

UNIVERSIDAD SAN PEDRO

FACULTAD DE INGENIERIA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



Resistencia de concreto con cemento sustituido parcialmente al 15% por arcilla de cuscuden – san pablo (Cajamarca) con 5% de cenizas de conchas de abanico

Tesis para obtener el título profesional de ingeniero civil

AUTOR:

Hernandez Tenorio, Angel Antonio

ASESOR:

Solar Jara, Miguel

**Chimbote – Peru
2018**

PALABRAS CLAVE:

Tema	Resistencia de Concreto
Especialidad	Tecnología del Concreto

KEYWORDS:

Theme	Concrete Strength
Speciality	Concrete technology

LINEA DE INVESTIGACIÓN:

Código	Línea
1.0.	Ingeniera
2.0.	Ingeniera y tecnología
2.1.	Ingeniera Civil

Resistencia de concreto con cemento sustituido parcialmente al 15% por arcilla de cuscuden-san pablo (Cajamarca) con 5% de cenizas de conchas de abanico

RESUMEN

El presente proyecto fue una investigación aplicada y explicativa, es de enfoque cuantitativo y de diseño experimental en bloque completo al azar, cuyo objetivo general fue evaluar la resistencia del concreto a la compresión de $f'c = 210\text{kg/cm}^2$ cuando se sustituye el cemento en un 15% de arcilla de cuscuden – San Pablo más 5% de cenizas de conchas de abanico huarmey.

Para lo cual primero se obtuvo la composición química de nuestros materiales de sustitución arcilla de cuscuden – San pablo y cenizas de conchas de abanico, se realizó el ensayo de fluorescencia de rayos X, obteniendo los principales óxidos que se debe tener en un material cementante, los principales óxidos ($\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3$) de la arcilla nos dio 92.98 % y los óxidos (CaO) de las conchas de abanico nos dio 71.07%.

Se elaboró 18 probetas (9 para patrón y 9 con sustitución del 15% de arcilla más 5 % de conchas de abanico). Las probetas fueron ensayadas a las edades de 7, 14 y 28 días, dándonos como resultado una resistencia promedio a la compresión de 140.74 kg/cm^2 , 177.14 kg/cm^2 y 212.31 kg/cm^2 para las probetas patrón y una resistencia promedio de 115.25 kg/cm^2 , 143.17 kg/cm^2 y 174.79 kg/cm^2 para las probetas experimentales.

Lo cual se obtuvo que la sustitución del cemento en un 15% de arcilla más 5% de cenizas de conchas de abanico no logra mejorar la resistencia a la compresión de un concreto $f'c = 210\text{kg/cm}^2$.

ABSTRACT

The present project was an applied and explanatory investigation, it is of quantitative approach and of experimental design in complete block at random, whose general objective was to evaluate the resistance of the concrete to the compression of $f'c = 210\text{kg} / \text{cm}^2$ when the cement is replaced in 15% cuscuden clay - San Pablo plus 5% ash from Huarmey fan shells.

For which first we obtained the chemical composition of our replacement materials cuscuden clay - San Pablo and ashes of fan shells, the X-ray fluorescence test was carried out, obtaining the main oxides that must be in a cementing material, the main oxides ($\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3$) of the clay gave us 92.98% and the oxides (CaO) of the fan shells gave us 71.07%.

Eighteen test pieces were developed (9 for pattern and 9 with 15% substitution of clay plus 5% of fan shells). The specimens were tested at the ages of 7, 14 and 28 days, resulting in an average compression resistance of $140.74 \text{ kg} / \text{cm}^2$, $177.14 \text{ kg} / \text{cm}^2$ and $212.31 \text{ kg} / \text{cm}^2$ for the standard specimens and an average resistance of $115.25 \text{ kg} / \text{cm}^2$, $143.17 \text{ kg} / \text{cm}^2$ and $174.79 \text{ kg} / \text{cm}^2$ for the experimental specimens.

It was obtained that the substitution of the cement in 15% of clay plus 5% of ashes of fan shells does not improve the resistance to compression of a concrete $f'c = 210\text{kg} / \text{cm}^2$.

ÍNDICE

Contenido	
Palabras clave – Keywors – Línea de investigación	i
Título	ii
Resumen	iii
Abstract	iv
Índice	v
I. Introducción	1
II. Metodología	26
III. Resultados	36
IV. Análisis y discusión	48
V. Conclusiones y recomendaciones	51
VI. Referencias Bibliográficas	54
VII. Anexos y apéndices	56
VIII. Panel fotográfico	87

Lista de Tablas

Tabla 1.- Requisitos Obligatorios	6
Tabla 2.- Componentes del Cemento	7
Tabla 3.- Componentes del Agua	12
Tabla 4.- Resistencia a los 28 días	22
Tabla 5.- Variable	24
Tabla 6.- Diseño de Bloque	28
Tabla 7.- Técnica e instrumento de investigación	29
Tabla 8.- Cuadro General	36
Tabla 9.- Resistencia vs Tiempo	37
Tabla 10.- Cuadro de Prueba Anova	38
Tabla 11- Análisis de Alcalinidad	41
Tabla 12- Composición Química de la Arcilla	41
Tabla 13- Composición Química de la Concha de Abanico	42
Tabla 14- Componentes Químicos del Cemento al 100%.	43
Tabla 15- Componentes Químicos del Cemento al 80%	44
Tabla 16- Componentes Químicos de la arcilla al 15%	44
Tabla 17- Componentes Químicos de la Concha de Abanico al 5%	44
Tabla 18- Componentes Químicos de la Mezcla de 80 % Cemento + 15 % Arcilla + 5% Concha de Abanico	45

Tabla 19- Cuadro Comparativo del Cemento con la Combinación 80%+15%+5%	45
Tabla 20- Determinación del Peso específico	47

Lista de Figuras

Figura 1.- Resistencia a Compresión promedia (kg/cm ²) vs. Tiempo (días)	37
Figura 2.- Resistencia a Compresión promedia (kg/cm ²) vs. Tiempo (días) en barra	38
Figura 3.- Curva de pérdida de masa – análisis termo gravimétrico de la arcilla	39
Figura 4.- Curva Calorimétrica de la arcilla	39
Figura 5.- Curva de pérdida de masa – análisis termo gravimétrico de la concha de abanico	40
Figura 6.- Curva Calorimétrica de la concha de abanico	40
Figura 7.- Composición química de la arcilla	42
Figura 8.- Composición química de la Concha de Abanico	43
Figura 9.- Limite líquido y Limite plástico de Atterberg	46
Figura 10.- Diagrama de Casagrande	46

I. INTRODUCCION

De los antecedentes encontrados se ha abordado los trabajos más relevantes a esta investigación como el de **Sunkoua (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), muscovita (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 800°C aparece la fase mullita 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 **Castillo,R. et all. (2011)**, que las arcillas calcinadas en forma de meta caolín han recibido por ejemplo especial atención en años recientes. Se conoce que estas adiciones, cuando se añaden a morteros y hormigones, mejoran tanto su resistencia mecánica como su durabilidad. El objetivo de este trabajo fue evaluar el comportamiento de las propiedades físico-mecánicas y la durabilidad en micro hormigones, empleando arcillas calcinadas y molidas como material sustituyente del 30% en peso del cemento Portland ordinario (CPO). Para ello se utilizó una tierra arcillosa, compuesta principalmente por mineral caolín de bajo grado de pureza, para la obtención de arcillas calcinadas como minerales cementicos suplementarios. Los mejores resultados se 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 sólo para esta sustitución.

Asimismo se revisó la investigación de **Gaby Patricia Ruiz Petrozzi (2015)**, La máster en ingeniería civil Gaby Patricia Ruiz Petrozzi explicó durante las conferencias “Research and Innovation Seminars”, realizadas por la Facultad de Ingeniería de la UDEP, que existe una gran posibilidad de usar los residuos óseos de la concha de abanico como reemplazo de materiales agregados del concreto. ‘Evaluación experimental del uso de la conchas de abanico como reemplazo de agregados pétreos en concreto hidráulico con cemento Portland’ es el nombre de la exposición que presentó la docente de la Facultad de Ingeniería de la UDEP.

Durante su exposición, afirmó que las últimas tendencias en materiales de construcción en la ingeniería civil buscan encontrarles el aprovechamiento a los residuos de las actividades industriales o urbanas. “En Piura tenemos el grave problema del desecho de la valva de la concha de abanico sin ningún tipo de tratamiento para reducir los peligros a la salud. Un paliativo sería utilizarla granulada, como reemplazo de piedra o arena en el concreto”, indicó. Sobre la resistencia de los materiales, la experta indicó que los cambios sobre la resistencia del concreto en estado fresco y seco son mínimos, y estos cambios disminuyen al triturar adecuadamente las conchas de abanico para que por su forma irregular esto no afecte notablemente el normal comportamiento del concreto. Otra cosa a tener en cuenta es el límite de reemplazo, este está contemplado entre un 20 y 40 % de uso de este agregado de conchas de abanico en lugar de los agregados habituales (piedra y arena). Por eso se propone usar este agregado en concretos de baja resistencia y en aplicaciones en las que la durabilidad no sea un requisito tan exigente.

Para la ingeniera, experta en materiales de construcción, la gran ventaja es que no se requiere un procesamiento complejo para acondicionarlas como agregados en el concreto, lo que reduce el consumo energético y las emisiones contaminantes. “Al usar los residuos reducimos el impacto de estos residuos orgánicos arrojados al medio ambiente sin ningún tipo de tratamiento adecuado”, aseguró.

Según la experta, en los últimos cinco años los botaderos municipales de valvas de conchas de abanico se han convertido en montañas de desechos, y todo ello sin ningún tratamiento previo para evitar los focos infecciosos. En Nigeria se usan los caracoles como reemplazo de gravilla en el concreto, aunque de modo artesanal y en otros países se sigue investigando con otros moluscos bivalvos como los mejillones, las ostras, etc.

Para la justificación de esta investigación se tiene por finalidad determinar la resistencia a la compresión y costo económico de un concreto en el cual el cemento ha sido sustituido parcialmente con arcilla y cenizas de concha de abanico que permita bajar los costos del cemento y que se puedan emplear en la construcción de viviendas de tipo económico para poblaciones de bajos recursos económicos así como para obras que generen menos gastos de construcción. Por ende buscaremos una solución para nuestro concreto 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.

A largo de la Historia la ingeniería civil y los materiales de construcción se han desarrollado considerablemente a partir de la segunda mitad del siglo XX. Los países pobres y en vías de desarrollo hacen grandes esfuerzo a para desarrollar tecnologías que les permitan aprovechar sus vastos recursos naturales y generar sus propios materiales de construcción. Con aglomerantes Puzolanicos (La arcilla y las cenizas de concha de abanico) como sustituto en el concreto representa una alternativa de desarrollo para estos países, y nuestra región y porque no decirlo nuestra localidad que es lo más importante.

Al investigar las problemáticas estructurales generales que existen en nuestra región, en búsqueda de la solución más factible, se logró investigar que los aglomerante puzolanicos de la arcilla, así como de la ceniza de conchas de abanico son desechados de manera improductiva, desperdiciando sus propiedades y desconociendo los múltiples

usos, los cuales nos llevaron a analizar una considerable cantidad de alternativas en posibles soluciones sobre cómo aprovechar la materia prima.

Actualmente la problemática de nuestra localidad es el bajo rendimiento de las edificaciones, debido a que tratan de economizar en materiales, de aquí partimos nuestro trabajo de investigación, buscamos innovar el concepto de autoconstrucción para las zonas más pobres, la adición de la arcilla con cenizas de conchas de abanico busca comprobar que añadiendo este material mencionado pueda sustituir al cemento y obtener una mejor resistencia a compresión de un concreto.

Por lo expuesto nos planteamos el siguiente problema de investigación:

¿En qué medida la sustitución de cemento por el 15% de arcilla con 5% de cenizas de Concha de abanico en el concreto mejorara la resistencia en comparación a un diseño patrón?

MARCO TEORICO

TECNOLOGIA DEL CONCRETO

Magno Chaparro Salas (Tecnología del Concreto)

Conjuntos de conocimientos científicos orientados a la aplicación del concreto en la construcción.

CONCRETO

Magno Chaparro Salas (Tecnología del Concreto)

El concreto es un material constituido por la mezcla en ciertas proporciones de cemento, agua, agregados y opcionalmente aditivos, que inicialmente denota una estructura plástica y moldeable, que posteriormente adquiere una consistencia rígida con propiedades aislantes y resistentes, lo que lo hace un material ideal para la construcción.

Características del concreto:

Trabajabilidad

Es una propiedad importante para muchas aplicaciones del concreto. En esencia, es la facilidad con la cual pueden mezclarse los ingredientes y la mezcla resultante puede manejarse, transportarse y colocarse con poca pérdida de la homogeneidad.

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 una importante propiedad del concreto que puede mejorarse, con frecuencia, reduciendo la cantidad de agua en la mezcla.

Resistencia

Es una propiedad del concreto que, casi siempre, es motivo de preocupación. Por lo general se determina por la resistencia final de una probeta 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.

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.

Componentes químicos:

Tacilla, Araujo y Cardozo (2004) en “Composición Química del Concreto” señala que las principales materias primas para la fabricación del cemento y las propiedades generales que intervienen son:

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

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

Tabla 1.- Requisitos Obligatorios

%	<i>COMPONENTE QUIMICO</i>	<i>PROCEDENCIA USUAL</i>
95%<	<i>Oxido de calcio (CaO)</i>	<i>Rocas Calizas</i>
	<i>Oxido de Silice (SiO₂)</i>	<i>Areniscas</i>
	<i>Oxido de Aluminio (Al₂O₃)</i>	<i>Arcillas</i>
	<i>Oxido de Hierro (Fe₂O₃)</i>	<i>Arcillas, Mineral de Hierro, piritita</i>
5%<	<i>Oxido de Magnesio, Sodio, potasio, titanio, azufre, fósforo Y magnesio</i>	<i>Minerales Varios</i>

Fuente: Teodoro E. (1997). Materiales en Diseño de Estructuras de Concreto Armado (11). Perú: Pontificia Universidad Católica del Perú.

Tipos de Cementos:

- Tipo I, para uso general que no requiera propiedades especiales especificadas para cualquier otro tipo.
- Tipo II, para uso general y específicamente cuando se desea moderada resistencia a los sulfatos.
- Tipo III, para ser utilizado cuando se requiere altas resistencias iniciales.
- Tipo IV, para usar cuando se desea bajo calor de hidratación.
- Tipo V, para usar cuando se desea alta resistencia a los sulfatos.

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

Tabla 2.- Componentes del Cemento

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

Fuente: IECA. (2013). Componentes y propiedades del cemento. 2015.

AGREGADO

Según Magno Chaparro Salas (Tecnología del Concreto)

Los elementos inertes del concreto que son aglomerados por la pasta del cemento para formar la estructura resistente. Ocupan alrededor de las $\frac{3}{4}$ partes del volumen total.

Se ha establecido convencionalmente la distinción entre agregado grueso (piedra) y agregado fino (arena) en función de las partículas mayores y las menores de 4.75mm (Malla estándar ASTM n° 4).

AGREGADO FINO

Norma Técnica Peruana (400.037)

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

Propiedades físicas:

El agregado fino a utilizarse en el concreto debe cumplir ciertos requisitos mínimos de calidad según las especificaciones técnicas de las normas peruanas **NTP (400.037)**.

Peso unitario

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.

Absorción

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

Granulometría

La granulometría se refiere a la distribución de las partículas de arena. El análisis granulométrico divide la muestra en fracciones de elementos del mismo tamaño, según la abertura de los tamices utilizados. La norma técnica peruana establece las especificaciones granulométricas.

Módulo de finura

Es un índice aproximado y representa el tamaño promedio de las partículas de la muestra de arena, se usa para controlar la uniformidad de los agregados. La norma establece que la arena debe tener un módulo de finura no menos a 2.35 ni mayor que 3.15.

Superficie específica

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

AGREGADO GRUESO

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

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

Propiedades físicas

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

Peso unitario

El peso unitario o peso aparente del agregado, es el peso que alcanza un determinado volumen unitario, el cual se expresa en Kg/m³. Los valores para agregados normales varía entre 1500 y 1700 Kg/m³.

Peso específico

Esta propiedad es un indicador de la calidad del agregado; valores altos entre 2.5 a 2.8, corresponden a agregados de buena calidad, mientras que valores que el menor indicado son de mala calidad (porosos, débiles y absolutamente con mayor cantidad de agua, etc.)

Contenido de humedad

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

Absorción

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

Granulometría

La granulometría se refiere a la distribución por tamaños de las partículas de los agregados. En concretos de alta resistencia no es recomendable utilizar toda la granulometría del agregado grueso, por investigaciones se ha determinado utilizar tamaños máximo de piedra que están en un rango para obtener óptima resistencia en compresión.

