

UNIVERSIDAD SAN PEDRO

FACULTAD DE INGENIERIA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



Tesis para obtener el título profesional de ingeniero civil

“Resistencia de morteros con cemento sustituido en 5% y 7% por arcilla de la provincia de San Marcos -Cajamarca”

Autor:

Cabanillas Salas, Santos Arcio

Asesor:

Salazar Sánchez, Dante

Chimbote – Perú

2017

ÍNDICE GENERAL

INDICE	I
PALABRAS CLAVE	II
TITULO	III
RESUMEN	IV
ABSTRACT	V
INTRODUCCION	1
METODOLOGÍA	15
RESULTADOS	27
ANÁLISIS Y DISCUSIÓN	34
CONCLUSIONES	36
RECOMENDACIONES	37
AGRADECIMIENTO	38
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	39
ANEXOS Y APÉNDICES.	40

PALABRAS CLAVE:

Tema	Resistencia a la compresión, arcilla, concreto patrón, cemento Portland tipo I, diseño de mezcla.
Especialización	Tecnología del Concreto..

KEY WORDS:

Topic	Compressive strength, clay, concrete pattern, Portland cement type I, mix design
Specialization	Concrete technology

LINEA DE INVESTIGACIÓN:

Código	Línea
1.0	Ingeniería
2.0	Ingeniería y Tecnología
2.1	Ingeniería Civil

TITULO

**“Resistencia de morteros con cemento sustituido en 5% y 7%
por arcilla de la provincia de San Marcos - Cajamarca”**

RESUMEN

En la presente investigación se determinó y comparo la resistencia de un mortero patrón, con otro donde se ha sustituido el cemento por arcilla de la provincia de San Marcos, previamente activada (lavada con agua a temperatura ambiente) en un porcentaje de 5% y 7% con la finalidad de saber que este mortero cumpla una resistencia óptima.

Es una investigación explicativa, de diseño experimental en bloques completo al azar, donde se elaboró 27 morteros, nueve para cada tratamiento. Se utilizó la técnica de la observación y como instrumentos las fichas técnicas. Se determinó las resistencias a los 3, 7 y 28 de curado. Los datos son procesados con Excel y SPSS.

Que después de realizar los ensayos a la compresión a las unidades de mortero con cemento sustitución de arcilla, se consiguió la resistencia por encima de las normas establecidas.

ABSTRACT

In the present investigation, the resistance of a standard mortar was determined and compared with another where the cement was replaced by clay from the province of San Marcos, previously activated (washed with water at room temperature) in a percentage of 5% and 7% in order to know that this mortar meets an optimal resistance.

It is an explanatory research, of experimental design in complete blocks at random, where 27 mortars were made, nine for each treatment. The technique of observation was used and the technical files were used as instruments. Resistances were determined at 3, 7 and 28 of curing. The data is processed with Excel and SPSS.

That after performing the compression tests on the mortar units with clay substitution cement, the resistance was achieved above the established standards.

INTRODUCCION

De los antecedentes encontrados se ha abordado algunos trabajos relevantes a esta investigación, como el de Sun koua (2013). En su investigación habla de la activación de arcilla mediante lavado de donde se utilizó un flujo de aceite que estuvo a 100°C aproximadamente, este tratamiento fue realizado por 2 horas. Luego del cual, se secó en estufa a 50 °C por 16 horas. se muestran algunas de las reflexiones identificadas como montmorillonita (M), moscovita (Mu) y cristobalita (Cris). Se observa que la reflexión a 62. 7° (plano 060) de la montmorillonita permanece hasta los 600°C, sin embargo, el pico a 5. 9° (plano 001) desaparece antes de los 200°C. Para temperaturas mayores a 800oC aparece la fase mallita y la fase montmorillonita desaparece por completa. Este proyecto se realizó usar la arcilla activada para la industria textil para la durabilidad de sus productos.

Por otro lado, en la investigación de Borano T., Boonchai W., y Chatpet Y. (2015) en su Revista Internacional de Ciencias del Medio Ambiente y Desarrollo “La modificación de arcillas naturales comunes como adsorbentes de bajo costo para la adsorción de arsénico.” En este estudio, se utilizaron arcillas comunes naturales como materia prima para ser modificados con soluciones férrico y ferroso para desarrollar adsorbentes mejorados de costes eficientes y bajos. Los adsorbentes (en bruto de la arcilla, la arcilla / FeSO₄, y arcilla / FeCl₃) se investigaron para la eliminación de arseniato de solución acuosa sintética en los estudios de lotes con respecto al tiempo de contacto, solución de pH, la concentración medida inicial (V), y la temperatura. Los resultados mostraron que As (V) de absorción fue dependiente del pH y la alta eficiencia se produjo en la condición ácida. La capacidad de adsorción máxima estimada a partir del modelo de Langmuir fue 0,44, 1,50, y 0,86 mg / g para prima de arcilla, arcilla / FeSO₄, y arcilla / FeCl₃, respectivamente. Los valores de un factor adimensional constante de separación (RL) y la magnitud de la intensidad de adsorción (1 / n) mostraron que As (V) se adsorbió favorablemente en todos los adsorbentes. Los parámetros termodinámicos indican que la adsorción es espontánea y endotérmico y un aumento irregular de la aleatoriedad en la interfaz adsorbente-adsórbalo durante la adsorción.

En cuanto la metodología que se utilizó en el estudio de la investigación de López, J.(2014), desarrolló la investigación titulada: “estudio de materiales compuestos obtenidos a partir de lodos celulósicos de la industria papelera, cemento y arcilla”; El estudio de las propiedades de mezclas de lodos de papel, cemento y arcilla del tipo bentonita sódica, en la perspectiva de obtener un material compuesto de propiedades adecuadas para la fabricación de materiales de construcción de bajo costo en el Perú en conclusión aumentó la resistencia a la flexión, a la compresión y la manipulabilidad hasta una composición de 55% de lodos, demostrando que es posible darles una aplicación como materiales de construcción de buenas propiedades físicas.

Justificación de la investigación.

En el medio de construcción regional y aún a nivel nacional, no se emplea un método racional que permita definir una mezcla de un mortero tal que satisfaga los requerimientos técnicos de la obra, dentro de rangos tolerables y utilizando los materiales locales. Con el auge en el empleo de la mampostería estructural, así como de diversos elementos prefabricados que requieren de un acople y terminado adecuado, se están requiriendo morteros de cualidades y calidades particulares como son: resistencias mecánicas definidas, fluidez (trabajabilidad) específica, impermeabilidad y capacidad de retención de agua altas, dureza superficial apropiada y aún más alta durabilidad frente al ambiente. Todo lo anterior y aun otras características más, no se consiguen sin un método de proporciónamiento adecuado amén de un óptimo mezclado, transporte y colocación.

La arcilla utilizada en la investigación es de la provincia San Marcos -Cajamarca, con la que buscaremos una alternativa del recurso para el diseño de un concreto de alta resistencia, nos lleva a darle mayor interés y difusión a una tecnología que en países desarrollados ya lo usan en varias décadas atrás y sabiendo que en nuestro país existe una gran variedad de arcilla y hemos considerado de la provincia San Marcos.

He ahí donde se fundamenta nuestra investigación que a corto plazo será una opción interesante para la construcción, debido a que los técnicos constructivos ofrecerán en el futuro estructuras con los elementos más ligeros y delgados, pero con una resistencia sumamente mayor y aun costo menor.

Por lo expuesto nos planteamos el siguiente problema de investigación:

¿Cuál es la resistencia a compresión de un mortero cuando se sustituye el cemento en un 5% y 7% por arcilla de la provincia san marcos – Cajamarca?

Tecnología del concreto.

Definen que el concreto (hormigón) es básicamente una mezcla de dos componentes: agregados y pasta. La pasta, compuesta de cemento portland y agua, une los agregados, normalmente arena y grava (piedra triturada, piedra machacada, pedrejón) creando una masa similar a una roca.

Concreto.

El concreto, presenta un comportamiento viscoso, mientras que la otra, formada por los agregados, muestra un comportamiento casi elástico. Estando los agregados rodeados y separados entre ellos por la pasta de cemento. Resulta así, la definición de un material heterogéneo, cuya estructura particular posibilita un comportamiento inelástico; siendo las deformaciones de la fase viscosa susceptible de ser modificadas por el tiempo y las condiciones de curado, creando tensiones internas considerables. Por otra parte, a los problemas de diseño y construcción, característicos de las fábricas de piedra, de índole mecánica según las formas y las masas de los elementos, se unen en las construcciones de concreta multitud de otros factores, que deben ser conocidos y apreciados por el Ingeniero, que interviene directamente en su fabricación desde una primera instancia. Así pues, ha de estudiar el tipo y calidad de los áridos, los problemas de fraguado y endurecimiento del aglomerante, la dosificación del conjunto, su fabricación y puesta en obra, su comportamiento bajo la acción de las cargas y de los agentes destructivos (Gonzales. M, 1962).

Propiedades y componentes del concreto.

Las propiedades del concreto son sus características o cualidades básicas. Las cuatro propiedades principales del concreto son: trabajabilidad, cohesividad, resistencia y durabilidad. Las características del concreto pueden variar en un grado considerable, mediante el control de sus ingredientes. Por tanto, para una estructura específica, resulta económico utilizar un concreto que tenga las características exactas necesarias, aunque esté débil en otras.

Trabajabilidad. Es una propiedad importante para muchas aplicaciones del concreto. En esencia es la facilidad que tiene el concreto para ser mezclado, manipulado y puesto en obra, con los medios de compactación que se disponga.

Durabilidad. El concreto debe ser capaz de resistir la intemperie, acción de productos químicos y desgastes, a los cuales estará sometido en el servicio.

Impermeabilidad. Es el concreto que puede mejorarse, cantidad de agua en la mezcla.

Resistencia. Es un concreto que generalmente se determina por la resistencia final de una probeta o mortero en compresión. Como el concreto suele aumentar su resistencia en un periodo largo, la resistencia a la compresión a los 28 días es la medida más común de esta propiedad.

Estados del concreto.

Estado fresco. al principio el concreto parece una “masa”. Es blando y puede ser trabajado o moldeado en las diferentes formas que se desee. Y así se conserva durante la colocación y la compactación. Las propiedades más importantes del concreto fresco son la trabajabilidad y la cohesividad.

Estado fraguado. El concreto empieza a ponerse rígido. Cuando ya no está blando, se conoce como fraguado del concreto El fraguado tiene lugar después de la compactación y durante el acabado.

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 es fácil: colocar, compactar y dar un acabado a una mezcla de concreto. (Imcyc, 2004).

Componentes del concreto.

Los agregados generalmente se dividen en dos grupos: finos y gruesos. Los agregados finos consisten en arenas naturales o manufacturadas con tamaños de partícula que pueden llegar hasta 10 mm; los agregados gruesos son aquellos cuyas partículas se retienen en la malla No.16 y pueden variar hasta 152 mm. El tamaño máximo del agregado que se emplea comúnmente es el de 19 mm o el de 25 mm.

La pasta está compuesta de cemento Portland, agua y aire atrapado o aire incluido intencionalmente. Ordinariamente, la pasta constituye del 25 al 40 por ciento del volumen total del concreto. La Figura 1.1 muestra que el volumen absoluto del cemento está comprendido usualmente entre el 7% y el 15% y el agua entre el 14% y el 21%. El contenido de aire en concretos con aire incluido puede llegar hasta el 8% del volumen del concreto, dependiendo del tamaño máximo del agregado grueso.

Cemento:

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

TABLA 01: composición química del cemento

COMPOSICIÓN QUÍMICA DEL CEMENTO		
Nombre	Composición De Óxido	Abreviatura
Silicato tricálcico	3CaO SiO ₂	C3S
Silicato dicálcico	2CaO SiO ₂	C2S
Aluminato tricálcico	3CaO Al ₂ O ₃	C3A
Alumino ferrito tetracálcico	4CaO Al ₂ O ₃ Fe ₂ O ₃	C3AFe

Fuente: Tópico de tecnología de concreto de Enrique Pasquel.

Fabricación.

La fabricación del cemento es una actividad industrial del procesado de minerales que se divide en 3 etapas básicas:

Obtención de las materias primas (materiales calcáreos y arcillas principalmente), para conseguir la composición deseada de óxidos reactivos al agua en la producción del Clinker.

Molienda y cocción de las materias primas, se realiza con equipos mecánicos rotatorios que reducen el tamaño de las partículas de materias para que las reacciones químicas de cocción en el horno, puedan realizarse de forma adecuada. El material obtenido debe ser homogeneizado para garantizar la calidad del producto final de la cocción o Clinker y la correcta operación del horno.

Molienda del cemento, con equipos mecánicos, sometiendo la mezcla de materiales a impactos de cuerpos metálicos o fuerzas de compresión elevadas, junto con la molienda conjunta del Clinker, yeso (en proporciones bajas, su función es de retardador de fraguado) y otros materiales denominados “adiciones” (que son los que dan características especiales a los cementos) termina la fabricación del cemento.

El grado de finura de molido da las características resistentes, así, a mayor finura de molido aumenta la clase resistente. Almacenamiento, en silos para servir ensacado o a granel. Almacenamiento, en silos para servir ensacado o a granel.

TABLA 02: componentes químicos principales de las materias primas para la fabricación del cemento y las proporciones generales

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

Fuente: Tópico de tecnología de concreto de Enrique Pasquel.

Tipo de cemento.

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

Para uso general que no requiera propiedades especiales especificadas para cualquier otro tipo.

Cemento común, para usos generales, es el que más se emplea para fines estructurales cuando no se requieren de las propiedades especiales especificadas para los otros cuatro tipos de cemento.

