed a series of trials as the testing of the compressive strength and thermal conductivity, gradation of aggregates, testing of limits of attemberg, test flow, test of bloom of X-Rays

INDICE

CAPITULO I:	1
INTRODUCCION	1
1. ANTECEDENTES Y FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICA	2
2. JUSTIFICACION DE LA INVESTIGACION	5
3. PROBLEMA	5
4. MARCO REFERENCIAL	7
4.1. TECNOLOGIA DEL MORTERO	7
4.2. DEFINICION DEL MORTERO	8
4.2.1. PROPIEDADES DEL MORTERO Y SUS COMPONENTES	8
4.2.2 ESTADOS DEL MORTERO	9
4.2.3. COMPONENTES DEL MORTERO	10
4.2.4. DOSIFICACION DE MORTEROS	18
4.2.5. RESISTENCIA DE MORTERO	19
4.2.6. PROCEDIMIENTO	21
5. CONCRETO PUZOLANICO:	22
6. ARCILLA	23
6.1. CARACTERISTICAS	24
6.2. PLASTICIDAD	24
6.3. CLASIFICACION	25
7. CONCHA DE LAPICERO (TAGELUS DOMBEI)	26
8. VARIABLES DE ESTUDIO	27
9. HIPOTESIS	29
10. OBJETIVOS	29
CAPITULO II: METODOLOGÍA	30
MÉTODOS DE INVESTIGACIÓN	31
1.1 TIPO Y DISEÑO DE INVESTIGACION	31
2. POBLACION Y MUESTRA	34
3. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS	35
4. PROCESO Y ANALISIS DE LOS DATOS	37
CAPITULO III: RESULTADOS	38
CAPITULO IV: ANALISIS Y DISCUSION	58

CAPITULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	64
CAPITULO VI: REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	67
CAPITULO VII: ANEXOS.....	70

CAPITULO I:
INTRODUCCION

1. ANTECEDENTES Y FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICA.

A NIVEL INTERNACIONAL

Castillo R, (2011); En su investigación que las arcillas calcinadas en forma de eta 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 microhormigones, empleando arcillas calcinadas y molidas como material sustituyente del 30% en peso del cemento portland ordinario (CPO). Para ello se utilizó una tierra arcillosa, compuesta principalmente por el mineral caolín de bajo grado de pureza, para la obtención de arcillas calcinadas como minerales cementicos suplementarios.

Los mejores resultados de 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 sustitución.

Alujas, A., Fernández, R., Martinera, J. & Quintana, R. (2010); En este trabajo se usó 4 series para el ensayo de resistencia a compresión, las series de morteros incluyen una serie control, con 100% de CPO, y tres series con un 30% de sustitución del CPO por las arcillas calcinadas a diferentes temperaturas. Los morteros fueron desmoldados luego de 24 horas y los ensayos de resistencia a la compresión y a la flexión realizados a 1, 7, 28 y 90 días. Cinco réplicas 4 fueron realizadas para cada ensayo. La temperatura de curado fue mantenida constante a 30°C para todas las series. Finalmente se tuvo como conclusiones que A pesar de su relativamente bajo contenido de Caolinita (~ 40 %) la fracción arcillosa estudiada, luego de ser calcinada a temperaturas de 600 y 800 °C, mostró, tanto en pastas como en morteros con un 30% de reemplazo de CPO, excelente reactividad puzolánica a partir de los 7 días, mientras que para una temperatura de calcinación de 925° la reactividad puzolánica mostrada

fue baja o moderada, en dependencia de la temperatura de curado. La contribución de las fracciones arcillosas calcinadas estudiadas al incremento de la resistencia mecánica en morteros es una combinación de reacción puzolánica y efecto filler, ayudando a alcanzar un mayor porcentaje de hidratación del CPO en los sistemas con un 30 % de sustitución.

Castillo, R., Fernández, R., Antón, M., Scrivener, K., Alujas, A., & Martirena, J., F (2010), desarrollaron un estudio Se trabajó básicamente con tierra rica en minerales arcillosos, principalmente caolín. Este material fue sedimentado y luego calcinado a 900 grados Celsius. Igual proceso se realizó al material original sin sedimentar. Producto de la calcinación disminuyó considerablemente la superficie específica, y por ende la actividad puzolánica, que fue evaluada monitoreando el consumo de HC en pastas a varias edades, y la resistencia a compresión en morteros. El material calcinado, aparentemente inerte, fue molido hasta una alta finura. Se introdujo una serie experimental con ceniza de paja de caña, como referencia de puzolana anteriormente estudiada. Las arcillas calcinadas molidas incrementaron cuantiosamente su actividad puzolánica, caracterizado por un mayor consumo de HC en pastas, y una mayor resistencia a compresión en morteros. Aparentemente este cambio se debe al efecto del molido sobre la reactividad de los suelos arcillosos calcinados. Los mejores resultados se obtuvieron para las muestras sedimentadas antes de calcinar. La resistencia a compresión de morteros, sustituyendo un 30% del peso de cemento por dicho material, es similar al control (100% cemento) a 7 días, y mayor a 28 y 60 días. Aunque dicha sustitución no disminuye la porosidad total, se disminuye la sorptividad, principalmente en muestras producidas con material sedimentado calcinado y molido. Posiblemente este fenómeno ocurra por un proceso de refinación de poros capilares inducido por la precipitación de productos de la reacción puzolánica.

A NIVEL NACIONAL

Castillo (2011); Reporta en la revista Ingeniería de Construcción, donde las arcillas calcinadas en forma de metakaolin mejoran tanto su resistencia mecánica como su durabilidad cuando se añaden a morteros y hormigones, mediante el Proceso de sedimentación y calcinación del suelo arcilloso y arcilla sedimentada, activación a través de molienda de las arcillas calcinadas, lo que permitirá el uso como aditivo para mortero y hormigones.

A NIVEL LOCAL

Benítez, J., Flores, G., Segura, L., Cribillero, Y., Velásquez., W (2015), desarrollaron un estudio de análisis de resultados de FRX para el polvo de RCCh señalan que de CaO₃ presente en los RCCh se ha convertido en un 93.3% de material activo CaO. Este porcentaje supera al contenido de óxido de calcio presente en el CPO y por lo tanto estarían permitiendo su sustitución. La combinación del 25% de HSB con 25% de RCCh generaron un pH=12.15 que contribuyo positivamente en la sustitución del cemento. Las conchas se calcinaron a 1000°C por 3 horas y 12 minutos, la activación mecánica de ambos materiales calcinados fue del orden de 150 μm. En la elaboración del mortero patrón se siguió la norma técnica peruana (NTP 2013) que establece una proporción cemento-arena de 1 a 3 y se determinó empíricamente una relación agua/cemento de 0.48. En la elaboración del mortero experimental se mantuvieron las proporciones en peso de la arena y el cemento; pero el 50% del peso del cemento se sustituyó 25% de HSB y 25% por RCCh. Esta sustitución determino que, para obtener una mezcla trabajable, fue necesario agregarle 30.8 gr de agua a la mezcla. Debido a esta adición de agua la relación agua/cemento-hojas de bambú-CHANQUE subió a 0.61. La adición de los 30.8 gr se hizo por tanteo puesto que no se conocen los índices de absorción de los materiales adicionados ni sus mecanismos de reacción entre ambos, ni con la proporción del cemento no sustituido por lo que la cantidad de agua adicionada se debe tomar como un dato referencial y requerido de un mayor estudio.

2. JUSTIFICACION DE LA INVESTIGACION.

La construcción se encuentra en auge en ciertas partes del país. El pueblo busca que se consoliden las mayores obras posibles y en su medida que sean construcciones duraderas pero la sociedad también busca que su ecosistema no esté tan afectado 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 a zonas de difícil acceso como el caso del cemento que se encuentra en zonas muy distantes al crecimiento de las poblaciones del sector.

Por ende, buscaremos una solución para nuestro mortero de obra, que no afecte nuestro ecosistema y de que en su medida se pueda realizar con agregados de la misma zona como usar la arcilla como parte de él, y así resolver en parte el problema de traslado, no contaminar y que nuestras obras sean de gran aprovechamiento para la sociedad.

3. PROBLEMA

Realidad problemática:

Ante este cambio climático en zonas andinas donde el friaje es intenso y teniendo materiales propios de la zona como la arcilla de Quitaracsa, como componentes cementantes (Silicio, Aluminio y Calcio) y a la vez sabiendo que el cemento está constituido en su gran mayoría por óxidos (Calcio, Silicio y Aluminio) obtenido de rocas que son de alto costo y contaminantes en su producción, y por ello planteamos sustituir en un 16% al cemento con 4% de concha de lapicero y 12% de arcilla de Quitaracsa que son de fácil producción para la comunidad andinas alejadas y olvidadas. Lo que motiva para realización de esta investigación es encontrar un material que, sustituido al cemento, sea fácil adquisición y bajo costo en su producción. Al analizar la problemática que existe en nuestro departamento de Anchas con referencia al friaje y no realizarse investigaciones ni inversiones para controlar este fenómeno, llegamos a la conclusión en plantear este problema.

Se pretenderá demostrar que la sustitución de arcilla y concha de lapicero en el mortero, pueda alcanzar, en un futuro no muy lejano, que se desarrolle un cemento a base de arcilla y concha de lapiceros, con propiedades similares a los morteros de cemento portland tipo 1. Una importancia ecológica porque se podrá reducir la emisión de dióxido de carbono a la atmosfera. Es decir, disminuir gases invernaderos que provocan el efecto invernadero durante la fabricación del cemento, mediante una proporción adecuada para el mortero.

La concha de lapicero en Perú en la última década se ha convertido en uno de los moluscos de exportación más importante con fuertes fluctuaciones en los volúmenes desde el inicio de los ochenta. El cultivo de concha de lapicero viene generando una serie de impactos ambientales negativos en el ecosistema, esta se ve potenciada por prácticas insostenibles entre las cuales se incluyen la disposición de los desechos en lugares no apropiados, los cuales muchas veces son arrojados en las mismas zonas de cultivo alrededor de las orillas. Esto acarrea el crecimiento de la materia orgánica y por ende el sedimento lo que eventualmente podría impactar negativamente el cultivo.

Ante la necesidad de combatir la contaminación que generan los desechos de conchas de lapicero y reducir el impacto negativo que se viene generando en el ecosistema, y ante la iniciativa de investigaciones realizadas en el ámbito local con sustitución de concha de lapicero en el mortero, es que proponemos la siguiente pregunta:

¿QUE RESISTENCIA A LA COMPRESION Y CONDUCTIVIDAD TERMICA DE UN MORTERO SE OBTENDRA AL SUSTITUIR AL CEMENTO POR UN 12% DE ARCILLA QUITARACSA Y 4 % DE CONCHA DE LAPICERO EN COMPARACION A SU DISEÑO PATRON?

4. MARCO REFERENCIAL.

4.1. TECNOLOGIA DEL MORTERO

El mortero es un material compuesto empleado en construcción, formado esencialmente por un aglomerante al que se añade partículas o fragmentos de un agregado, agua y aditivos específicos.

El aglomerante es en la mayoría de las ocasiones cemento (generalmente cemento Portland) mezclado con una proporción adecuada de agua para que se produzca una reacción de hidratación. Las partículas de agregados, dependiendo fundamentalmente de su diámetro medio, son los áridos (que se clasifican en grava, gravilla y arena). La sola mezcla de cemento con arena y agua (sin la participación de un agregado) se denomina mortero.

El cemento es un material pulverulento que por sí mismo no es aglomerante, y que, mezclado con agua, al hidratarse se convierte en una pasta moldeable con propiedades adherentes, que en pocas horas fragua y se endurece tornándose en un material de consistencia pétreo. El cemento consiste esencialmente en silicato cálcico hidratado (S-C-H), este compuesto es el principal responsable de sus características adhesivas. Se denomina cemento hidráulico cuando el cemento, resultante de su hidratación, es estable en condiciones de entorno acuosas. Además, para poder modificar algunas de sus características o comportamiento, se pueden añadir aditivos y adiciones (en cantidades inferiores al 1 % de la masa total del concreto), existiendo una gran variedad de ellos: colorantes, aceleradores, retardadores de fraguado, fluidificantes, impermeabilizantes, fibras, etc.

El mortero convencional, se usa para rellenar los espacios que quedan entre los bloques y para el revestimiento de paredes. Los conglomerantes más comunes en la actualidad son los de cemento aunque históricamente han sido, la cal, la tierra y el yeso los más utilizados. Generalmente, se utilizan para obras de albañilería, como material de agarre, revestimiento de paredes, etc.

Los morteros pueden tener una función estructural, y pueden usarse entonces en la construcción de elementos estructurales, o en la mampostería estructural en donde puede ser de pega o de relleno en las celdas de los muros.

Existen otros morteros que no tienen función estructural y se destinan a recubrimiento como pañetes, repellos o revoques. (Calvo, 2001) (Agreda y Magin 2012)

4.2. DEFINICION DEL MORTERO

Steven H. Kosmatha, et al. (2004). Mortero, en su definición más general es toda mezcla de (cemento + arena + agua). Él puede tener función estructural, o no tenerla. Los pañetes, por ejemplo, no poseen función estructural; los morteros usados en mampostería (pega o relleno), o los usados para fundir elementos estructurales, sí poseen tal función

De acuerdo con su origen, los morteros pueden ser premezclados en planta, premezclados secos, o elaborados en obra.

De acuerdo con su dosificación ha sido costumbre hablar de morteros de relación 1:n (1:3 Ó 1:4, etc.), queriendo indicar partes de cemento: arena; sin embargo, bajo esta denominación se ha incurrido casi siempre en un error implícito por lo siguiente:

- No es claro si se trata de partes en masa o en volumen.
- Varios morteros con la misma relación 1: n, y con igual manejabilidad, pueden arrojar diferentes resistencias a compresión a los 28 días, en razón de la granulometría de la arena utilizada.

4.2.1. PROPIEDADES DEL MORTERO Y SUS COMPONENTES

TRABAJABILIDAD

En esta etapa el mortero acepta deformaciones con pequeños aportes de energía externa. Para producir las cuales deben vencerse principalmente dos reacciones internas del mortero: una constituida por el frotamiento de las partículas granulares, cuya medida denominaremos fluidez del mortero, y la otra proveniente de la cohesión de la masa, cuya medida denominaremos consistencia del mortero.

El conjunto de ambas características constituye la trabajabilidad del mortero, designada también con el nombre de docilidad.

La trabajabilidad es fundamental en la etapa en que el mortero se mantiene en estado plástico, ya que condiciona sus características en dicha etapa, la que a su vez corresponde a la de su empleo en obra. Porrero, J. (2004)

ADHERENCIA

Es la propiedad que mide la facilidad o resistencia que presenta el mortero al deslizamiento sobre la superficie del soporte en el que se aplica.

Se mejora mediante un mayor incremento de cemento y cal y mediante el uso de finos arcillosos en la arena. Porrero, J. (2004)

RESISTENCIA

La resistencia es una de las propiedades más importantes del mortero, principalmente cuando se le utiliza con fines estructurales.