AGUA

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

Tabla 3.- Componentes del Agua

DESCRIPCION	LIMITE PERMISIBLE
Cloruros	300ppm.
Sulfatos	300ppm.
Sales de magnesio	150ppm.
Sales solubles totales	1500ppm.
Ph	Mayor de 7
Sólidos en suspensión	1500 ppm.
Materia Orgánica	10 ppm.

Fuente: NTP 400.037. (2001). Agregados. Análisis granulométrico del agregado grueso.

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, los fitolitos. Químicamente es un silicato hidratado de alúmina, 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.

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 $15 \text{ m}^2/\text{g}$
- Caolinita de baja cristalinidad hasta $50 \text{ m}^2/\text{g}$
- Halloisita hasta $60 \text{ m}^2/\text{g}$
- Illita hasta $50 \text{ m}^2/\text{g}$
- Montmorillonita $80\text{-}300 \text{ m}^2/\text{g}$
- Sepiolita $100\text{-}240 \text{ m}^2/\text{g}$
- Paligorskita $100\text{-}200 \text{ m}^2/\text{g}$

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.

CONCHAS DE ABANICO:

Uno de los tantos Productos de Acuicultura dentro de nuestro país es la Concha de Abanico. Ella se caracteriza por ser un molusco filtrador de 2 valvas (es decir, dos placas). Su especie, conocida como *Argopecten Purpuratos*, habita en zonas costeras, entre profundidades que van entre los 5 metros hasta los 30 metros, y bajo temperaturas que varían entre los 13° y 28° C. Lo interesante de esta especie es que se caracteriza por desovar durante todo el año, acentuándose con el aumento de la temperatura marítima. Actualmente, las principales áreas de cultivo de este producto se dan en las costas de Ancash; mientras que en Lima, en la zona de Pucusana.

DISEÑO DE CONCRETO

DEFINICION

Es la selección de las proporciones de los materiales integrantes de la unidadcubica de concreto, conocida usualmente como diseño de mezclas, puede ser definida como el proceso de selección de los ingredientes más adecuados y dela combinación más conveniente, con la finalidad de obtener un producto que en el estado no endurecido tenga la trabajabilidad y consistencia adecuados y que endurecido cumpla con los requisitos establecidos por el diseñador indicados en los planos y/o las especificaciones de la obra. En la selección de las proporciones de la mezcla de concreto, el diseñador debe recordar que la composición de la misma está determinada por:

Las propiedades que debe tener el concreto endurecido, las cuales son determinadas por el ingeniero estructural y se encuentran indicadas en los planos y/o especificaciones técnicas.

Las propiedades del concreto al estado no endurecido, las cuales generalmente son establecidas por el ingeniero constructor o residente en función del tipo y características de la obra y de las técnicas a ser empleadas en la colocación del concreto.

DURABILIDAD DEL CONCRETO

El ACI define la durabilidad del concreto de cemento Pórtland como la habilidad para resistir la acción del intemperismo, el ataque químico, abrasión, y cualquier otro proceso o condición de servicio de las estructuras, que produzcan deterioro del concreto.

La conclusión primordial que se desprende de esta definición es que la durabilidad no es un concepto absoluto que dependa sólo del diseño de mezcla, sino que está en función del ambiente y las condiciones de trabajo a las cuales lo sometamos.

En este sentido, no existe un concreto “durable” por sí mismo, ya que las características físicas, químicas y resistentes que pudieran ser adecuadas para ciertas circunstancias, no necesariamente lo habilitan para seguir sido “durable” bajo condiciones diferentes.

Tradicionalmente se asoció la durabilidad a las características resistentes del concreto, y particularmente a su resistencia en compresión, pero las experiencias particularmente a su resistencia en compresión, pero las experiencias prácticas y el avance de la investigación en este campo han demostrado que es sólo uno de los aspectos involucrados, pero no el único ni el suficiente para obtener un concreto durable.

En consecuencia, el problema de la durabilidad es sumamente complejo en la medida en que cada situación de exposición ambiental y condición de servicio ameritan una especificación particular tanto para los materiales y diseño de mezcla, como para los aditivos, la técnica de producción y el proceso constructivo, por lo que es usual que en este campo las generalizaciones resulten nefastas.

Es obvio pues que en este aspecto se debe desterrar una práctica muy común en nuestro medio como es la de repetir, copiar o “adaptar” especificaciones técnicas locales aparentes, pero que sin embargo desde el punto de vista de la Tecnología del Concreto y la durabilidad requieren una evaluación y criterios particulares.

EI COSTO DE ELABORACION DE CONCRETO

El costo de la elaboración de una mezcla de concreto está constituido básicamente por el costo de los materiales, equipo y mano de obra. La variación en el costo de los materiales se debe a que el precio del cemento por kilo es mayor que el de los agregados y de allí, que la proporción de estos últimos minimice la cantidad de cemento sin sacrificar la resistencia y demás propiedades del concreto. La diferencia en costo entre los agregados generalmente es secundaria; sin embargo, en algunas, localidades o con algún tipo de agregado especial pueden ser suficientes para que influya en la selección y dosificación. El costo del agua usualmente no tiene ninguna influencia, mientras que el de los aditivos puede ser importante por su efecto potencial en la dosificación del cemento y los agregados. Comité 201 del American Concrete Institute (ACI), el costo de la mano de obra depende de la trabajabilidad de la mezcla y de los métodos de colocación y compactación. Una Mezcla poco trabajable con un equipo de compactación deficiente aumenta los costos de mano de obra también la economía de un diseño de mezcla se debe contemplar el grado de control de calidad que se espera en la obra. El concreto tiene una variabilidad tanto la calidad de los materiales, la producción y las acciones que se ejecutan en la obra. En obras pequeñas sobre diseñar el concreto puede resultar económico entre comillas pero en una obra grande de alto volúmenes de concreto se debe implementar un extenso control de calidad con el propósito de mejorar los costos y eficiencia.

DOSIFICACION DE UNA MEZCLA DE CONCRETO

Indica que, las proporciones apropiadas de los materiales que componen el hormigón, a fin de obtener la resistencia y durabilidad requeridas, o bien, para obtener un acabado o pegado correctos. Generalmente expresado en gramos por metro (g/m).

Dicho sistema consiste en preparar una mezcla de concreto con unas proporciones iniciales y calculadas por diferentes métodos. A la mezcla de prueba se le realizan los diferentes ensayos de control de calidad como asentamiento, pérdida de manejabilidad, masa unitaria, tiempos de fraguado y resistencia a la compresión.

ENSAYO DE COMPRESION

En ingeniería, el ensayo de compresión es un ensayo técnico para determinar la resistencia de un material o su deformación ante un esfuerzo de compresión. En la mayoría de los casos se realiza con hormigones y metales (sobre todo aceros), aunque puede realizarse sobre cualquier material.

- Se suele usar en materiales frágiles.
- La resistencia en compresión de todos los materiales siempre es mayor o igual que en tracción.
- Se realiza preparando probetas normalizadas que se someten a compresión en una máquina universal.

PESO UNITARIO COMPACTADO

Por definición, el peso específico unitario, es la relación de la masa del agregado que ocupa un volumen patrón unitario entre la magnitud de éste, incluyendo el volumen de vacíos propio del agregado, que ha de ir a ocupar parte de este volumen unitario patrón.

Este valor se usará para el conocimiento de volúmenes de materiales apilados y que están sujetos a acomodamiento o asentamientos provocados por el tránsito sobre ellos o por la acción del tiempo. También es de una utilidad extraordinaria para el cálculo de por ciento de vacíos de los materiales.

ENSAYO DE ASENTAMIENTO

El cono de Abrams es el ensayo que se realiza al hormigón en su estado fresco, para medir su consistencia ("fluidez" del hormigón). El ensayo consiste en rellenar un molde metálico troncocónico de dimensiones normalizadas, en tres capas apisonadas con 25 golpes de varilla – pisón y, luego de retirar el molde, medir el asentamiento que experimenta la masa de hormigón colocada en su interior.

Esta medición se complementa con la observación de la forma de derrumbamiento del cono de hormigón mediante golpes laterales con la varilla – pisón.

ENSAYO DE CONTENIDO DE AIRE

Esta prueba determina la cantidad de aire que puede contener el hormigón recién mezclado excluyendo cualquier cantidad de aire que puedan contener las partículas de los agregados. Por esta razón este ensayo es aplicable para concretos con agregados relativamente densos y que requieran la determinación del factor de corrección del agregado.

Esta prueba no es aplicable a hormigones de agregados ligeros, escorias de fundición enfriadas por aire o agregados con alta porosidad, a hormigón no plástico usado en la fabricación de tubos o bloques de mampostería, en esos casos el ensayo correspondiente sería de acuerdo a ASTM C 231. Este método no es utilizado en concretos no plásticos los cuales son comúnmente utilizados en unidades de albañilería.

TRABAJABILIDAD

La facilidad de colocación, consolidación y acabado del concreto fresco y el grado que resiste a la segregación se llama trabajabilidad. El concreto debe ser trabajable pero los ingredientes no deben separarse durante el transporte y el manoseo (Fig. 1-5).

El grado de la trabajabilidad que se requiere para una buena colocación del concreto se controla por los métodos de colocación, tipo de consolidación y tipo de concreto. Los diferentes tipos de colocación requieren diferentes niveles de trabajabilidad.

Los factores que influyen en la trabajabilidad del concreto son: (1) el método y la duración del transporte; (2) cantidad y características de los materiales cementantes; (3) consistencia del concreto (asentamiento en cono de Abrams o revenimiento) (4) tamaño, forma y textura superficial de los agregados finos y gruesos (5) aire incluido (aire

incorporado); (6) cantidad de agua; (7) temperatura del concreto y del aire y (8) aditivos. La distribución uniforme de las partículas de agregado y la presencia de aire incorporado ayudan considerablemente en el control de la segregación y en la mejoría de la trabajabilidad. La Figura 1-6 enseña el efecto de la temperatura de colocación sobre la consistencia o asentamiento en cono de Abrams y sobre la trabajabilidad potencial de las mezclas.

Las propiedades relacionadas con la trabajabilidad incluyen consistencia, segregación, movilidad, bombeabilidad, sangrado (exudación) y facilidad de acabado. La consistencia es considerada una buena indicación de trabajabilidad. El asentamiento en cono de Abrams se usa como medida de la consistencia y de la humedad del concreto.

SANGRADO Y ASENTAMIENTO

Define al sangrado (exudación) es el desarrollo de una camada de agua en el tope o en la superficie del concreto recién colado. Es causada por la sedimentación (asentamiento) de las partículas sólidas (cemento y agregados) y simultáneamente la subida de agua hacia la superficie. El sangrado es normal y no debería disminuir la calidad del concreto adecuadamente colado, acabado y curado. Un poco de sangrado es útil en el control de la fisuración por retracción plástica. Por otro lado, la excesiva aumenta la relación agua cemento cerca de la superficie; puede ocurrir una camada superficial débil y con poca durabilidad, particularmente si se hace el acabado cuando el agua de sangrado aún está presente. Los vacíos y bolsas de agua pueden ocurrir, resultantes del acabado prematuro de la superficie. (Según Kosmatka 1994).

Después que toda el agua de sangrado (exudación) se evapore, la superficie endurecida va a ser un poco más baja que la superficie recién colada. Esta disminución de la altura desde el momento de la colocación hasta el inicio del fraguado se llama retracción por sedimentación. La tasa de sangrado y la capacidad de sangrado aumentan con la cantidad inicial del agua, altura del elemento de concreto y presión. El uso de agregados

de granulometría adecuada, ciertos aditivos químicos, aire incluido, materiales cementantes suplementarios y cementos más finos reduce el sangrado. El concreto usado para rellenar vacíos, proporcionar soporte o proporcionar impermeabilidad con una buena adhesión debe presentar bajo sangrado para evitar formación de bolsas de agua.

HIDRATACION, TIEMPO DE FRAGUADO Y ENDURECIMIENTO

La calidad de unión (adhesión) de la pasta de cemento portland se debe a las reacciones químicas entre el cemento y el agua, conocidas como hidratación. El cemento portland no es un compuesto químico sencillo, en una mezcla de muchos compuestos. Cuatro de ellos totalizan 90% o más del peso del cemento portland silicato tricálcico y di cálcico, aluminato tricálcico y ferroaluminato. Además estos compuestos principales, muchos otros desempeñan un proceso importante en la hidratación. Cada tipo de cemento portland contiene los mismos cuatro compuestos principales, pero en proporciones diferentes. Cuando se examina el Clinker al microscopio. La mayoría de compuestos individuales se puede identificar y sus cantidades se pueden determinar. Sin embargo, los granos más pequeños no se pueden detectar visualmente. El promedio del diámetro de las partículas de un cemento típico es de 15 micrometros, los dos silicatos de calcio los cuales constituyen 75% del peso del cemento portland, reaccionan con el agua para formar dos compuestos de hidróxido de calcio y silicato de calcio hidratado. Este último es sin duda, el más importante compuesto del concreto. Las propiedades de ingeniería de concreto – fraguado y endurecimiento, resistencia y estabilidad dimensional dependen principalmente del silicato de calcio hidratado. Este es el corazón del concreto. La composición química del silicato de calcio hidrato es un tanto variable, pero contiene (CaO) Y dióxido de silicio (SiO₂) en una proporción de 3 a 2, por lo que la resistencia del concreto esta en la pasta sólida que contenga silicato de calcio hidratado y los poros donde hay vacío y agua no presenta alguna resistencia por lo que el concreto con menos poros tendrá más resistencia el concreto. Por lo tanto, al mezclarse el concreto, no se debe usar más que el agua necesaria para obtener un concreto plástico y trabajable e incluso la cantidad de agua usada es mayor que la necesaria para la hidratación completa

del cemento. Las propiedades de fraguado de mezclas de concreto en diferentes temperaturas (Powers S.1948).

RESISTENCIA

La resistencia a compresión se puede definir como la medida máxima de la resistencia a carga axial de especímenes de concreto. Normalmente, se expresa en kilogramos por centímetros cuadrados (kg/cm²), megapascuales (MPa) o en libras por pulgadas cuadradas (lb/pulg² o psi) a una edad de 28 días.

DIMENSIONES

Carga Axial

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

Tabla 4.- Variable Resistencia a los 28 Dias

Tipo de Prueba	Envejecimiento de la Prueba				
	3 días	7 días	28 días	3 meses	1 año
De Compresión	35	59	100	135	161
De Flexión	53	71	100	126	143
De tracción	46	68	100	121	150

Fuente de referencia 3

Los valores a los 28 días se toman como el 100% y los valores de todos los demás envejecimientos se basan en los de 28 días.

Compresión

Es la resultante de las tensiones o presiones que existen dentro de un sólido deformable o medio continuo, caracterizada porque tiende a una reducción de volumen del cuerpo, y a un acortamiento del cuerpo en determinada dirección (coeficiente de Poisson). En piezas estructurales suficientemente esbeltas los esfuerzos de compresión pueden producir además abolladura o pandeo.

Flexión:

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

El rasgo más destacado es que un objeto sometido a flexión presenta una superficie de puntos llamada fibra neutra tal que la distancia a lo largo de cualquier curva contenida en ella no varía con respecto al valor antes de la deformación. El esfuerzo que provoca la flexión se denomina momento flector.

Tracción

Al esfuerzo interno a que está sometido un cuerpo por la aplicación de dos fuerzas que actúen en sentido opuesto, y tienden a estirarlo.

Lógicamente, se considera que las tensiones que tiene cualquier sección perpendicular a dichas fuerzas son normales a esa sección, y poseen sentidos opuestos a las fuerzas que intentan alargar el cuerpo.

Según La investigación la Variable Dependiente Obtenida es:

Tabla 5.- Variable

VARIABLE	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	INDICADOR
Resistencia a la Compresión del Concreto	Es el esfuerzo máximo que puede soportar un material bajo una carga de aplastamiento. (Juárez E. 2005).	Es el esfuerzo máximo que puede soportar una probeta de Concreto bajo una carga	Kg/cm ²

Y la Variable Independiente Obtenida es:

VARIABLE	DEFINICION OPERACIONAL	INDICADOR
Aplicación de Arcilla y Conchas de abanico	Sustitución de un porcentaje de cemento por arcilla natural activada más cenizas de conchas de abanico en el diseño de Concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$	Porcentaje 15% + 5%

HIPOTESIS

“Activando térmicamente la arcilla más las cenizas de conchas de abanico sería posible obtener un material puzolámico que reemplace al cemento al 20% y que mejore la resistencia a la compresión con respecto a un concreto patrón”

OBJETIVO

OBJETIVO GENERAL

Evaluar la resistencia del concreto a la compresión de $f'c = 210\text{kg/cm}^2$ cuando se sustituye el cemento en un 15% de arcilla de cuscuden – San Pablo más 5% de cenizas de conchas de abanico huarmey.