TABLA 03: componentes químicos del cemento Pacasmayo portland tipo I

Componentes	Cemento Pacasmayo Tipo I
Cal Combinada: CaO	62.5%
Sílice: SiO₂	21%
Alúmina: Al₂O₃	6.5%
Hierro : Fe₂O₃	2.5%
Óxido de Azufre: SO₃	2.0%
Cal Libre: CaO	0.0%
Magnesio: MgO	2.0%
Perdida al Fuego: P.F	2.0%
Residuo Insoluble: R.I	1.0%
Álcalis: Na₂O + K₂O	0.5%

Fuente: Tópico de tecnología de concreto de Enrique Pasquel.

Tipo de cemento a utilizar.

La elección del cemento Portland a ser empleado en la preparación de concretos es muy importante ya que para la ejecución de dicho proyecto utilizaremos el cemento Pacasmayo portland tipo I.

El cemento Tipo I es un cemento de uso general en la construcción, que se emplea en obras que no requieren propiedades especiales. El cemento portland Tipo I se fabrica mediante la molienda conjunta de Clinker Tipo I y yeso, que brindan mayor resistencia inicial y menores tiempos de fraguado.

Propiedades.

Mayores resistencias iniciales, Menores tiempos de fraguado.

Aplicaciones.

Obras de concreto y concreto armado en general, Estructuras que requieran un rápido desencofrado, Concreto en clima frío, Productos prefabricados, Pavimentos y cimentaciones.

Agregados.

Cotera g. (1962): “Tecnología de concreto”, estudió los áridos que han de servir como agregados para el concreto hemos de referirnos esencialmente a su granulometría, por ser el punto que alienta mayores discusiones y tendencias. Sin embargo, es necesario hacer un aparte previo, recalcando ciertas propiedades exigibles, que son bien conocidas.

Sabemos bien que el árido debe provenir de rocas de constitución estable, de buena resistencia mecánica y libre de reaccionar con los álcalis del cemento. Tener forma cúbica y un coeficiente volumétrico mínimo de 0.15.

Ser de superficie lisa. (De preferencia sobre la rugosa). Con exclusión (de todas las otras), De una porosidad menor que el Finalmente, libres de impurezas y con un contenido de humedad conocida, en forma previa e inmediata a su empleo.

La granulometría de los áridos es un factor importante en los concretos. Ella se caracteriza por las proporciones en que intervienen los gránulos de distinto diámetro que la integran.

En la práctica se hace pasar el agregado o su muestra representativa- por una serie de mallas, determinándose porcentajes de concentración en los distintos diámetros, lo, que pueden ser expresados mediante curvas.

Eventualmente se dan ecuaciones que representan en función de un diámetro dado, generalmente el límite máximo, los porcentajes de diámetro inferiores.

Por esta razón hemos de estudiar inicialmente la determinación del diámetro máximo y mínimo del agregado.

Agua de mezcla.

Absalón y Salas (2008) define el agua como un líquido transparente, compuesto de dos moléculas de hidrogeno y una de oxígeno, (H₂O) en estado puro es inodoro e insípido, no siempre se encuentra en estado puro por lo que puede contener en disolución gases y sales, en suspensión, polvos y a veces microbios.

El agua en el concreto ocupa un papel predominante en las reacciones del cemento durante el estado plástico, el proceso de fraguado y el estado endurecido del concreto; el agua se emplea en el concreto en dos diferentes formas, como es permitido el uso de agua potable para consumo humano como agua de mezclado en concreto sin el examen de conformidad con los requerimientos de esta especificación.

El agua en la construcción tiene entre otras, dos aplicaciones importantes.

Agua de mezclado: Agregada a la mezcla de concreto o de mortero para hacer reaccionar el aglomerante (cemento) dándole a la mezcla las propiedades resistentes deseadas y la fluidez necesaria para facilitar su manejo y colocación.

Agua de curado: Es un proceso que consiste en mantener húmedo al concreto por varios días después de su colocación, con el fin de permitir la reacción química entre el cemento y el agua (hidratación del cemento).

En los dos casos las características del agua tienen efectos diferentes sobre el concreto, pero es recomendable utilizar el agua de una sola calidad en ambos casos.

Arcilla.

Es un suelo o roca sedimentaria constituida por agregados de silicatos de aluminio hidratados, procedentes de la descomposición de rocas que contienen feldespato, como el granito. Presenta diversas coloraciones según las impurezas que contiene, desde el rojo anaranjado hasta el blanco cuando es pura. 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, las fitolitas. Químicamente es un silicato hidratado de aluminio, cuya fórmula es: $Al_2O_3 \cdot 2SiO_2 \cdot H_2O$.

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.

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 .

Halloysita hasta 60 m²/g .

Ilita hasta 50 m²/g .

Montmorillonita 80-300 m²/g .

Sepiolita 100-240 m²/g .

Peligrosita 100-200 m²/g.

Clasificación.

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 filipenses y las arcillas fibrosas.

También se pueden distinguir las arcillas de acuerdo a su plasticidad. Existen así las arcillas plásticas (como la caolinita) 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.

Procesos antes de la utilización.

En esta sección se analiza la información que permitirá solucionar algunos problemas que se presentan al recolectar la arcilla.

Identificación:

Es preferible hacer la clasificación del material, determinando si se trata de arcilla o no, que se realiza en el mismo lugar de recolección con el material, pues como se sabe existen diferentes tipos de color de arcillas.

La Taxonomía, es la ciencia de la clasificación de grupos (taxones) de organismos en categorías formales y la Sistemática es el estudio de las relaciones entre grupos.

Medidas para la recolección.

Existen medidas bastante sencillas que permiten aprovechar sus propiedades de la arcilla sin alterar sus propiedades.

Aplicándolas se evita la desaparición de sus propiedades, Algunas de estas medidas son:

No aprovechar las arcillas que a simple vista se observan contaminadas por productos químicos.

Observar las características de la arcilla para no equivocarnos y recolectar el material no adecuado.

Para recolectar, se usa una pala y un pico para facilitar la recolección.

Higiene. No llenar la arcilla en depósitos que estén contaminados, Sólo escoger arcilla que se aprecie su limpieza, libre de productos químicos, Separar las hierbas de tierra, palitos y piedras.

Neutralización.

El término "neutralización" puede tener diferentes significados dependiendo de los requisitos de neutralización.

Desde un punto de vista estrictamente teórico, una solución "neutral" no es ni ácida ni básica, pero tiene un contenido molar igual de iones de hidrógeno y de iones de hidroxilo.

En otras palabras, exhibe el pH de pura agua, es decir, pH 7,0 a 25 ° C.

Para este fin, la escala de pH que varía de 0 a 14 se ha desarrollado como un criterio de acidez o basicidad; Los valores de pH 0 a 7 siendo ácida y los valores de pH de 7 a 14 siendo alcalina (básica). Sin embargo, es con frecuencia sólo neutralizar un ácido a pH 5 o menos para alcanzar un objetivo determinado.

La neutralización es completa para propósitos práctico, técnicamente esto es bajo-neutralización.

En contraste, puede ser necesario para neutralizar un ácido a pH 9 o superior, bien en el lado alcalino como, por ejemplo, para precipitar los iones metálicos o para aclarar completamente una pérdida para eliminación aceptable.

Es un ejemplo de un exceso de neutralización. Afortunadamente, productos de cal tienen la versatilidad para cualquier grado deseado de neutralización, aunque algunos reactivos alcalinos específicos o son más eficaz en situaciones menores de neutralización. Finalmente, cal, otros materiales alcalinos y también ácidos se utilizan para el control de pH. Este consiste en subir o bajar un pH particular, por 1 o 2 puntos de pH, consiguiendo de esta manera una pequeña cantidad de neutralización.

En la presente tesis se formuló la siguiente hipótesis, Cuando se sustituye el cemento por un 5% y 7% de arcilla de la Provincia de San Marcos – Cajamarca, se mejoraría la resistencia a la compresión de un mortero convencional.

El objetivo general es: Determinar la resistencia a la compresión de un mortero cuando se sustituye el cemento en 5% y 7% por arcilla Activada de la Provincia San Marcos – Cajamarca, en comparación del diseño convencional. Y como objetivos específicos tenemos:

Determinar la temperatura y tiempo óptimo de calcinación del material mediante el ensayo de Análisis Térmico Diferencial (ATD).

Activar térmicamente los precursores puzol añicos y determinar la composición química mediante la fluorescencia de rayos X de arcilla.

Determinar el grado de alcalinidad (PH) de la arcilla y de las combinaciones experimentales.

Determinar la resistencia de morteros patrón y experimentales a los 3, 7 y 28 días de curado y comparar resultados.

METODOLOGÍA.

El tipo de investigación es aplicada y explicativa, porque los resultados obtenidos servirán para la solución de problemas relacionados a la construcción, específicamente a las propiedades del concreto, explicando cómo se comporta la resistencia de un mortero cuando se sustituye un porcentaje de cemento por arcilla natural previamente activada.

Es un diseño experimental porque es un proceso en el cual estudiaremos el diseño convencional del mortero concreto en comparación con el nuevo diseño elaborado con el remplazo o sustitución de un porcentaje de cemento por arcilla natural activada (5% y 7%).

El estudio en su mayor parte se concentrará en las pruebas realizadas en el Laboratorio de Suelos, donde el investigador estará en contacto con los ensayos a realizar obteniendo resultados de acuerdo a lo planeado en sus objetivos. Siendo su diseño de investigación el siguiente:

TABLA N° 04: Esquema de investigación de morteros.

DÍAS DE CURADO	MUESTRA DEL MORTERO SEGÚN PORCENTAJES DE ARCILLA DE LA PROVINCIA SAN MARCOS, CAJAMARCA		
	0%	5%	7%
3			
			
			
7			
			
			
28			
			
			

Fuente: Elaboración propia.

Para esta investigación se tiene como población de estudio al conjunto de unidades de cubos (Morteros)

El material es llevado de la provincia San Marcos-Cajamarca en sacos de polietileno al laboratorio de Mecánica de Suelos de la Universidad San Pedro-Chimbote. Para la elaboración de los morteros se empleará el Cemento Portland Tipo I.

Para esta investigación se trabajó con 27 morteros (cubos) de concreto distribuido de la siguiente manera:

Se realizó 9 morteros por cada porcentaje de sustitución y el de control. 9 morteros de control (0% de adición) 9 morteros experimental (5% de sustitución) 9 morteros experimental (7% de sustitución).

Las técnicas e instrumentos de investigación se muestran en la siguiente tabla:

Por ser un proyecto de investigación con un Nivel de Investigación Experimental y ensayar en un laboratorio las muestras de nuestra población se opta por usar como Técnica de Investigación: “la observación”, y como instrumentos fichas de observación para los diferentes ensayos de laboratorio.

TABLA 05: técnicas de recolección de la información.

TECNICA	INSTRUMENTO
Observación	Guía de observación resumen y fichas técnicas de laboratorio de las pruebas a realizar.

Fuente: Elaboración propia.

Se aplicó como técnica la observación ya que la percepción del material debe ser registrada en forma cuidadosa y experta. Todo lo observado se debe poner por escrito lo antes posible, cuando no se puede tomar notas en el mismo momento.

Para esto utilizaremos como instrumento una guía de observación resumen porque nos permitirá elaborar sistemas de organización y clasificación de la información de los diversos ensayos y de la resistencia a la compresión.

Para la información recolectada, su procesamiento es ejecutado en una hoja de cálculo Excel y el SPSS.

Para ejecutar el análisis de los datos se toman en cuenta la elaboración de tablas, gráficos, porcentajes, promedios y una prueba de ANOVA para verificar la hipótesis.

Adquisición de la arcilla.

La materia prima es propia de la zona, está ubicada en la provincia de San Marcos-Cajamarca. (ver foto n° 01)

Se realizó una prueba a la arcilla llamada “prueba de la botella” para ver si era favorable extraer arcilla, (ver foto n° 03).

La arcilla fue llevada en saco de polietileno al laboratorio de suelos de la universidad san pedro para realizar los trabajos respectivos, (ver foto n° 04).

Preparación de la muestra (Arcilla) para realizar los ensayos respectivos.

Para la arcilla se considera las siguientes etapas:

Limpieza de residuos orgánicos y adherencia de otros organismos, Trituración manual en batan para evitar su contaminación, Tamizarlo a través de mallas de laboratorio de suelos de la USP, (ver foto n° 07 y 08).

Luego se continuó con la trituración del mortero y tamizado a través de una malla n°200 el polvo de arcilla obtenido será sometido a ensayos de: Limite Liquido, Límite plástico, (ver foto n° 09 y 10).

Después de los trabajos descritos anteriormente se procede a realizar los análisis de:

Análisis Térmico Diferencial DTA, Análisis Termo gravimétrico TGA (ver pág. n° 39,40,41).

Se realizó la activación de la arcilla de acuerdo al análisis de DTA y TGA.

Determinación del pH de la arcilla y de los porcentajes sustituidos (5% y 7%) respectivamente, (ver pág. n° 42,43).

Fluorescencia de rayos X para determinar su composición química, (ver pág. n° 46,47,48).

Arena.

Los componentes del agregado fino conformado por arena de la cantera “Vesique”, fue llevada en saco de polietileno al laboratorio de la USP para realizar los siguientes ensayos:

Peso específico, Peso unitario suelto, peso unitario compactado, contenido de humedad.

Los análisis realizados son certificados por el laboratorio de suelos de la Universidad San Pedro, ver anexos.

Cemento

El cemento utilizado para esta investigación es el cemento Pacasmayo portland tipo I, Las características y propiedades del cemento portland están íntimamente ligadas a su composición química y a su constitución potencial. La primera se determina por análisis y viene expresada en forma de óxidos. Una composición química típica del Clinker de un cemento es la siguiente:

TABLA 06: Porcentajes típicos de intervención de los óxidos.

	Oxido	Porcentaje	Abreviatura
	Componente	Típico	
Cal combinada	CaO	62.5%	C
Sílice	SiO ₂	2.5 %	S
Alúmina	Al ₂ O ₃	6.5%	A
Hierro	Fe ₂ O ₃	2.5 %	F
Cal Libre	CaO	0%	
Azufre	SO ₃	2%	
Magnesio	MgO	2%	
Álcalis	Na ₂ O y K ₂ O	0.5%	
Perdida al Fuego	P.F	2%	
Residuo Insoluble	R.I	1%	

Fuente: Tecnología del concreto Enrique Pasquel.