El mortero en su calidad de constituyente de un elemento estructural, queda sometido a las tensiones derivadas de las sollicitaciones que actúan sobre éste. Si sobrepasan su capacidad resistente se producirán fracturas, que pueden llegar a afectar la seguridad de la estructura.

DURABILIDAD DEL MORTERO

Durante toda su vida útil, el mortero está permanentemente expuesto a las acciones provenientes de agentes externos e internos, que pueden afectar su durabilidad si no se les tiene debidamente en cuenta.

4.2.2 ESTADOS DEL MORTERO

ESTADO PLÁSTICO. Al principio el concreto parece una “masa”. Es blando y puede ser trabajado o moldeado en diferentes formas. Y así se conserva durante la colocación. Las propiedades más importantes del mortero plástico son la trabajabilidad

ESTADO FRAGUADO. Después, el mortero empieza a ponerse rígido. Cuando ya no está blando, se conoce como FRAGUADO del mortero. (Rivera, 2013)

ESTADO ENDURECIDO. Después de que concreto ha fraguado empieza a ganar resistencia y se endurece. Las propiedades del concreto endurecido son resistencia y durabilidad.

TRABAJABILIDAD. Significa qué tan fácil es: COLOCAR, y dar un ACABADO a una mezcla de concreto. (Porrero, J. 2004) (Agreda y Magin 2012)

4.2.3. COMPONENTES DEL MORTERO

El mortero es básicamente una mezcla de dos componentes: agregado y pasta. La pasta, compuesta de cemento portland y agua, une al agregado (arena) para formar una masa semejante a una roca pues la pasta endurece debido a la reacción química entre el cemento y el agua. Los agregados generalmente en grupo: finos. Los agregados finos consisten en arenas naturales o manufacturadas con tamaño de partícula que pueden llegar hasta 10 mm

CEMENTO. Los cementos hidráulicos son aquellos que tienen la propiedad de fraguar y endurecer en presencia de agua, porque reaccionan químicamente con ella para formar un material de buenas propiedades aglutinantes.

AGUA. Es el elemento que hidrata las partículas de cemento y hace que estas desarrollen sus propiedades aglutinantes.

AGREGADOS. Los agregados para el mortero pueden ser definidos como aquellos materiales inertes que poseen una resistencia propia suficiente que no perturban ni afectan el proceso de endurecimiento del cemento hidráulico y que garantizan una adherencia con la pasta de cemento endurecida.

ADITIVOS. Se utilizan como ingredientes del concreto y, se añaden a la mezcla inmediatamente antes o durante su mezclado, con el objeto de modificar sus propiedades para que sea más adecuada a las condiciones de trabajo o para reducir los costos de producción.

CONDUCTIVIDAD TERMICA:

NCh 853, (2007) Define conductividad térmica como la cantidad de calor que en condiciones estacionaria pasa en la unidad de tiempo a través de la unidad de área de una muestra de material homogénea de la extensión infinita. Se expresa en vatios / (metro x kelvin) (W/ (m K))

Limone (2012) Afirman que los materiales aislantes se caracterizan por una baja conductividad térmica.

La conductividad térmica es una propiedad de la materia que en general depende de la temperatura, de la presión y de la composición de la misma. La conductividad térmica de los distintos materiales se determina experimentalmente, y con este propósito se conocen distintos métodos, la mayoría de los cuales se basan en la medida de la densidad del flujo de calor (cantidad de calor transmitida a través de una superficie isoterma por unidad de área y por unidad de tiempo) y en el gradiente de temperatura.

MATERIAL AISLANTE:

Rougeron (1997) afirma que el objetivo de una aislación térmica es impedir en alguna medida la transferencia de calor desde o hacia el cuerpo aislado.

OBJETIVOS DE LOS AISLANTES TERMICOS:

- Minimizar las pérdidas de energía por transferencia de calor hacia o desde el ambiente
- Reducción de las perdidas energéticas
- Reducción de la contaminación ambiental

CEMENTO PORTLAND:

a) CEMENTO:

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

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

(**ARAUJO, 2011**)

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

Tabla N°1: Componentes principales del cemento

%	COMPONENTE QUIMICO	PROCEDENCIA USUAL
95%<	Oxido de calcio (CaO)	Rocas Calizas
	Oxido de Silice (SiO_2)	Areniscas
	Oxido de Aluminio (Al_2O_3)	Arcillas
	Oxido de Hierro (Fe_2O_3)	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

Tipos de Cementos:

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

El cemento empleado para la presente tesis fue el cemento Portland tipo I por condiciones de sulfatos.

Tabla N°2: Cemento Portland Tipo I

Componentes	Cemento Pacasmayo Tipo I
Oxido de Sílice: 矽質	20.5%
Oxido de Hierro: 鐵質	5.14%
Oxido de Aluminio: 鋁質	4.07%
Oxido de Calcio: CaO	62.92%
Oxido de Magnesio: MgO	2.10%
Óxido de Azufre: 硫質	1.83%
Perdida por Calcinación: P.C	1.93%
Residuo Insoluble: R.I	0.68%
Cal Libre: Cao	1.10%
Álcalis: 鹼質	0.22%
Silicato Tricalcico: 系質	44.70%

Fuente: Tópico de tecnología de concreto de Enrique Pasquel

b) AGREGADO

AGREGADO FINO

El agregado fino es el material proveniente de la desintegración natural o artificial de las rocas, que pasan por el tamiz de $3/8''$ (9.51 mm) y es retenido por el tamiz N° 200. Norma Técnica Peruana 399.607, (2013)

El agregado fino utilizado para el diseño de mezcla del mortero de alta resistencia en la presente investigación, proviene de la Cantera "VESIQUE", ubicada en el Distrito Chimbote - Santa.

PROPIEDADES FISICAS

El agregado fino a utilizarse en el mortero debe cumplir ciertos requisitos mínimos de calidad según las especificaciones técnicas de las Normas Técnicas Peruanas.

La determinación de estos requisitos denominadas propiedades físicas nos permitirá obtener valores que serán utilizados para los diseños de mezclas de mortero a estudiar. Las propiedades físicas a determinar son: Peso específico, peso unitario, granulometría, módulo de finura, porcentaje de finos que pasa la malla N° 200, contenido de humedad y absorción.

PESO UNITARIO.

El peso unitario del agregado, es el peso que alcanza un determinado volumen unitario, el cual se expresa en kg/m³.

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.

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 varia. También se define como la diferencia entre el peso del material natural y el peso del material secado en horno (24 hrs.), dividido entre el peso natural del material, todo multiplicado por 100.

ABSORCION

Es la capacidad del agregado fino de absorber 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.

También se define como la diferencia en el peso del material superficialmente seco y el peso del material secado en horno (24 hrs), todo dividido entre el peso seco y todo multiplicado por 100.

GRANULOMETRIA.

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.

Antes de comenzar a realizarse cualquier estudio de las características del concreto, se tiene primero que determinar la calidad del agregado con el que se trabaja verificar si cumple los requerimientos básicos de las normas.

La calidad del concreto depende básicamente de las propiedades del mortero, en especial de la granulometría y otras características de la arena. Como no es fácil modificar la granulometría de la arena a diferencia de lo que sucede con el agregado

grueso, que se puede cribar y almacenar separadamente sin dificultad, la atención principal se dirige al control de su homogeneidad.

Requisitos Granulométricos

Tabla N°3: Gradación de agregado fino

MALLA ASTM	% QUE PASA
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 5

Fuente: Gradación de agregado fino NTP 399.607, (2013)

MODULO DE FINURA.

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 Fineza no menos a 2.25 y hasta un máximo de 4.75mm, ASTM C144. Si el módulo de finura varía en más de 0.20 a partir del valor supuesto en la sección de dosificación para compensar el cambio en la granulometría.

Se calcula como la suma de los porcentajes acumulados retenidos en la malla N°4, 8, 16, 30, 50, 100 dividido entre 100.

En la apreciación del Módulo de Finura, se estima que las arenas comprendidas entre los módulos 2.2 y 2.8 producen concretos de buena trabajabilidad y reducen segregación y las que se encuentran entre 2.8 y 3.2 son las más favorables para los concretos de alta resistencia.

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.

Material más fino que pasa la malla N° 200

Consiste en determinar la cantidad de materiales finos que se pueden presentar en el agregado, en forma de revenimiento superficial o en forma de partículas sueltas.

El material muy fino, constituido por arcilla y limo, se presenta recubriendo el agregado grueso, o mezclando con la arena.

En el primer caso, afecta la adherencia del agregado y la pasta, en el segundo, incrementa los requerimientos de agua de mezcla

C) AGUA PARA EL MORTERO

NTP. 339.088, (2006). El agua es el elemento indispensable para la hidratación del cemento y del desarrollo de sus propiedades (curado). Por lo tanto, debe cumplir con ciertos requisitos para llevar a cabo su función en la combinación química, sin ocasionar problemas colaterales si tienen ciertas sustancias que puedan dañar al concreto. Debe cumplir con las normas ASTM.

Está prohibido el uso de aguas ácidas, calcáreas, minerales ya sea carbonatadas o minerales; aguas provenientes de minas, aguas que contengan residuos industriales, agua con contenido de sulfatos mayores al 1%, aguas que contengan algas, materia orgánica, humus o descargas de desagües, agua que contenga azúcares o sus derivados. Igualmente, aquellas aguas que contengan porcentajes significativos de sales de sodio o de potasio disueltas, en todos aquellos casos en que la relación álcali - agregado es posible.

Tabla N°4: Agua para el mortero

DESCRIPCION	LIMITE PERMISIBLE
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.

Requisitos Par a Agua De Mezcla – Ntp 339.088

4.2.4. DOSIFICACION DE MORTEROS

NTP 399.607 Esta norma determina la dosificación y la resistencia a la compresión en morteros de cemento portland, llevando a la rotura especímenes de 50 mm de lado, preparados con morteros consistentes de una parte de cemento y 2,75 de arena dosificada en masa. La relación de a/c para todo el cemento portland sin aire incorporado debe ser de 0.458, con una fluidez de 110 ± 5 .

PARA 3 CUBOS

Tabla N° 5: Dosificación para el Mortero Patrón

	Agua (g)	Cemento (g)	Agregado fino (g)
Proporción	0.485	250	687.5

Fuente: Dosificación de Norma NTP 399.607

a) PROCEDIMIENTOS PARA LA MEZCLA DE MORTEROS

1. Se coloca la paleta mezcladora y el recipiente de mezclado secos en su posición de trabajo en la mezcladora. Luego se introducen los materiales para una amasada en el recipiente y se mezclan en la siguiente forma:
2. Se vierte toda el agua de mezclado en el recipiente.
3. Se agrega el cemento al agua y se mezcla durante 30s a la velocidad lenta.

4. Se agrega lentamente la totalidad de la arena en un periodo de 30s, mientras se mezcla a la velocidad lenta.
5. Se detiene la mezcladora, se cambia a velocidad media y se mezcla durante 30s.
6. Se detiene la mezcladora y se deja reposar el mortero durante 90s. durante los primeros 15 s de este intervalo, se arrastra hacia el fondo con el raspador, el mortero adherido a la pared del recipiente. Durante el resto del intervalo, se tapa el recipiente.
7. Se mezcla durante 60s a la velocidad media

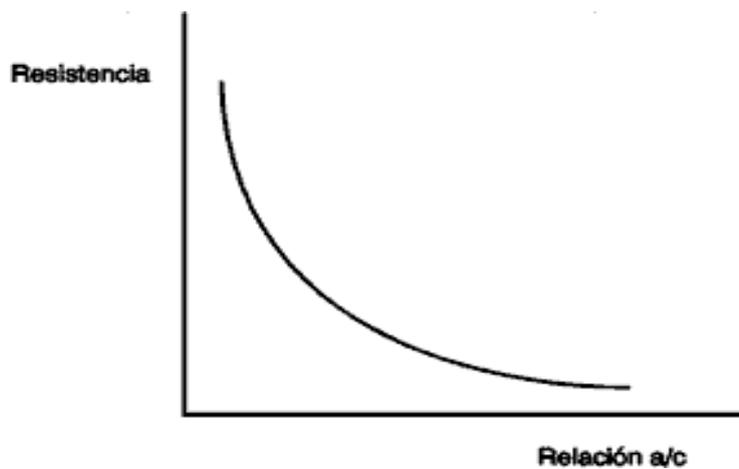
b) ENSAYO DE FLUIDEZ DE MORTEROS

NTP 334.057, (2002). Esta norma establece limpiar y secar la plataforma de la mesa de flujo, colocando enseguida el molde en el centro. Verte una copa de mortero cuya fluidez se requiere determinar de unos 25 mm y se apisona con 25 golpes del compactador uniformemente distribuidos. Con una segunda capa de mortero se llena totalmente el molde y se apisona como la primera capa.

$$\text{健憲穴結岫岷} = \frac{\text{経暄-経}}{\text{経}} \text{などど}$$

4.2.5. RESISTENCIA DE MORTERO

La resistencia de los morteros se desarrolla principalmente por la hidratación del cemento, la estructura que se logra, integrada por los granos de arena rodeados por la pasta de cemento endurece poco a poco convirtiéndose con el tiempo en una piedra artificial. Los investigadores han llegado a correlacionar de manera exhaustiva la resistencia del mortero con la relación por peso entre el agua y el cemento, esta relación se denota a/c. La siguiente figura muestra la correlación entre ambos, y como a manera que aumenta le relación agua/cemento, disminuye la resistencia del mortero:



La resistencia de los morteros se correlaciona también con otras propiedades en estado endurecido como son: la densidad, la permeabilidad, la contracción por secado, el módulo de elasticidad, la capacidad de flexión, expresada por medio del módulo de ruptura resultado de ensayar vigas de mortero apoyadas libremente y con carga en el centro de la luz, y la adherencia. De entre estas pruebas resulta especialmente ilustrativa para el caso de mamposterías de tabique la prueba para evaluar la capacidad de adherencia de los morteros.

Anteriormente se muestra una tabla en donde se clasifica el mortero por formas de empleo según sea el valor de su resistencia a la compresión.

No se efectúan pruebas de resistencia en pasta de cemento puro, debido a las dificultades experimentales del moldeo, que originarían una gran variación en los resultados. Para determinar la resistencia del cemento se utilizan morteros, es decir, mezcla de agua, cemento y agregado fino; de proporciones determinadas, hechos con materiales específicos en condiciones estrictamente controladas.

4.2.6. PROCEDIMIENTO

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

- Se deben retirar los cubos y ensayar inmediatamente. El tiempo límite para la prueba varía de acuerdo a la edad del ensayo: 24 horas \pm 0.5 horas, 3 días \pm 1 hora, 7 días \pm 3 horas, 28 días \pm 12 horas.
- Los cubos se deberán secar y limpiar de incrustaciones de arena en las caras que van a estar en contacto con la superficie de la máquina. Se comprueba con una regla que las caras están totalmente planas, en caso contrario se liman hasta conseguirlo, pero si no se logra, se deberá rechazar el espécimen.
- Se coloca cuidadosamente cada cubo debajo del centro de la parte superior de la máquina. Se enciende y se empieza a bajar el aparato hasta que apenas toque el cubo, de tal manera que este no se pueda girar con la mano.
- Se pone en ceros la máquina y se empieza a aplicar carga de 900 o 1800N/s hasta que la máquina marque la carga máxima, es decir cuando el cubo falló.
- Se anota la carga máxima aplicada, luego la resistencia a la compresión:

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

Valores que difieran en más de 8.7% (para 3 cubos ensayados por edad) o 7.6% (para dos cubos por edad) con respecto al promedio, se rechazan.