OBJETIVOS ESPECÍFICO

- Determinar la Temperatura y tiempo de Calcinación de la arcilla y las cenizas de conchas de abanico para la activación térmica de sus precursores puzolanicos.
- Determinar el grado de Alcalinidad de las Cenizas de conchas de abanico y de la arcilla Cuscudem - Cajamarca
- Determinación la relación Agua – Cemento para las probetas patrón y experimentales
- Ensayar probetas experimentales a los 7, 14 y 28 días. En el cual el cemento a sido sustituido en un 15 % por arcilla calcinada más un 5% de cenizas de conchas de abanico y comparar su resistencia con las probetas patrones.
- Determinar la varianza y relación de resultados.

2 METODOLOGIA

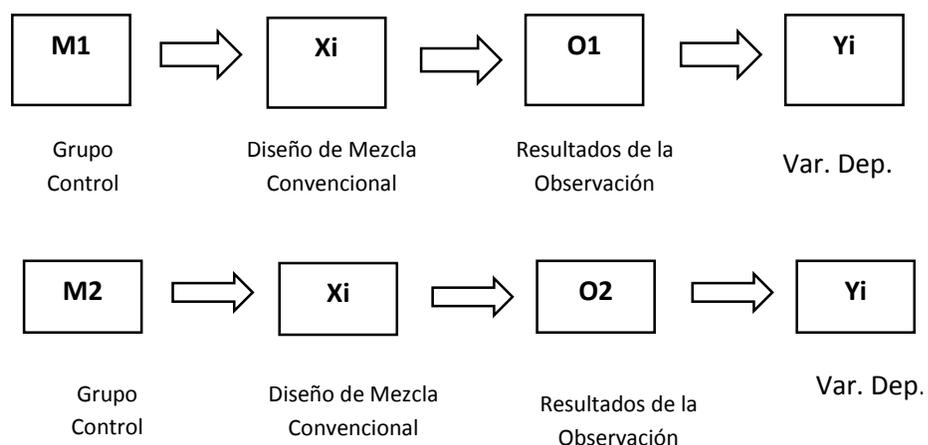
En la formulación de la presente tesis el tipo de investigación utilizado es Aplicada y explicativa, porque la investigación está orientada a lograr un nuevo conocimiento destinado a procurar soluciones a fin de conocer el efecto de la sustitución del cemento en un 15% de arcilla de Cuscuden más 5% de cenizas de concha de abanico en la resistencia a la compresión de un concreto.

Explicativa, porque los datos de la investigación serán obtenidos por observación de fenómenos condicionados por el investigador. Se utiliza la experimentación.

El enfoque de la presente investigación es cuantitativo, porque se estudia las variables y sus indicadores objetivamente midiendo y registrando sus valores en los instrumentos de recolección de datos (guías de observación).

Es un diseño Experimental de nivel “Cuasi-Experimental”; porque se comparó 2 grupos de estudio la cuales el primer grupo está relacionado para probetas de concreto con una resistencia a la compresión de 210 kg/cm y el otro grupo pertenece a probetas de concreto sustituidas al 20 % de cemento por el 15% de arcilla con el 5% de cenizas de conchas de abanico con una resistencia a la compresión de 210kg/cm; realizando el control y comportamiento de los aditivos

El estudio en su mayor parte se concentró en el laboratorio de Suelos de la Universidad San Pedro, donde como investigador estuve en contacto con los ensayos a realizar obteniendo resultados de acuerdo a lo planeado en los objetivos.



Dónde:

M1: Grupo control, Probetas con diseño de mezcla convencional.

Xi: Diseño de Mezcla Convencional.

O1: Observaciones Obtenidas por dicha muestra, son los resultados anotados en la guía de observación diseño de mezcla convencional.

Y1: Resistencia a la Compresión convencional (variable dependiente).

M2: Grupo Experimental. Probetas con diseño de Mezcla Aplicando arcilla con cenizas de conchas de abanico.

Xi: Diseño de Mezcla Aplicando arcilla con cenizas de conchas de abanico.

O2: Observaciones Obtenidas por dicha muestra, son los resultados anotados en la guía de observación con el diseño de mezcla aplicando arcilla con cenizas de conchas de abanico.

Y2: Resistencia a la Compresión de concreto aplicando arcilla con cenizas de conchas de abanico. (Variable dependiente).

El método de investigación es cuasi- experimental ya que se requiere descubrir nuevos conocimientos aplicando los ensayos a las dos muestras ensayadas en laboratorio con el diseño de mezcla. Comparando el diseño de concreto convencional (muestra control) y un diseño de mezcla de concreto aplicando arcilla con cenizas de conchas de abanico (muestra experimental), donde la variable independiente sufre modificaciones.

Se apoyó en pruebas, ensayos, repetición, laboratorio especializados. La mayor parte del estudio, se realizó en el laboratorio, observando y debatiendo los resultados obtenidos.

Por ende nuestra investigación está orientada al nivel “Experimental”. Ya que tratamos de buscar un material que ofrezca mayor durabilidad y resistencia al proceso de diseño a

la resistencia a la compresión elaborado aplicando arcilla con cenizas de concha de abanico, y que a su vez reduzca costos.

Siendo la Unidad Experimental las Probetas patrón de concreto y las probetas de concreto Sustituidas parcialmente el cemento con el 15% de arcilla más el 5% de cenizas de conchas de abanico.

DISEÑO DE BLOQUE COMPLETO AL AZAR

TABLA 6.- DISEÑO DE BLOQUE

Días de Curado	RESISTENCIA A LA COMPRESION DE CONCRETO SUSTITUYENDO CON ARCILLA DE CUSCUDEN- CAJAMARCA + CENIZAS DE CONCHAS DE ABANICO	
	PATRON	15%+5%
7		
		
		
14		
		
		
28		
		
		

Fuente: Propia

POBLACION Y MUESTRA

Se obtuvo como Población al Conjunto de probetas de diseños de mezcla de concreto Según el estándar de construcción establecido $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$.

La muestra estuvo constituido por 18 probetas de concreto con un diseño de $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$. 9 probetas para 0% de cenizas, 9 probetas para 15% de arcilla más el 5% de las cenizas de concha de abanico (Según Reglamento nacional de edificaciones 2007).

Para la elaboración de las unidades de estudio (probetas) se utilizó las siguientes referencias:

- La Arcilla se trajo de Cuscuden- Cajamarca
- Las Conchas de abanico Obtuvo de Huarmey.
- La piedra de $\frac{3}{4}$ y arena para el diseño de probetas se compró en las canteras de Luis medina (samanco) y vesique respectivamente
- El material se llevó en sacos de polietileno al laboratorio de Mecánica de Suelos de la Universidad San Pedro

TECNICAS E INSTRUMENTOS DE INVESTIGACION

TABLA 7.- Técnica e instrumento de investigación

TECNICA	INSTRUMENTO	AMBITO
Observación	-Guía de observación resumen. -Fichas Técnicas de las pruebas de laboratorio	<u>2 grupos</u> Grupo Control y Grupo Experimental

-Por ser una Tesis con un Nivel de Investigación Cuasi-Experimental las muestras de nuestra población se opta por usar como Técnica de Investigación: “LA OBSERVACION”.

La observación consiste en recibir conocimiento del mundo exterior a través de nuestros sentidos o el registro de información por medio de herramientas e instrumentos científicos. La información registrada durante un experimento puede ser denominada observación.

Se evaluó el diseño de concreto en el cual se ha sustituido parcialmente al cemento con arcilla y cenizas de conchas de abanico, se realizó la medición de: “Granulometría”, empleando para ello:

- Formatos estandarizados de ensayos para agregados de cantera o suelos.
- Guía de observación resumen para los respectivos ensayos.
- Ensayo Granulométrico
- Ensayo de Peso Específico de Arena Gruesa
- Ensayo de Peso Específico de Piedra
- Ensayo de Peso Unitario de Arena
- Ensayo de Peso Unitario de Piedra
- Contenido de Humedad
- Diseño de Mezcla
- Cono de Abrams
- Elaboración de Probetas
- Ensayo a la Flexión
- Ruptura de Probetas

PROCESO Y ANALISIS DE LOS DATOS

- Se Presentó una solicitud al laboratorio de suelos de la Universidad San Pedro para facilitar el acceso a dicho establecimiento.
- Se Aplicó un registro de apuntes, mediante fichas, acompañadas de un registro fotográfico para ver el desarrollo de nuestras pruebas.

- Se Realizó un diseño de mezcla $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ concreto con su respectiva desviación estándar.
- Se Elaboró las probetas con un diseño de mezcla $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ según el método ACI.
- Elaboramos las probetas con la sustitución parcial del cemento con arcillas más cenizas de conchas de abanico con un diseño de mezcla $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ según el método ACI.
- Ejecutamos el curado de las probetas y las pruebas correspondientes (ensayo de la resistencia a compresión) a las probetas elaboradas con el diseño de mezcla $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ y a las probetas elaboradas con la Sustitución proveniente de la arcilla más la cenizas de conchas de abanico y finalmente observaremos los resultados obtenidos.

RECOLECCION, PROCESO Y ANALISIS DE DATOS

Se obtuvo el Agregado Grueso de la Cantera de Samanco cuyo propietario es el Sr Luis Medina, Para poder llegar a esta cantera debemos dirigirnos Por la Panamericana norte con desvió a la Derecha en el Cruce de San Jacinto a 1 km se encuentra un muro letrero indicando la entrada a la cantera se ingresó por el camino y se recolecto piedra de $\frac{1}{2}$ pulgada llevándolo en 3 sacos de polietileno al laboratorio de suelos según indica en la Foto N° 1 Y 2 del panel fotográfico.

Se obtuvo el Agregado Fino de la Cantera de Vesique, Para poder llegar a esta cantera debemos dirigirnos Por la Panamericana norte a la altura de la Playa Vesique donde se recolecto Arena Gruesa llevándolo en 3 sacos de polietileno al laboratorio de suelos según indica en la Foto N° 3 del panel fotográfico.

Se obtuvo la arcilla del pueblo de Cuscudem- San pablo (Cajamarca) siendo la materia prima base del proyecto, para llegar se agarró bus del terminal el chimbador Agencia

“Divas” llegando a Cajamarca una vez en Cajamarca se fue al paradero de minivan para San Pablo, estando en San pablo se alquiló un carro para ir al pueblo de Cuscudem donde nos fuimos a la tranquera lugar muy conocido en la zona para extraer la arcilla llevándolo en 3 sacos de polietileno según indica en la Foto N° 4 y 5 del panel fotográfico.

Se realizó un lavado de arcilla para eliminar las impurezas con las que se extrajo para realizar este procedimiento primero se coloca la arcilla en baldes lleno de agua para que se disuelva y agitándolo con un palo de madera para evitar su contaminación una vez disuelta la arcilla en el agua, se procedió a colar por la Organza, asíéndolo pasar de a pocos y sin tocar la malla para evitar la rotura de la malla, este procedimiento se realizó 3 veces así como se muestra en la Foto N° 6 y 7 del panel fotográfico.

Después del lavado los baldes llenos de agua y arcilla limpia se dejó sin mover por 1 día para que la arcilla se separe del agua al día siguiente se retiró el agua y la arcilla más concentra se vació en varias bandejas de metal con una altura de material de un poco menos de 1 cm y colocándolo al sol para que el agua que aún queda se elimine por completo como podemos ver en la Foto N° 8 y 9 del panel fotográfico.

Una vez completamente seco los trozos de arcilla se procedió a realizar un proceso mecánico de molienda de la arcilla para tener el mismo tamaño nominal del cemento a ser reemplazado como podemos ver en la Foto N° 10 y 11 del panel fotográfico.

Una vez obtenidas el tamaño necesario para la sustitución se procedió a realizar los ensayos de limite líquido y limite plástico según la norma ASTM D- 4318 con la cual obtuvimos que es una arcilla illite como podemos ver en la Foto N° 12 y 13 del panel fotográfico.

Se Realizó un análisis térmico a la arcilla que comprende el estudio de la evolución de las propiedades de una muestra o compuesto cuando es sometida a un calentamiento a altas temperaturas donde podemos observar que sufre cambios bruscos de temperatura a los 540° por un periodo de 2 horas. Con la información del ATD se procedió a la calcinación en la mufla (Laboratorio de Mecánica de Suelos de la USP) a una temperatura de 540° por un periodo de 2 horas como podemos ver en la Foto N° 14 del panel fotográfico.

Para las Conchas de Abanico se obtuvo del botadero de Huarmey en la cual se procedió con la recolección transportándolo en sacos de polietileno después se procedió a una limpieza del material como podemos ver en la Foto N° 15 del panel fotográfico.

Se Realizó un análisis térmico a las conchas de abanico que comprende el estudio de la evolución de las propiedades de una muestra o compuesto cuando es sometida a un calentamiento a altas temperaturas donde podemos observar que sufre cambios bruscos de temperatura a los 900° por un periodo de 2 horas. Con la información del ATD se procedió a calcinar las conchas de abanico en la mufla (Laboratorio de Mecánica de Suelos de la USP) a una temperatura de 900° por un periodo de 2 horas como podemos ver en la Foto N° 16 y 17 del panel fotográfico.

También Se realizó el ensayo de Alcalinidad en el pH-metro que es un dispositivo electrónico que sirve para medir la acidez de una disolución, en unas unidades llamadas pH Para el ensayo de pH se necesitó un 1 gr de arcilla activada , 1 gr de conchas de abanico, 1 gr de cemento tipo I y la combinación de estas: 80% cemento tipo I: + 15% de arcilla activada de Cuscuden + 5% de conchas de abanico el ensayo se realizó en el laboratorio de Metalurgia de la Universidad Nacional de Trujillo.

También se realizó los ensayos de los agregados en el laboratorio de Suelos de la universidad San Pedro las cuales son Peso Unitario, Gravedad específica y Absorción,

Contenido de Humedad, Granulometría, estos ensayos son requerimientos para poder realizar el diseño de Mezcla según el método ACI podemos ver los ensayos en las Fotos N°18,19,20,21,22,23,24,25 y 26 del Panel Fotográfico.

Una vez obtenida el Diseño de Mezcla para las probetas patrón se realizó el ensayo de cono de abrams pesando la piedra, arena, cemento y agua según nuestro diseño de mezcla C: A: P: H₂O (1 : 2.45 : 3.25 : 29.75),Después Mezclamos los materiales secos en el trompo, luego se le agregó el agua, se procedió al vaciado de concreto en el cono de Abrams en 3 capas, cada capa con 25 chuceada se retiró el cono de abrams obteniendo un asentamiento del concreto de 3” como podemos ver en la Foto N° 27 y 28 del panel fotográfico.

Se procedió a realizar las probetas patrones para lo cual se pesó los materiales (cemento: 18.315 kg, arena: 46.575 kg, piedra: 59.635 kg y agua: 12.825 kg.) según nuestro diseño de mezcla C: A: P: H₂O (1 : 2.45 : 3.25 : 29.75),Se mezcló los materiales secos en el trompo, luego se le agregó el agua después se realizó el vaciado de cada probeta en forma continua llenando así las probetas en tres capas diferentes y chuceando con 25 golpes por capa con una varilla de acero y un martillo de goma. Luego de 24 horas se desencofró las probetas para el curado por un periodo de 7,14 y 28 días como podemos ver en la Foto N° 29 y 30 del panel fotográfico.

Una vez obtenida el Diseño de Mezcla para las probetas Experimentales se realizó el ensayo de cono de abrams pesando la piedra, arena, cemento y agua según nuestro diseño de mezcla C: Arc + CH : A: P: H₂O (1 : 0.25: 3.18 : 4.00 : 29.75),Después Mezclamos los materiales secos en el trompo, luego se le agregó el agua, se procedió al vaciado de concreto en el cono de Abrams en 3 capas, cada capa con 25 chuceada se retiró el cono de abrams obteniendo un asentamiento del concreto de 6” como podemos ver en la Foto N° 31,32 y 33 del panel fotográfico.

Se procedió a realizar las probetas Experimentales para lo cual se pesó los materiales (cemento: 14.652 kg, arcilla 2.745 kg, 0.918 kg cenizas de conchas de abanico, arena 46.575 kg, piedras 58.635 kg y agua 12.825 lt.) según nuestro diseño de mezcla C: Arc + CH : A: P: H₂O (1 : 0.25: 3.18 : 4.00 : 29.75), Se mezcló los materiales secos en el trompo, luego se le agregó el agua después se realizó el vaciado de cada probeta en forma continua llenando así las probetas en tres capas diferentes y chuceando con 25 golpes por capa con una varilla de acero y un martillo de goma. Luego de 24 horas se desencofró las probetas para el curado por un periodo de 7,14 y 28 días como podemos ver en la Foto N° 34, 35 y 36 del panel fotográfico.

Una vez desencofrado las probetas tanto patrones como experimentales se procedió a realizar el curado por el tiempo de 7, 14,28 días, así como se aprecia en la Foto N° 37 del panel fotográfico.

Después de Haber pasado el tiempo de cada una de las probetas tanto patrón como experimentales y en los tiempos de 7,14 y 28 días se procedió a realizar el ensayo de Resistencia a la compresión del concreto en el laboratorio de suelos de la Universidad San Pedro, así como se indica en las Fotos N° 38, 39, 40, 41 y 42 del panel fotográfico.