Los 4 primeros componentes son los principales del cemento, de carácter básico y de carácter ácido los otros 3.

Preparación de la arcilla.

La arcilla fue sometida a una limpieza (lavado) en el laboratorio de suelos de la Universidad San Pedro en un balde de 18 litros.

Después del lavado de la arcilla se procedió a sacar del balde la arcilla pura para secarla, triturlarla en un mortero para dejarlo como polvo poder pasarlo por la malla N° 200 y obtener la arcilla que requerimos para nuestro análisis.

Ensayos de Limite Líquido y Limite Plástico.

Estos ensayos se realizan con el fin de averiguar el tipo de arcilla que estamos trabajando, estos ensayos serán certificados por el laboratorio de mecánica de suelos de la universidad san pedro.

Análisis termo gravimétrico TGA.

Según el análisis Termo gravimétrico se muestra la pérdida de masa en función a la temperatura indicando dos regiones donde se hace más intensa la pérdida, la primera en un rango entre 80 y 120°C y la segunda entre 250 y la segunda menos intensa entre 500 y 550°C, posteriormente la pérdida es gradual.

El material llega a perder un aproximado de 12% de masa, respecto a su masa inicial a la temperatura de temperatura.

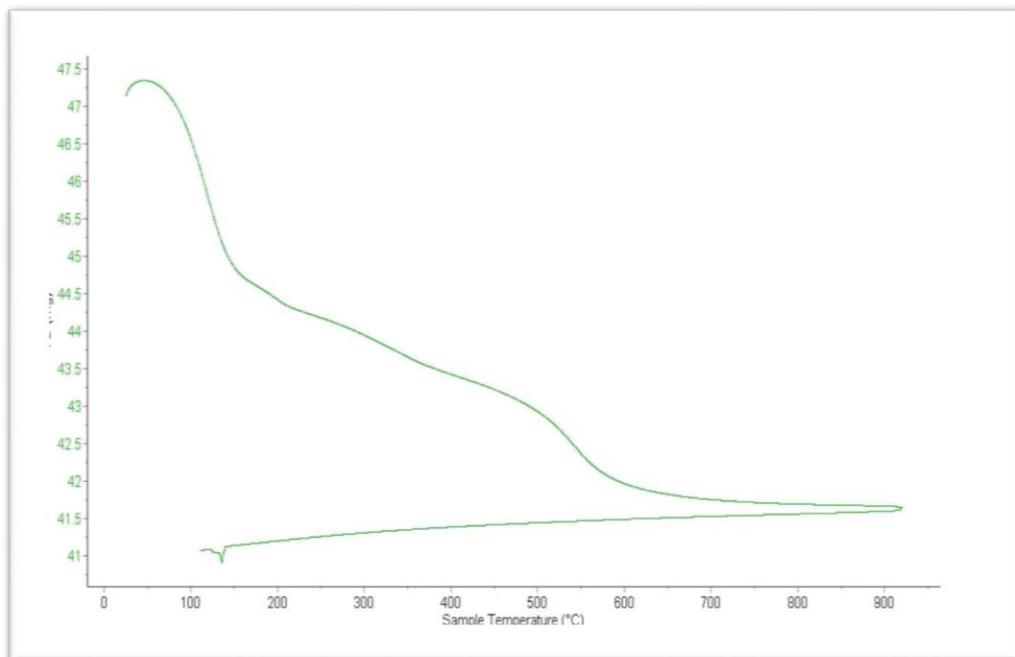


Figura N° 1: Vista del análisis termo gravimétrico TGA.

Análisis térmico por calorimetría diferencial de barrido DSC/Análisis térmico diferencial DTA.

De acuerdo al análisis calorimétrico, la curva muestra una pequeña banda de absorción térmica a aproximadamente 105°C y a 210°C y posteriormente un ligero pico endotérmico a 550°C habiendo gran probabilidad de existir algún cambio estructural del material.

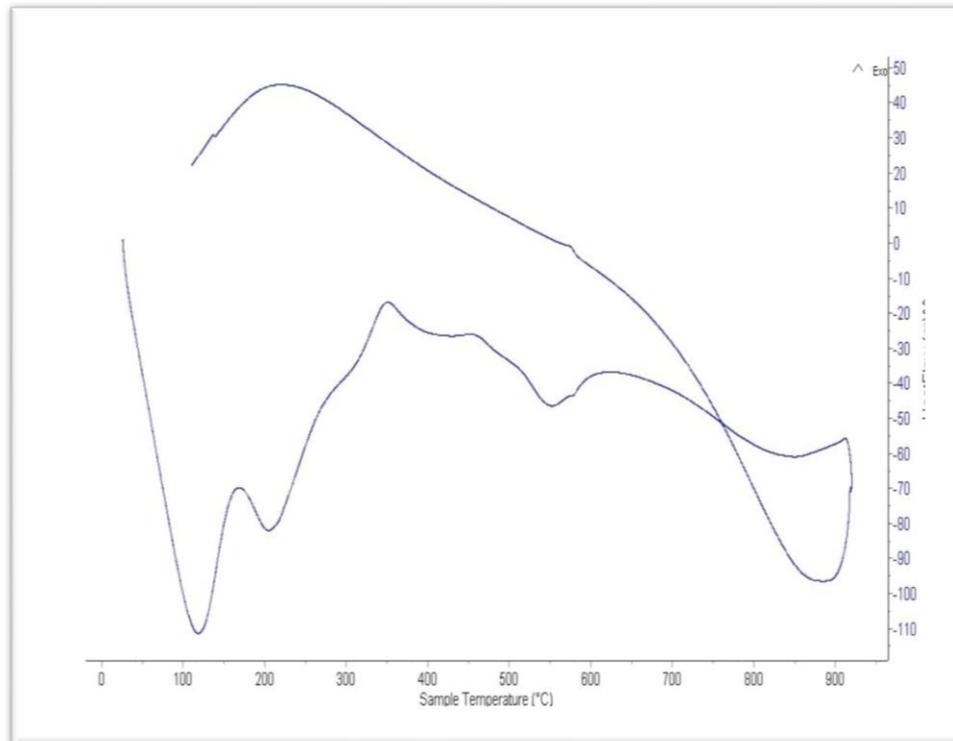


Figura N° 2: Foto del análisis de térmico por calorimetría diferencial de barrido DSC/Análisis térmico diferencial.

Activación térmica de la arcilla

La arcilla obtenida después de haberla pasado por la malla N° 200 se realizó la activación térmica mediante un calcinado de 550 °C por 2 horas, en el laboratorio de mecánica de suelos de la Universidad San Pedro-Chimbote.

Caracterización química de la arcilla.

La arcilla al tamaño de partículas anteriormente indicado se analizó en el Laboratorio de Investigación y Certificaciones de la Facultad de Ciencias de la

Universidad Nacional de Ingeniería para determinar su composición química y conocer los contenidos de precursores puzolánicos.

TABLA N° 07: composición.

Composición química	Resultados(%)	Método utilizado
Silicio (Si)	67.35	
Hierro (Fe)	21.83	
Calcio (Ca)	3.75	
Magnesio (Mg)	3.27	
Aluminio (Al)	3.19	Espectrometría de Fluorescencia de Rayos x
Bario (Ba)	0.31	
Manganeso (Mn)	0.22	
Zinc (Zn)	0.05	
Cromo (Cr)	0.04	

Fuente: universidad Nacional de Ingeniería.

Durante la calcinación en la fabricación del Clinker de cemento Portland los óxidos se combinan con los componentes ácidos de la materia prima entre si dando lugar a cuatro importantes compuestos. Los principales compuestos que constituyen aproximadamente el 90-95% del cemento, también se presentan en menores cantidades, otros compuestos secundarios

TABLA N° 08: composición química del cemento.

<i>ASTM C150</i>		
<i>Items</i>	<i>units</i>	<i>Specification</i>
<i>Chemical analysis</i>		
<i>SiO₂</i>	<i>%</i>	<i>≤ 22.0</i>
<i>Al₂O₃</i>	<i>%</i>	<i>≤ 5.80</i>
<i>Fe₂O₃</i>	<i>%</i>	<i>≤ 4.00</i>
<i>CaO</i>	<i>%</i>	<i>≥ 59.00</i>
<i>MgO</i>	<i>%</i>	<i>≤ 6.00</i>
<i>SO₃</i>	<i>%</i>	<i>≤ 3.0</i>

Fuente: Norma ASTM C-150

Estos compuestos en presencia del agua se hidratan y forman nuevos compuestos que forman la infraestructura de la pasta de cemento endurecido en el concreto.

Silicato Tricálcico (C₃S), conocido también como alita. Se hidrata y endurece rápidamente, Es el más importante de los compuestos del cemento, Determina la rapidez o velocidad de fraguado, Determina la resistencia inicial del cemento

Libera gran cantidad de calor de hidratación es equivalente a 120 cal/gr. Este compuesto tiene mucha importancia en el calor de hidratación de los cementos. Contribuye una buena estabilidad de volumen, Contribuye a la resistencia al intemperismo.

Silicato Di cálcico (C_2S), conocido también como velita. Contribuye con las resistencias a edades mayores a una semana, Por su porcentaje en el Clinker es el segundo en importancia, Se hidrata y endurece con lentitud, Alcanza elevada resistencia a la compresión a largo plazo (después de prolongado endurecimiento), El valor de hidratación es equivalente a 63 cal/gr, Contribuye a la elevada resistencia a la compresión a largo plazo (después de prolongado endurecimiento), El valor de hidratación es equivalente a 63 cal/gr, Contribuye a la resistencia al intemperismo junto al C_3S , Su contribución a la estabilidad de volumen es regular.

Aluminato Tricálcico (C_3A). Es el primero en hidratarse, o sea fragua con mucha rapidez (hidratación violenta), Libera gran cantidad de calor durante los primeros días de la hidratación Incide levemente en la resistencia mecánica, Tiene baja resistencia al intemperismo (acción del hielo y deshielo), Tiene mala estabilidad de volumen, Escasa resistencia a la acción del ataque de los sulfatos y ataques químicos, Calor de hidratación equivalente a 207 cal /gr.

Ferro Aluminato Tetra cálcico (C_4AF). Reduce la temperatura de formación del Clinker, Rápida velocidad de hidratación, El calor de hidratación es equivalente a 100 cal/gr (moderado), En la resistencia mecánica no está definida su influencia, La estabilidad de volumen es mala, Influye en el color final del cemento.

Oxido de Magnesio (MgO). Pese a ser un componente menor, tiene importancia pues para contenidos mayores del 5% trae problemas de expansión en la pasta hidratada y endurecida.

Óxidos de Potasio y Sodio (K_2O , Na_2O -->Álcalis). Tienen importancia para casos especiales de reacciones químicas con ciertos agregados, y los solubles en agua contribuyen a producir eflorescencias con agregados calcáreos.

Óxidos de Manganeso y Titanio (Mn_2O_3 , TiO_2). El primero no tiene significación especial en las propiedades del cemento, salvo en su coloración, que tiende a ser marrón si se tienen contenidos mayores del 3%.

Se ha observado que en casos donde los contenidos superan el 5% se obtiene disminución de resistencia a largo plazo.

El segundo influye en la resistencia, reduciéndola para contenidos superiores a 5%. Para contenidos menores, no tiene mayor trascendencia.

De los compuestos mencionados, los silicatos y aluminatos constituyen los componentes mayores, pero no necesariamente los más trascendentes, pues como veremos posteriormente algunos de los componentes menores tienen mucha importancia para ciertas condiciones de uso de los cementos.

Elaboración de Morteros.

Cantidades de materiales a ser mezclado para “mortero patrón” con una fluidez de 112.11 y relación a/c 0.62, Para un molde de 3 unidades (3 cubos), Cemento g. 250 Gr, Arena g.687.5 Gr, Agua (cm³) 155 Gr.

Para 5% “mortero experimental” Con una fluidez de 108.42 y Relación a/c 0.62 Para un molde de 3 unidades (3 cubos), Cemento 237.5 Gr, Arcilla 12.5 Gr, Arena 687.5 Gr, Agua 155 Gr.

para 7% “mortero experimental” Con una fluidez de 110.14 y Relación a/c 0.62 Para un molde de 3 unidades (3 cubos), Cemento 232.5 Gr, Arcilla 17.5 Gr, Arena: 287.5 Gr, Agua 155 Gr.

Preparación del mortero:

Se prepara el mortero mezclando mecánicamente de acuerdo con el procedimiento descrito en la NTP 334.003

La mezcla y elaboración del mortero patrón se realizó en el laboratorio de la USP de acuerdo a norma y por inspección del asesor de tesis, ing. Dante Salazar.

RESULTADOS.

Resultado de los ensayos a compresión mortero patrón.

La resistencia de mortero patrón ensayado a los 3, 7, 28 días se presentas a continuación en la siguiente tabla.

TABLA 09: Resultados de los ensayos a compresión de morteros patrón.

PATRÓN	EDAD (días)					
	3		7		28	
	PESO	PESO	PESO	PESO	PESO	PESO
P-1	196.75	298.2	207.12	301.5	282.26	302.2
P-2	192.10	295.7	202.42	293.2	279.00	295.4
P-3	205.06	302.5	200.20	294.5	277.85	301.8
PROMEDIO	197.97	298.8	203.22	296.4	279.70	299.8

fuelle: laboratorio de la USP

MORTERO EXPERIMENTAL: 5%

La resistencia de mortero experimental de 5% ensayado a los 3, 7, 28 días se presentas a continuación en la siguiente tabla.

TABLA 10: Resultados de los ensayos a compresión de morteros experimentales 5%.