5. CONCRETO PUZOLANICO:

ASTM. C618, (2015a). Especifica que las propiedades de las puzolanas dependen de la composición química y la estructura interna. Se prefiere puzolanas con composición química tal que la presencia de los tres principales óxidos (CaO , SiO_2 y Al_2O_3) sea mayor del 70%, se trata que la puzolana tenga una estructura amorfa.

Como sabemos, el hidróxido de calcio se forma como uno de los productos de la hidratación del cemento. Este compuesto no tiene valor cementante y es soluble en agua y puede ser lixiviado por filtraciones de agua.

PUZOLANAS NATURAL:

Según ASTM. C618, (2015b). Los materiales denominados puzolanas naturales pueden tener dos orígenes distintos, uno puramente mineral y otro orgánico. Las puzolanas de origen mineral son productos de transformación del polvo y cenizas volcánicas. Rocas o suelos en la que el constituyente es silicio y calcio.

PUZOLANAS ARTIFICIALES:

Según ASTM. C618, (2015c). Se definen estas como materiales que deben su condición de tales a un tratamiento térmico adecuado.

- Arcilla activada o calcinadas artificialmente
- Cenizas vegetales
- Escorias de fundición

- Cenizas de residuos agrícolas

6. ARCILLA:

La arcilla es cualquier sedimento o depósito 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 silicato de aluminio hidratado.

Arcilla del período cuaternario (400.000 años)

Físicamente se considera un coloide, de partículas extremadamente pequeñas y superficie lisa. El diámetro de las partículas de la arcilla es inferior a 0,002 mm. En la fracción textural, arcilla puede haber partículas no minerales, los fitolitos. Químicamente es un silicato hidratado de alúmina, cuya fórmula es: $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$.

Se caracteriza por adquirir plasticidad al ser mezclada con agua, y también sonoridad y dureza al calentarla por encima de 800 °C. La arcilla endurecida mediante la acción del fuego fue la primera cerámica elaborada por los seres humanos, y aún es uno de los materiales más baratos y de uso más amplio. Ladrillos, utensilios de cocina, objetos de arte e incluso instrumentos musicales como la ocarina son elaborados con arcilla. También se la utiliza en muchos procesos industriales, tales como en la elaboración de papel, producción de cemento y procesos químicos.

La superficie específica o área superficial de una arcilla se define como el área de la superficie externa más el área de la superficie interna (en el caso de que esta exista) de las partículas constituyentes, por unidad de masa, expresada en m^2/g .

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

6.1. CARACTERISTICAS

- Material de estructura laminar
- Sumamente higroscópico
- 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 la encuentra mezclada con material orgánico
- Adquiere gran dureza al ser sometida a temperatura mayores a 600°C

A continuación, se muestran algunos ejemplos de superficies específicas de arcillas:

- Caolinita de elevada cristalinidad hasta 15 m²/g
- Caolinita de baja cristalinidad hasta 50 m²/g
- Halloisita hasta 60 m²/g
- Illita hasta 50 m²/g
- Montmorillonita 80-300 m²/g
- Sepiolita 100-240 m²/g
- Paligorskita 100-200 m²/g

6.2. 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 Attemberg: Limite Liquido y Limite Plástico.

6.3. CLASIFICACION

- **Arcilla primaria:** se utiliza esta denominación cuando el yacimiento donde se encuentra es el mismo lugar en donde se originó. El caolín es la única arcilla primaria conocida.
- **Arcillas secundarias:** son las que se han desplazado después de su formación, por fuerzas físicas o químicas. Se encuentran entre ellas el caolín secundario, la arcilla refractaria, la arcilla de bola, el barro de superficie y el gres.
- Si atendemos a la estructura de sus componentes, se distinguen las arcillas filitenses y las arcillas fibrosas.

También se pueden distinguir las arcillas de acuerdo a su plasticidad. Existen así las arcillas plásticas (como la caolinítica) y las poco plásticas (como la esméctica, que absorbe las grasas).

Por último, hay también las arcillas calcáreas, la arcilla con bloques (arcilla, grava y bloques de piedra de las morrenas), la arcilla de descalcificación y las arcillitas (esquistos arcillosos)

ARCILLAS ACTIVADAS

Es la reacción química a la que es sometida la arcilla mediante diferentes procesos, con la finalidad de obtener una composición adecuada a la necesidad ya sea industrial, constructora u otras actividades.

Las arcillas clarificantes activas por naturaleza han sido usadas desde alrededor de 1880. Las arcillas de sílice, como la bentonita, pueden transformarse en arcillas clarificantes altamente activadas mediante un tratamiento con ácidos. Con los años, el uso original de las arcillas como agentes decolorantes empleados en la clarificación de aceites de color oscuro se ha transformado significativamente gracias a las tecnologías modernas. Las arcillas clarificantes se han convertido en arcillas absorbentes, y aunadas a su capacidad de adsorción de componentes de color y otras impurezas no

deseadas en los aceites, su característica acídica y catalítica, así como su capacidad de intercambio iónico, son propiedades de gran importancia.

7. CONCHA DE LAPICERO (TAGELUS DOMBEII).

DEFINICION

La navajuela, *Tagelus dombeii*, es un bivalvo marino cuya concha se caracteriza por ser alargada, escasamente elevada, la cual alcanza dimensiones de hasta 10 cm considerando el eje antero-posterior, existiendo una relación con el eje dorso-ventral de 4:1. Los bordes de la concha se disponen casi paralelos entre sí y poseen los extremos redondeados (Villarroel y Estuardo, 1977; Chong et al., 2001). En Chile, *T. dombeii* es conocido con el nombre vulgar de navajuela, quivi o berberecho (Osorio et al., 1979; Guzmán et al, 1998; Rojas 2004).

HABITAT

Se encuentra desde la zona intermareal hasta 16 m de profundidad, los adultos preferentemente se asientan en zonas arenosas hasta 5 m, los juveniles se asientan en zonas areno fangosas más profundas. Tolera bajas concentraciones o falta de oxígeno porque posee metabolismo anaeróbico facultativo

ASPECTOS REPRODUCTIVOS

Tagelus dombeii es una especie gonocórica, sin dimorfismo sexual externo. Como estrategia reproductiva, utiliza la fertilización externa. La gónada abarca desde el interior distal del pie hasta la masa visceral o estómago del individuo. El estado larval planctotrófico se alcanza 48 horas post-fecundación y dura 22 días a 14-16 °C (Rojas, 2004). La primera larva véliger es del tipo charnela recta (larva D). A este estado le sigue la larva véliger umbonada (10 días post-fecundación) y luego el estado

pedivéliger (17 días post-fecundación), alcanzado un tamaño de 200 μ m en sentido-posterior y 180 μ m en el dorsal-ventral (Rojas, 2004). Luego de la metamorfosis, el juvenil forma su primer sifón (exhalante) 29 días post-fertilización (520 μ m antero-posterior y 430 μ m dorso-ventral), y paralelamente se desarrollan las branquias, el pie

y músculo aductor posterior. Treinta y ocho días postfertilización ocurre la formación del sifón inhalante (870 μ m antero-posterior y 600 μ m dorso-ventral aprox.) y músculo aductor anterior; las branquias se sitúan por sobre la glándula digestiva, en la región posterior del animal cercana a los sifones (Rojas, 2004)

8. VARIABLES DE ESTUDIO

OPERACIONALIZACION DE VARIABLE:

- **VARIABLE DEPENDIENTE: Resistencia a la compresión del mortero**

VARIABLE	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	INDICADOR
Resistencia a compresión del mortero	Es el esfuerzo máximo que puede soportar un material bajo una carga de aplastamiento. (JUAREZ 2013).	Es el esfuerzo máximo que puede soportar un concreto que se medirá en kg/ cm ²	Promedio de las resistencias a la compresión. Kg/cm ²

- **VARIABLE DEPENDIENTE: Conductividad térmica de la mezcla de mortero, en el cual el cemento ha sido sustituido.**

VARIABLE	DEFINICION CONCEPTUAL	INDICADOR
Conductividad térmica de la mezcla de mortero, en el cual el cemento ha sido sustituido.	Es la conductividad térmica, flujo de calor a través de la muestra.	W/mK.

- **VARIABLE INDEPENDIENTE: Dosificaciones en diseño de mezcla de mortero de arcilla y concha de lapicero.**

VARIABLE	DEFINICION CONCEPTUAL	INDICADOR
Dosificaciones en diseño de mezcla de mortero de arcilla y concha de lapicero.	En combinación de los materiales en cantidades relativas con el objetivo de que su resistencia sea mayor a una mezcla convencional.	Mortero de concreto patrón con 0% de arcilla y concha de lapicero. Mortero de concreto con 12% de arcilla de quitaracsa y 4% de concha de lapicero.

9. HIPOTESIS

Al sustituir al cemento la arcilla de quitaracsa y concha de lapicero activada térmicamente a cielo abierto va a contener oxido de silicio la arcilla y la concha de lapicero oxido de calcio, se podría obtener una reacción puzolanica de los productos, una resistencia similar a la de un mortero convencional y un material de baja conductividad térmica.

10. OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL:

Determinar la resistencia a la compresión y la conductividad térmica de un mortero cuando se sustituye el 16% de cemento, por una combinación de arcilla activada térmicamente 12% y concha de lapicero triturada pulverizada 4% en comparación con el diseño patrón.

OBJETIVOS ESPECIFICOS:

1. Determinación de los límites de Attemberg de la arcilla de Quitaracsa. Determinación de la composición química de arcilla de Quitaracsa y conchas de lapicero por fluorescencia de rayos X.
2. Determinación del pH de la arcilla de Quitaracsa y la concha de lapicero por separado y combinado.
3. Determinar el peso específico de la arcilla, concha de lapicero por separado y combinado.
4. Determinación de la relación a/c de las unidades patrón y experimental mediante la mesa de fluidez.
5. Elaboración de las unidades patrón y experimental del mortero y determinación de su resistencia a compresión.
6. Determinar la conductividad térmica del mortero patrón y experimental a los 28 días de curado.
7. Realiza la prueba de hipótesis mediante el análisis de varianza ANOVA y la implicancia estadística.

CAPITULO II: METODOLOGÍA

MÉTODOS DE INVESTIGACIÓN

El método de Investigación que se aplica es la Experimentación, ya que se utilizan nuevos tipos de materiales para la elaboración de un mortero de concreto, aplicando 12% de arcilla activada y 4% de concha activada, en la sustitución del cemento en el diseño de mezcla del mortero de concreto, y en lo cual lo compararemos con un mortero de concreto convencional.

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 dos materiales que mediante su combinación se conviertan en precursores puzolánicos, cumpliéndose así el aumento de la resistencia del mortero de concreto de acuerdo a la Norma Técnica Peruana y las Especificaciones Técnicas ASTM, y a la vez el costo sea más accesible para la población.

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

1.1 TIPO Y DISEÑO DE INVESTIGACION

TIPO DE INVESTIGACION

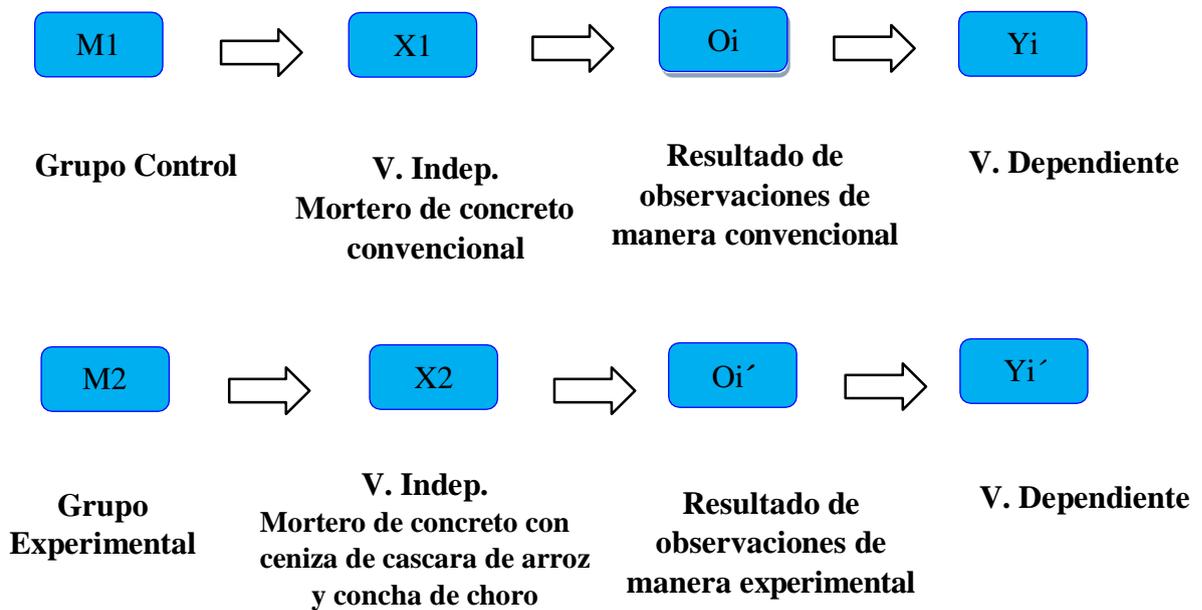
El tipo de investigación será de tipo aplicada, precedentemente los resultados de los mismos serán utilizados para la solución de problemas relacionados al mortero de concreto y generando obras alternativas para diseñar viviendas con mayor durabilidad, servirá como una técnica nueva para el proceso constructivo.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

Nuestra investigación será aplicada, porque buscamos resolver un problema conocido y encontrar respuestas a preguntas específicas. Usando métodos innovadores y sobre todo naturales a bajo costo, ya que teniendo en cuenta los conocimientos previos ya

estudiados, comprobaremos de manera experimental la resistencia a la compresión de un mortero de concreto utilizando 12% de arcilla de quitaracsa y 4% de conchas de lapicero, en comparación de un mortero de concreto convencional. Los ensayos se harán de manera experimental, haciendo del tiempo un factor importante para la deducción de los resultados.

DISEÑO DE INVESTIGACION

El diseño que le corresponderá a esta investigación será experimental, porque se evaluarán las dos muestras mencionadas mediante ensayos, donde se obtendrá los resultados de dos grupos de estudios denominados: Grupo Control y Grupo Experimental, en donde se utilizara como material el 12% de arcilla de quitaracsa y 4% de conchas de lapicero en relación al proceso de un mortero de concreto experimental con el de un mortero de concreto convencional.