RESULTADOS

A Continuación, se presenta el cuadro resumen de la resistencia en compresión (Kg/cm²) de las 18 probetas ensayadas con sus respectivos pesos de cada probeta.

TABLA N° 08: CUADRO GENERAL

PROBETA		PORCENTAJE DE SUSTITUCION			
N°	EDAD	0%		15%+5%	
		F'c	PESO	F'c	PESO
1	7 DIAS	146.01	13.60	115.80	13.40
2		134.93	13.65	112.16	13.45
3		141.28	13.60	117.80	13.40
4	14 DIAS	180.04	13.55	143.53	13.40
5		174.54	13.75	138.85	13.50
6		176.84	13.65	147.13	13.50
7	28 DIAS	212.21	13.50	179.83	13.25
8		210.52	13.55	171.11	13.30
9		214.19	13.45	173.42	13.20

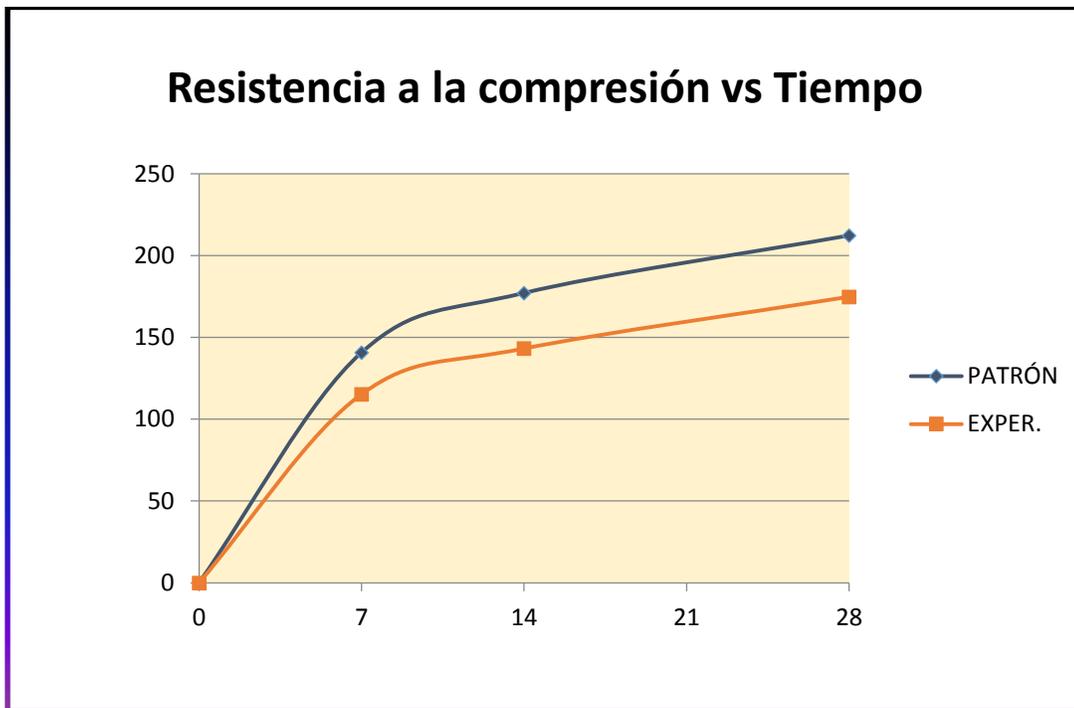
Fuente: Laboratorio de suelos de USP

También se realizó un Gráfico de Resistencia a compresión promedia vs tiempo como se visualiza a continuación:

TABLA N° 09: RESISTENCIA VS TIEMPO

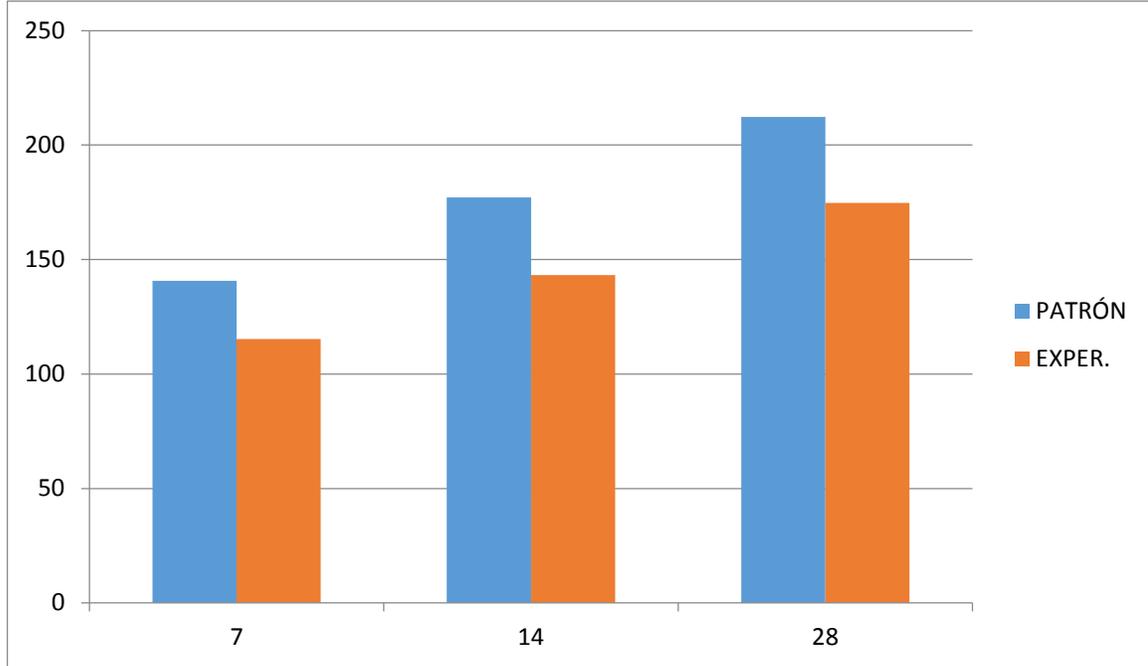
DIAS	SUSTITUCION	
	0 %	15% ARC + 5% CH
7	140.74	115.25
14	177.14	143.17
28	212.31	174.79

Fuente: Laboratorio de suelos de USP



Fuente Propia

Figura N°01: Resistencia a Compresión promedia (kg/cm²) vs. Tiempo (días)



Fuente Propia

Figura N°02: Resistencia a Compresión promedio (kg/cm²) vs. Tiempo (días) en barra

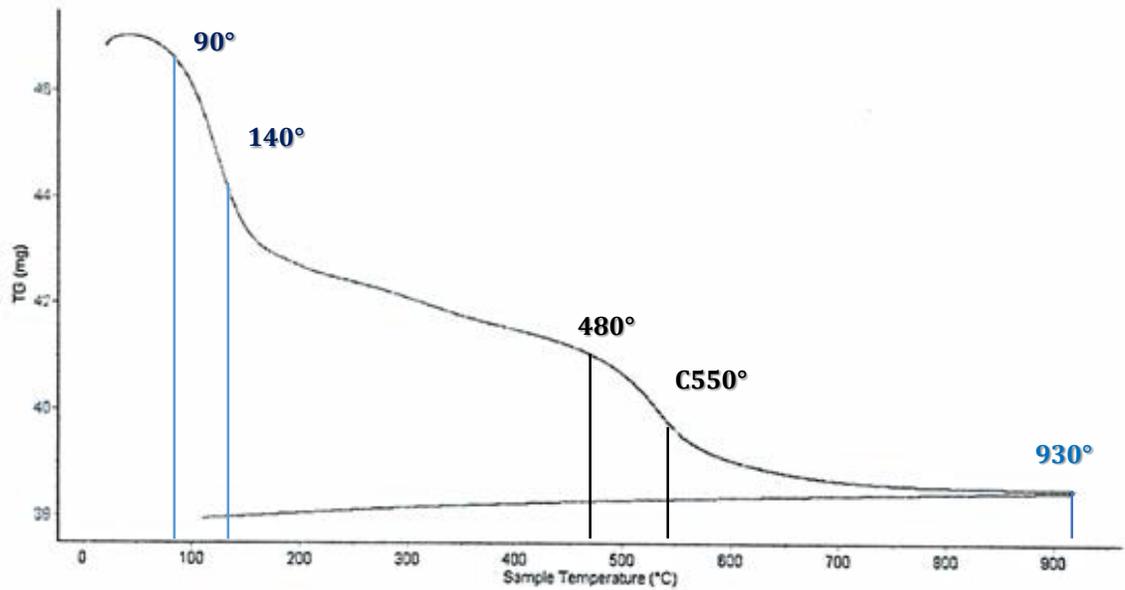
A Continuación se presenta el análisis de prueba de hipótesis (ANOVA) que después de verificar el cumplimiento de los supuestos de normalidad (Shapiro – Wilk) y homogeneidad de varianzas de las resistencias medias obtenidas en las probetas de Concreto para cada tratamiento (sustitución de un porcentaje de cemento por una combinación de arcilla y concha de abanico) se procedió a realizar la prueba ANOVA

TABLA N°10: CUADRO DE PRUEBA ANOVA

Origen	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig
Sustitución	1786,755	1	1786,755	514,549	,002
Días de curado	3866,423	2	1933,211	556,726	,002
Error	6,945	2	3,472		
Total	5660.123	5			

Fuente: laboratorio de suelos de la USP

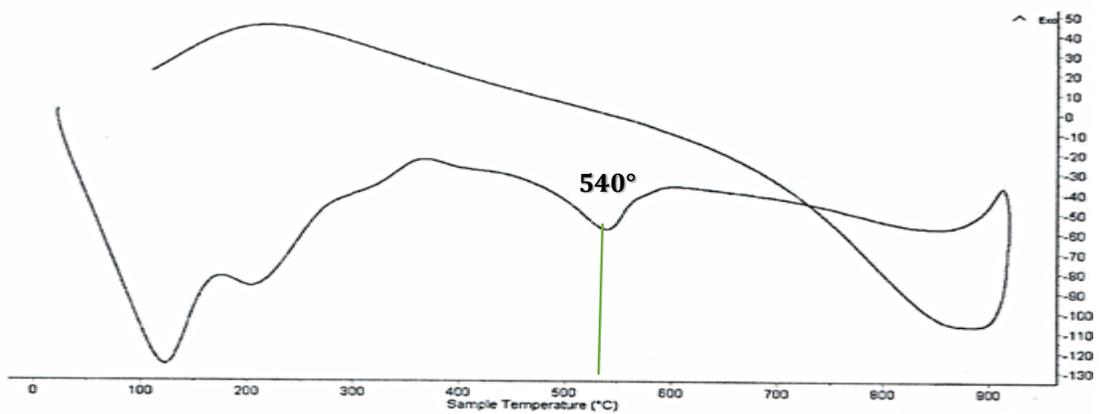
También obtuvimos el análisis térmico diferencial de la arcilla en la cual nos resulta la siguiente grafica.



Fuente: Laboratorio de metalurgia de la UNT

Figura N°03: Curva de pérdida de masa – análisis termo gravimétrico de la arcilla

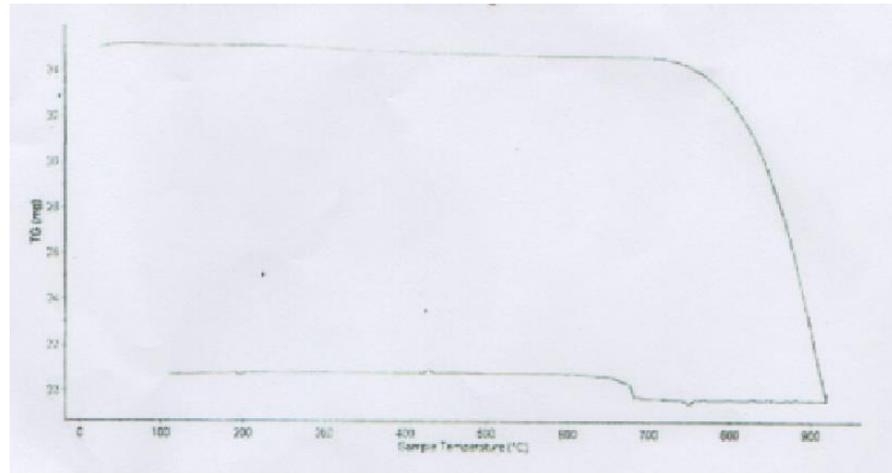
-Asimismo obtuvimos el grafico de Curva calorimétrica de la arcilla.



Fuente: Laboratorio de metalurgia de la UNT

Figura N°04: Curva Calorimétrica de la arcilla

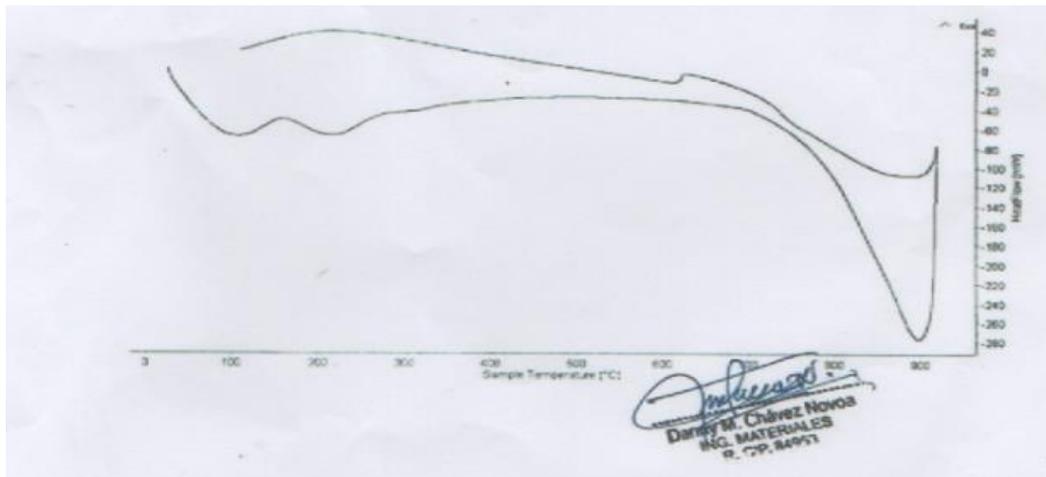
También obtuvimos el análisis térmico diferencial de las conchas de abanico en la cual nos resulta la siguiente grafica.



Fuente: Laboratorio de metalurgia de la UNT

Figura N°05: Curva de pérdida de masa – análisis termo gravimétrico de la concha de abanico

-Asimismo obtuvimos el grafico de Curva calorimétrica de la arcilla.



Fuente: Laboratorio de metalurgia de la UNT

Figura N°06: Curva Calorimétrica de la concha de abanico

En el análisis de alcalinidad pH de los materiales se muestran en la tabla 04.