PATRÓN	EDAD (días)					
	3		7		28	
	PESO	PESO	PESO	PESO	PESO	PESO
P-1	191.92	282.4	210.51	292.4	302.64	301.5
P-2	198.38	282.1	216.84	292.3	306.64	300.0
P-3	197.64	285.6	216.04	294.6	308.56	302.3
PROMEDIO	195.98	283.36	214.46	293.1	305.94	301.26

Fuente: laboratorio de la USP

MORTERO EXPERIMENTAL: 7%

La resistencia de mortero experimental de 7% ensayado a los 3, 7, 28 días se presenta a continuación en la siguiente tabla.

TABLA 11: Resultados de los ensayos a compresión de morteros experimentales 7%.

PATRÓN	EDAD (días)					
	3	7		28		
		PESO		PESO		PESO
P-1	208.49	285.4	214.38	290.4	311.4	300.5
P-2	213.12	286.1	218.20	293.3	308.88	304.0
P-3	211.43	285.6	219.68	290.6	309.8	303.3
PROMEDIO	211.01	285.7	217.42	291.43	310.02	302.6

Fuente: laboratorio de la USP.

consolidado de los resultados de ensayos a la compresión: con morteros patrón y morteros con sustitución de 5% y 7% de arcilla

TABLA 12: Consolidado de resultados a La Compresión-Mortero Patrón y Morteros Experimental De 5% y 7%.

Edad	Patrón	PESO	Arcilla 5%	PESO	Arcilla 7%	PESO
(días)	(kg/cm2)		(kg/cm2)		(kg/cm2)	
3	197.97	298.8	195.98	283.36	211.01	285.7
7	203.22	296.4	214.46	293.1	217.42	291.43
28	279.70	299.8	305.94	301.26	310.02	302.6

Fuente: laboratorio de la USP.

Caracterización de la arcilla

TABLA 13: Caracterización de la arcilla.

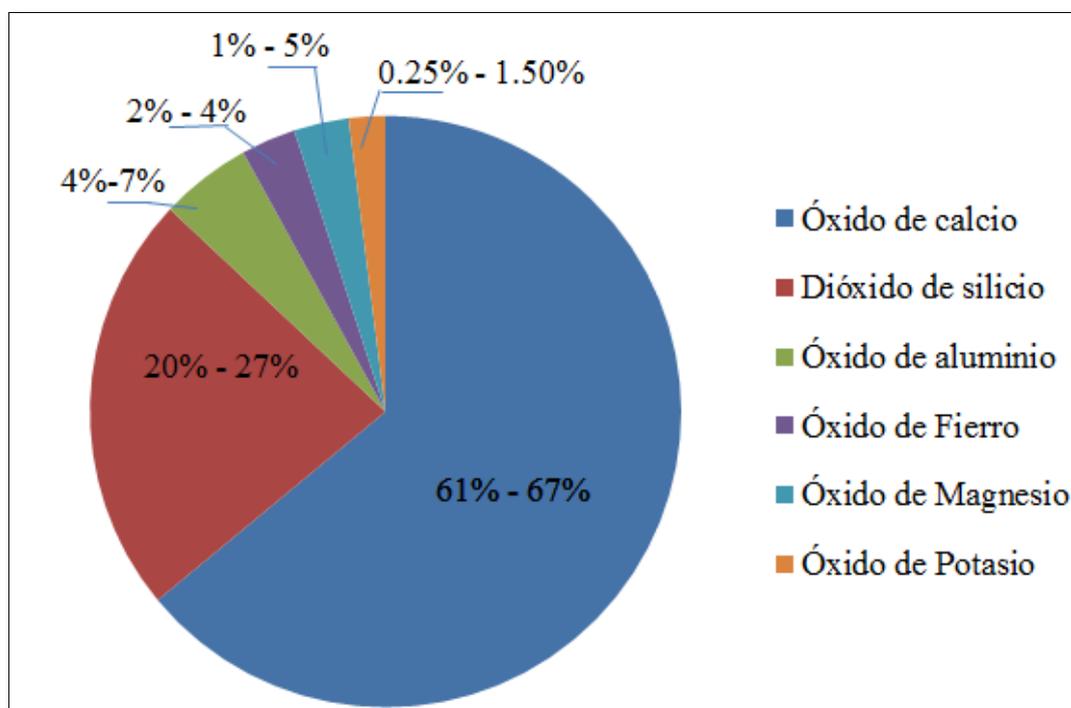
Composición química	Resultados(%)	Método utilizado
Óxido de Silicio (SiO ₂)	67.85	
Óxido de Hierro (Fe ₂ O ₃)	21.32	
Óxido de Calcio (CaO)	2.69	
Óxido de Magnesio (MgO)	3.67	
Óxido de Aluminio (Al ₂ O ₃)	3.65	Espectrometría de Fluorescencia de Rayos x
Óxido de Bario (CaO)	0.42	
Óxido de Manganeso (MnO)	0.27	
Óxido de Zinc (ZnO)	0.09	
Óxido de Cromo (Cr ₂ O ₃)	0.04	

Fuente: Universidad Nacional de Ingeniería.

Interpretación:

De los resultados obtenidos del análisis de Espectrometría de Fluorescencia de Rayos X, se registra la composición química básica del material, teniendo como componentes en altos porcentajes a Aluminio (Al), Silicio (Si) que forman parte de los componentes del cemento. En general se obtuvieron buenos resultados en el análisis ya que podemos sostener que es un material cementante.

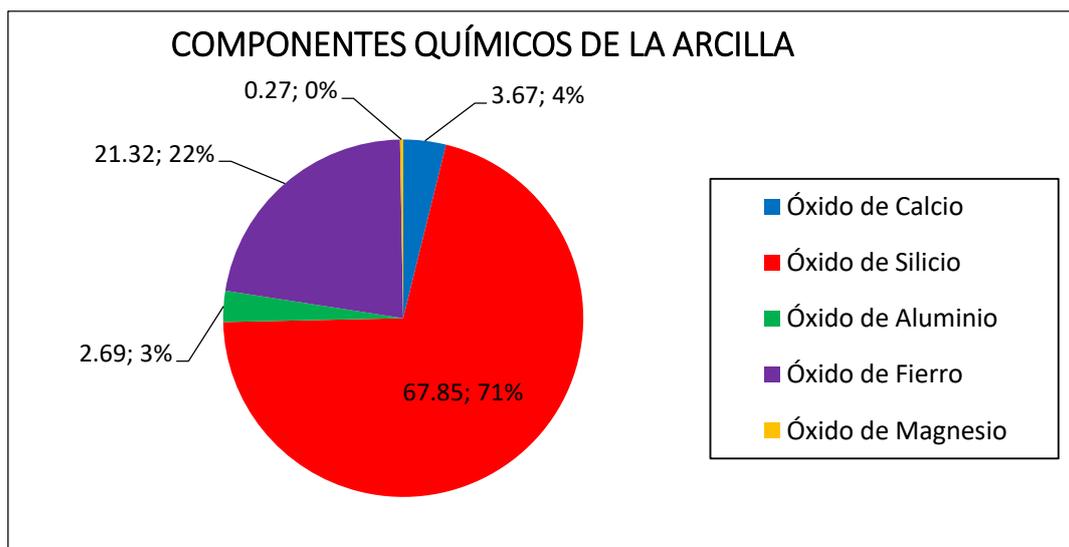
Comparación química del cemento y la arcilla.



Gráfica N° 01: Composición química del cemento

Fuente: Tópicos de tecnología de concreto de Enrique Pasquel

Gráfica N° 02: Composición química de la Arcilla (%)



Fuente: Universidad Nacional de Ingeniería.

Consolidado de las resistencias promedio del mortero patrón y experimental.

TABLA N° 14: Consolidado de resultados

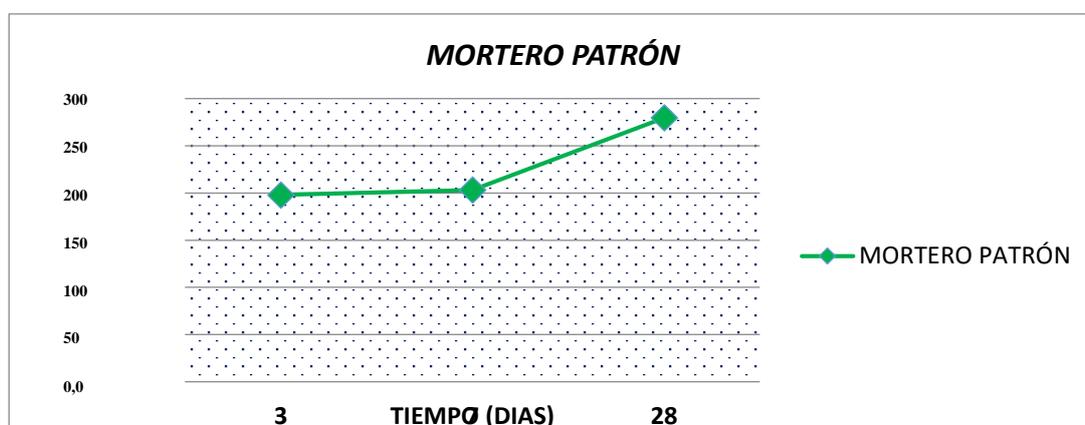
DESCRIPCIÓN	3 Días	PROMEDIO	7 Días	PROMEDIO	28 Días	PROMEDIO
PATRON	196.75	197.97	207.12	203.22	282.26	279.70
	192.10		202.42		279.00	
	205.06		200.20		277.85	
Experimental 5%	191.92	195.98	210.51	214.46	302.64	305.94
	198.38		216.84		306.64	
	197.64		216.04		308.56	
Experimental 7%	208.49	211.01	214.38	217.42	311.40	310.02
	213.12		218.20		308.88	
	211.43		219.68		309.80	

Fuente: laboratorio de la USP.

Los valores promedios de las resistencias fueron consolidados en la tabla anterior para tener una mejor comparación de resultados y comprender la influencia de la arcilla al momento de sustituir el cemento.

Análisis gráfico de los resultados mediante gráficas.

Gráfica 03: Resistencia a la compresión (kg/cm²) – M. patrón Vs. Tiempo



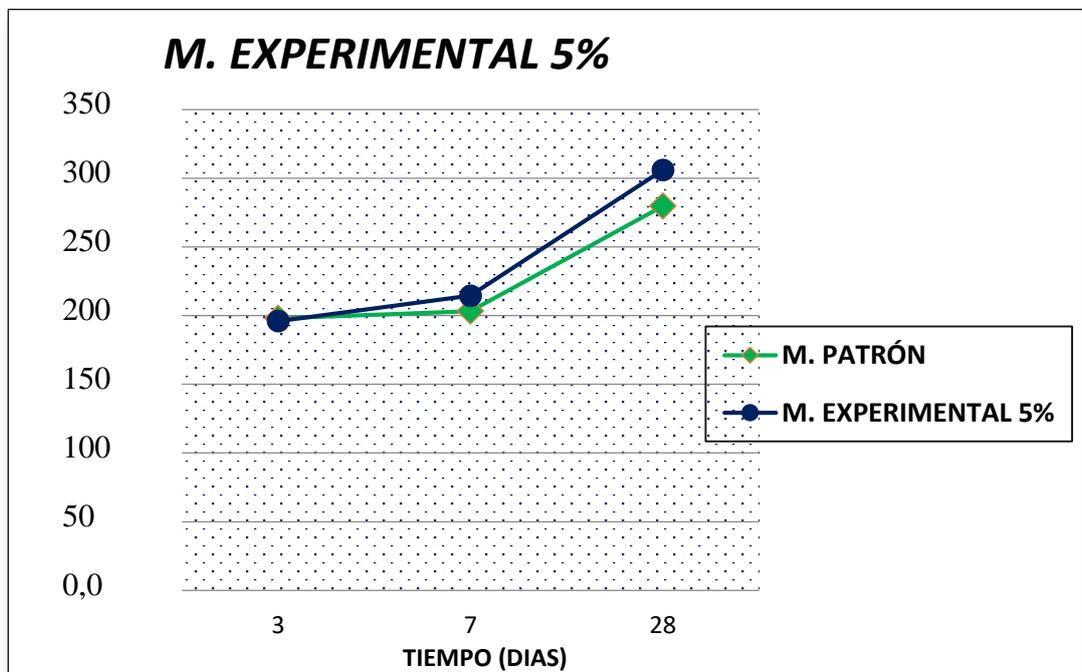
Fuente: Elaboración propia.

Análisis:

De los datos obtenidos de los ensayos a Compresión, se registró que a los 3 días se alcanzó una resistencia promedio de 197.97 Asimismo podemos ver que los resultados registrados a los 7 días se obtuvo un promedio de 203.22 y los ensayos a los 28 días de curado se registró una resistencia promedio de 279.70, Donde podemos observar que la resistencia en el mortero incrementó, En general se obtuvieron buenos resultados de Resistencia.

EXPERIMENTAL 5%

Gráfica N° 04: Comparación de la resistencia a la compresión (Kg/cm²) – M. Experimental 5%



Fuente: Elaboración propia.