Donde:

- **M1:** Muestra 1 de Elementos en Grupo control (morteros de concreto convencional).

- **M2:** Muestra 2 de Elementos en Grupo Experimental (morteros de concreto elaborados de manera experimental, sustituyendo 3% de arcilla de quitaracsa y 2% de concha de lapicero).
- **X1:** Variable independiente (Mortero de concreto elaborado de manera convencional).
- **X2:** Variable independiente (Mortero de concreto sustituyendo 12% de arcilla de quitaracsa y 4% de concha de lapicero)
- **Y1:** Variable dependiente (resistencia a la compresión de un mortero de concreto elaborado de manera convencional).
- **Y1':** Variable dependiente (resistencia a la compresión de un mortero de concreto modificado).
- **O1:** Observaciones (resultados) posibles de obtenerse en grupo control.
- **O1':** Observaciones (resultados) posibles de obtenerse en grupo experimental.
- **O1, O2, O3:** Es la información u observaciones recolectadas en cada una de dichas muestras. De O1 a O2 en la parte lateral del diagrama, nos indica las comparaciones que se llevan a cabo entre cada una de las muestras, pudiendo estas observaciones, obtener resultados, que pueden ser (=), diferentes (\neq), o semejantes (\approx) con respecto a la otra.

ENFOQUE DE LA INVESTIGACION.

Cuantitativo, porque se estudia las variables y sus indicadores objetivamente midiendo y registrando, empleando métodos de recolección de datos cuantitativos a través de observaciones.

Todos los experimentos cuantitativos utilizan un formato estándar, con algunas pequeñas diferencias inter-disciplinarias para generar una hipótesis que será probada o desmentida. Esta hipótesis debe ser demostrable por medios matemáticos y estadísticos y constituye la base alrededor de la cual se diseña todo el experimento.

2. POBLACION Y MUESTRA

La finalidad es estudiar el comportamiento que tiene esta mezcla de elementos al ser utilizados en la elaboración de un mortero de concreto. El 12% de arcilla de quitaracsa y 4% de conchas de lapicero serán utilizados para sustituir al cemento como material puzolanico. La manera en que se utilizará en la mezcla será a base de una sustitución porcentual entre los elementos que la conforman.

Esto nos da a entender que se realizará dos tipos de diferentes morteros de concreto, uno de las cuales será la elaboración de muestras con los elementos ya mencionados en el proceso de investigación y una más de manera convencional, que servirá como parámetro de comparación, la cual se va manejar sin ninguna modificación en sus componentes.

Unidad de Análisis: mortero de concreto.

POBLACION

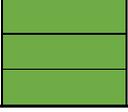
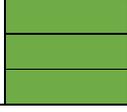
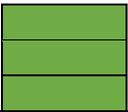
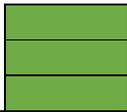
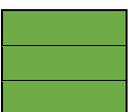
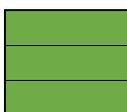
Conjunto de morteros de concreto elaborados de manera convencional y experimental sustituyéndole 12% de arcilla de quitaracsa y 4% de conchas de lapicero, para elaborar 18 morteros de concreto, el cual será la población adoptada.

N: Conformado por 18 morteros de concreto

MUESTRA

Utilizaremos testigos (probetas cubicas de morteros de 5 x5 x 5 cm), necesarios para que podamos experimentar en el laboratorio de Mecánica de Suelos, para fundamentar nuestra hipótesis.

La muestra será de un conjunto de 18 morteros (tanto patrones como experimentales) formado cada grupo de 9 especímenes patrón y 9 especímenes experimentales según la Norma Técnica Peruana 334.0571. Para efectuar los ensayos, debe realizarse en el laboratorio de Mecánica de Suelos para determinar la resistencia a la Compresión de ambos grupos y poder compararlos.

PATRON	DIAS DE CURADO	EXPERIMENTAL
	3 DIAS	
	7 DIAS	
	28 DIAS	
X1	PROMEDIO FINAL	X2

Fuente: Propio

3. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

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

Siendo un proyecto de investigación con un nivel de investigación Cuasi-Experimental y realizar ensayos de las muestras de nuestra población de un laboratorio se opta por usar como Técnica de Investigación: LA OBSERVACION CIENTIFICA.

(Guía de observación como instrumento), en donde se quiere ir comparando la variación de la resistencia a medida que llegue a su fraguado final, y el comportamiento de los agregados que se utilizaran en nuestro diseño de mezcla ya se por un mortero convencional o un mortero sustituyéndolo 12% de arcilla y 4% de conchas, la cual nos brindara una resistencia para cada tipo de mortero (experimental o convencional). Teniendo en cuenta así que el material a utilizarse en nuestro diseño de mortero requiere ser evaluados por una serie de ensayos ya que dichos ensayos son los que determinan si los materiales son buenos para nuestra mezcla de concreto a utilizar, por ellos se debe tener en cuenta los siguientes ensayos.

TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN	INSTRUMENTO	ÁMBITO DE LA INVESTIGACIÓN
La Observación Científica	<ul style="list-style-type: none"> - Guía De Observación Resumen - Fichas Técnicas De Laboratorio 	<p>Muestreo</p> <ul style="list-style-type: none"> - Grupo Control (Diseño de Mortero de Concreto Convencional) - Grupo Experimental (Diseño de Mortero de Concreto sustituyendo 12% de arcilla de quitaracsa y 4% de concha de lapicero)

Los Instrumentos serán tomados con respecto a los siguientes ensayos:

- Ensayo de límites de Attembeg
- Ensayo Granulométrico
- Ensayo de Fluorescencia
- Ensayo de Difracción de Rayos X
- Diseño de Mezcla
- Ensayo de Fluidez
- Elaboración de Unidades
- Ensayo a la Comprensión
- La Guía de Registro realizados por nosotros mismos, para ver el avance de nuestros morteros se tomará de acuerdos a los 3, 7 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.

4. PROCESO Y ANALISIS DE LOS DATOS

- Presentar una solicitud al laboratorio de suelos de la Universidad San Pedro para facilitar el acceso a dicho establecimiento.
- Obtener nuestros materiales que se utilizaran en la fabricación de nuestros morteros de concreto.
- Aplicaremos un registro de apuntes, mediante fichas, filmación, acompañadas de un registro fotográfico para ver el desarrollo de nuestras pruebas.
- Realizaremos un diseño de mezcla f'c concreto con su respectiva desviación estándar.
- Elaboraremos los morteros de concreto con el diseño tradicional.
- Elaboraremos los morteros de concreto sustituyéndole 12% de arcilla de quitaracsa y 4% de concha de lapicero.
- Ejecutaremos el curado de los morteros y la prueba correspondiente (ensayo de la resistencia a compresión) a los morteros elaborados con el diseño tradicional y a los morteros elaborados con la sustitución de 12% de arcilla de quitaracsa y 4% de concha de lapicero. Finalmente observaremos los resultados obtenidos.
- Con los datos obtenidos realizaremos cuadros que facilitaran el análisis de los resultados.

CAPITULO III: RESULTADOS

DETERMINAR LOS LIMITES DE ATTEMBERG

Tabla N°6: Límites de Attemberg

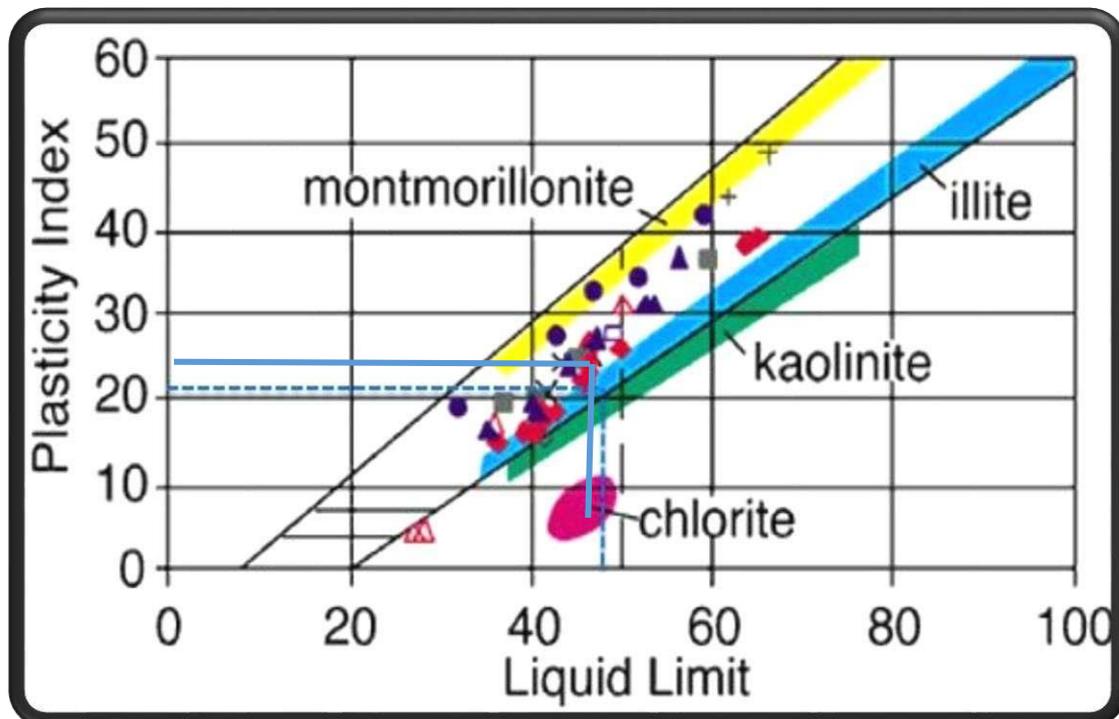
Nro. de Ensayo	LIMITE LIQUITO			LIMITE PLASTICO		
	1	2	3	4	5	6
Peso Tara + Suelo húmedo	37.8	34	41.2	27.2	24.7	27.7
Peso Tara + Suelo Seco (gr)	33.2	29.4	35.2	26.1	23.5	26.5
Peso de la Tara (gr)	22.4	18.4	21.3	21.9	18.6	21.6
Peso del Agua (gr)	4.6	4.6	6	1.1	1.2	1.2
Peso Suelo seco (gr)	10.8	11	13.9	4.2	4.9	4.9
Contenido de Humedad (gr)	42.6	41.8	43.2	26.2	24.5	24.5
Nro. de Golpes	35	25	15			

Fuente: propia

LIMITE LIQUIDO	42.53
LIMITE PLASTICO	25.06
INDICE DE PLASTICIDAD	17.47

Grafico N 01: Diagrama de Attemberg

Según los resultados del Diagrama de Attemberg, se obtuvo arcilla caolinita.



CALCINACION DE LOS MATERIALES

Muestra: Arcilla de Quitaracsa

Se procedió al calcinado en un horno a cielo abierto, colocamos la arcilla en olla de barro, luego lo introducimos al horno y abasteciendo con leña por 5 horas, luego lo tapamos hasta el día siguiente.

Fuente: Edwin Ishikane et al 2017 (cielo abierto).

Muestra: Conchas de lapicero

Se procedió al calcinado en un horno a cielo abierto, colocamos las conchas encima del fuego y abasteciendo con leña por 1 hora, si lo dejamos por más tiempo las conchas empezaban a agujerarse.

Fuente: Edwin Ishikane et al 2017 (cielo abierto).

COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LA ARCILLA DE QUITARACSA

Tabla N° 07: Composición química expresada como óxidos de A.Q.

ARCILLA DE QUITARACSA		RESULTADOS (%)	
COMPOSICION QUIMICA		(% Óxidos)	(% Normalizado)
Oxido de Aluminio	Al ₂ O ₃	36.846	30.555
Oxido de Silicio	SiO ₂	76.272	63.255
Dióxido de Cloro	ClO ₂	0.014	0.012
Oxido de Potasio	K ₂ O	2.260	1.874
Oxido de Calcio	CaO	0.713	0.591
Oxido de Titanio	TiO ₂	0.154	0.128
Oxido de Vanadio	V ₂ O ₅	0.004	0.003
Oxido de Magnesio	MnO	0.031	0.026
Oxido de Hierro	Fe ₂ O ₃	4.143	3.436
Oxido de Níquel	Ni ₂ O ₃	0.009	0.007
Oxido de Cobre	CuO	0.010	0.005
Óxido de Zinc	ZnO	0.015	0.012
Oxido de Estroncio	SrO	0.014	0.011
Oxido de Itrio	Y ₂ O ₃	0.003	0.002
Dióxido de Zirconio	ZrO ₂	0.010	0.008
Oxido de Molibdeno	MoO ₃	0.05	0.004
Total		120.578	100.00

Fuente: UNMSM-Laboratorio de Arqueometria-FRXDE

Se obtuvo resultados favorables en cuanto a la composición química ya que se esperó un porcentaje elevado en Oxido de Silicio (SiO₂) que tenga semejanza con el cemento.

La composición química de la arcilla de Quitarcasa con 63.255% de óxido de silicio el cual permitirá obtener una buena resistencia y mantenerla.

Así mismo la presencia del Oxido de aluminio (30.555%) y el Óxido de Hierro (3.436%) van a generar que se alcance una óptima resistencia.

Con estos porcentajes cumplimos con la norma ASTM C-618.

COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LA CONCHA DE LAPICERO

Tabla N° 08: Composición química expresada como óxidos de C.L.

CONCHA DE LAPICERO		RESULTADOS (%)	
COMPOSICION QUIMICA		(% Óxidos)	(%Normalizado)
Oxido de Aluminio	Al ₂ O ₃	13.608	19.285
Oxido de Silicio	SiO ₂	0.268	0.446
Dióxido de Azufre	SO ₂	0.862	1.432
Dióxido de Cloro	ClO ₂	0.086	0.142
Oxido de Potasio	K ₂ O	0.249	0.413
Oxido de Calcio	CaO	46.790	77.733
Oxido de Titanio	TiO ₂	0.004	0.006
Oxido de Vanadio	V ₂ O ₅	0.004	0.006
Oxido de Magnesio	MnO	0.005	0.008
Oxido de fierro	Fe ₂ O ₃	0.041	0.058
Óxido de Nitrógeno	Ni ₂ O ₃	0.017	0.027
Oxido de Cobre	CuO	0.026	0.043
Óxido de Zinc	ZnO	0.010	0.016
Óxido de Estroncio	SrO	0.207	0.344
Oxido de Itrio	Y ₂ O ₃	0.002	0.004
Dióxido de Zirconio	ZrO ₂	0.010	0.008
Dióxido de Zirconio	ZrO ₂	0.002	0.004
Total		60.193	100.00

Fuente: UNMSM-Laboratorio de Arqueometria-FRXDE

Se obtuvo buenos resultados en cuanto a la composición química ya que se esperó un elevado contenido de Oxido de Calcio en la concha de lapicero.

Se obtuvo un 77.733% de CaO el cual va a proporcionar una buena resistencia.