TABLA 11: ANALISIS DE ALCALINIDAD

MATERIAL	PH
CEMENTO	13
Arcilla activada de cuscudem	5.5-6
Cenizas de Conchas de abanico	13
80% Cemento + 15% Arcilla + 5% de conchas de abanico	12

Fuente: Laboratorio de ensayos “UNT”

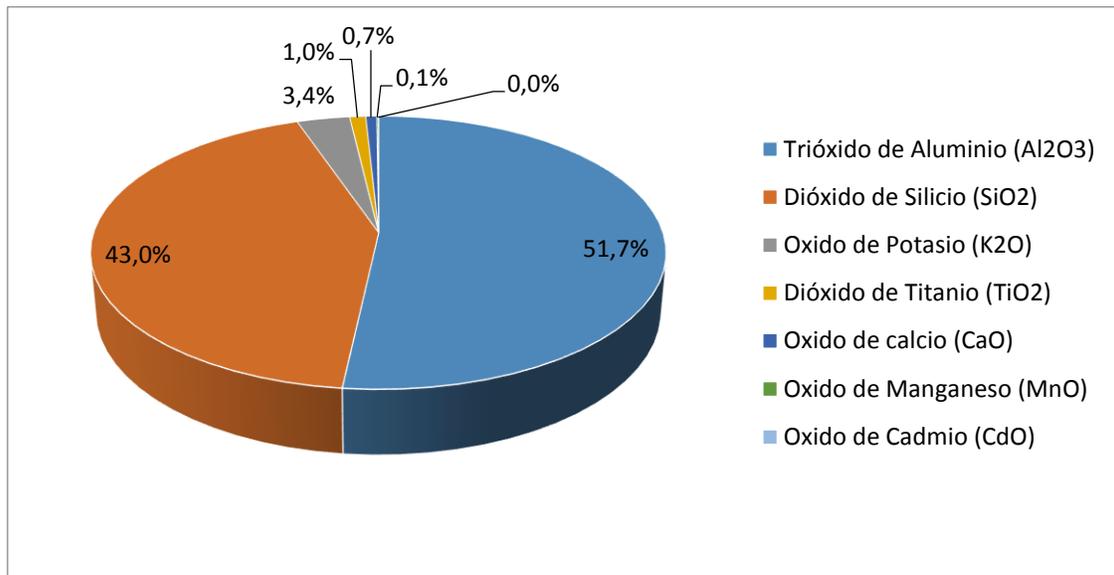
En el ensayo de Fluorescencia de la arcilla se obtuvo la siguiente tabla:

TABLA N° 12_COMPOSICION QUIMICA DE LA ARCILLA

COMPOSICION QUIMICA	RESULTADOS (%)	METODO UTILIZADO
Trióxido de Aluminio (Al ₂ O ₃)	51.772	
Dióxido de Silicio (SiO ₂)	43.000	
Oxido de Potasio (K ₂ O)	3.406	Espectrometría de Fluorescencia
Dióxido de Titanio (TiO ₂)	1.033	
Oxido de calcio (CaO)	0.711	De Rayos X
Oxido de Manganeso (MnO)	0.101	
Oxido de Cadmio (CdO)	0.027	

Fuente: Laboratorio de ensayos LABICER UNI

Se realizó una gráfica de torta para expresar los componentes de la arcilla:



Fuente: Laboratorio de ensayos LABICER UNI

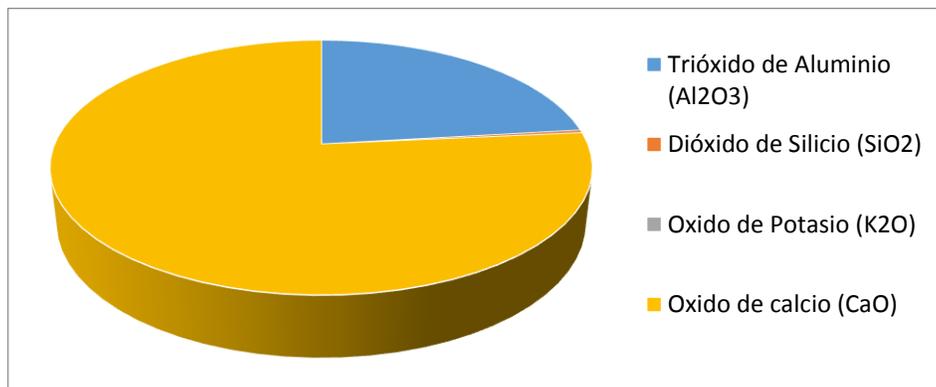
Figura N°07: Composición química de la arcilla

TABLA N° 13 COMPOSICION QUIMICA DE LA CONCHA DE ABANICO

COMPOSICION QUIMICA	RESULTADOS (%)	METODO UTILIZADO
Trióxido de Aluminio (Al ₂ O ₃)	16.52	Espectrometría de Fluorescencia
Oxido de Potasio (K ₂ O)	0.007	
Dióxido de Silicio (SiO ₂)	0.249	De Rayos X
Oxido de calcio (CaO)	54.55	

Fuente: Laboratorio de ensayos Universidad Mayor de San Marco

Se realizó una gráfica de torta para expresar los componentes de la concha de abanico:



Fuente: Laboratorio de ensayos Universidad Mayor de San Marco

Figura N°08: Composición química de la Concha de abanico

Se realizó una comparación de componentes químicos del cemento con la arcilla y la concha de abanico.

TABLA N° 14: COMPONENTES QUIMICOS DEL CEMENTO AL 100%

Cemento Tipo 1 = Total	
Porcentaje	100%
Calcio	62.50
Silicio	21.00
Aluminio	6.50
Hierro	2.50
Azufre	2.00
Magnesia	2.00
Perdida al Fuego	2.00
Residuo insoluble	1.00
Alcalis	0.50

Fuente: Propia

TABLA N° 15: COMPONENTES QUIMICOS DEL CEMENTO AL 80%

Cemento Tipo 1	
Porcentaje	80%
Calcio	50.00
Silicio	16.80
Aluminio	5.20
Hierro	2.00
Azufre	1.60
Magnesia	1.60
Perdida al Fuego	1.60
Residuo insoluble	0.80
Alcalis	0.40

Fuente: Propia

TABLA N° 16: COMPONENTES QUIMICOS DE LA ARCILLA AL 15%

Arcilla de Cuscudem	
Porcentaje	15%
Calcio	0.107
Silicio	6.450
Aluminio	7.758
Titanio	0.155
Potasio	0.511
Manganeso	0.015

Fuente: Propia

TABLA N° 17: COMPONENTES QUIMICOS DE LA CONCHA DE ABANICO AL 5%

Conchas de abanico	
Porcentaje	5%
Calcio	2.73
Silicio	0.01
Aluminio	0.83

Fuente: Propia

TABLA N° 18: COMPONENTES QUIMICOS DE LA MEZCLA DE 80% CEMENTO + 15% ARCILLA+5 % CONCHAS DE ABANICO

Cemento + Arcilla + Conchas	
Porcentaje	80%+15%+5%
Calcio	52.83
Silicio	23.26
Aluminio	13.78
Hierro	2.00
Titanio	0.155
Azufre	1.60
Potasio	0.51
Magnesia	1.60
Manganeso	0.02
Perdida al Fuego	1.60
Residuo insoluble	0.80
Alcalis	0.40

Fuente: Propia

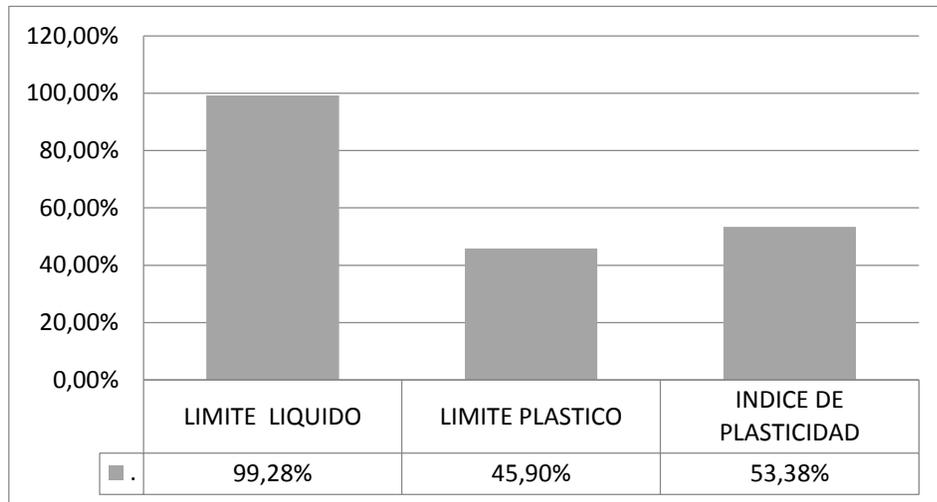
En la siguiente tabla se puede apreciar el porcentaje faltante y sobrante de cada elemento químico:

TABLA N° 19: CUADRO COMPARATIVO DEL CEMENTO CON LA COMBINACION 80% + 15% + 5%

Elemento	Cemento	Combinación	porcentaje %	Descripción
Calcio	62.50	52.83	9.67	falta
Silicio	21.00	23.26	-2.26	sobra
Aluminio	6.50	13.78	-7.28	sobra
Hierro	2.50	2.00	0.50	falta
Titanio	0.00	0.16	-0.16	sobra
Azufre	2.00	1.60	0.40	falta
Potasio	0.00	0.51	-0.51	sobra
Magnesia	2.00	1.60	0.40	falta
Manganeso	0.00	0.02	-0.02	sobra
Perdida al Fuego	2	1.60	0.40	falta
Residuo insoluble	1	0.80	0.20	falta
Alcalis	0.5	0.40	0.10	falta

Fuente: Propia

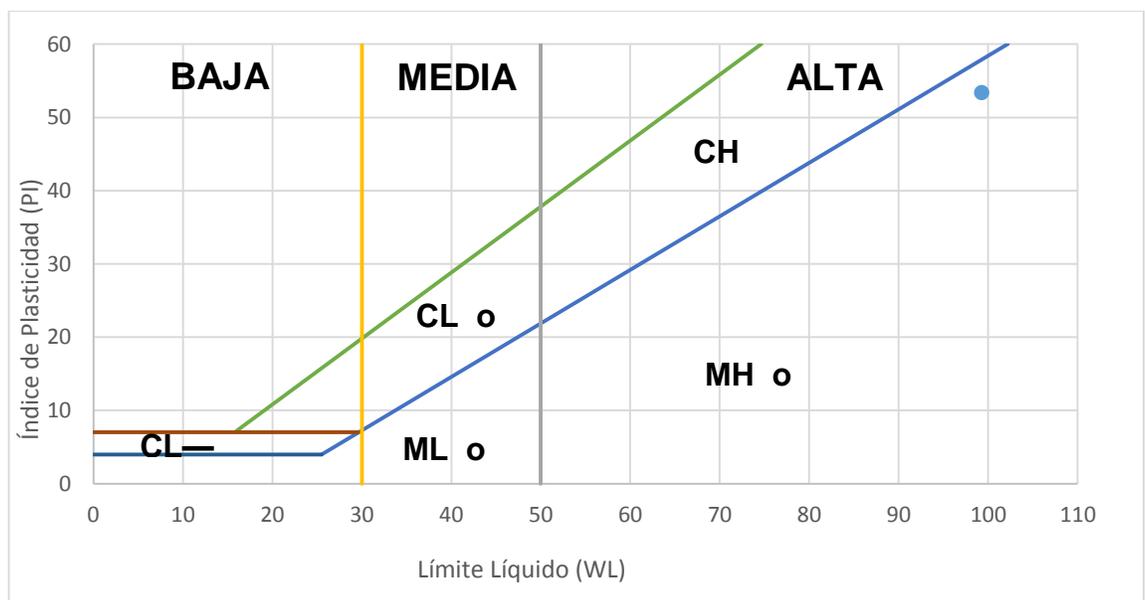
También se realizó el límite líquido y límite plástico en la cual se obtuvo:



Fuente: Laboratorio de suelos de la USP

Grafico N°09: Límite líquido y Límite plástico de Atterberg

Con estos resultados se pudo saber que es una arcilla:



Fuente: Laboratorio de suelos de la USP

Grafico N°10: Diagrama de Casagrande

También se realizó el peso específico de la muestra experimental.

TABLA N° 20: DETERMINACION DE PESO ESPECÍFICO

Prueba N°	1	2
Lectura Inicial (ml)	0.00	0.00
Lectura Final (ml)	18.50	8.50
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	

Fuente: Laboratorio de mecánica de suelos de la USP.

ANÁLISIS Y DISCUSIÓN

De la Tabla N° 08 se puede observar que el cemento sin sustitución presenta una resistencia de 210 (aproximadamente) hasta el veintiochoavo día de fraguado. La sustitución al 15 % +5% mantiene una resistencia menor. También se puede apreciar que para un tiempo de fraguado de 7 días, la sustitución al 15% de arcilla calcinada+5% cenizas de concha de abanico presentan menor resistencia al patrón. Asimismo, para un tiempo de fraguado de 14 días, la sustitución también presenta una menor resistencia al patrón. Finalmente, para un tiempo de fraguado de 28 días, la sustitución muestra una resistencia menor al control (0% de sustitución) disminuyendo el mismo, conforme aumenta la sustitución.

En la tabla N°10 se puede visualizar que el $p\text{-value} < \alpha$ ($0.002 < 0.05$) entonces podemos decir que los datos muestran suficientes evidencias para rechazar la hipótesis nula. Por lo que podemos concluir que con nivel de 5% de significancia las resistencias medias en kg/cm² logradas en las probetas de concreto, con sustitución del cemento en 0% y 20% por una combinación de arcilla y concha de abanico, son diferentes. (Existe una diferencia altamente significativa). También se tienen que para los días de curado $p\text{-value} < \alpha$ ($0.002 < 0.05$) entonces podemos decir que las resistencias medias de las probetas de concreto son diferentes a consecuencias de los día de curado.

En la Figura N°10 se puede apreciar dos importantes pérdidas de masa el primero alrededor de los 90° C hasta 140° C ya que se da la pérdida de agua debido a la evaporación de la misma, luego se mantiene casi constante y la segunda en torno a 480° C hasta 550°C y desde ahí se da una pérdida de masa más lenta hasta 930 ° C. En todo el rango de temperatura analizado pierde un aproximado del 23% de su masa inicial.

En la Figura N°11 La curva muestra un pico endotérmico aproximadamente a 120°C, y una pequeña región endotérmica entre 180° y 230° lo cual indica está absorbiendo calor y produciendo un cambio en la capacidad calorífica manifestándose en calentamiento

como consecuencia de esto se producirá evaporación y una transición endotérmica alrededor de los 540° C, donde descarga energía y se produce un proceso de oxidación.

De acuerdo al análisis de Grafico N° 03 y 04 se Tomó como Temperatura para la calcinación del material de la arcilla a 540° C por un tiempo de 2 horas.

En la Figura N°12 Según el análisis termo gravimétrico se muestra una importante estabilidad térmica del material hasta los 720 °C donde comienza a descomponerse y perder masa lo que alcanza una máxima perdida de 43% respecto a su masa inicial, cuando se llega a la máxima temperatura de ensayo.

En la Figura N°13, 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 intenso pico endotérmico a 900° C habiendo gran probabilidad de existir algún cambio estructural del material

De acuerdo al análisis de Figura N° 05 y 06 se Tomó como Temperatura para la calcinación del material de la concha de abanico a 900° C por un tiempo de 2 horas.

En la tabla N°11, De acuerdo a los análisis de alcalinidad los valores de PH no varían mucho en relación con el cemento haciendo compatible la combinación de la arcilla y la concha de abanico con el cemento.

En la tabla N°12, De los resultados obtenidos del análisis de Espectrometría de Fluorescencia de Rayos X, se registra la composición química básica de la arcilla, teniendo como componentes en altos porcentajes a Trióxido de Aluminio, Dióxido de Silicio. En general se obtuvieron componentes comunes con el cemento y se usó como sustituto para el experimental.

En la tabla N°13, 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 Trióxido de Aluminio, Oxido de calcio. En general se obtuvieron componentes comunes con el cemento y se usó como sustituto para el experimental.

Figura N°16, Según el Diagrama de Casagrande Obtenemos que es una arcilla Illite de alta plasticidad.

En la Tabla N°19, Podemos observar que el elemento más faltante es el calcio con un 9.67%, este porcentaje influyo en la disminución de la resistencia con respecto al patrón.

En la Tabla N°20, con el resultado del peso específico de 3.459 de la muestra experimental, se obtiene una relación agua/ cemento mayor que la relación agua/ cemento de la probeta patrón.

CONCLUSIONES

En el ATD, respecto al análisis calorímetro de la arcilla y conchas de abanico hay picos elevados de temperatura a 540°C para arcilla y de 900°C para las conchas de abanico por la cual significa cambios internos en sus componentes químicos, haciéndose la activación térmica de los precursores puzolamicos a dichas temperaturas. Por un tiempo de 2 horas.

En la arcilla Se obtuvo un alto contenido de Trióxido de Aluminio de 51.772% mas 16.52% de las conchas de abanico, en comparación al cemento portland tipo I (6.5%) lo cual este elemento químico es bueno para el concreto ya que es el responsable del calor de hidratación y por ende las reacciones químicas en el concreto, también ayuda al tiempo de fraguado, pero al ver demasiado aluminio esto se unen a los sulfatos haciendo que se expanda 4 veces su volumen creando micro fisuras.

Se obtuvo el PH de la arcilla de cuscuden-cajamarca (PH=5.5-6) y de las conchas de abanico (Ph =13), que a la ser mezclado con el cemento tipo I (Ph=13) origino una mezcla con Ph= 12 haciendo posible la adherencia de los materiales analizados.

De acuerdo a los diseños elaborados se obtuvo una relación a/c del diseño de mezcla patrón de 0.684 y la relación a/c del diseño de mezcla experimental de 0.76 de acuerdo a los ensayos realizados a los materiales.

Se realizó los ensayos a compresión de las probetas patrón y experimental (Tabla N°02), lográndose obtener resultados no favorables, es decir el concreto experimental fue superado en un 17.67% por el concreto patrón a los 28 días. Esto se debió a la demasiada presencia de aluminio que reaccionó con los sulfatos del medio ambiente generando micro fisuras y también por la relación agua / cemento mayor al del patrón.

La arcilla natural de Cuscuden – San Pablo (Cajamarca) obtuvo alto limite liquido de 99.28, limite plástico se obtuvo 45.90% y un índice de plasticidad de 53.38% lo cual se puede decir por la gráfica de plasticidad de Casa Grande que se tiene una buena presencia de arcilla illita.

De acuerdo al análisis de la varianza (ANOVA) se pudo apreciar que las resistencias medias del concreto patrón con la experimental hay un diferencia altamente significativa.

De acuerdo con la comparación de componentes químicos del cemento al 100% con la mezcla del cemento al 80% + arcilla 15% + conchas de abanico al 5%, se aprecia que la nueva combinación disminuye en 9,67% de calcio por lo que influye en la disminución de la resistencia en comparación a la muestra patrón.