Análisis:

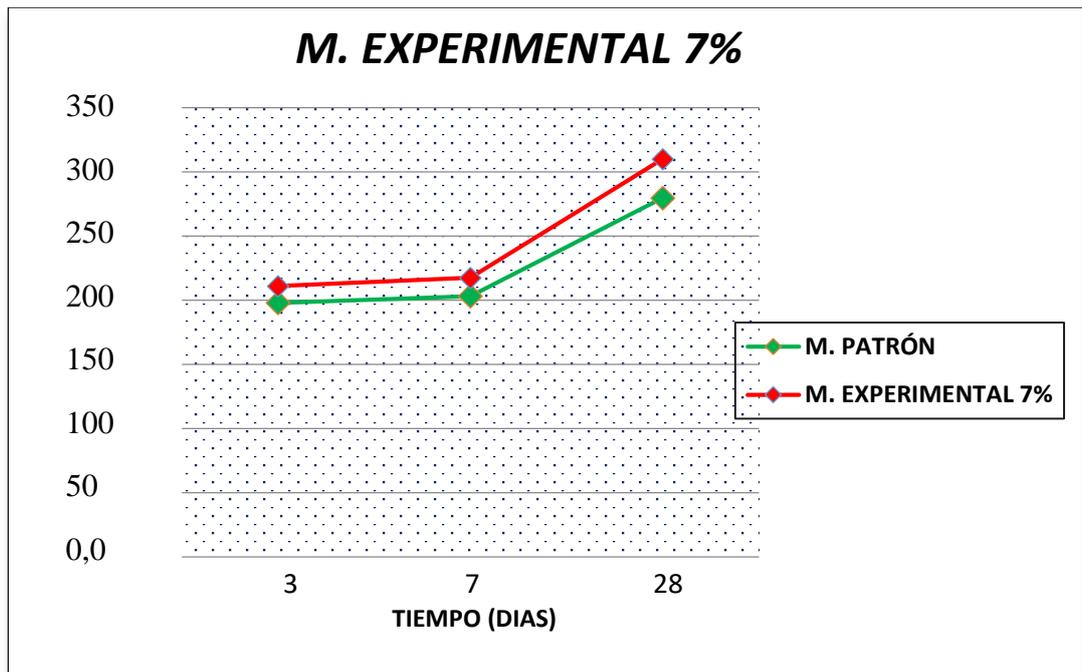
De los datos obtenidos de los ensayos a Compresión, se registró que a los 3 días se alcanzó una resistencia promedio de 195.98 el cual no supero al mortero patrón a los 3 días de curado, Asimismo podemos ver que los resultados registrados a los 7 días se obtuvo un promedio de 214.46 y los ensayos a los 28 días de curado se registró una resistencia promedio de 305.94.

Donde podemos observar que la resistencia en el mortero experimental incrementó, En general se obtuvieron buenos resultados de Resistencia.

EXPERIMENTAL 7%

Gráfica 05: Comparación De La Resistencia a La Compresión (Kg/cm2) –

M. Experimental 7% vs Tiempo



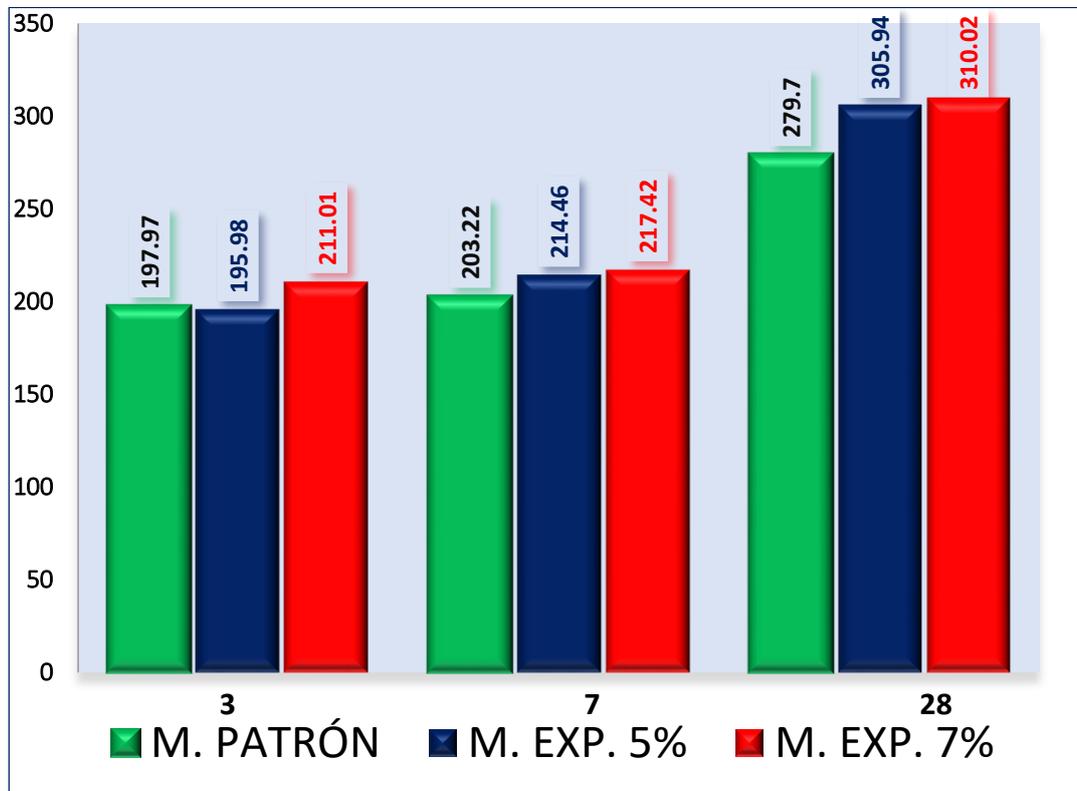
Fuente: Elaboración propia.

Análisis:

De los datos obtenidos de los ensayos a Compresión, se registró que a los 3 días se alcanzó una resistencia promedio de 201.01, Asimismo podemos ver que los resultados registrados a los 7 días se obtuvo un promedio de 217.42 y los ensayos a los 28 días de curado se registró una resistencia promedio de 310.02, Donde podemos observar que las resistencias superaron al mortero patrón, En general se obtuvieron buenos resultados de Resistencia.

Consolidado de resistencias promedio de m. patrón, experimental 5%, experimental 7%.

Gráfico N° 06: Comparación de la resistencia a la compresión (Kg/cm²) – M. Patrón – M. Experimental 5% y M. Experimental 7%



Fuente: Elaboración propia.

Análisis: Comparación de resultados de los morteros patrón y experimentales.

ANÁLISIS Y DISCUSIÓN.

La activación térmica de la arcilla a 550 °C por 2 horas, los precursores puzolánicos de carbonato de calcio y silicio, por acción de la calcinación se convierten en los siguientes porcentajes: 3.67 % de Óxido de calcio, 67.85 % de Óxido de silicio. Estos últimos compuestos con actividad puzolánica estarían permitiendo la sustitución del cemento en el mortero. El bajo porcentaje de Óxido de Calcio posiblemente favorecen con la NO saturación de este componente en el cemento. El alto porcentaje de Óxido de Silicio estaría reforzando la resistencia del mortero en el curado a las edades superiores a los 28 días.

El Óxido de aluminio de 2.69 % es ligeramente menor al del cemento (6,5 %) lo cual también aportaría a la resistencia del mortero experimental.

En morteros los elementos activos que permiten determinar la resistencia son el agua y el cemento, siendo la arena un material felling, en tal sentido se ha determinado su alcalinidad del cemento, de la arcilla activada y del compuesto a un 5% de sustitución del cemento y a un 7% de sustitución, como se muestra en el anexo N° 16. Puesto que este nivel de alcalinidad de estos materiales predispone la adherencia de la mezcla.

Los agregados bien graduados como la arena y una baja relación agua/cemento permiten obtener resistencias altas del mortero, estos materiales de alta resistencia por su costo marginan económicamente a significativos sectores rurales de la población de nuestro país en razón de esto, nuestro proyecto se orienta a desarrollar nuevos materiales con buena resistencia y con costos accesibles.

Analizando los resultados del gráfico N° 06 se puede apreciar lo siguiente: El mortero patrón muestra una resistencia inicial de 197.97 kg/cm² a los 3 días y un crecimiento sostenido hasta 297.70 kg/cm² a los 28 días, este comportamiento es una respuesta a los comportamientos de los materiales finos adecuadamente graduado y una baja relación agua/cemento de 0.62. El mortero experimental con una sustitución de 5% muestra una baja resistencia de 195.98 kg/cm² a los 3 días de curado y aumenta ligeramente a 214.46 kg/cm² a los 7 días de curado, sin embargo, para la edad de 28 días de curado muestra un crecimiento de 305.94 kg/cm², El bajo crecimiento de la resistencia de la sustitución de 5% se debe básicamente al agua incrementada con respecto al patrón de acuerdo a la relación agua/cemento: 0.62. El mortero experimental con una sustitución de 7% muestra una resistencia de 201.01 kg/cm² a los 3 días de curado, y aumenta su resistencia a 217.42 kg/cm² a los 7 días de curado y a los 28 días de curado llega a 310.02 kg/cm² respectivamente sobre pasando al mortero patrón, esto se debe a que existe más cantidad material cementante ya que la sustitución es mayor, también influye el alto contenido de pH del material adicionado.

CONCLUSIONES.

La arcilla al ser activada a 550°C por 2 horas desarrolla una actividad puzolánica que sigue el comportamiento del cemento en el concreto capaz de sustituir parcialmente como se observa en el gráfico N° 06.

La sustitución del cemento por arcilla al 7% ha tenido mejor resultado que la sustitución al 5% a las edades de 3, 7, y 28 días como se observa en la tabla N° 14 y el gráfico N°06.

La sustitución con el 5% de arcilla no logró superar a la de la resistencia patrón a la edad de 3 días de curado, se debe básicamente al agua incrementada con respecto al patrón de acuerdo a la relación agua/cemento, también influye que a menor cantidad de material sustituido bajaría la resistencia ya que no tendría abundancia de los componentes cementantes.

La arcilla tiene un bajo porcentaje de Óxido de Calcio (Ca) 3.67 % que se encuentra por debajo del 67 % de óxido de Calcio del cemento.

Se concluye que, en los análisis de espectrometría de fluorescencia de Rayos X realizados a la arcilla, registran los componentes químicos de Óxido de calcio (Ca) 3.67%, Óxido de silicio (SiO₂) 67.85%.

Los cuales son componentes principales del cemento. Así mismo encontramos al Óxido de Aluminio en un porcentaje de 2.69% lo cual influye negativamente absorbiendo mayor cantidad de agua y produciendo eflorescencia en el concreto, mientras que el Óxido de Calcio encontramos en 3.67% lo cual influye positivamente en el concreto ya que tienen importancia en el calor de la hidratación del concreto.

RECOMENDACIONES.

Seguir realizando investigaciones de porcentajes de sustitución de arcilla mayores al 7% en razón de haber trabajado bien la sustitución de dicho porcentaje.

Realizando un graduado simétrico de la arena y usando el cemento portland tipo I se diseñó el mortero patrón que alcanzó una resistencia 297.70 kg/cm², que podría usarse en estructuras, asentado y nivelado de maquinarias, reforzamiento de vigas y columnas, etc.

El mortero experimental con una sustitución de 5% muestra una resistencia de 195.98 kg/cm² a los 3 días de curado, y aumenta su resistencia a 214.46 kg/cm² a los 7 días de curado y a los 28 días de curado llega a 305.94 kg/cm² respectivamente sobrepasando al mortero patrón, esto se debe a que existe más cantidad material cementante ya que la sustitución es mayor, también influye el alto contenido de pH del material adicionado.

Continuar estudiando este tipo de Arcilla a diferentes temperaturas de calcinación, diferentes tipos de gradación y en diferentes tipos de investigaciones.

En las investigaciones que se desee realizar de mayores porcentajes de sustitución determinar los parámetros de pH del material sólo y la mezcla (cemento + Arcilla). Así como también realizar el análisis químico de la mezcla.

Graduar simétricamente la arena ya que esto ayuda al desarrollo de la resistencia del mortero patrón y experimental.

AGRADECIMIENTO.

A Dios por cuidarme y protegerme durante todo mi camino, por darme fuerzas, salud, sabiduría y entendimiento para alcanzar el logro.

A mi querida Alma Mater, la “UNIVERSIDAD SAN PEDRO”, así como a los docentes que imparten sus conocimientos y experiencias.

AL INGENIERO DANTE SALAZAR SANCHEZ

mi tutor académico, por su asesoría y colaboración en la elaboración de este proyecto.

Dedico esta tesis a mi madre que ha sabido formarme a pesar de las adversidades con buenos ejemplos y valores, lo cual me ha ayudado a salir siempre adelante en todas las circunstancias de mi vida.

A mi ESPOSA E HIJA por brindarme su apoyo y comprensión para incrustar nuevos valores de superación.

A mis COMPAÑEROS Y AMIGOS que me brindaron su apoyo y por compartir conmigo muchos momentos de locura y de amistad verdadera.

A las personas e instituciones que tuvieron la gentileza de donar materiales y documentación técnica, que hicieron posible la parte experimental de la presente tesis.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.

Alujas, A. (2010). Empleo de Arcillas Caoliníticas de Bajo Grado Activadas Térmicamente como una Alternativa para el Reemplazo Parcial de Cemento Portland. Revista CENIC Ciencias Químicas, vol. 41, pp. 1-10.

Abanto, Flavio. (2003). Tecnología del Concreto. Perú: Editorial San Marcos.

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>.

Céspedes, 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. Cotera, G. (1962).” Tecnología de concreto”

Cotera, G. (1962). “tecnología del concreto diseño de mezclas” Revista – UNI.

ceramistas de Ancash (Perú) Para la Caracterización de la Cerámica Prehispánica. Bull Inst, 25(1), 17-41.

Normas ASTM C192 laboratorio "Curado estándar de especímenes sujetos a pruebas de resistencia".

Pasquel, E. (1998). “Tópicos de Tecnología del Concreto en el Perú” (Segunda Edición).

Pizarra, R. (1998), Arcillas Activadas por Lixiviación Parcial con Ácido Sulfúrico, Tesis de Ingeniería Química. Universidad Mayor de San Marcos, Perú.

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

Sanjuán Barbudo, M. Á., & Castro Borges, P. (2001). Acción de los agentes químicos y físicos sobre el concreto.

Sun kou, M. (2004). Preparación de Filtros de Adsorción a Base de Arcillas Modificadas. Perú: Guzlop Editoras.

Singh N.B, V.D. Singh, S. Rai. Hydration of bagasse ash-blended Portland cement Cem Concr Res, 2000, 30: 1485-1488.

Kosmatka S

. H., & Kerkhoff, B. (2004). Diseño y control de mezclas de concreto.

ANEXOS Y APÉNDICES.

anexo n° 1 análisis térmico diferencial y análisis térmico gravimétrico.