COMPOSICION QUIMICA DEL CEMENTO

Tabla N°09: Composición del Cemento

ASTM C150		
Items	Units	Specification
Chemical analysis		
SiO ₂	%	≤ 22.0
Al ₂ O ₃	%	≤ 5.80
Fe ₂ O ₃	%	≤ 4.00
CaO	%	≤ 59.00
MgO	%	≤ 6.00
SO ₃	%	≤ 3.0

Fuente: Norma SSTM C-150

ANALISIS DE pH DE LOS MATERIALES CALCINADOS A CIELO ABIERTO

Tabla N° 10: Ensayo de pH

MUESTRA	Peso (gr)	Agua (ml)	pH
Cemento	1	100	12.77
Arcilla de Quitaracsa	1	100	5
Ceniza de concha de lapicero	1	100	13
Cemento + Arcilla de Quitaracsa + ceniza de concha de lapicero	0.12+0.04+0.84	100	13

Fuente: propia

ANALISIS DE PESO ESPECÍFICO DE LOS MATERIALES CALCINADOS A CIELO ABIERTO

Tabla N°11: ARCILLA DE QUITARACSA 100%

Prueba N°	01	02
Lectura Inicial (ml)	0.00	0.00
Lectura Final (ml)	19.30	19.30
Peso de Muestra (gr)	64.00	64.00
Volumen Desplazado (ml)	19.30	19.30
Peso Específico	3.316	3.316
Peso Específico (gr/cm ³)	3.316	

Tabla N°12: CONCHA DE LAPICERO 100%

Prueba N°	01	02
Lectura Inicial (ml)	0.00	0.00
Lectura Final (ml)	20.60	20.60
Peso de Muestra (gr)	64.00	64.00
Volumen Desplazado (ml)	20.60	20.60
Peso Específico	3.106	3.106
Peso Específico (gr/cm ³)	3.106	

Tabla N°13: CEMENTO 84% + ARCILLA DE QUITARACSA 12% + CONCHA DE LAPICERO 4%

Prueba N°	01	02
Lectura Inicial (ml)	0.00	0.00
Lectura Final (ml)	18.50	18.50
Peso de Muestra (gr)	64.00	64.00
Volumen Desplazado (ml)	18.50	18.50
Peso Específico	3.459	3.459
Peso Específico (gr/cm ³)	3.459	

FLUIDEZ DE LA PASTA DE MORTERO PATRON

Se realizó el método de ensayo para determinar la fluidez de morteros de cemento portland según la NTP 399.607 la siguiente relación a/c:

Relación a/c=0.485

Se obtuvo 4 medidas luego de realizar el ensayo en la meza de fluidez:

- 11.8
- 11.4
- 11.3
- 11.8

Con promedio de 11.58 cm

$$\% \text{ fluidez} = \frac{\text{diámetro promedio} \times \text{factor de corrección}}{\text{diámetro estándar}} \times 100$$

$$\% \text{ fluidez} = \frac{11.58 \times 1.15}{9.5} \times 100$$

$$\% \text{ fluidez} = 13.93\%$$

NTP 399.607 nos da la relación a/c, la cual nos da un % de fluidez de 13.93%, con el cual trabajaremos haciendo que nuestra fluidez experimental se aproxime a esta fluidez.

FLUIDEZ DE LA PASTA DE MORTERO EXPERIMENTAL

Se realizó el método de ensayo para determinar la fluidez de morteros de cemento Portland Tipo I según la NTP 399.607 para patrón dándonos como resultado 13.93 %, trabajando en mortero experimental tratamos de aproximarnos a la Fluidez del patrón. Se obtuvieron 4 medidas luego de realizar el ensayo:

- 11.9
- 11.5
- 11.3
- 12

Con promedio de 11.67 cm

$$\% \text{ Fluidez} = \frac{\text{Fluidez Patrón}}{\text{Fluidez Experimental}} * \text{Factor de Conversión}$$

$$\% \text{ Fluidez} = \frac{13.93}{11.67} * 1.14$$

$$\% \text{ Fluidez} = 14.91\%$$

NTP 399.607 nos da la relación a/c, la cual nos da un % de fluidez en nuestro mortero patrón, en base a este resultado aproximamos nuestros resultados con la fluidez experimental =14.91% utilizando la nueva relación a/c para el experimental 0.495 ya que según la NTP 399.667+, para el patrón es 0.458.

**PROPORCION DE MEZCLA Y RELACION AGUA CEMENTO PARA
MORTERO PATRON**

Tabla N° 14: Pesos de arena gradada para mortero según nuestra propuesta

N° MALLA	PESOS RETENIDO (gr)	PESOS PARA 2 CUBOS (gr)	PESOS PARA 3 CUBOS (gr)
#4	0.00	0.00	0.00
#8	23	21.08	31.63
#16	120	110.00	165.00
#30	130	119.17	178.75
#50	50	45.83	68.75
#100	75	68.75	103.13
#200	80	73.33	110.00
PLATO	22	20.17	30.25
TOTAL	500	458.33	687.5

Tabla N°15: Peso de cemento

CEMENTO PARA 2 CUBO	CEMENTO PARA 3 CUBOS
166.63 g	250 g

Tabla N° 16: Peso de agua - relación a/c

Peso según relación a/c	AGUA PARA 2 CUBOS	AGUA PARA 3 CUBOS
0.485 : 1	80.01 g	121,25 g

En nuestra propuesta se hizo cumplir el requisito 5.1.2., que dos mallas consecutivas no pueden tener más de 50% de la muestra y que los pesos retenidos de las mallas 50 y 100 no se excedan el 25%.

Tabla N°17: Composición del mortero y determinación de fluidez

	AGUA	CEMENTO	AGREGADO FINO
PROPORCIONES	0.485	1.00	2.75

Fuente: MTC E 609

PROPORCION DE MEZCLA Y RELACION AGUA CEMENTO PARA MORTERO EXPERIMENTAL

Tabla N° 18: Proporción de arena para 3 cubos

N° MALLA	PESOS PARA 3 CUBOS (gr)
#4	0.00
#8	31.63
#16	165.00
#30	178.75
#50	68.75
#100	103.13
#200	110.00
PLATO	30.25
TOTAL	687.5

Tabla N° 19: Peso de cemento, arcilla de Quitarcasa y concha de lapicero.

MATERIAL	MORTERO EXPERIMENTAL – 3 CUBOS (gr)
CEMENTO	210
ARCILLA DE QUITARACSA (12%)	30
CONCHA DE LAPICERO (4%)	10
TOTAL	250

Tabla N° 20: Peso de agua - relación a/c experimental

Pesos Según Relación a/c	AGUA PARA 3 CUBOS
0.495 : 1	123.75 gr

La proporción de arena se mantiene debido a que solo sustituimos al cemento, en cuanto a la relación a/c cambia debido a que la arcilla absorbe más agua (Se agregó 2.5 gramos más de agua para mortero de 3 cubos), por eso se modificó la relación a/c para poder aproximarnos al % de Fluidéz del mortero patrón.

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION

PATRON: Resultado de los morteros patrón es de Tesis II

Tabla N°21: Ensayo de resistencia a la compresión, patrón 28 días

ID	PESO (gr)		AREA (cm2)	CARGA ROTURA (kg)	RESISTENCIA COMPRESION (kg/cm2)
	antes	Después			
M1	313.5	316.8	26.7	13.379	501
M2	312.6	315.8	26.1	12.728	487
M3	313.2	316.6	26.6	13.446	505
PROMEDIO					497.67

Fuente: Laboratorio N°1 Ensayos de Materiales UNI.

Tabla N°22: Ensayo de resistencia a la compresión, patrón 7 días

ID	PESO (gr)		AREA (cm2)	CARGA ROTURA (kg)	RESISTENCIA COMPRESION (kg/cm2)
	antes	Después			
M4	305.2	307.5	27.0	12.895	477
M5	306.1	308.2	26.6	12.640	475
M6	305.2	306.8	26.6	13.081	491
PROMEDIO					481

Fuente: Laboratorio N°1 Ensayos de Materiales UNI.

Tabla N°23: Ensayo de resistencia a la compresión, patrón 3 días

ID	PESO (gr)		AREA (cm2)	CARGA ROTURA (kg)	RESISTENCIA COMPRESION (kg/cm2)
	Antes	Después			
M7	301.5	304.1	26.5	10.676	403
M8	300.6	303.5	26.9	9.986	371
M9	300.1	302.9	26.1	9.636	369
PROMEDIO					381

Fuente: Laboratorio N°1 Ensayos de Materiales UNI.

EXPERIMENTAL:

Tabla N°24: Ensayo de resistencia a la compresión, experimental 28 días

ID	PESO (gr)		AREA (cm2)	CARGA ROTURA (kg)	RESISTENCIA COMPRESION (kg/cm2)
	Antes	Después			
M1	297.3	303.4	26.8	10.912	420
M2	301.5	307.8	26.7	11.474	439
M3	302.7	308.2	26.9	10.870	418
PROMEDIO					425.6

Fuente: Laboratorio N°1 Ensayos de Materiales UNI.

Tabla N°25: Ensayo de resistencia a la compresión, experimental 7 días

ID	PESO (gr)		AREA (cm2)	CARGA ROTURA (kg)	RESISTENCIA COMPRESION (kg/cm2)
	Antes	Después			
M4	300.4	306.6	26.5	10.705	409
M5	301.5	307.7	26.5	10.786	415
M6	301.5	307.4	27.0	10.848	417
PROMEDIO					413.6

Fuente: Laboratorio N°1 Ensayos de Materiales UNI.

Tabla N°26: Ensayo de resistencia a la compresión, experimental 3 días

ID	PESO (gr)		AREA (cm2)	CARGA ROTURA (kg)	RESISTENCIA COMPRESION (kg/cm2)
	Antes	Después			
M1	292.3	298.6	26.0	8.794	325
M2	293.0	299.0	25.5	10.489	395
M3	294.2	299.7	25.5	9.887	380
PROMEDIO					366.6

Fuente: Laboratorio N°1 Ensayos de Materiales UNI.

RESULTADOS FINALES DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESION

Tabla N°27: Resultados promedios finales de los ensayos de resistencia a la compresión de morteros patrón y experimental

EDAD (días)	RESISTENCIAS (kg/cm ²)	
	PATRON	EXPERIMENTAL
3	381	366.6
7	481	413.6
28	497.67	425.6

Fuente: Laboratorio N°1 Ensayo de materiales. UNI

Tabla N°28: Resultados promedios finales de los ensayos de resistencia a la compresión de morteros patrón y experimental en porcentajes.

EDAD (días)	RESISTENCIAS (kg/cm ²)			
	PATRON		EXPERIMENTAL	
3	381	76.55%	366.6	86.13%
7	481	96.65%	413.6	97.18%
28	497.67	100%	425.6	100%

Interpretación:

De los resultados obtenidos en el ensayo de resistencia a la compresión, se registra una resistencia promedio que supera el 50% en los primeros tres días. Así mismo los resultados a los 7 días superaron el promedio del 70% y se obtuvo a los 28 días una resistencia de 497.67 Kg/cm². Se obtuvieron buenos resultados en los ensayos de resistencia a la compresión de los morteros patrón.

De la misma forma los morteros experimentales de 3 y 7 días superan el 40 y 70% respectivamente, obteniendo a los 28 días una resistencia a la compresión de 425.6%.

Grafico N°02: Resistencia a la compresión (Kg/cm2) vs edad del mortero (días)

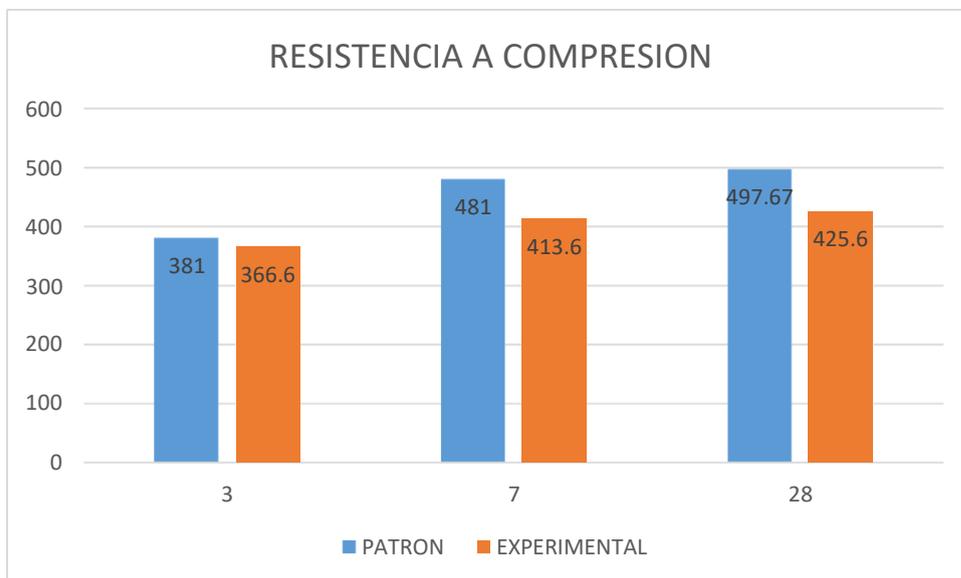
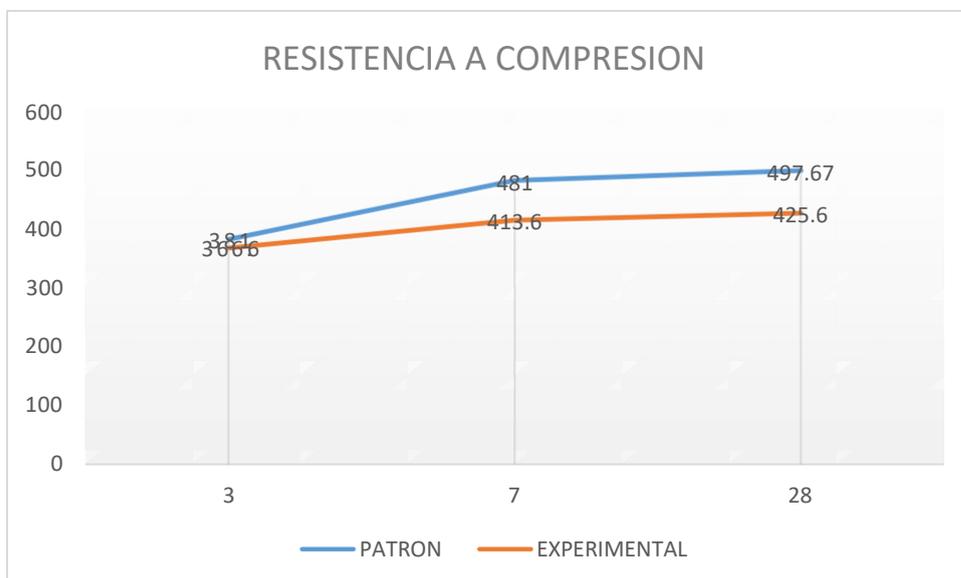


Grafico N°03: Resistencia a la compresión (Kg/cm2) vs edad del mortero (días)



RESULTADOS FINALES DE LA CONDUCTIVIDAD TERMICA A LOS 28 DIAS DE CURADO

PATRON:

Tabla N°29: Ensayo de conductividad térmica a los 28 días de curado

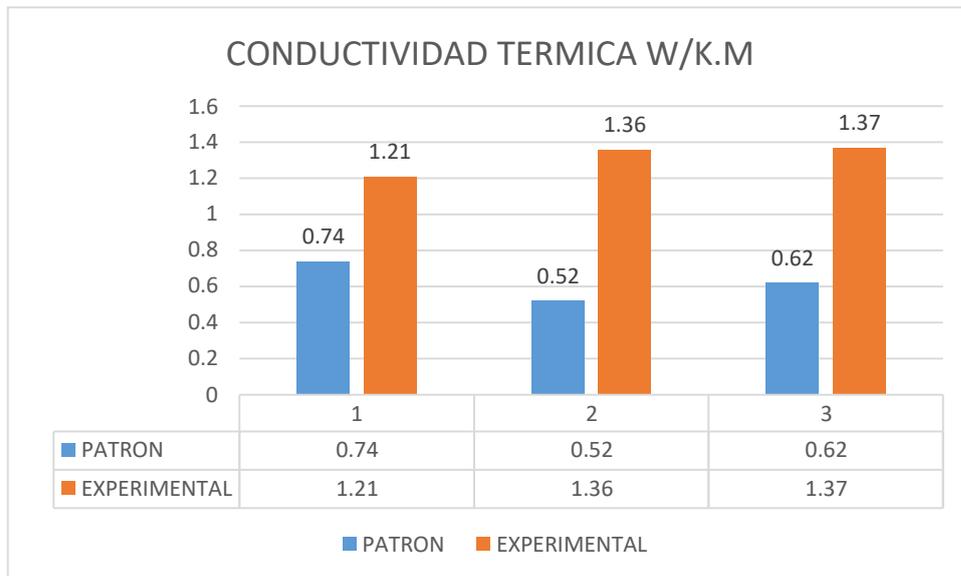
MUESTRA PATRON	CONDUCTIVIDAD TERMICA
P1	0.74
P2	0.52
P3	0.62
PROMEDIO	0.626

EXPERIMENTAL:

Tabla N°30: Ensayo de conductividad térmica a los 28 días de curado

MUESTRA EXPERIMENTAL	CONDUCTIVIDAD TERMICA
P1	1.21
P2	1.36
P3	1.27
PROMEDIO	1.28

Grafico N°04: Ensayo de conductividad térmica (W/K.M) de mortero



Fuente: Laboratorio N°2 Ensayo de materiales. UNI

Interpretación:

Según muestra la gráfica indica, que el mortero patrón de 28 días alcanzo su máxima conductividad térmica llegando a un 0.74 w/k.m.

Según muestra la gráfica indica que el mortero experimental de 28 días alcanzo su máxima conductividad térmica llegando a un 1.37 w/k.m.

DETERMINACION DEL ANOVA

Tabla N° 31: Resistencias a la compresión de cubos de mortero con una sustitución de cemento en 16% por arcilla de Quitaracsa (12%) y concha de lapicero (4%) según días de curado

Días de curado	Resistencia de mortero	
	Patrón	16%
3	381,00	366,6
7	481,00	413,6
28	497,67	425,6

Fuente: Laboratorio N°1 Ensayos de materiales. UNI.

En la tabla N°31: se puede apreciar que las resistencias a la compresión de los cubos de mortero son mayores a los 28 días de curado y menores resistencias de presenta a los 3 días de curado.

Después de verificar el cumplimiento de los supuestos de normalidad con Shapiro - Wilk (con un $p > 0.05$ para los tratamiento) y homogeneidad de varianzas con la prueba F ($F=2.817$, $p=0.169$ y $p > 0.05$) de las resistencias medias obtenidas en los cubos de mortero en cada tratamiento (sustitución de un porcentaje de cemento por arcilla y concha lapicero) se procedió a realizar la prueba ANOVA.

Tabla N° 32: Cálculo de la prueba ANOVA para verificar las diferencias entre las medias de las resistencias a la compresión de los cubos de mortero.

Origen	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Arcilla + concha de lapicero.	3945,996	1	3945,996	7,691	,109
Días de curado	8881,820	2	4440,910	8,656	,104
Error	1026,106	2	513,053		
Total	13853,922	5			

Fuente: Laboratorio N°1 Ensayos de materiales. UNI.

En la tabla N° 32 se puede visualizar que para la sustitución de cemento en 16% por arcilla y concha lapicero el $p\text{-value} > \alpha$ ($p=0.109$, $p>0.05$) entonces podemos decir que los datos muestran suficientes evidencias para rechazar la hipótesis nula (H_0 : resistencias medias iguales). Por lo que podemos concluir que con nivel de 5% de significancia las resistencias medias en kg/cm² logradas en los cubos de mortero, con sustitución de cemento por arcilla y concha lapicero en 0%, y 16%, son iguales. Es decir, no existe una diferencia significativa entre las resistencias medias de los cubos de mortero.

También se tienen que para los días de curado $p\text{-value} > \alpha$ ($p=0.104$, $p>0.05$) entonces podemos decir que las resistencias medias de los cubos de mortero no son diferentes a consecuencia de los días de curado (no existe un efecto significativo de los días de curado en las resistencias medias de los cubos de mortero).

Tabla 33: Conductividad térmica de cubos de mortero con una sustitución de cemento por arcilla de Quitaracsa y concha lapicero.

Conductividad térmica	
Patrón	16%
0,74	1,21
0,52	1,36
0,62	1,27

Fuente: Laboratorio N°1 Ensayos de materiales. UNI.

$$T=-8.474 \quad p=0.001 \quad p<0.05$$

En la tabla 33: se puede apreciar que la conductividad térmica es mayor en los cubos que en los se ha sustituido el 16% de cemento (arcilla 12% y concha lapicero 4%).

Después de verificar el cumplimiento de los supuestos de normalidad con Shapiro - Wilk (con un $p>0.05$ para cada tratamiento) y homogeneidad de varianzas con la prueba de F ($F=0.296$, $p=0.615$ y $p>0.05$) de la conductividad térmica media obtenidas en los cubos de mortero en cada tratamiento (sustitución de un porcentaje de cemento por arcilla y concha lapicero) se procedió a realizar la prueba t-Student para muestras independientes.

Según la prueba t-Student y siendo $p=0.001$ ($p<0.05$), podemos decir que los datos muestran suficientes evidencias para rechazar la hipótesis nula (H_0 : conductividad térmica medias iguales). Por lo que podemos concluir que con un nivel de 5% de significancia la conductividad térmica media en k (W/mk) logradas en los cubos de mortero, con sustitución de cemento por arcilla y concha lapicero en 0% y 16%, son diferentes. Es decir, existe una diferencia significativa entre la conductividad térmica media de los cubos de mortero.

CAPITULO IV: ANALISIS Y DISCUSION

ANALISIS Y DISCUSION

En este capítulo se analiza y discute los resultados obtenidos en los ensayos de laboratorio, con el objetivo de constatar la hipótesis.

RESULTADOS DE ENSAYOS DE LIMITES DE ATTEMBERG

- **UNIDAD:** Se expresa en porcentaje de masa de la arcilla.
- **LIMITE LIQUIDO:** 42.53% es la cantidad de agua que necesita la arcilla para que empiece a fluir, equipo usado copa de casa grande. Casagrande, A (19021981)
- **LIMITE PLASTICO:** 25.06% es el contenido de agua más baja de la arcilla seca, que el cuerpo puede rodarse en hilos sin romper. (Bergaya et al, 2006).
- **INDICE DE PLASTICIDAD:** 17.47% es la diferencia de ambos valores.

Ubicación de la arcilla de Quitaracsa en el gráfico de Holtz and Kovacs (1948)

- Al intersectar los resultados de límite líquido e índice de plasticidad de la arcilla de Quitaracsa obtuve: caolinita.
- En el caso de la caolinita, debido a que su capa se forma de solo dos hojas, dos capas intermedias distintas con superficie coexistente: una con grupos de aluminio y otras con grupos de silicato.
- Las capas adyacentes están unidas por enlaces de hidrogeno que implica grupo de aluminol (Al-OH) y siloxano (Si-O). Estas fuerzas de enlaces significan que el caolín es una arcilla no hinchable. Común a las dos hojas, dos tercios de los átomos es oxígeno, y uno tercero es hidroxilos.
- La arcilla caolinita incorpora más grupos OH (grupos hidroxilos) que los otros minerales de arcilla mejorando la hidratación del cemento. Los sistemas de caolinita calcinada muestran una significativa actividad puzolanica desde edades tempranas. Este resultado muestra el potencial de reactividad de caolinita sobre otros minerales de arcilla estándar.

Estos grupos aumentan el potencial de la creación de trastorno por deshidroxilación durante el tratamiento térmico. (Fernandez. 2011).

DETERMINACION DE TIEMPO Y GRADO DE CALCINACION DE LA ARCILLA DE QUITARACSA Y CONCHA DE LAPICERO

La arcilla de Quitaracsa y conchas de lapicero se calcinaron en un horno de arcilla a cielo abierto, colocamos la arcilla de Quitaracsa en olla de barro, luego la introducimos en el horno y lo abastecemos con leña por 5 horas para que el fuego este constante, luego cerramos el horno y lo dejamos hasta el día siguiente por unas 14 horas aproximadamente. (Edwin Ishikane et al 2017).

Las conchas de lapicero se calcino por una hora en el fuego directo, ya que si lo dejábamos por más tiempo empezaban a agujerarse. (Edwin Ishikane et al 2017).

DETERMINACION DE LA COMPOSICION QUIMICA DE LA ARCILLA DE QUITARACSA Y CONCHAS DE LAPICERO POR FLUORESCENCIA DE RAYOS X

- Comparando similitud de componentes químicos en óxidos entre el cemento, la arcilla de quitaracsa y la concha de lapicero calcinada a cielo abierto y antecedentes.

Componentes químicos en óxidos del cemento Pacasmayo tipo I

Componentes	Cemento Pacasmayo Tipo I
Oxido de Sílice: 矽 態	20.5%
Oxido de Hierro: 結 態 頸 戴	5.14%
Oxido de Aluminio: 健 態 頸 戴	4.07%
Oxido de Calcio: CaO	62.92%
Oxido de Magnesio: MgO	2.10%
Óxido de Azufre: 硫 態	1.83%
Perdida por Calcinación: P.C	1.93%
Residuo Insoluble: R.I	0.68%
Cal Libre: Cao	1.10%
Álcalis: 輕 態 頸 戴	0.22%
Silicato Tricalcico: 系 戴	44.70%

- la arcilla de Quitaracsa tiene un buen comportamiento puzolanico ya que la composición química expresada en óxidos de (Calcio + Silicio + Aluminio + Hierro = 97.837% la cual tiene mayor porcentaje 92.63 % que el cemento portland tipo I) y mayor que el 85% de las arcillas de cuba (Fernandez. R, Martirena. F y Scrivener. K (2011))
- La arcilla de Quitaracsa por su bajo contenido de potasio (1.874%) puede que obtenga un mortero sólido y sin agrietamientos.
- De la tabla N° 07 y tabla N° 08 podemos decir que la arcilla de Quitaracsa y la concha de lapicero tienen alto porcentaje de SiO y CaO₂, los cuales tienen una composición química semejante a la del cemento.

DETERMINACION DEL PH DE LA ARCILLA DE QUITARACSA Y LA CONCHA DE LAPICERO POR SEPARADO Y COMBINADO

El motivo de medir el ph de los materiales es porque el cemento portland tipo I presenta un alto contenido de alcalinidad 12.77, por esta razón se procedió a medir el pH de las muestras en combinación (cemento tipo I + Arcilla de Quitarcasa + concha de lapicero) nos da como resultado 13 superior al de la muestra de cemento que alcanza un 12.77.

DETERMINACION DEL PESO ESPECÍFICO DE LA ARCILLA DE QUITARACSA Y LA CONCHA DE LAPICERO POR SEPARADO Y COMBINADO

La arcilla hace que aumente el peso específico y baje la resistencia, por eso no la supera al patrón visto que el peso específico del cemento es 3.10 y de la arcilla es 3.316

DETERMINACION DE LA RELACION A/C DE LAS UNIDADES PATRON Y EXPERIMENTAL

Existe una variación en la relación agua / cemento, tanto en la mezcla patrón como la experimental.

La dosificación del mortero experimental aumento en la proporción del agua, debido a que la arcilla es un material absorbente.

Se le agrego 2.5 gramos de agua a la mezcla de mortero experimental (14.91% de fluidez) para así aproximarnos al porcentaje de fluidez de la mezcla de mortero patrón (13.93% de fluidez).

ELABORACION DE LAS UNIDADES PATRON Y EXPERIMENTAL DEL MORTERO Y DETERMINACION DE SU RESISTENCIA

Del trabajo realizado con la gradación de arena se puede obtener una arena manufacturada que cumplió con la norma NTP 399.607. En nuestra propuesta se hizo cumplir el requisito 5.1.2., que los retenidos en la malla N°50 y N°100 no sea mayor al 25%, sin afectar a los demás retenido al no exceder el 50% de agregado en dos mallas consecutivas.

De la tabla N°24 podemos ver que la resistencia a la compresión en mortero patrón es buena, mientras que la resistencia a la compresión del mortero experimental es inferior al patrón, sin embargo, dicha resistencia es aceptable.

De la tabla N°25 que las resistencias obtenidas superan las expectativas ya que a los 3 días superamos el 40% de la resistencia con un 76.55% (patrón) y 86.13% (experimental), a los 7 días superamos el 70% con un 96.65% (patrón) y 97.18% (experimental) de la resistencia en referencia a la obtenida a los 28 días de ambos grupos.

El mortero patrón tanto como experimental están clasificados como morteros tipo M ya que ambos pasan la resistencia mínima de 175 kg/cm^2

ELABORACION DE LAS UNIDADES PATRON Y EXPERIMENTAL DEL MORTERO Y DETERMINACION DE LA CONDUCTIVIDAD TERMICA

Con respecto al mortero experimental el promedio de la conductividad térmica hallada es de 1.28 W/K.m . y el promedio de la conductividad térmica del mortero patrón es 0.626 W/K.m , siendo el mortero patrón, mejor conductor térmico que el mortero experimental.

CAPITULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

La arcilla de Quitaracsa tiene comportamiento puzolanico porque la composición química (calcio+silicio+aluminio+fierro) = 97.837% (superamos el 70% -norma ASTM), siendo este valor de porcentajes de componentes químicos semejante a los del cemento.

Se pueden usar estos materiales ya que se obtuvieron buenos resultados en el ensayo de Fluorescencia de rayos X arcilla de arcilla de Quitaracsa y conchas de lapicero teniendo como resultados alto contenido de Sílice y Calcio. Concluyendo así que reaccionan como un material cementante.

La arcilla de Quitaracsa, concha de lapicero y cemento en combinación tiene el pH un valor 13 lo cual indica una semejanza al cemento portland tipo I (12.77).

La relación a/c de la mezcla del mortero patrón y mortero experimental fue con una variación de agua ya que la arcilla de quitaracsa calcinada es un material que no necesita mucha agua para que su partícula empiece a fluir, se trató de aproximar la fluidez del mortero experimental a la del mortero patrón.