Asimismo, la nueva combinación genera 7,28% de aluminio de más que el cemento y estar en un ambiente costera con bastante presencia de sulfatos genera micro fisuras internas por lo que también influye en la disminución de la resistencia en comparación a la muestra patrón.

El peso específico de la combinación de cemento al 80% + arcilla 15% + conchas de abanico al 5% es diferente al cemento por lo que la relación agua/ cemento resulto mayor que la muestra patrón, con esto influyo en la disminución de la resistencia.

RECOMENDACIONES

Se debe realizar una termo gravimetría a la arcilla a un rango, mayor de 540°C, y así poder experimentar si existen cambios en los componentes químicos

Se debe realizar una combinación diferente de los componentes químicos de la mezcla a sustituir haciendo que se asemejen a los del cemento.

Se recomienda sustituir con un material en la cual tenga mayor contenido de calcio.

El PH de la nueva combinación debe estar entre un rango de 11-12 de lo contrario no se asegura una correcta adherencia.

Se debe tener en cuenta el peso específico de la nueva combinación no varié mucho con el peso específico del cemento.

Se debe mantener la relación de agua / cemento menor que la del patrón, pero sin perjudicar la trabajabilidad del concreto.

Se debe realizar probetas a edades mayores a los 28 días para determinar en cuanto se aproxima la resistencia del concreto experimental respecto al patrón.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Campos, F. (2009), *Elementos Inertes dentro del Concreto*
- Diseño y Control de Mezclas de Hormigón En S.H. Koshmata.
- Gallegos, C. (2005). *Albañilería Estructural*. Pontifica
- Gonzales, M. (1962), "*Tecnología Del Concreto Diseño De Mezclas*
- Guerrero, M. (1984), "*Cenizas volantes en el hormigón*".
- Jiménez, J. (2008), H. "*Tecnología del concreto*".
- Juárez E. (2005). "*Mecánica de Suelos I*": Fundamentos de la Mecánica de Suelos".
- *Magno Chaparro Salas (Tecnología del Concreto)*
- Norma Técnica Peruana (400.037) *Agregados. Análisis granulométrico del agregado grueso*
- *NTP 400.037. (2001). Agregados. Análisis granulométrico del agregado grueso.*
- Pasquel, A. (1992), *tópicos de tecnología del concreto en el Perú.*
- PIZARRA, R. (1998), Arcillas Activadas por Lixiviación Parcial con Ácido Sulfúrico, Tesis de Ingeniería Química. Universidad Mayor de San Marcos, Perú.

- Powers, S. (1932) & Scanlon, M. (1994) del American Concrete Institute (ACI).
- Rivera, L. (2010), "*Concreto Simple*"
- Tacilla, Araujo y Cardozo (2004) en "Composición Química del Concreto"
- Teodoro E. (1997). *Materiales en Diseño de Estructuras de Concreto Armado* (11). Perú: Pontificia Universidad Católica del Perú.

APÉNDICES Y ANEXOS

ANEXO N° 01

Espectrometría de
Fluorescencia de Rayos X



Informe N°07c-LAQ/2017

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

Introducción.

Se analizó por fluorescencia de rayos-X dispersiva en energía (FRXDE) una muestra de ceniza de concha de abanico a pedido del Sr. Ángel Hernández Tenorio, alumno de la Universidad San Pedro, sede Chimbote, y como parte de su proyecto de tesis titulada:

“Resistencia de concreto con cemento sustituido parcialmente al 15% por arcilla de Cuscuden-Cajamarca más 5% de ceniza de conchas de abanico”

La muestra fue de color blanco y en forma de polvo.

Arreglo experimental.

Se utilizó un espectrómetro de FRXDE marca Amptek con ánodo de oro que operó a un voltaje de 30 kV y una corriente de 10 μ A. Los espectros se acumularon durante un intervalo neto de 300 s utilizando 2048 canales, con ángulos de incidencia y salida de alrededor de 45°; distancia muestra a fuente de rayos-X de 4 cm y distancia de muestra a detector de 2 cm. La tasa de conteo, la cual depende de la geometría del arreglo experimental y de la composición elemental de la muestra, fue de alrededor de 2200 cts/s

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

Teniendo en cuenta referencias sobre la composición de las conchas se supone que los componentes principales de esta muestra sea el óxido de Ca, CaO. Este dato es importante para iniciar el proceso de interpretación del espectro e interpretación de los resultados.

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

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



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

Resultados.

La Figura 1 muestra el espectro de FRXDE de la muestra en escala semi-logarítmica. Cubre el rango de energías de 1 a 18 keV que es el rango de interés en este estudio. En el espectro se puede observar la presencia del pico de argón, que es un gas inerte presente en el aire que respiramos. A pesar que la concentración de Al es relativamente alta, 13.2% de Al_2O_3 del total de la muestra por masa, su pico característico es muy débil debido a su bajo número atómico y la baja energía de sus rayos-X característicos.

La Tabla 1 muestra los resultados del análisis elemental de la muestra de la muestra. Las concentraciones están dadas en % de la masa total en términos de elementos y óxidos de los elementos presentes. Se supone que debido a la calcinación de las conchas todos los elementos se han oxidado. Pero debe de recalarse que la técnica de FRXDE da directamente la concentración de los elementos químicos. Estos resultados se utilizan luego para determinar la concentración de los óxidos.

Tabla 1. Composición elemental de la muestra de ceniza de concha de abanico.

Óxido	Concentraciones (%)	
	Elemental	Óxidos
Al_2O_3	8,745	16.524
P_2O_5	0.004	0.008
SO ₂	0.240	0.249
K_2O	0.006	0.007
CaO	38.990	54.551
Fe_2O_3	0.027	0.038
CuO	0.003	0.004
ZnO	0.002	0.003
SrO	0.072	0.085
ZrO ₂	0.003	0.003
CdO	0.186	0.212
SnO	<u>0.108</u>	<u>0.137</u>
Totales	48-382	72.054

Esta suma no llega al 100% indicando que no se ha detectado picos de algunos elementos o hay una deficiencia en la calibración del instrumento.

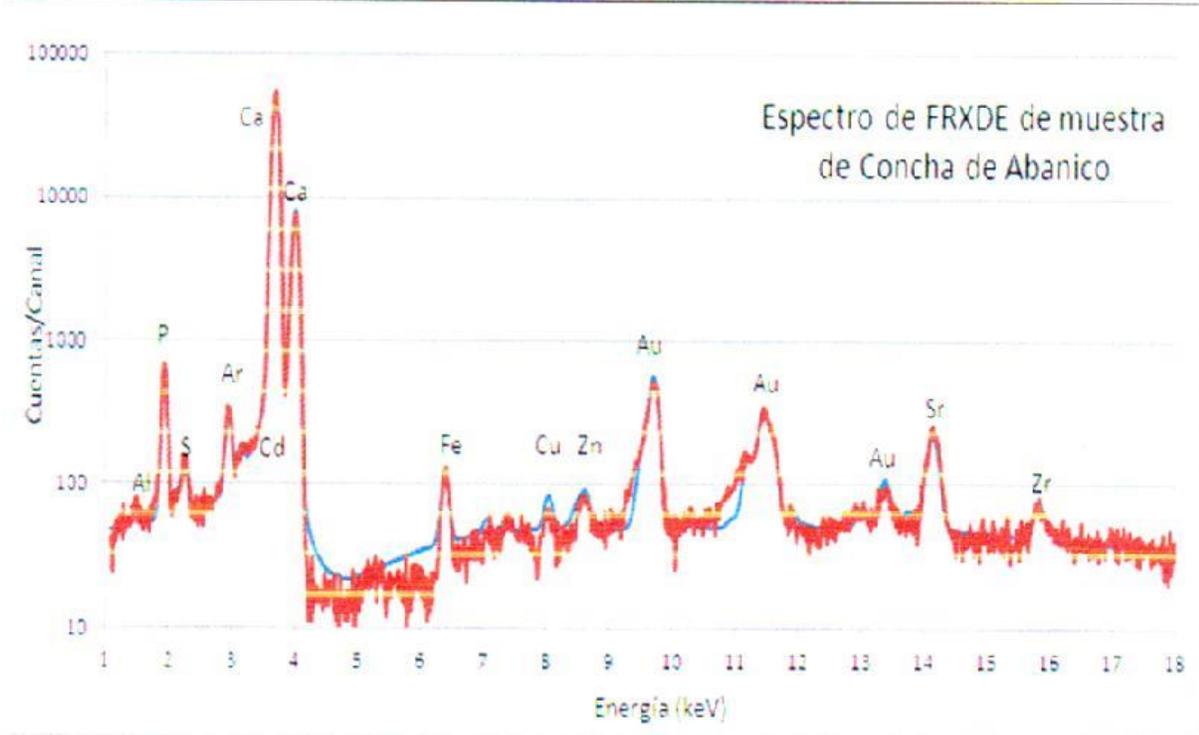


Figura 1. Espectro de FRXDE de ceniza de concha de abanico. Incluye el pico de Ar del aire y los picos de rayos-X de Au dispersados por la muestra.

Investigador Responsable:

Dr. Jorge A. Bravo Cabrejos
Laboratorio de Arqueometría



Lima, 23 de junio del 2017



INFORME TÉCNICO N° 0738 - 16 - LAB. 12

1. DATOS DEL SOLICITANTE
 - 1.1 NOMBRE DE LOS SOLICITANTES :
 - 1.2 DNI : 72298917
2. CRONOGRAMA DE FECHAS
 - 2.1 FECHA DE RECEPCIÓN : 25 / 05 / 2016
 - 2.2 FECHA DE ENSAYO : 25 / 05 / 2016
 - 2.3 FECHA DE EMISIÓN : 25 / 05 / 2016
3. ANÁLISIS SOLICITADO : ANÁLISIS DE COMPOSICIÓN QUÍMICA
4. DATOS REFERENCIALES DE LA MUESTRA
 - 4.1 DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA : 01 MUESTRA DE ARCILLA
 - 4.2 TESIS :
5. LUGAR DE RECEPCIÓN : LABORATORIO N°12 - FACULTAD DE CIENCIAS
6. CONDICIONES AMBIENTALES : Temperatura: 25.0 °C; Humedad relativa: 62%
7. EQUIPO UTILIZADO : Espectrómetro de Fluorescencia de Rayos X. SHIMADZU, EDX 800-HS.
8. RESULTADOS

8.1 COMPOSICIÓN QUÍMICA EXPRESADA COMO ÓXIDOS

COMPOSICIÓN QUÍMICA	RESULTADO (%)	MÉTODO UTILIZADO
Trióxido de Aluminio (Al_2O_3)	51.722	Espectrometría de Fluorescencia de Rayos X
Dióxido de Silicio (SiO_2)	43.000	
Óxido de Potasio (K_2O)	3.406	
Dióxido de Titanio (TiO_2)	1.033	
Óxido de Calcio (CaO)	0.711	
Óxido de Manganeso (MnO)	0.101	
Óxido de Cadmio (CdO)	0.027	

El porcentaje de error del equipo es de $\pm 0.02\%$



ANEXO N° 02

Análisis térmico diferencial



Trujillo, 02 de junio del 2017

INFORME N°76 – JUN 17

Solicitante: Angel Hernandez Tenorio – Universidad San Pedro

RUC/DNI:

Supervisor:

1. MUESTRA: Arcilla (1 gr)

N° de Muestras	Código de Muestra	Cantidad de muestra ensayada	Procedencia
1	AJ-75M	47.8 mg	Cuscuden

2. ENSAYOS A APLICAR

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

3. EQUIPO EMPLEADO Y CONDICIONES

- Analizador Térmico simultáneo TG_DTA_DSC Cap. Máx.: 1600°C SetSys_Evolution, cumple con normas ASTM ISO 11357, ASTM E967, ASTM E968, ASTM E793, ASTM D3895, ASTM D3417, ASTM D3418, DIN 51004, DIN 51007, DIN 53765.
- Tasa de calentamiento: 20 °C/min
- Gas de Trabajo - Flujo: Nitrógeno, 10 ml/min
- Rango de Trabajo: 25 – 900 °C.
- Masa de muestra analizada: 47.8 mg.

Jefe de Laboratorio:

Ing. Danny Chávez Novoa

Analista responsable:

Ing. Danny Chávez Novoa

Danny M. Chávez Novoa
INGENIERO EN MATERIALES

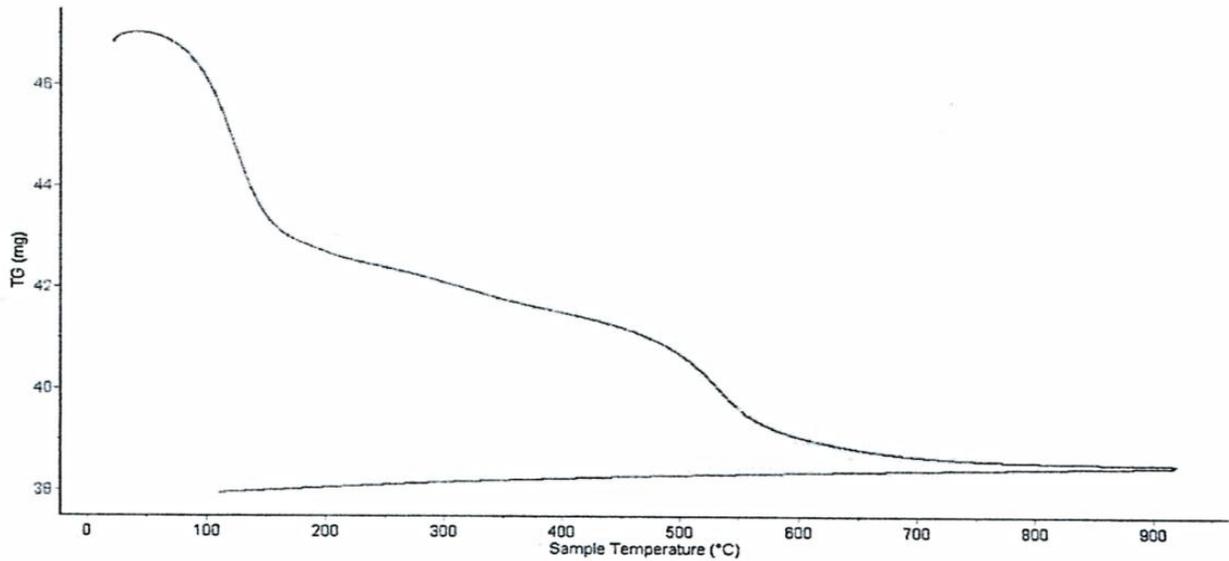


Trujillo, 02 de Junio del 2017

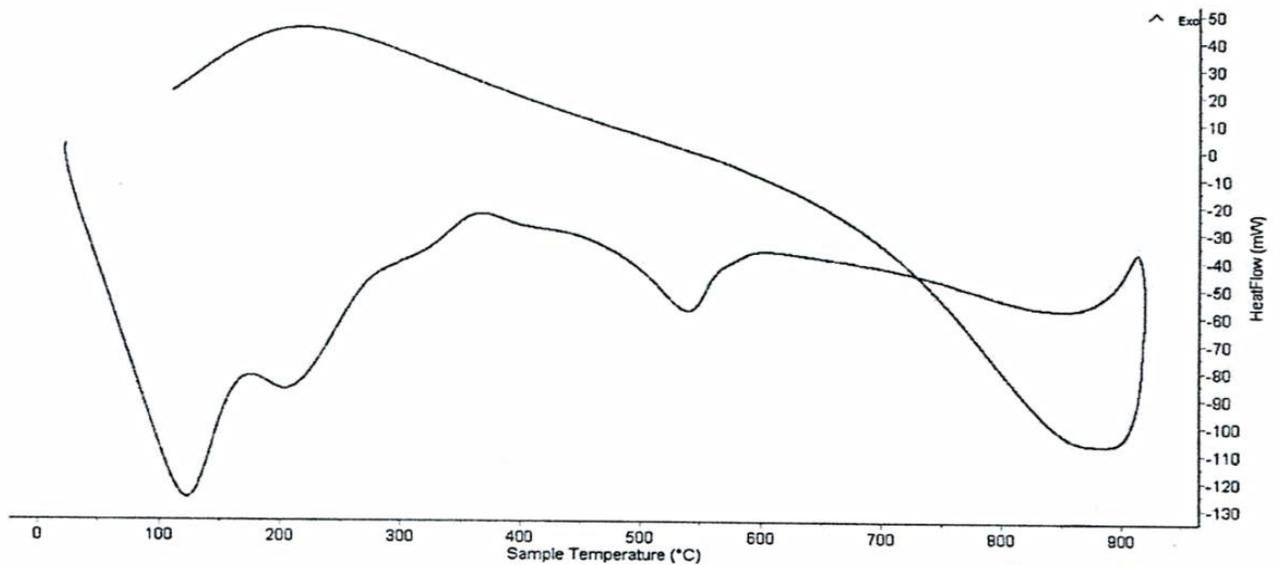
INFORME N°76 – JUN 17

4. Resultados:

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



II- Curva Calorimétrica ATD



Danny M. Chávez Novc
Danny M. Chávez Novc



Trujillo, 02 Junio del 2017

5. CONCLUSION:

1. Según el análisis Termo gravimétrico se muestra la pérdida de masa en función a la temperatura indicando algunas pérdidas acentuadas en los siguientes rangos de temperatura entre 90 y 140°C y entre 480 y 550°C posteriormente se muestra una perdida lenta de la masa del material conforme aumenta la temperatura. El material llega a perder un aproximado de 23 % de masa, respecto a su masa inicial a la temperatura máxima de ensayo.
2. De acuerdo al análisis calorimétrico, la curva muestra un pico de absorción térmica a aproximadamente 120°C y 205°C, posteriormente un ligero pico endotérmico a 540°C lo que podría demostrar posibilidad de existir algún cambio estructural del material.