 UNIVERSIDAD NACIONAL DE TRUJILLO
Departamento de Ingeniería de Materiales

FACULTAD DE INGENIERÍA
Laboratorio de Polímeros

Trujillo, 23 de Mayo del 2017

INFORME N° 61 - MAY 17

Solicitante: Calsamillas Salas Arcio - Universidad San Pedro Chimbote

RUC/DNI:

Supervisor:

1. MUESTRA: Arcilla (1 gr)

N° de Muestras	Código de Muestra	Cantidad de muestra ensayada	Procedencia
1	AM-61M	48.2 mg

2. ENSAYOS A APLICAR

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

3. EQUIPO EMPLEADO Y CONDICIONES

- Analizador Térmico simultáneo TG,DTA,DSC Cap. Máx.: 1600°C SetSys_Evolution, cumple con normas ASTM ISO 11357, ASTM E967, ASTM E968, ASTM E793, ASTM D31895, ASTM D3417, ASTM D3418, DIN 51004, DIN 51007, DIN 53765.
- Tasa de calentamiento: 20 °C/min
- Gas de Trabajo - Flujo: Nitrogeno, 10 ml/min
- Rango de Trabajo: 25 - 900 °C.
- Masa de muestra analizada: 48.2 mg

Jefe de Laboratorio: Ing. Danny Chávez Novoa

Analista responsable: Ing. Danny Chávez Novoa


Ing. Danny Chávez Novoa
Ing. Danny Chávez Novoa

Tel.: 0431 519627/519628/519629/519630 Fax: 0431 519631/519632/519633 E-mail: ingenieria@untrujillo.edu.pe / ingenieria@untrujillo.edu.pe / No. San Pedro 11-46 - Ciudad Universitaria - Trujillo - Perú

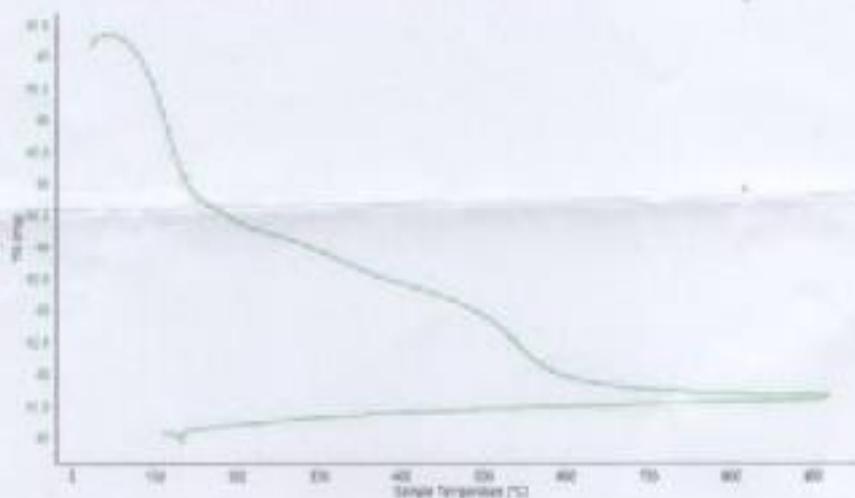


Trujillo, 23 de Mayo del 2017

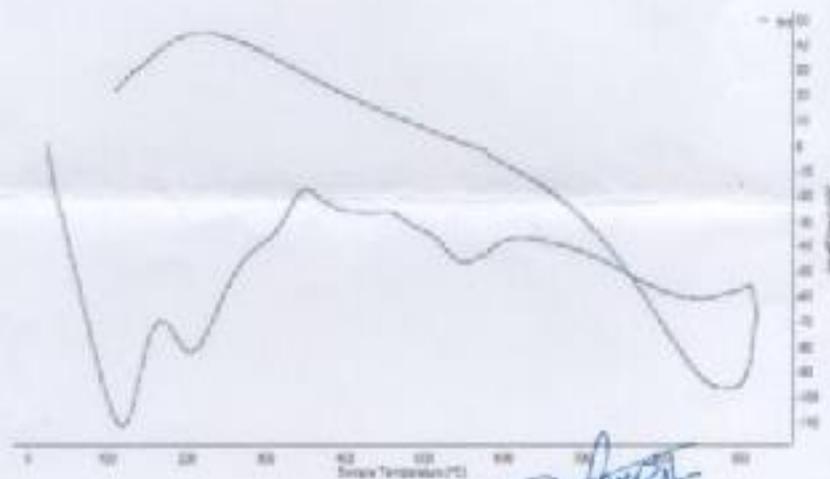
INFORME N° 61 - MAY 17

4. Resultados:

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



ii- Curva Calorimétrica ATD



[Handwritten Signature]
Cayetano Olivares
INGENIERO DE MATERIAS PLÁSTICAS
I. C. 2014/0111



Trujillo, 23 de Mayo del 2017

INFORME N° 61 - MAY 17

5. CONCLUSION:

1. Según el análisis Termo gravimétrico se muestra la pérdida de masa en función a la temperatura indicando dos regiones donde se hace más intensa la pérdida, la primera en un rango entre 80 y 120°C y la segunda entre 250 y la segunda menos intensa entre 500 y 550°C, posteriormente la pérdida es gradual. El material llega a perder un aproximado de 12% de masa, respecto a su masa inicial a la temperatura máxima de ensayo.
2. De acuerdo al análisis calorimétrico, la curva muestra una pequeña banda de absorción térmica a aproximadamente 105°C y a 210°C y posteriormente un ligero pico endotérmico a 550°C habiendo gran probabilidad de existir algún cambio estructural del material.

Trujillo, 23 de Mayo del 2017



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



INFORME DE ENSAYO N° 20170525-017

Pag. 1 de

SOLICITADO POR : CABANILLAS SALAS SANTOS ARECIO
 DIRECCIÓN : Heroes Del Cenepa S/N - Cajamarca
 PRODUCTO DECLARADO : ABAJO INDICADOS.
 CANTIDAD DE MUESTRA : 01 muestras
 PRESENTACIÓN DE LA MUESTRA : En bolsa de polietileno cerrada.
 FECHA DE RECEPCIÓN : 2017-05-25
 FECHA DE INICIO DEL ENSAYO : 2017-05-25
 FECHA DE TERMINO DEL ENSAYO : 2017-05-25
 CONDICIÓN DE LA MUESTRA : En buen estado.
 ENSAYOS REALIZADOS EN : Laboratorio de Físico Químico.
 CÓDIGO COLECBI : SS 170525-10

RESULTADOS

MUESTRA	ENSAYOS
	pH
ARCILLA	5,68

METODOLOGÍA EMPLEADA

pH : Potenciométrico.

NOTA:

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

Fecha de Emisión : Nuevo Chimbote, Mayo 23 del 2017.

DVY/jms

Denis M. Vargas Yepéz
 Jefe de Laboratorio
 Físico Químico
 COLECBI S.A.C.





CORPORACIÓN DE LABORATORIOS DE ENSAYOS
CLÍNICOS, BIOLÓGICOS E INDUSTRIALES

“COLECBI” S.A.C.

REGISTRADO EN LA DIRECCIÓN GENERAL DE POLÍTICAS Y DESARROLLO PRODUCTIVO - PERÚ

REGISTRO DE ENSAYO N° 20170518-007

Pág. 1 de 1

SOLICITADO POR	CABRILLAS SALAS SANTOS ARECQ
DIRECCIÓN	V2 Hermanos Del Cauce SN - Cajamarca
PRODUCTO DECLARADO	ABAJO INDICADOS
CANTIDAD DE MUESTRA	03 muestras
PRESENTACIÓN DE LA MUESTRA	En bolsa de polietileno cerrada
FECHA DE RECEPCIÓN	2017-05-09
FECHA DE INICIO DEL ENSAYO	2017-05-09
FECHA DE TÉRMINO DEL ENSAYO	2017-05-09
CONDICIÓN DE LA MUESTRA	En buen estado
ENSAYOS REALIZADOS EN	Laboratorio de Fines Generales
CÓDIGO COLECBI	05 199804

RESULTADOS *álcalos*

MUESTRA	ENSAYOS
	pH
CEMENTO 100%	14.42
CEMENTO 80% + ARCILLA 7%	14.37
CEMENTO 80% + ARCILLA 6%	14.35

METODOLOGÍA EMPLEADA

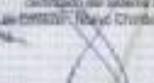
pH - Potenciométrico

NOTA:

- Informe de ensayo emitido en base a resultados realizados por COLECBI S.A.C.
- Los resultados presentados corresponden sólo a la muestra ensayada.
- Cada resultado de este análisis no debe ser utilizado como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificación del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Fecha de Emisión: Nuevo Chimbote, Junio 12 del 2017

DY/ma


David M. Vargas Peckel
Gerente General
Fines Generales
COLECBI S.A.C.

U: 000000
R: 000000
F: 000000

Prohibida la reproducción total o parcial de este informe
en la Administración Central de COLECBI S.A.C.

Urb. Buenos Aires Mz. A - Lt. 7 - Etapa - Nuevo Chimbote - Telefax: 043-310752
Nrodel: 8392893 - RPM # 902966 - Apartado 127
e-mail: colecbi@speedy.com.pe / medioambiente_colecbi@speedy.com.pe
Web: www.colecbi.com

anexo n° 3 limite líquido y limite plástico.



UNIVERSIDAD SAN PEDRO

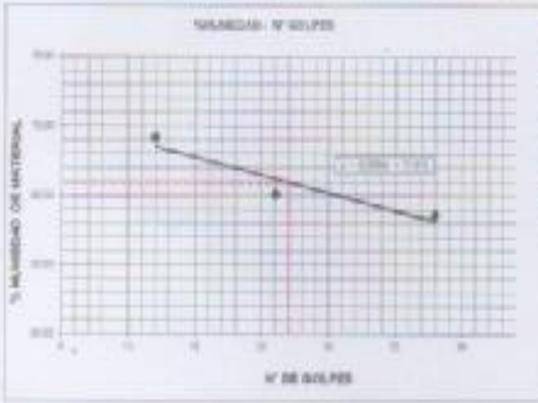
ESUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES

LIMITE LIQUIDO Y LIMITE PLASTICO

(MTC E-110, E-111, ASTM D-4318 y MTC E-110, AASHTO T99, T90)

SOLICITA : BACH. CABANILLAS SALAS SANTOS ARECIO
 TESIS : RESISTENCIA DE MORTEROS CON CEMENTO SUSTITUIDO EN 5% Y 7% POR ARCILLA DE LA PROVINCIA SAN MARCOS-CAJAMARCA
 MATERIAL : ARCILLA
 LUGAR : SAN MARCOS-CAJAMARCA-CAJAMARCA
 FECHA : 17/06/2017
 PROFESOR : I.00

Mts. DE ENSAYO	LIMITE LIQUIDO			LIMITE PLASTICO		
	1	2	3	1	2	3
PESO TARA + BALO (4.0000 gr.)	36.30	40.50	41.20	26.60	13.30	13.80
PESO TARA + SUELO SECO (gr.)	28.90	34.90	33.90	18.10	13.20	13.60
PESO DE LA TARA (gr.)	18.20	14.10	21.30	14.40	10.70	10.20
PESO DEL AGUA (gr.)	7.40	8.60	7.90	1.30	2.70	0.70
PESO SUELO SECO (gr.)	10.70	13.20	12.60	4.70	2.50	2.40
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	69.16	65.15	62.69	27.66	28.80	29.17
Nº DE GOLPES	15	24	30	28.28		



GRANDEZA: Nº GOLPES

% HUMEDAD DE MATERIAS

Nº DE GOLPES

LIMITE LIQUIDO	
MTC E-110, E-111 y ASTM D-4318 y AASHTO T99	%
LL	28.28

LIMITE PLASTICO	
MTC E-111, ASTM D-4318 y AASHTO T99	%
LP	28.28

INDICE DE PLASTICIDAD	
ASTM D-4318	%
IP	37.71



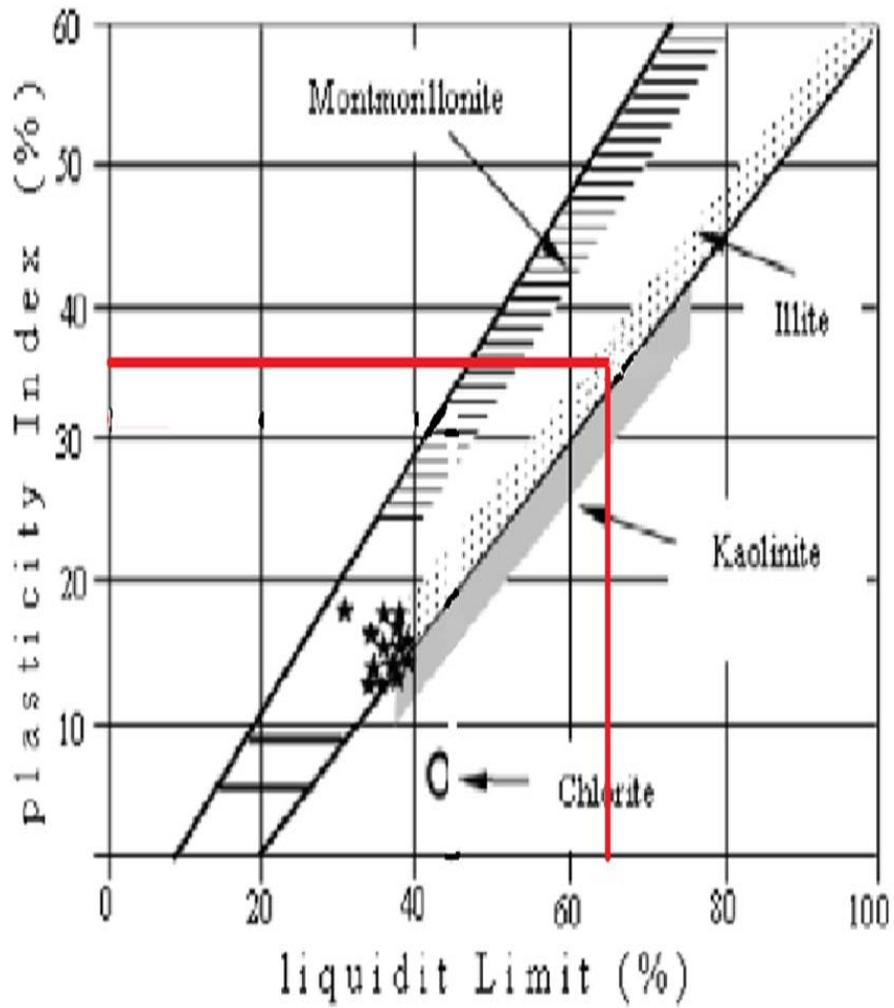
UNIVERSIDAD SAN PEDRO
 Facultad de Ingeniería Civil
 Laboratorio de Mecánica de Suelos y Ensayo de Materiales
 Ing. Jorge Montalvo Rojas
 M.Sc.

www.usanpedro.edu.pe

Ciudad Universitaria - Urb. Los Pinos Mz. Basal - Cumbaza
 Telf. 590-279317
 Email: insyem@usanpedro.edu.pe

anexo n° 4 grafica de los límites: liquido-plástico.