Del trabajo realizado con la gradación de arena en nuestra propuesta se hizo cumplir., que los retenidos en la malla N°50 y N°100 no sea mayor al 25%, sin afectar a los demás retenido al no exceder el 50% de agregado en dos mallas consecutivas.

El mortero patrón tanto como experimental están clasificados como morteros tipo M ya que ambos pasan la resistencia mínima de 175 kg/cm^2 , por lo tanto, si podemos utilizar los materiales para reducir costos y disminuir la contaminación debido a la producción de cemento.

La conductividad térmica del mortero patrón redujo un 50% en comparación al mortero experimental.

RECOMENDACIONES:

Se recomienda usar el mismo tiempo de calcinación a cielo abierto para estos materiales ya que obtendremos altos contenidos de Sílice y Calcio

Se recomienda alargar las edades de curado en 60, 90 y hasta 120 días para observar sus resistencias, por lo tanto, cabe la posibilidad que a más edad se eleve notablemente nuestra resistencia experimental.

Se recomienda primero realizar las unidades experimentales, ver una mezcla trabajable y luego realizar la fluidez.

Aproximarse en el porcentaje de fluidez de ambos grupos (control y experimental).

No se recomienda utilizar estos materiales, ya que según los resultados obtenidos, el mortero experimental es un buen conductor, en el experimento se busca obtener un material que sea un mal conductor para que retenga la energía captada en el día.

CAPITULO VI: REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS:

Alujas, A. et al (2010); Empleo de arcillas caolinitas de bajo grados, activadas térmicamente para el reemplazo parcial del cemento portland.

Abanto C., Flavio (2017). En Tecnología del Concreto.

ASTM C-618, (2015) Especificación normalizada para cenizas volante de carbón puzolana natural, en crudo o calcinada.

Benítez, J. et al (Resistencia a la compresión en morteros con cemento sustituido al 50% por residuos de conchas de chanque y hojas de bambú (2015).

Bryan, D; Hugger, J; Horstam, M; Voss E. (2008, 8 de diciembre). Nuevos Desarrollos en la Tecnología del Concreto, PHI- Planta de Hormigón Internacional. Recuperado de <http://www.imcyc.com/ct2008/dic08/dic08/tecnologia.htm>.

Castillo R, (2011); Arcillas Calcinadas en forma de eta caolín.

Castillo, R., Fernández, R., Antón., M., Scrivener, K., Alujas, A., & Martirena, J., F Activación de arcilla de bajo grado a altas temperatura revista ingeniería de construcción (2010).

CESPEDES, Marco. (2003). Resistencia a la Compresión del Concreto A partir de la Velocidad de Pulsos de Ultrasonido, Tesis de Ingeniería Civil. Universidad de Piura, Perú.

Caviedes, J., (2012). "TECNOLOGIA DEL CONCRETO"

IMCYC. Enero 2011, en Cemento para Albañilería (Mortero)

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

Instituto del Cemento Portland Argentino, 2011; Plataforma del Hormigón.

Martinez I. (2010). Universidad Nacional del Comahue. Cementos y Morteros.

NTP 399.607. (2013). UNIDADES DE ALBAÑILERIA. Especificaciones normalizadas de agregado para mortero de albañilería.

NTP 334.009. CEMENTOS. Procedimientos para la obtención de pastas y morteros de consistencia plástica.

NTP 334.057. CEMENTOS. Método de ensayo para determinar la fluidez de morteros de Cemento Portland

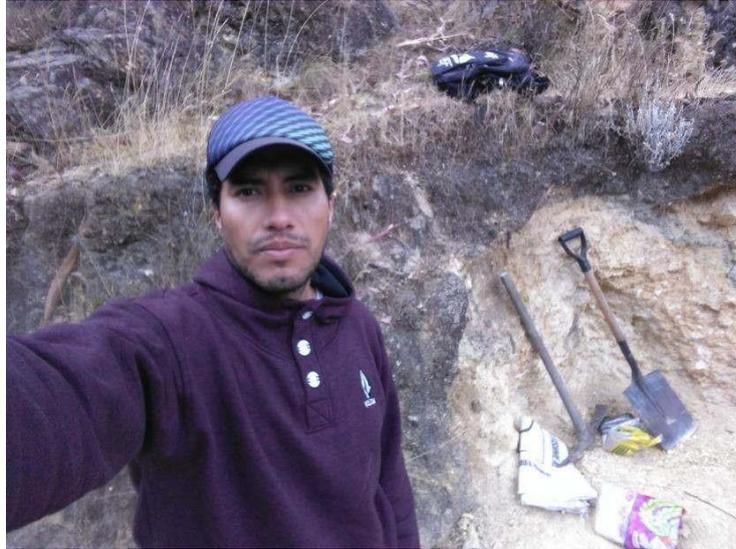
NTP 334.057. CEMENTOS. Método de ensayo para determinar la fluidez de morteros de Cemento Portland

Steven H. Kosmatha, et al. (2004) Definición del mortero

Villarroel y Estuardo, 1977; Chong et al., 2001

CAPITULO VII: ANEXOS

EXTRACCION DE ARCILLA DE QUITARACSA



EXTRACCION DE CONCHA DE LAPICERO



OBTENCION DE ARENA HORMIGON



GRADACION DE ARENA



CALCINACION DE MATERIALES



ENSAYO DE RESISTENCIA A COMPRESION EN LA UNI



ENSAYOS DE CONDUCTIVIDAD TERMICA EN LA UNI





UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS

(Universidad del Perú, Decana de América)

FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS Laboratorio de Arqueometría

Informe N°90-LAQ/2017

Análisis de una muestra de arcilla de quitaracsa por FRXDE

Introducción.

Se analizó por fluorescencia de rayos-X dispersiva en energía (FRXDE) una muestra de ceniza de concha de lapicero a pedido del **Bch. Ishikane Cumpa Edwin Guillermo**, egresado de la Universidad San Pedro, sede Chimbote, y como parte de su proyecto de tesis titulada:

"Resistencia a Compresión y Conductividad Térmica del Mortero con Sustitución al Cemento en 12% de Arcilla de Quitaracsa y 4% de Concha de Lapicero"

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

Arreglo experimental.

Se utilizó un espectrómetro de FRXDE marca Amptek con ánodo de oro que operó a un voltaje de 30 kV y una corriente de 15 μA . Los espectros se acumularon durante un intervalo neto de 300 s utilizando 2048 canales, con ángulos de incidencia y salida de alrededor de 45°; distancia muestra a fuente de rayos-X de 4 cm y distancia de muestra a detector de 2 cm aprox. La tasa de conteo, la cual depende de la geometría de arreglo experimental y de la composición elemental de la muestra, fue de alrededor de 4800 cts/s

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

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



UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS

(Universidad del Perú, Decana de América)

FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS Laboratorio de Arqueometría

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

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

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

Resultados.

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

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



UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS

(Universidad del Perú, Decana de América)

FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS

Laboratorio de Arqueometría

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

Óxido	% masa	Normalizado
Al ₂ O ₃	36.846	30.555
SiO ₂	76.272	63.255
ClO ₂	0.014	0.012
K ₂ O	2.260	1.874
CaO	0.713	0.591
TiO ₂	0.154	0.128
V ₂ O ₅	0.004	0.003
MnO	0.031	0.026
Fe ₂ O ₃	4.143	3.436
Ni ₂ O ₃	0.009	0.007
CuO	0.010	0.005
ZnO	0.015	0.012
SrO	0.014	0.011
Y ₂ O ₃	0,003	0,002
ZrO ₂	0.010	0.008
MoO ₃	0,0'5	0,004
Totales	120.578	100.00

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

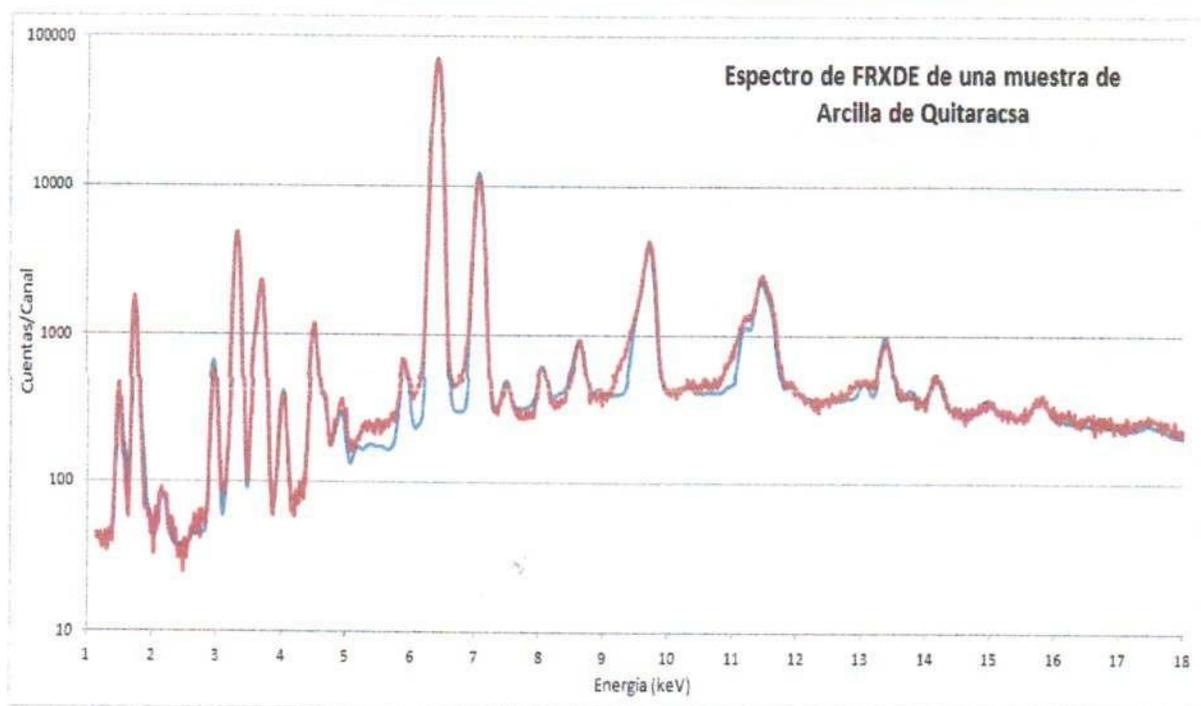


Figura 1. Espectro de FRXDE de una muestra de arcilla de Quitaracsa en escala semi logarítmica. Incluye el pico de Ar del aire y los picos de rayos-X de Au dispersados por la muestra. La curva en azul muestra el espectro simulado

Investigador Responsable:

Dr. Jorge A. Bravo Cabrejos
Laboratorio de Arqueometría

Lima, 08 de noviembre del 2017



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

FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS
Laboratorio de Arqueometría

Informe N°91-LAQ/2017

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

Introducción.

Se analizó por fluorescencia de rayos-X dispersiva en energía (FRXDE) una muestra de ceniza de concha de lapicero a pedido del **Bch. Ishikane Cumpa Edwin Guillermo**, egresado de la Universidad San Pedro, sede Chimbote, y como parte de su proyecto de tesis titulada:

"Resistencia a Compresión y Conductividad Térmica del Mortero con Sustitución al Cemento en 12% de Arcilla de Quitaracsa y 4% de Concha de Lapicero"

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

Arreglo experimental.

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

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

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



UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS

(Universidad del Perú, Decana de América)

FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS

Laboratorio de Arqueometría

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

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

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

Resultados.

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

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



UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS

(Universidad del Perú, Decana de América)

FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS

Laboratorio de Arqueometría

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

Óxido	% masa	Normalizado
Al ₂ O ₃	13,608	19.285
SiO ₂	0.268	0.446
SO ₂	0.862	1,432
ClO ₂	0.086	0.142
K ₂ O	0.249	0.413
CaO	46.790	77.733
TiO ₂	0.004	0.006
V ₂ O ₅	0.004	0.006
MnO	0.005	0.008
Fe ₂ O ₃	0.041	0.058
Ni ₂ O ₃	0.017	0.027
CuO	0.026	0.043
ZnO	0.010	0.016
SrO	0.207	0.344
Y ₂ O ₃	0,002	0,004
ZrO ₂	0.010	0.008
ZrO ₂	0,002	0,004
Totales	60.193	100.00

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



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

FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS
Laboratorio de Arqueometría

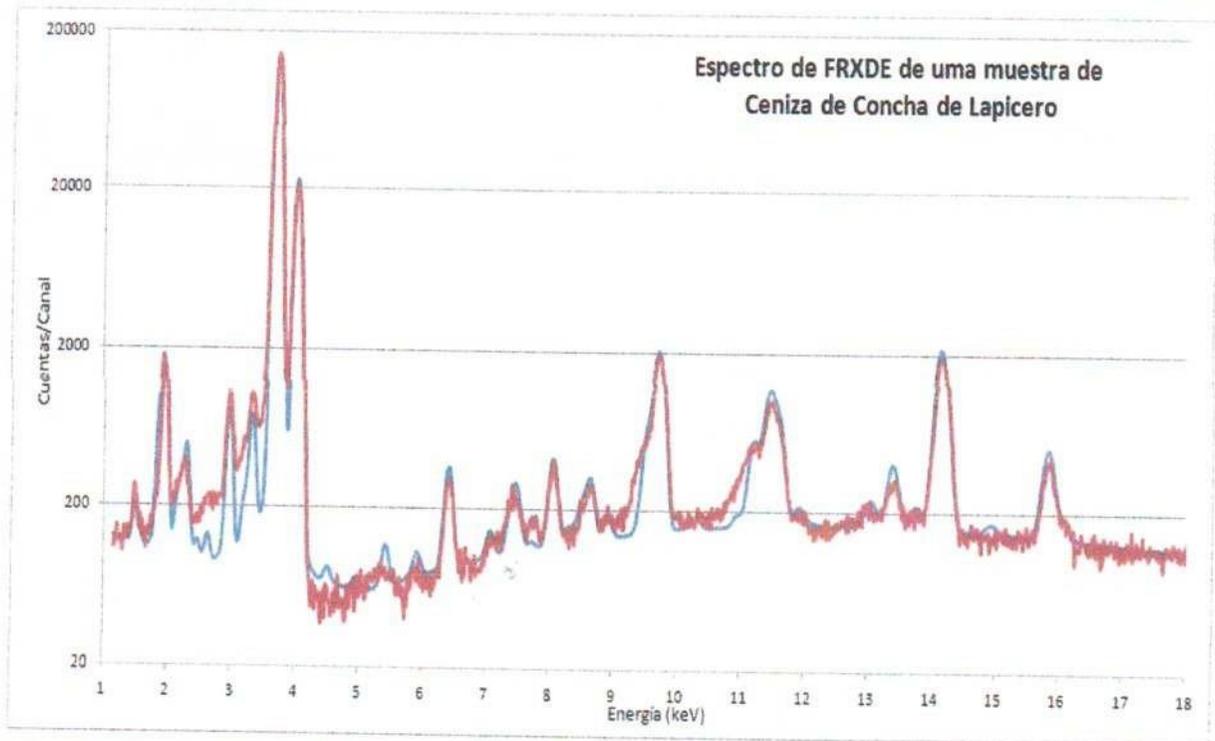


Figura 1. Espectro de FRXDE de una muestra de ceniza de concha e lapicero en escala semi logarítmica. Incluye el pico de Ar del aire y los picos de rayos-X de Au dispersados por la muestra. La curva en azul muestra el espectro simulado