Trujillo, 02 de Junio del 2017



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



Danny M. Chávez Novoa



Trujillo, 18 de Mayo del 2017

INFORME N° 59 - MAY 17

Solicitante: Angel Hernandez Tenorio
- Universidad San Pedro Chimbote

RUC/DNI:

Supervisor:

1. MUESTRA: Concha de Abanico (1 gr)

N° de Muestras	Código de Muestra	Cantidad de muestra ensayada	Procedencia
1	CAM-59M	35.8 mg	-----

2. ENSAYOS A APLICAR

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

3. EQUIPO EMPLEADO Y CONDICIONES

- Analizador Térmico simultáneo TG_DTA_DSC Cap. Máx.: 1600°C SetSys Evolution, cumple con normas ASTM ISO 11357, ASTM E967, ASTM E968, ASTM E793, ASTM D3895, ASTM D3417, ASTM D3418, DIN 51004, DIN 51007, DIN 53765.
- Tasa de calentamiento: 20 °C/min
- Gas de Trabajo - Flujo: Nitrógeno, 10 ml/min
- Rango de Trabajo: 25 - 900 °C.
- Masa de muestra analizada: 35.8 mg.

Jefe de Laboratorio:

Ing. Danny Chávez Novoa

Analista responsable:

Ing. Danny Chávez Novoa

Danny M. Chávez Novoa
ING. MATERIAL P.º

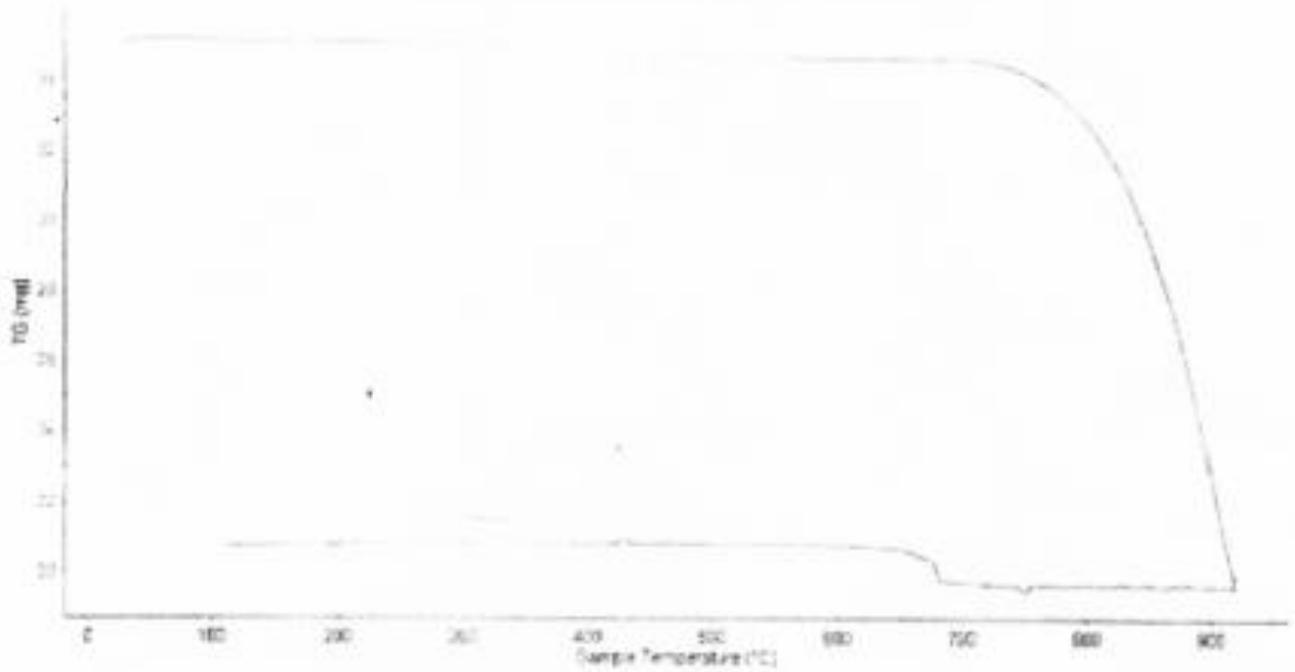


Trujillo, 18 de Mayo del 2017

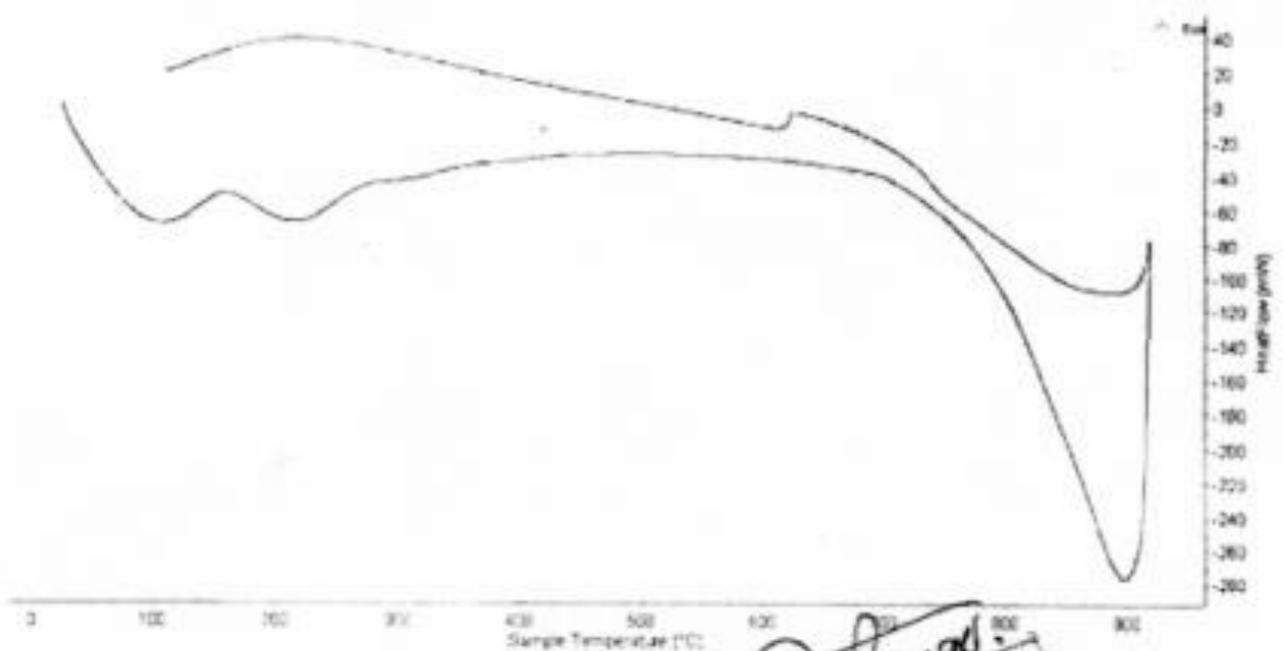
INFORME N° 59 - MAY 17

4. Resultados:

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



II- Curva Calorimétrica ATD



Dany M. Chávez Novoa
Dany M. Chávez Novoa
ING. MATERIALES
R. 2P. 84957



Trujillo, 18 de Mayo del 2017

INFORME N° 59 - MAY 17

5. CONCLUSION:

1. Según el análisis Termo gravimétrico se muestra una importante estabilidad térmica del material hasta los 720°C donde comienza a descomponerse y perder masa lo que alcanza una máxima pérdida de 43% respecto a su masa inicial, cuando se llega a la máxima temperatura 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 intenso pico endotérmico a 900°C habiendo gran probabilidad de existir algún cambio estructural del material.

Trujillo, 18 de Mayo del 2017



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

Danny Mesías Chávez Novoa
ING. MATERIALES
R. CIP. 84951

ANEXO N° 03

Análisis de Alcalinidad



ANALISIS DE LABORATORIO

SOLICITADO POR : Ángel Antonio Hernández Tenorio
ASUNTO : Medición de PH
PROCEDENCIA : Chimbote
FECHA DE RECEPCION : 27/06/2017
FECHA DE ENTREGA : 03/07/2017

Descripción	Rango pH	Observaciones
Cemento Tipo I	13	{ 10 g de material + 40 ml de agua destilada}
Conchas de abanico	13	{10 g de material + 40 ml de agua destilada}
Arcilla	5.5-6	{10 g de material + 40 ml de agua destilada}
80% Cemento Tipo I +15% Arcilla + 5% Conchas de abanico	12	{10 g de material + 40 ml de agua destilada}

Medición de pH: con cintas de parpeha y potencióstato.

Trujillo, 03 de Julio de 2017


Ing. Juan Vega González
Jefe de Laboratorio
CIP 79515

ANEXO N° 04

Ensayos de Laboratorio



DISEÑO DE MEZCLA

SOLICITA : BACH-HERNANDEZ TENORIO ANGEL ANTONIO
 TESIS : RESISTENCIA DE CONCRETO CON CEMENTO SUSTITUIDO PARCIALMENTE AL 15% POR ARCILLA DE CUSCUDEN – SAN PABLO (CAJAMARCA) MÁS 5% DE CENIZAS DE CONCHAS DE ABANICO
 LUGAR : CHIMBOTE – PROVINCIA DEL SANTA – ANCASH
 FECHA : 18/08/2017

ESPECIFICACIONES

- La selección de las proporciones se hará empleando el método del ACI
- La resistencia en compresión de diseño especificada es de 210 kg/cm², a los 28 días.

MATERIALES

A.- Cemento :

- Tipo I "Pacasmayo"
- Peso específico 3.12

B.- Agua :

- Potable, de la zona.

C.-Agregado Fino :

CANTERA : VESIQUE

- Peso específico de masa 2.70
- Peso unitario suelto 1550 kg/m³
- Peso unitario compactado 1764 kg/m³
- Contenido de humedad 0.28 %
- Absorción 0.64 %
- Módulo de fineza 2.73

D.- Agregado grueso

CANTERA : SAMANCO

- Piedra, perfil angular
- Tamaño Máximo Nominal 1/2"
- Peso específico de masa 2.78
- Peso unitario suelto 1469 kg/m³
- Peso unitario compactado 1597 kg/m³
- Contenido de humedad 0.46 %
- Absorción 0.67 %





SELECCIÓN DEL ASENTAMIENTO

De acuerdo a las especificaciones, las condiciones que la mezcla tenga una consistencia plástica, a la que corresponde un asentamiento de 3" a 4" .

VOLUMEN UNITARIO DE AGUA

Para una mezcla de concreto con asentamiento de 3" a 4" , sin aire incorporado y cuyo agregado grueso tiene un tamaño máximo nominal de 1/2" , el volumen unitario de agua es de 216 lt/m³ .

RELACIÓN AGUA - CEMENTO

Se obtiene una relación agua - cemento de 0.684

FACTOR DE CEMENTO

F.C. : $216 / 0.684 = 315.79 \text{ kg/m}^3 = 7.43 \text{ bolsas / m}^3$

VALORES DE DISEÑO CORREGIDOS

Cemento.....	315.789 kg/m ³
Agua efectiva.....	221.064 lts/m ³
Agregado fino.....	802.996 kg/m ³
Agregado grueso.....	1010.950 kg/m ³

PROPORCIONES EN PESO

$$\frac{315.79}{315.79} : \frac{802.996}{315.79} : \frac{1010.95}{315.79}$$

$$1 : 2.54 : 3.20 : 29.75 \text{ lts / bolsa}$$

PROPORCIONES EN VOLUMEN

$$1 : 2.45 : 3.25 : 29.75 \text{ lts / bolsa}$$



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

Jorge Montañez Reyes
Ing. Jorge Montañez Reyes
JEFE



DISEÑO DE MEZCLA

(20% SUSTITUCION DEL CEMENTO)

SOLICITA : BACH:HERNANDEZ TENORIO ANGEL ANTONIO
 TESIS : RESISTENCIA DE CONCRETO CON CEMENTO SUSTITUIDO PARCIALMENTE AL 15% POR ARCILLA DE CUSCUDEN – SAN PABLO (CAJAMARCA) MÁS 5% DE CENIZAS DE CONCHAS DE ABANICO
 LUGAR : CHIMBOTE – PROVINCIA DEL SANTA – ANCASH
 FECHA : 18/08/2017

ESPECIFICACIONES

- La selección de las proporciones se hará empleando el metodo del ACI
- La resistencia en compresión de diseño promed 210 kg/cm², a los 28 días.

MATERIALES

A.- Cemento+Arcilla+CCA :

- Tipo I "Pacasmayo"
- Peso especifico 3.45

B.- Agua :

- Potable, de la zona.

C.-Agregado Fino : CANTERA : VESIQUE

- Peso especifico de masa 2.70
- Peso unitario suelto 1550 kg/m³
- Peso unitario compactado 1764 kg/m³
- Contenido de humedad 0.28 %
- Absorción 0.64 %
- Módulo de fineza 2.73

D.- Agregado grueso CANTERA : SAMANCO

- Piedra, perfil angular
- Tamaño Máximo Nominal 1/2"
- Peso especifico de masa 2.78
- Peso unitario suelto 1469 kg/m³
- Peso unitario compactado 1597 kg/m³
- Contenido de humedad 0.48 %
- Absorción 0.67 %





SELECCIÓN DEL ASENTAMIENTO

De acuerdo a las especificaciones, las condiciones que la mezcla tenga una consistencia plástica, a la que corresponde un asentamiento de 3" a 4".

VOLUMEN UNITARIO DE AGUA

Para una mezcla de concreto con asentamiento de 3" a 4", sin aire incorporado y cuyo agregado grueso tiene un tamaño máximo nominal de 1/2", el volumen unitario de agua es de 193 lt/m³.

RELACIÓN AGUA - CEMENTO

Se obtiene una relación agua - cemento de 0.760.