ARCILLA – ILLITE



anexo n° 5 análisis químico uní espectrometría de fluorescencia de rayos X.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
FACULTAD DE CIENCIAS
LABICER (Laboratorio N° 12)
ANÁLISIS QUÍMICO, CONSULTORÍA E INVESTIGACIÓN



INFORME TÉCNICO N° 0717 – 17 – LAB. 12

1. DATOS DEL SOLICITANTE
 - 1.1 NOMBRE : CABANILLAS SALAS SANTOS ARECIO
 - 1.2 DNI : 46011319
2. CRONOGRAMA DE FECHAS
 - 2.1 FECHA DE RECEPCIÓN : 26 / 05 / 2017
 - 2.2 FECHA DE ENSAYO : 29 / 05 / 2017
 - 2.3 FECHA DE EMISIÓN : 01 / 06 / 2017
3. ANÁLISIS SOLICITADO : ANÁLISIS DE COMPOSICIÓN QUÍMICA
4. DATOS REFERENCIALES DE LA MUESTRA
 - 4.1 IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA : 01 MUESTRA DE ARCILLA
 - 4.2 TESIS : RESISTENCIA DE MORTEROS CON CEMENTO SUSTITUIDO AL 5% Y 7% POR ARCILLA DE LA PROVINCIA DE SAN MARCOS - CAJAMARCA
5. LUGAR DE RECEPCIÓN : LABORATORIO LABICER - FACULTAD DE CIENCIAS
6. CONDICIONES AMBIENTALES : Temperatura: 25 °C; Humedad relativa: 62%
7. EQUIPO UTILIZADO : Espectrómetro de Fluorescencia de Rayos X. SHIMADZU, EDX 800-HS.
8. RESULTADOS
 - 8.1 COMPOSICIÓN QUÍMICA ELEMENTAL

COMPOSICIÓN QUÍMICA	RESULTADO (%)	MÉTODO UTILIZADO
Silicio (Si)	67.35	Espectrometría de Fluorescencia de Rayos X
Hierro (Fe)	21.83	
Calcio (Ca)	3.75	
Magnesio (Mg)	3.27	
Aluminio (Al)	3.19	
Bario (Ba)	0.31	
Manganeso (Mn)	0.22	
Zinc (Zn)	0.05	
Cromo (Cr)	0.04	



[Handwritten signature]

8.2 COMPOSICIÓN QUÍMICA EXPRESADA COMO OXIDOS

COMPOSICIÓN QUÍMICA	RESULTADO (%)*	MÉTODO UTILIZADO
Oxido de Silicio (SiO ₂)	67.85	Espectrometría de Fluorescencia de Rayos X
Óxido de Hierro (FeO)	21.32	
Óxido de Aluminio (AlO ₃)	2.69	
Óxido de Calcio (CaO)	3.67	
Óxido de Magnesio (MgO)	3.65	
Óxido de Bario (CaO)	0.42	
Óxido de Manganeso (MnO)	0.27	
Óxido de Zinc (ZnO)	0.09	
Óxido de Cromo (Cr ₂ O ₃)	0.04	

*Los resultados de porcentaje de óxidos fueron calculados del análisis elemental.

9. DEL INFORME TÉCNICO

Los resultados de este Informe técnico son válidos solo para la muestra proporcionada por el solicitante del servicio en las condiciones indicadas del presente informe técnico.


Bach. Jesús Utano Reyes
Analista Químico
LABICER -UNI


M.Sc. Otilia Acha de la Cruz
Responsable de Análisis
Jefa de laboratorio
CQP 202

(*) El Laboratorio no se responsabiliza del muestreo ni de la procedencia de la muestra.

ANEXO

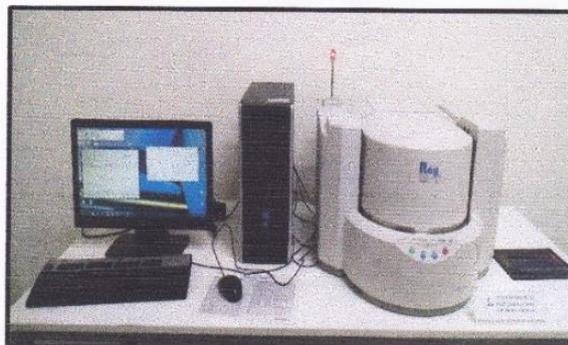


FIGURA 1. ESPECTRÓMETRO DE FLUORESCENCIA DE RAYOS X

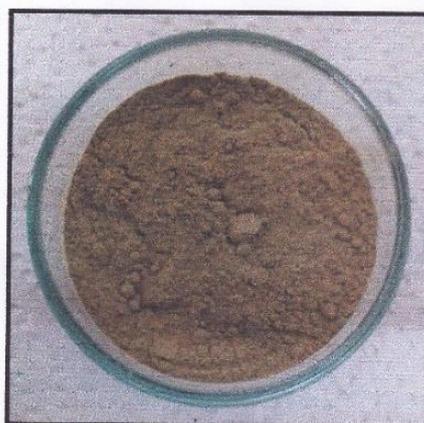
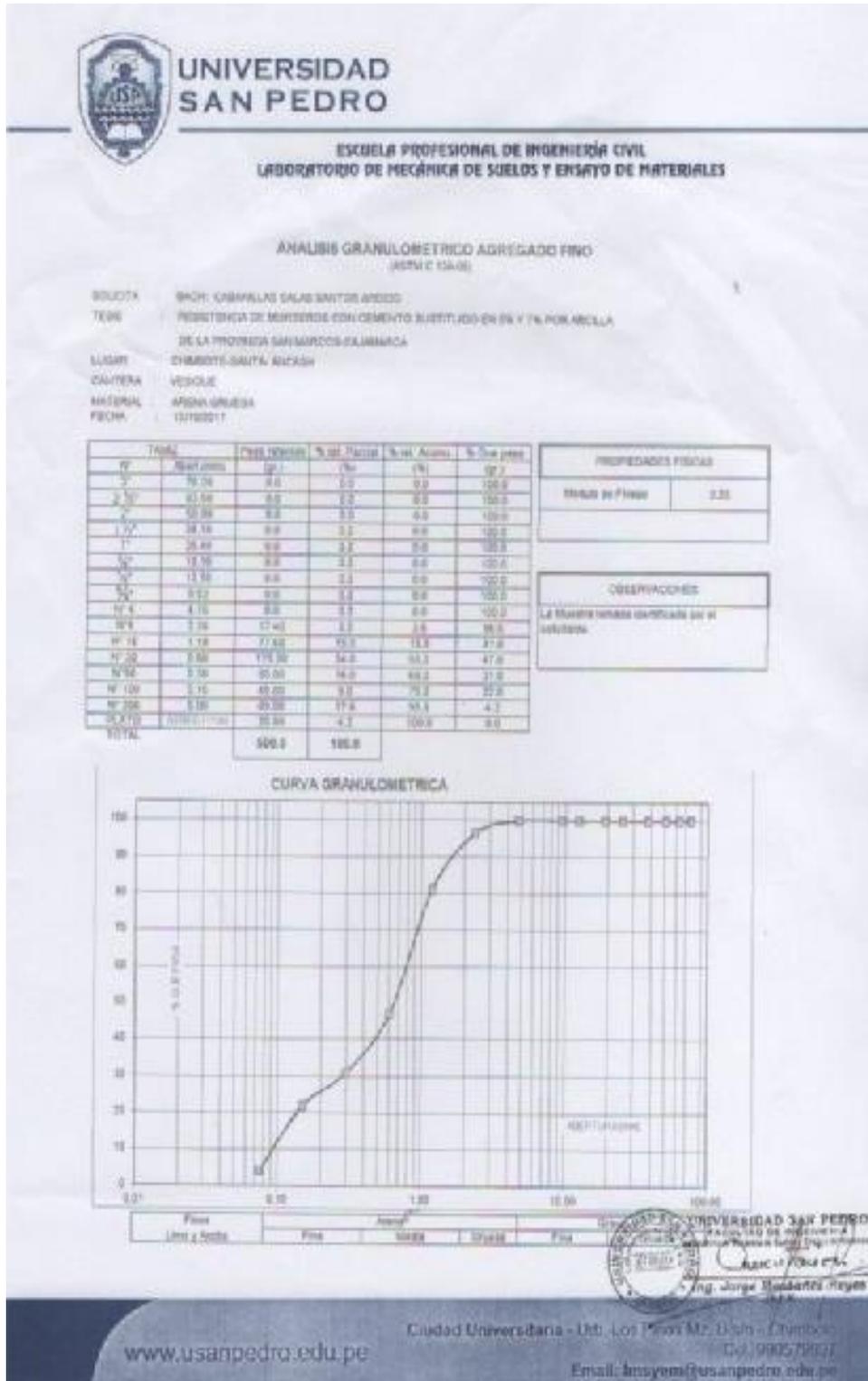


FIGURA Nº2. FOTOGRAFÍA DE LA MUESTRA



Anexo N°6: Análisis realizados en la Universidad San Pedro.





**PRUEBA UNITARIO DEL AGREGADO FINO
(AENM CV / CENM - 16)**

UBICACIÓN: DISTRITO DE SAN PEDRO DE SACABAMBILLA
 TÍTULO: RESOLUCIÓN DE GERENTE DE COMISIÓN DE INSTITUCIÓN EN INGENIERÍA CIVIL
 DE LA PROVINCIA SAN MARTÍN CALAMARCA
 ALUMNO: CHRISTOPHER GARCÍA ANDRÉS
 CONTROL: JESSICA
 MATERIA: MECÁNICA DE SUELOS
 FECHA: 11/05/2017

PRUEBA UNITARIO SUELO

Grupos M ²	01	02	03
Presión de estado + humedad	2900	2900	2900
Presión de estado	2700	2700	2700
Presión de humedad	4474	4474	4474
Presión de estado	2788	2788	2788
Presión unitaria (logos)	1807	1807	1811
Presión unitaria (logos) (logos)		101	
Presión unitaria (logos) (logos)		100	

PRUEBA UNITARIO COMPACTADO

Grupos M ²	01	02	03
Presión de estado + humedad	8350	8350	8350
Presión de estado	7500	7500	7500
Presión de humedad	3024	3024	3024
Presión de estado	2788	2788	2788
Presión unitaria (logos)	1907	1807	1807
Presión unitaria (logos) (logos)		101	
Presión unitaria (logos) (logos)		100	



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
 INSTITUCIÓN DE EDUCACIÓN SUPERIOR
 Calle: 990528817
 Ing. Jorge Margarita Rojas
 16/05/2017



**GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCION AGREGADO FINO
(Segun norma ASTM C-127)**

ESCUELA: INGEN. CONSTRUCCION Y OBRAS DE BARRIO
 SESO: RESISTENCIA Y MATERIALES CON CORREO INSTITUCIONAL CIVIL Y TALLER METALIA
 DE LA PROVINCIA DE SAN PEDRO - CALABEZA
 USOP: CENTRO DE INVEST. Y DESAR.
 CARRERA: INGENIERIA
 MATERIA: MATERIALES
 NOMBRE: []

A.	Peso de material seco (g)	300.50	301.00
B.	Peso de agua (g)	493.50	494.00
C.	Volúmen de agua (ml)	493.50	494.00
D.	Peso de agregado + agua (g)	853.80	854.80
E.	Volúmen de agua + volumen de agregado (ml)	110.10	110.10
F.	Peso de material seco (g)	299.50	299.50
G.	Volúmen de agua (ml)	108.40	108.40
H.	P.A. Base Seca (g)	2.708	2.708
I.	P.A. Base Seca (g)	2.708	2.708
J.	P.A. Agregado Base Seca (g)	2.752	2.752
K.	Absorción (%)	0.17	0.17

P.A. Base (Base Seca) : 2.708
 P.A. Base (Base Saturada) : 2.726
 P.A. Agregado (Base Seca) : 2.752
 Absorción (%) : 0.17

UNIVERSIDAD SAN PEDRO
 FACULTAD DE INGENIERIA
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES
 [Firma]
 ING. VICTOR [Firma]
 P.E.E.



CONTENIDO DE HUMEDAD AGRISADO (FM)
(ASTM D 153)

SOLICITA : BACH. CASARELLAS SALAS SANTOS ARDIDI
TESIS : RESISTENCIA DE MORTEROS CON CEMENTO SUSTITUIDO EN 5% Y 7% POR ARELLA
DE LA PROVINCIA SAN MARCOS-CAJAMARCA
LUGAR : CHIMBOTE-SANTA ANA-ANCAON
CANTERA : VEDIQUE
MATERIAL : ARENA GRUESA
FECHA : 17/10/2017

PRUEBA N°	(1)	(2)
TARA N°		
TARA + SUELO HUMEDO (gr)	913.1	945.1
TARA + SUELO SECO (gr)	800.1	803.1
PESO DEL AGUA (gr)	1.0	1.2
PESO DE LA TARA (gr)	201	206.1
PESO DEL SUELO SECO (gr)	597.1	577.1
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	0.48	0.80
PROM. CONTENIDO HUMEDAD (%)		0.65



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
FACULTAD DE INGENIERÍA
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES
Ing. Jorge Alvarado Rojas
2017

Anexo N° 7 Diseño de mezclas patrón y experimentales 5% y 7%.