Investigador Responsable:

Dr. Jorge A. Bravo Cabrejos

Laboratorio de Arqueometría

Lima, 08 de noviembre del 2017



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

Facultad de Ingeniería Civil

LABORATORIO N° 1 DE ENSAYO DE MATERIALES "ING. MANUEL GONZÁLES DE LA COTERA"

Carrera de Ingeniería Civil Acreditada por



Accreditation Board for engineering and Technology



Engineering
Technology
Accreditation
Commission

INFORME

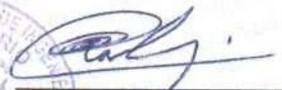
Del : Laboratorio N°1 Ensayo de Materiales
A : ISHIKAME CUMPA EDWIN GUILLERMO
Asunto : Ensayo de Resistencia a la Compresión
Expediente N° : 17-3558
Recibo N° : 57664
Fecha de emisión : 30/10/2017

1. DE LA MUESTRA : Consistente en 9 especímenes cúbicos de mortero.
2. DEL EQUIPO : Máquina de ensayo uniaxial ELE INTERNATIONAL.
Certificado de Calibración CMC-100-2017.
3. MÉTODO DEL ENSAYO: Norma de referencia NTP 339.034:2015.
Procedimiento interno AT-PR-12.
4. RESULTADOS :

N°	IDENTIFICACIÓN DE MUESTRAS	FECHA DE OBTENCIÓN	FECHA DE ENSAYO	DIMENSIONES (cm)			ÁREA (cm ²)	CARGA DE ROTURA (Kg)	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (Kg/cm ²)
				LARGO	ANCHO	ALTURA			
1	MORTERO - M1	29/09/2017	30/10/2017	5,12	5,22	5,11	26,7	13.379	501
2	MORTERO - M2	29/09/2017	30/10/2017	5,12	5,10	5,20	26,1	12.728	487
3	MORTERO - M3	29/09/2017	30/10/2017	5,25	5,15	5,10	27,0	12.895	477
4	MORTERO - M4	20/10/2017	30/10/2017	5,10	5,22	5,11	26,6	13.446	505
5	MORTERO - M5	20/10/2017	30/10/2017	5,22	5,10	5,10	26,6	12.640	475
6	MORTERO - M6	20/10/2017	30/10/2017	5,20	5,12	5,10	26,6	13.081	491
7	MORTERO - M7	26/10/2017	30/10/2017	5,15	5,15	5,10	26,5	10.676	403
8	MORTERO - M8	26/10/2017	30/10/2017	5,18	5,20	5,10	26,9	9.986	371
9	MORTERO - M9	26/10/2017	30/10/2017	5,12	5,10	5,15	26,1	9.636	369

5. OBSERVACIONES: 1) La información referente al muestreo, procedencia, cantidad, fecha de obtención e identificación han sido proporcionadas por el solicitante.

Hecho por : Lic. J. Basurto P.
Técnico : Sr. E. G. V.


Ms. Ing. Ana Torre Carrillo
Jefe (e) del laboratorio

NOTAS:

- 1) Está prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorización del laboratorio.
- 2) Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.

J.G.A.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

Facultad de Ingeniería Civil

LABORATORIO N° 1 DE ENSAYO DE MATERIALES "ING. MANUEL GONZÁLES DE LA COTERA"

Carrera de Ingeniería Civil Acreditada por



Accreditation Board for engineering and Technology



Engineering
Technology
Accreditation
Commission

INFORME

Del : Laboratorio N°1 Ensayo de Materiales
A : EDWIN GUILLERMO ISHIKANE CUMPA
Asunto : Ensayo de Resistencia a la Compresión
Expediente N° : 19-0279-1
Recibo N° : 64002
Fecha de emisión : 22/01/2019

- 1.0. DE LA MUESTRA : Consistente en 9 especímenes cúbicos de MORTERO.
- 2.0. DEL EQUIPO : Máquina de ensayo uniaxial VERSA TESTER ELE- INTERNATIONAL
Certificado de Calibración CMC-100-2017
- 3.0. MÉTODO DEL ENSAYO : Norma de referencia NTP 334.051:2013.
- 4.0. RESULTADOS :

N°	IDENTIFICACIÓN DE MUESTRAS	FECHA DE OBTENCIÓN	FECHA DE ENSAYO	ÁREA (cm ²)	CARGA MÁXIMA (Kg)	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (Kg/cm ²)
1	EXPERIMENT 7 DIAS	10/01/2019	22/01/2019	26.1	11,461	439
2	EXPERIMENT 7 DIAS	10/01/2019	22/01/2019	26.0	10,786	415
3	EXPERIMENT 7 DIAS	10/01/2019	22/01/2019	26.0	10,848	417
4	EXPERIMENT 3 DIAS	14/01/2019	22/01/2019	27.0	8,794	325
5	EXPERIMENT 3 DIAS	14/01/2019	22/01/2019	26.5	10,489	395
6	EXPERIMENT 3 DIAS	14/01/2019	22/01/2019	26.0	9,887	380
7	EXPERIMENT 28 DIAS	20/12/2018	22/01/2019	26.5	10,635	401
8	EXPERIMENT 28 DIAS	20/12/2018	22/01/2019	26.1	11,474	439
9	EXPERIMENT 28 DIAS	20/12/2018	22/01/2019	26.0	10,870	418

5.0. OBSERVACIONES:

1) La información referente al muestreo, procedencia, cantidad, fecha de obtención e identificación han sido proporcionadas por el solicitante.

Hecho por : Lic. J. Basurto P.
Técnico : Sr. A.A.G



Ms. Ing. Ana Torre Carrillo
Jefe (e) del laboratorio

NOTAS:

- 1) Está prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorización del laboratorio.
- 2) Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.



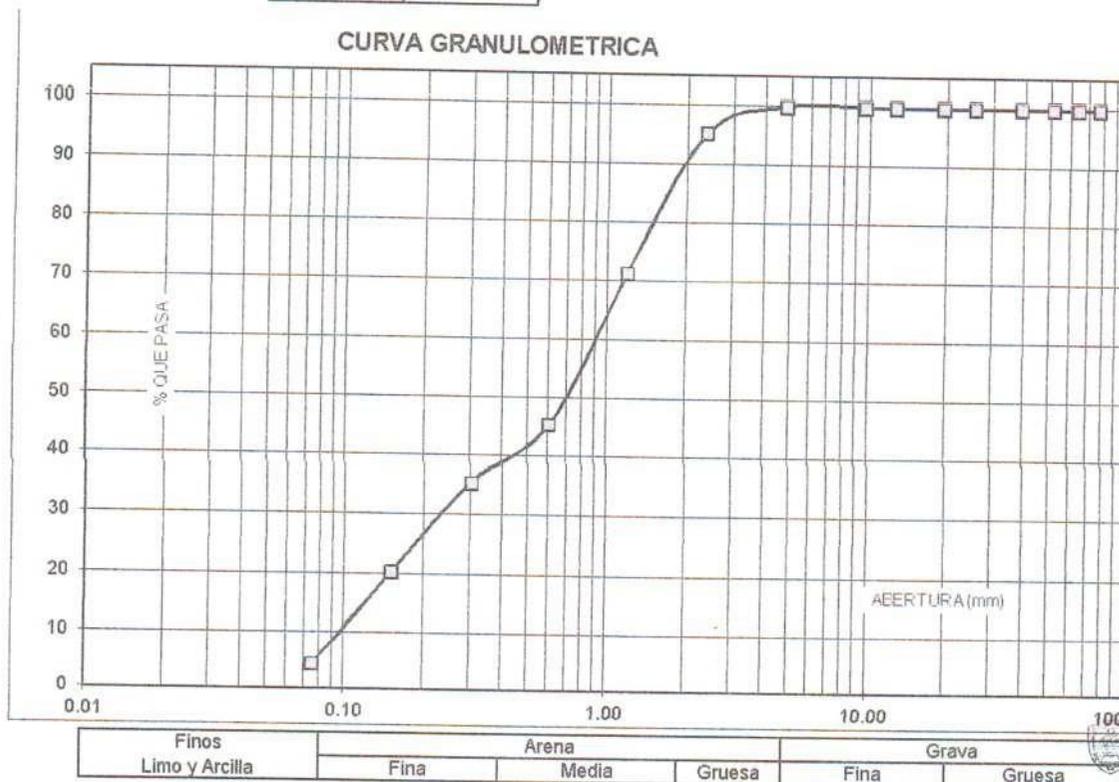
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO AGREGADO FINO
(ASTM C 136-06)

SOLICITA : BACH. ISHIKANE CUMPA EDWIN
 TESIS : RESISTENCIA A COMPRESION Y CONDUCTIVIDAD TERMICA DEL MORTERO CON SUSTITUCION
 AL CEMENTO EN 12% DE ARCILLA DE QUITARACSA Y 4% DE CONCHA DE LAPICERO
 LUGAR : CHIMBOTE-SANTA-ANCASH
 CANTERA : VESIQUE
 MATERIAL : ARENA GRUESA
 FECHA : 10/10/2019

TAMIZ		Peso retenido	% ret. Parcial	% ret. Acumu.	% Que pasa
N°	Abert.(mm)	(gr.)	(%)	(%)	(gr.)
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	0.0	0.0	0.0	100.0
N° 8	2.36	31.63	4.6	4.6	95.4
N° 16	1.18	165.00	24.0	28.6	71.4
N° 30	0.60	178.75	26.0	54.6	45.4
N° 50	0.30	68.75	10.0	64.6	35.4
N° 100	0.15	103.13	15.0	79.6	20.4
N° 200	0.08	110.00	16.0	95.6	4.4
PLATO	ASTM C-117-04	30.25	4.4	100.0	0.0
TOTAL		687.5	100.0		

PROPIEDADES FISICAS	
Módulo de Fineza	2.32

OBSERVACIONES
La Muestra tomada identificada por el solicitante.



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



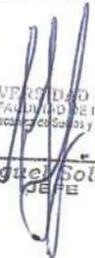
DETERMINACION DE PESO ESPECIFICO

(Frasco de Le Chaletier)

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

SOLICITA : BACH. ISHIKANE CUMPA EDWIN
TESIS : RESISTENCIA A COMPRESION Y CONDUCTIVIDAD TERMICA DEL MORTERO CON SUSTITUCION
AL CEMENTO EN 12% DE ARCILLA DE QUITARACSA Y 4% DE CONCHA DE LAPICERO
MATERIAL : CEMENTO 84% + ARCILLA + 12% CONCHA DE LAPICERO 4%
FECHA : 10/10/2019

PRUEBA N°		01	02
FRASCO N°			
LECTURA INICIAL	(ml)	0.00	0.00
LECTURA FINAL	(ml)	18.50	18.50
PESO DE MUESTRA	(gr)	64.00	64.00
VOLUMEN DESPLAZADO	(ml)	18.50	18.50
PESO ESPECIFICO		3.459	3.459
PESO ESPECIFICO PROMEDIO	(gr / cm ³)	3.459	


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



DETERMINACION DE PESO ESPECIFICO

(Frasco de Le Chaletoir)

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

SOLICITA : BACH. ISHIKANE CUMPA EDWIN
TESIS : RESISTENCIA A COMPRESION Y CONDUCTIVIDAD TERMICA DEL MORTERO CON SUSTITUCION
AL CEMENTO EN 12% DE ARCILLA DE QUITARACSA Y 4% DE CONCHA DE LAPICERO
MATERIAL : 100% ARCILLA
FECHA : 10/10/2019

PRUEBA N°		01	02
FRASCO N°			
LECTURA INICIAL	(ml)	0.00	0.00
LECTURA FINAL	(ml)	19.30	19.30
PESO DE MUESTRA	(gr)	64.00	64.00
VOLUMEN DESPLAZADO	(ml)	19.30	19.30
PESO ESPECIFICO		3.316	3.316
PESO ESPECIFICO PROMEDIO	(gr / cm ³)	3.316	


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

Mg. Miguel Solar Jara



DETERMINACION DE PESO ESPECIFICO

(Frasco de Le Chaletair)

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

SOLICITA : BACH. ISHIKANE CUMPA EDWIN
TESIS : RESISTENCIA A COMPRESION Y CONDUCTIVIDAD TERMICA DEL MORTERO CON SUSTITUCION
AL CEMENTO EN 12% DE ARCILLA DE QUITARACSA Y 4% DE CONCHA DE LAPICERO
MATERIAL : 100% CONCHA DE LAPICERO
FECHA : 10/10/2019

PRUEBA N°	01	02
FRASCO N°		
LECTURA INICIAL (ml)	0.00	0.00
LECTURA FINAL (ml)	20.60	20.60
PESO DE MUESTRA (gr)	64.00	64.00
VOLUMEN DESPLAZADO (ml)	20.60	20.60
PESO ESPECIFICO	3.107	3.107
PESO ESPECIFICO PROMEDIO (gr / cm ³)	3.107	

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

Mg. Miguel Solar Jara
LABORANTE



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

SOLICITA : BACH ISHIKANE CUMPA EDWIN
TESIS : RESISTENCIA A COMPRESION Y CONDUCTIVIDAD TERMICA DEL MORTERO CON SUSTITUCION
AL CEMENTO EN 12% DE ARCILLA DE QUITARACSA Y 4% DE CONCHA DE LAPICERO
LUGAR : CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - ANCASH
MATERIAL : ARENA GRUESA
FECHA : 10/10/2019
RELACION A/C : 0.455

D(FLUIDEZ)	DIAMETRO PROMEDIO	DIAMETRO INICIAL	FLUIDEZ %
11.80	11.58	10.16	13.93
11.40			
11.30			
11.80			

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


UNIVERSIDAD SAN PEDRO
FACULTAD DE INGENIERIA
Los Mecanismos, Suelos y Ensayo de Materiales
Mg. Miguel Ángel Jara
JEFE



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

SOLICITA : BACH. ISHIKANE CUMPA EDWIN
TESIS : RESISTENCIA A COMPRESION Y CONDUCTIVIDAD TERMICA DEL MORTERO CON SUSTITUCION
AL CEMENTO EN 12% DE ARCILLA DE QUITARACSA Y 4% DE CONCHA DE LAPICERO
LUGAR : CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - ANCASH
MATERIAL : ARENA GRUESA
FECHA : 10/10/2019
RELACION A/C : 0.495

D(FLUIDEZ)	DIAMETRO PROMEDIO	DIAMETRO INICIAL	FLUIDEZ %
11.90	11.68	10.16	14.91
11.50			
11.30			
12.00			

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

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

Mg. Miguel Solar Jara
JEFE