**UNIVERSIDAD
SAN PEDRO**

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

**ENSAYO PARA LA DETERMINACIÓN DE FLUIDEZ DE LAS PASTAS DE
MORTERO-PATRÓN
(MTC E 016-NTP 334.126)**

OBJETO: DISEÑO DE MEZCLAS DE CEMENTO Y AGUA.
TÍTULO: DETERMINACIÓN DE LA FLUIDEZ DE MEZCLAS DE CEMENTO Y AGUA.
LUGAR: LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES.
MATERIAL: CEMENTO PORTLAND.
PROCEDIMIENTO: NTP 334.126.
MATERIALES: CEMENTO PORTLAND.

DIÁMETRO (mm)	DIÁMETRO PROMEDIO	DIÁMETRO NOMINAL	FLUIDEZ (%)
25.00	25.50	18.00	112.18
27.40			
29.80			
32.20			
34.60			

OBSERVACIÓN: La fluidez se debe encontrar dentro del rango: 110 ± 5%.



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
FACULTAD DE INGENIERÍA
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES
Ing. Jorge Humberto Rojas
USP

www.usanpedro.edu.pe

Ciudad Universitaria - Urb. Los Pinos Mz. B.16n - Chimbote
Tel. 590541003
Email: bsayemi@usanpedro.edu.pe



ENSAYO PARA LA DETERMINACION DE FLUIDEZ DE LAS PASTAS DE
MORTERO-EXPERIMENTAL 8%
(MTO E 616-NTP-334.126)

CUANTIA: 04PCS. CÁMPLAS SALASOPROAPEC
TIPO: RESISTENCIA DE MORTERO CON CEMENTO SUSTITUIDO EN SU 17% POR ARELLA
DE LA FORTALEZA SARMIENTO CALAMUCHA
USAR: DIÁMETRO DE 21.5MM
MATERIAL: MORTERO DE CEMENTO
CÓDIGO: 0000017
RELACION: 400/1100000 040

FLUIDEZ	DIÁMETRO PROMEDIO	DIÁMETRO NOMINAL	FLUIDEZ %
28.10	21.58	20.00	108.42
28.00			
28.40			
28.20			

OBSERVACION: La fluidez se debe encontrar entre del rango 110 +/-5%.



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
Escuela Profesional de Ingeniería Civil
Laboratorio de Mecánica de Suelos y Ensayo de Materiales
Ing. Jorge Montaña Rojas
JORN



**UNIVERSIDAD
SAN PEDRO**

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

**ENSAYO PARA LA DETERMINACION DE FLUIDEZ DE LAS PASTAS DE
MORTERO-EXPERIMENTAL 7%
(NTP E 615-NTP 334.120)**

EQUIPO: ENCH LAMPARAS DE ALUMINUMO
 TUBO: HERRERIA DE ACEROS CON UN DIAMETRO ENCH + 10.00 MM
 DE LA PROBETA DE ACEROS
 USAP: DIRECTORIA ACADÉMICA
 MATERIA: MECA-3123
 FECHA: 01/05/11
 RELACION: ANEXO 112

DIÁMETRO	DIAMETRO PROBLEMA	DIAMETRO BUCAL	FLUIDEZ %
21.20	21.20	10.16	105.54
21.60			
21.40			
21.20			

OBSERVACION: La Fluida se debe envolver dentro del rango: 100 a 200.

UNIVERSIDAD SAN PEDRO
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES
 Ing. Jorge Hernández Rojas
 J.P.C.



UNIVERSIDAD SAN PEDRO

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

ENSAYO A LA COMPRESION DE CUBOS 5.0x cm (ASTM C 109)

SUBJETA : DASH CABRILLAS SALAS SANTOS ARSICIO
 TEMA : RESISTENCIA DE MORTEROS CON CEMENTO SUSTITUIDO EN 8% Y 7% POR ARELLA
 DE LA PROVINCIA SAN MARCOS-CAJAMARCA
 LOCAL : CHIMOTE-SANTA RUCASH
 FECHA : 17/06/2017

N°	FECHA DE ELABORACION	FECHA DE BATERIA	Fuerza Nuevos	Superficie cm ²	Longitud cm	Longitud cm	Longitud cm	Area cm ²	CMPS Muestras	Elasticidad Kg/cm ²
01	PATRON 3 DIAS	23/06/2017	289.2	2.280	1.00	1.00	1.00	21.00	300.00	136.31
02	PATRON 3 DIAS	23/06/2017	285.7	2.328	1.00	1.00	1.00	21.00	300.00	133.71
03	PATRON 3 DIAS	23/06/2017	302.5	2.418	1.00	1.00	1.00	21.00	300.00	137.32
04	PATRON 7 DIAS	27/06/2017	301.5	2.280	1.00	1.00	1.00	21.00	300.00	136.75
05	PATRON 7 DIAS	27/06/2017	281.2	2.327	1.00	1.00	1.00	21.00	300.00	130.45
06	PATRON 7 DIAS	27/06/2017	294.5	2.347	1.00	1.00	1.00	21.00	300.00	135.00
07	PATRON 28 DIAS	18/07/2017	303.2	2.280	1.00	1.00	1.00	21.00	300.00	139.39
08	PATRON 28 DIAS	18/07/2017	295.8	2.326	1.00	1.00	1.00	21.00	300.00	137.00
09	PATRON 28 DIAS	18/07/2017	301.8	2.406	1.00	1.00	1.00	21.00	300.00	136.50





**ENSAYO A LA COMPRESION DE CUBOS 9.85 cm-EXPERIMENTAL-8%
(ASTM C 109)**

ALUMNO : BACH. CABALLAS SALAS SANTOS ARECIO
 TEMA : RESISTENCIA DE MORTEROS CON CEMENTO SUSTITUIDO EN 8% Y 7% POR ARCILLA
 DE LA PROVINCIA SAN MARCOS-CAJAMARCA
 LOCAL : CHIMBOTE-SANTA ANA
 FECHA : 17/05/2017

TESTIGO	FECHA DE EJECUCION	Peso Muestra (gr)	Densidad (gr/cm ³)	Longitud (cm)	Longitud (cm)	Longitud (cm)	Área (cm ²)	Carga Máxima (kg)	Resistencia (kg/cm ²)
II- EXPERIMENTAL 3 DIAS	23/06/2017	282.4	2.259	5.00	5.00	5.00	25.00	239.00	23.94
III- EXPERIMENTAL 3 DIAS	23/06/2017	282.1	2.221	5.00	5.00	5.00	25.00	207.00	22.84
IV- EXPERIMENTAL 3 DIAS	23/06/2017	285.5	2.278	5.00	5.00	5.00	25.00	247.00	24.28
V- EXPERIMENTAL 7 DIAS	23/06/2017	282.4	2.321	5.00	5.01	5.00	25.00	230.00	23.19
VI- EXPERIMENTAL 7 DIAS	23/06/2017	292.3	2.320	5.01	5.00	5.00	25.00	245.00	23.82
VII- EXPERIMENTAL 7 DIAS	23/06/2017	284.8	2.347	5.00	5.00	5.00	25.00	245.00	23.64
VIII- EXPERIMENTAL 28 DIAS	19/07/2017	301.8	2.383	5.00	5.00	5.01	25.00	298.00	30.40
IX- EXPERIMENTAL 28 DIAS	19/07/2017	300.0	2.372	5.00	5.00	5.00	25.00	298.00	30.00
X- EXPERIMENTAL 28 DIAS	19/07/2017	302.3	2.408	5.00	5.00	5.00	25.00	314.00	30.80



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
 FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES
 Ing. Jorge Higinio Rojas
 C.E.S.

Panel Fotográfico.



Foto n° 01: vista de la ruta Cajamarca-san marcos



Foto N° 02: Vista de la prueba de la botella.



Foto n° 03 una vez removida la arcilla en la botella fue dejada reposar durante 24 horas



Foto n° 04 vista de la extracción de la arcilla



Foto n° 05 lavado de la arcilla.



Foto n° 06 vista de la arcilla en proceso de secado.



Foto n° 07 vista del tamizado de la arcilla



Foto n° 08 Trituración manual en batán



Foto n° 09 Tamisado a través de la malla n°200



Foto n° 10 vista de los ensayos de límite líquido y límite plástico.



foto n° 11 vista de los ensayos de límite plástico.



foto n° 12 vista de la arcilla activada



Foto n° 13 vista de la cantera de arena

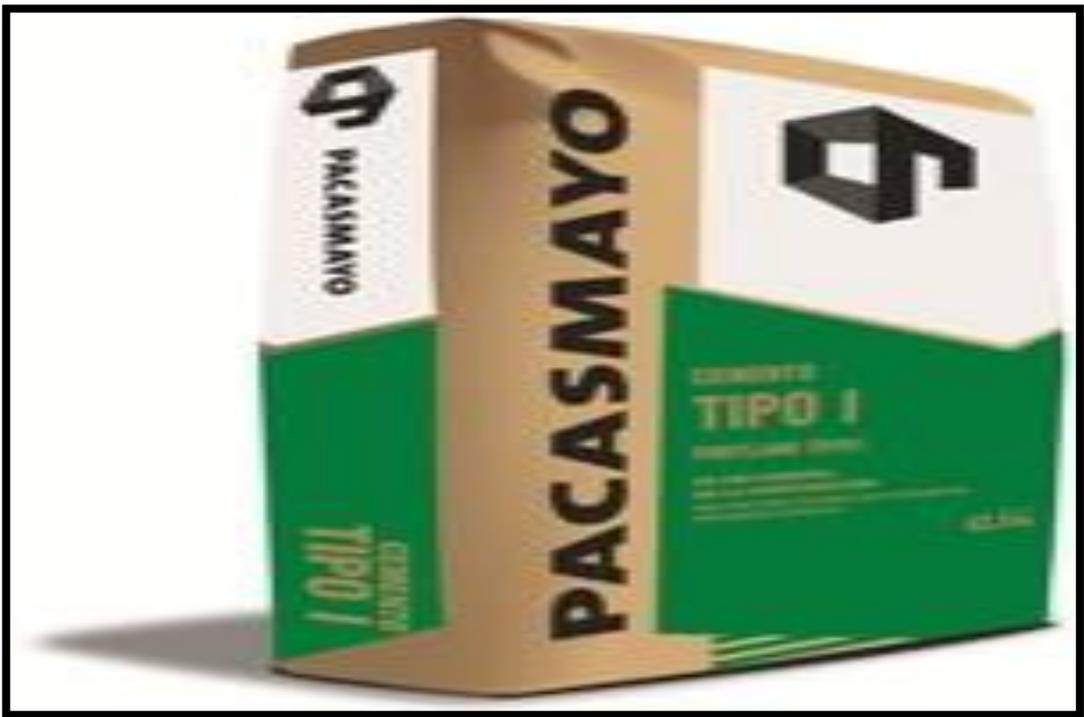


Foto n° 13 vista del cemento a utilizar.



foto n° 14 observamos el mezclado mecánicamente.

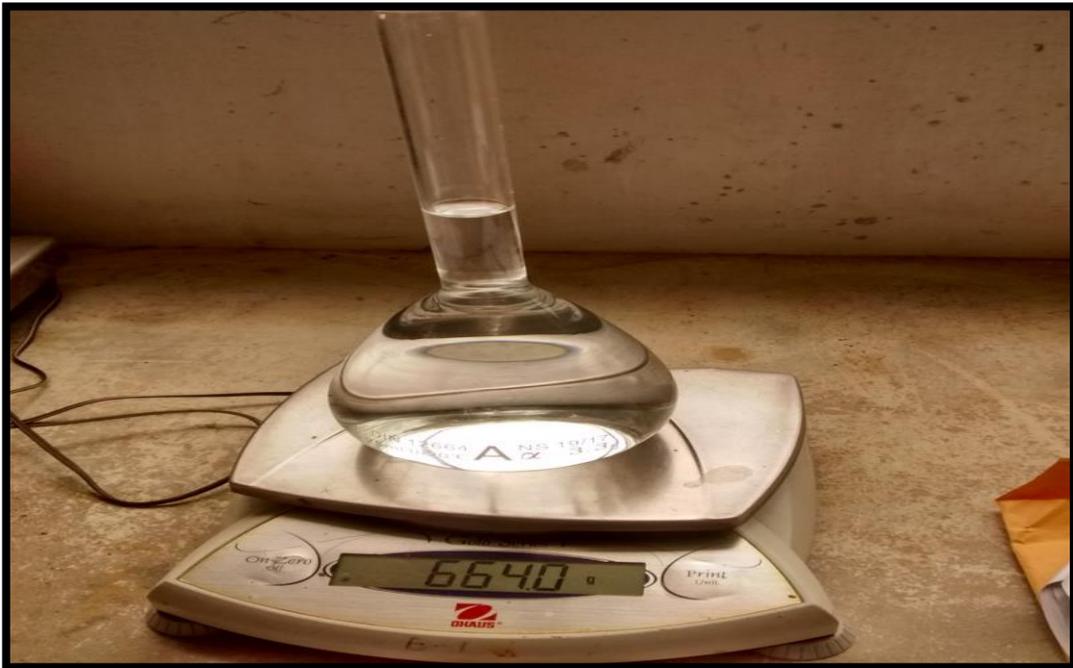


Foto n° 15 vista del pesado de los componentes del mortero.



Foto n°16 realización de la fluidez del mortero patrón.



Foto n°17 llenado del mortero y apisonado manualmente.



Foto n°18 morteros desencofrados.



Foto n°19 ensayo morteros.