VOLUMENES ABSOLUTOS

Cemento.....	(m ³)	0.081
Arcilla 15%+ CCA5%.....	(m ³)	0.020
Agua efectiva.....	(m ³)	0.216
Agregado fino.....	(m ³)	0.296
Agregado grueso.....	(m ³)	0.362
Aire.....	(m ³)	0.025
		1.000 m ³

PESOS SECOS

Cemento.....	252.63 kg/m ³
Arcilla 15%+ CCA5%.....	63.158
Agua efectiva.....	216.00 lts/m ³
Agregado fino.....	800.79 kg/m ³
Agregado grueso.....	1006.36 kg/m ³

PESOS CORREGIDOS POR HUMEDAD

Cemento.....	252.63 kg/m ³
Arcilla 15%+ CCA5%.....	63.158
Agua efectiva.....	221.06 lts/m ³
Agregado fino.....	803.00 kg/m ³
Agregado grueso.....	1010.95 kg/m ³

PROPORCIONES EN VOLUMEN

$$\frac{252.63}{252.63} : \frac{63.158}{252.63} : \frac{803.00}{252.63} : \frac{1010.95}{252.63}$$

$$1 : 0.25 : 3.18 : 4.00 \quad 29.75 \text{ lts / bolsa}$$



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



PESO UNITARIO DEL AGREGADO GRUESO

SOLICITA : BACHHERNANDEZ TENORIO ANGEL ANTONIO
 TESIS : RESISTENCIA DE CONCRETO CON CEMENTO SUSTITUIDO PARCIALMENTE AL 15% POR ARCILLA DE CUSCUDEN – SAN PABLO (CAJAMARCA) MÁS 6% DE CENIZAS DE CONCHAS DE ABANICO
 LUGAR : CHIMBOTE – PROVINCIA DEL SANTA – ANCASH
 CANTERA : SAMANCO
 MATERIAL : PIEDRA CHANCADA
 FECHA : 16/08/2017

PESO UNITARIO SUELTO

Ensayo N°	0 1	0 2	0 3
Peso de molde + muestra	18900	18950	18930
Peso de molde	5120	5120	5120
Peso de muestra	13780	13830	13810
Volumen de molde	9354	9354	9354
Peso unitario (Kg/m ³)	1473	1479	1476
Peso unitario prom. (Kg/m ³)	1476		
CORREGIDO POR HUMEDAD	1469		

PESO UNITARIO COMPACTADO

Ensayo N°	0 1	0 2	0 3
Peso de molde + muestra	20100	20140	20150
Peso de molde	5120	5120	5120
Peso de muestra	14980	15020	15030
Volumen de molde	9354	9354	9354
Peso unitario (Kg/m ³)	1601	1606	1607
Peso unitario prom. (Kg/m ³)	1605		
CORREGIDO POR HUMEDAD	1597		



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



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

SOLICITA : BACHHERNANDEZ TENORIO ANGEL ANTONIO
 TESIS : RESISTENCIA DE CONCRETO CON CEMENTO SUSTITUIDO PARCIALMENTE AL 15% POR ARCILLA DE CUSCLDEN - SAN PABLO (CAJAMARCA) MÁS 5% DE CENIZAS DE CONCHAS DE ABANICO
 LUGAR : CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - ANCASH
 CANTERA : SAMANCO
 MATERIAL : PIEDRA CHANCADA
 FECHA : 18/05/2017

A	Peso de material saturado superficialmente seco (aire)	1066.40	944.80
B	Peso de material saturado superficialmente seco (agua)	686.20	607.40
C	Volumen de masa + volumen de vacíos (A-B)	380.20	337.40
D	Peso de material seco en estufa	1059.40	938.40
E	Volumen de masa (C-(A-D))	373.20	331.00
G	P.e. Bulk (Base Seca) D/C	2.786	2.781
H	P.e. Bulk (Base Saturada) A/C	2.805	2.800
I	P.e. Aparente (Base Seca) D/E	2.839	2.835
F	Absorción (%) ((D-A/A) x 100)	0.66	0.68

P.e. Bulk (Base Seca) : 2.784
 P.e. Bulk (Base Saturada) : 2.803
 P.e. Aparente (Base Seca) : 2.837
 Absorción (%) : 0.67



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

Ing. Jorge Montañez Reyes
JEFE



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

SOLICITA : BACHHERNANDEZ TENORIO ANGEL ANTONIO
 TESIS : RESISTENCIA DE CONCRETO CON CEMENTO SUSTITUIDO PARCIALMENTE AL 15% POR ARCILLA DE CUSCUDEN – SAN PABLO (CAJAMARCA) MÁS 5% DE CENIZAS DE CONCHAS DE ABANICO
 LUGAR : CHIMBOTE – PROVINCIA DEL SANTA – ANCASH
 CANTERA : VESIQUE
 MATERIAL : ARENA GRUESA
 FECHA : 18/08/2017

A	Peso de material saturado superficialmente seco (aire) gr.		300.00	300.00
B	Peso de picnometro + agua gr.		689.10	689.10
C	Volumen de masa + volumen de vacios (A+B) cm ³		989.10	989.10
D	Peso de picnometro + agua + material gr.		878.80	878.80
E	Volumen de masa + volumen de vacios (C-D) cm ³		110.30	110.30
F	Peso de material seco en estufa gr.		298.10	298.10
G	Volumen de masa (E-(A-F))		108.40	108.40
H	P.e. Bulk (Base Seca) F/E		2.703	2.703
I	P.e. Bulk (Base Saturada) A/E		2.720	2.720
J	P.e. Aparente (Base Seca) F/E		2.750	2.750
K	Absorción (%) ((D-A/A)x100)		0.64	0.64

P.e. Bulk (Base Seca) : 2.703
 P.e. Bulk (Base Saturada) : 2.720
 P.e. Aparente (Base Seca) : 2.750
 Absorción (%) : 0.64



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



CONTENIDO DE HUMEDAD AGREGADO GRUESO

(ASTM D-2236)

SOLICITA : BACH:HERNANDEZ TENORIO ANGEL ANTONIO
TESIS : RESISTENCIA DE CONCRETO CON CEMENTO SUSTITUIDO PARCIALMENTE AL 15% POR ARCILLA DE CUSCUDEN – SAN PABLO (CAJAMARCA) MÁS 5% DE CENIZAS DE CONCHAS DE ABANICO
LUGAR : CHIMBOTE – PROVINCIA DEL SANTA – ANCASH
CANTERA : SAMANCO
MATERIAL : PIEDRA CHANCADA
FECHA : 18/08/2017

PRUEBA N°	01	02
TARA N°		
TARA + SUELO HUMEDO (gr)	869	869
TARA + SUELO SECO (gr)	866.3	865.3
PESO DEL AGUA (gr)	2.7	3.7
PESO DE LA TARA (gr)	164	164
PESO DEL SUELO SECO (gr)	702.3	701.3
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	0.38	0.53
PROM. CONTENIDO HUMEDAD (%)	0.46	



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

ing. Jorge Montañez Reyes
JEFE



CONTENIDO DE HUMEDAD AGREGADO FINO

(ASTM D-2216)

SOLICITA : BACHHERNANDEZ TENORIO ANGEL ANTONIO
TESIS : RESISTENCIA DE CONCRETO CON CEMENTO SUSTITUIDO PARCIALMENTE AL 15% POR ARCILLA
DE CUSCUDEN – SAN PABLO (CAJAMARCA) MÁS 5% DE GENIZAS DE CONCHAS DE ABANICO
LUGAR : CHIMBOTE – PROVINCIA DEL SANTA – ANCASH
CANTERA : VESIQUE
MATERIAL : ARENA GRUESA
FECHA : 18/08/2017

PRUEBA N°	01	02
TARA N°		
TARA + SUELO HUMEDO (gr)	807	806
TARA + SUELO SECO (gr)	805.5	804.2
PESO DEL AGUA (gr)	1.5	1.8
PESO DE LA TARA (gr)	207	205.5
PESO DEL SUELO SECO (gr)	598.5	598.7
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	0.25	0.30
PROM. CONTENIDO HUMEDAD (%)	0.28	



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



ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION-EXPERIMENTAL 20%

SOLICITA : BACHHERMANDEZ TENORIO ANGEL ANTONIO
 TESIS : RESISTENCIA DE CONCRETO CON CEMENTO SUSTITUIDO PARCIALMENTE AL 15% POR ARCILLA DE CUSCUDEN – SAN PABLO (CAJAMARCA) MÁS 5% DE CENIZAS DE CONCHAS DE ABANICO
 LUGAR : CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - ANCASH
 FECHA : 18/06/2016

f'c : 210 Kg/cm2

N°	TESTIGO	SLUMP	FECHA		EDAD	f'c	f'c/f'c
	ELEMENTO	(")	MOLDEO	ROTURA	DIAS	Kg/Cm2	(%)
01	EXPERIMENTAL 20%	6,00	03/07/2017	10/07/2017	7	115.80	55.14
02	EXPERIMENTAL 20%	6,00	03/07/2017	10/07/2017	7	112.16	53.41
03	EXPERIMENTAL 20%	6,00	03/07/2017	10/07/2017	7	117.60	56.09
04	EXPERIMENTAL 20%	6,00	03/07/2017	17/07/2017	14	143.53	68.25
05	EXPERIMENTAL 20%	6,00	03/07/2017	17/07/2017	14	138.85	66.12
06	EXPERIMENTAL 20%	6,00	03/07/2017	17/07/2017	14	147.33	70.06
07	EXPERIMENTAL 20%	6,00	03/07/2017	31/07/2017	28	179.83	85.63
08	EXPERIMENTAL 20%	6,00	03/07/2017	31/07/2017	28	171.11	81.48
09	EXPERIMENTAL 20%	6,00	03/07/2017	31/07/2017	28	173.42	82.58

ESPECIFICACIONES : Los ensayos responde a la norma de diseño ASTM C-39.

OBSERVACIONES : Los testigos fueron elaborados y tratados por el interesado a este laboratorio.


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



ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION

SOLICITA : BACHHERNANDEZ TENORIO ANGEL ANTONIO
 TESIS : RESISTENCIA DE CONCRETO CON CEMENTO SUSTITUIDO PARCIALMENTE AL 15% POR ARCILLA
 DE CUSCUDEN - SAN PABLO (CAJAMARCA) MÁS 5% DE CENIZAS DE CONCHAS DE ABANICO
 LUGAR : CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - ANCASH
 FECHA : 18/08/2017

F'c : 210 Kg/cm²

N°	TESTIGO	SEÑAL	FECHA		EDAD DIAS	F'c Kg/Cm ²	F'c/F'c
	ELEMENTO		MOLDEO	ROTURA			
01	PATRON	3,0	05/06/2017	12/06/2017	7	146.01	69.53
02	PATRON	3,0	05/06/2017	12/06/2017	7	134.93	64.25
03	PATRON	3,0	05/06/2017	12/06/2017	7	141.28	67.28
04	PATRON	3,0	05/06/2017	19/06/2017	14	180.04	85.73
05	PATRON	3,0	05/06/2017	19/06/2017	14	174.94	83.11
06	PATRON	3,0	05/06/2017	19/06/2017	14	176.84	84.21
07	PATRON	3,0	05/06/2017	03/07/2017	28	212.21	101.05
08	PATRON	3,0	05/06/2017	03/07/2017	28	210.52	100.25
09	PATRON	3,0	05/06/2017	03/07/2017	28	214.39	101.99

ESPECIFICACIONES : Los ensayos responde a la norma de diseño ASTM C-39.

OBSERVACIONES : Los testigos fueron elaborados y tratados por el interesado a este laboratorio.



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



DETERMINACION DE PESO ESPECIFICO

(Frasco de Le Chaleux)

(Según ASTM C 195, AASHTO T 132 y MITC E 610-2000)

SOLICITA : BACH. HERNANDEZ TENORIO ANGEL ANTONIO
TERIS : RESISTENCIA DE CONCRETO CON CEMENTO SUSTITUIDO PARCIALMENTE AL 15% POR ARCILLA
DE CUSCUDEN - SAN PABLO (CAJAMARCA) MÁS 5% DE CENIZAS DE CONCHAS DE ABANICO
LUGAR : CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - ANCASH
MATERIAL : CEMENTO 80% + ARCILLA 15% + CCA 5%
FECHA : 18/03/2017

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	



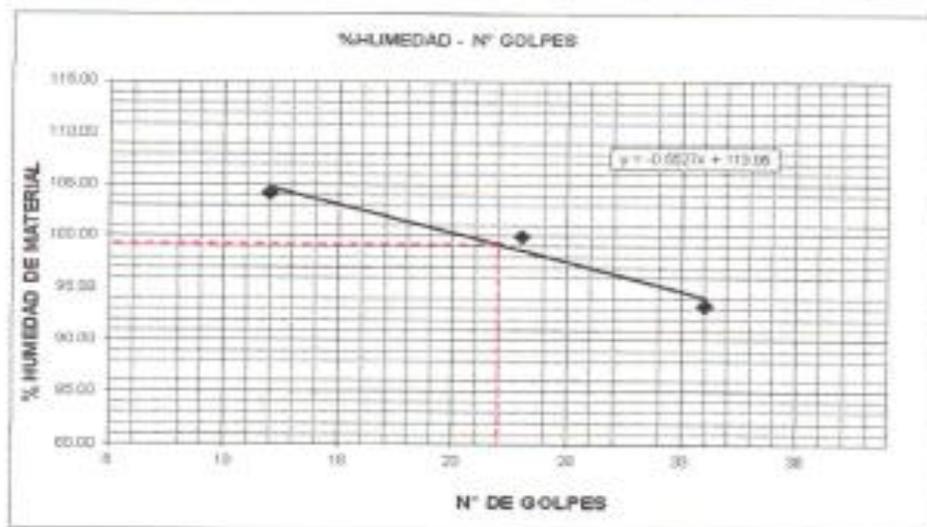
UNIVERSIDAD SAN PEDRO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
Laboratorio de Mecánica de Suelos y Ensayo de Materiales
Jorge Montañez Reyes
Ing. Jorge Montañez Reyes
JEFE



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

SOLICITA :: BACH:HERNANDEZ TENORIO ANGEL ANTONIO
TESIS : RESISTENCIA DE CONCRETO CON CEMENTO SUSTITUIDO PARCIALMENTE AL 15% POR ARCILLA DE CUSCUDEN - SAN PABLO (CAJAMARCA) MAS 5% DE CENZAS DE CONCHAS DE ABANICO
CANTERA : ARCILLA DE CUSCUDEN
FECHA : 17/08/2017

Nro. DE ENSAYO	LIMITE LIQUIDO			LIMITE PLASTICO		
	1	2	3	1	2	3
PESO TARA + SUELO HUMEDO (gr.)	37.20	35.00	38.42	23.60	24.38	24.25
PESO TARA + SUELO SECO (gr.)	27.80	27.00	29.20	22.00	22.50	22.60
PESO DE LA TARA (gr.)	18.78	18.00	18.27	18.35	18.50	19.08
PESO DEL AGUA (gr.)	9.40	8.00	10.22	1.60	1.88	1.65
PESO SUELO SECO (gr.)	9.02	8.00	10.93	3.85	4.00	3.52
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	104.21	100.00	93.50	43.84	47.00	48.87
Nro. DE GOLPES	15	26	34	45.90		



LIMITE LIQUIDO (MTC E-110, ASTM D-4318 y AASHTO T89)	
LL :	% 99.28
LIMITE PLASTICO (MTC E-111, ASTM D-4318 y AASHTO T90)	
LP :	% 45.90
INDICE DE PLASTICIDAD ASTM D-438	
IP :	% 53.38



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

ANEXO N° 05

Ensayo Estadístico ANOVA

ENSAYO ESTADISTICO (ANOVA)

Tabla N°02: Resistencias a la compresión de las probetas de concreto con un porcentaje de cemento sustituido por una combinación de arcilla y concha de abanico según días de curado.

Días de curado	Resistencia de concreto	
	Patrón	Experimental
7	140,74	115,25
14	177,14	143,17
28	212,31	174,79

Fuente: Resultados de las ensayos del laboratorio de la USP

Después de verificar el cumplimiento de los supuestos de normalidad (Shapiro – Wilk) y homogeneidad de varianzas de las resistencias medias obtenidas en las probetas de Concreto para cada tratamiento (sustitución de un porcentaje de cemento por una combinación de arcilla y concha de abanico) se procedió a realizar la prueba ANOVA

Tabla N°03: Cálculo de la prueba ANOVA para verificar las diferencias entre las medias de las resistencias a la compresión de las probetas de concreto.

TABLA N°03

Origen	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig
Sustitución	1786,755	1	1786,755	514,549	,002
Días de curado	3866,423	2	1933,211	556,726	,002
Error	6,945	2	3,472		
Total	5660,123	5			

Fuente: Resultados de las ensayos del laboratorio de la USP


OSCAR ROJAS VILLANUEVA

ANALISIS: En la tabla N°03 se puede visualizar que el $p\text{-value} < \alpha$ ($0.002 < 0.05$) entonces podemos decir que los datos muestran suficientes evidencias para rechazar la hipótesis nula. Por lo que podemos concluir que con nivel de 5% de significancia las resistencias medias en kg/cm^2 logradas en las probetas de concreto, con sustitución del cemento en 0% y 20% por una combinación de arcilla y concha de abanico, son diferentes. (Existe una diferencia altamente significativa).

También se tienen que para los días de curado $p\text{-value} < \alpha$ ($0.002 < 0.05$) entonces podemos decir que las resistencias medias de las probetas de concreto son diferentes a consecuencias de los día de curado.


Osuna Rojas Villanueva

PANEL FOTOGRAFICO



FOTO N°1: Ruta para Cantera Samanco



FOTO N°2: Cantera Samanco



FOTO N°3: Ruta para Cantera Vesique



FOTO N°4: Ubicación de la arcilla



FOTO N°5: Arcilla in situ



FOTO N°6: Lavado de la arcilla



FOTO N°7: Eliminación de impurezas



FOTO N°8: Secado al sol



FOTO N°9: arcilla completamente seca



FOTO N°10: molienda en batan



FOTO N°11: arcilla molida



FOTO N°12: Limite Liquido



FOTO N°13: Limite Plastico



FOTO N°14: Calcinación de la arcilla



FOTO N°15: Conchas de abanico



FOTO N°16: Calcinación de Conchas de abanico



FOTO N°17: Conchas de abanico final



FOTO N°18: Peso unitario A. Grueso



FOTO N°19: Peso Unitario del A. Grueso



FOTO N°20: Peso unitario A. Fino



FOTO N°21: Peso Unitario del A. Fino



FOTO N°22: Granulometría del A. Fino



FOTO N°23: Granulometría del A. Grueso



FOTO N°24: Tamizado de los Agregados



FOTO N°25: Contenido de Humedad



FOTO N°26: Gravedad especificad



FOTO N°27: Cono de abrams Probeta Patrón



FOTO N°28: slump Probeta Patrón



FOTO N°29: Enrazado Probeta Patrón



FOTO N°30: Desencofrado Probeta Patrón



FOTO N°31: Mezcla Experimental



FOTO N°32: slump Experimental



FOTO N°33: slump 6 pulgadas



FOTO N°34: Enrazado de probetas



FOTO N°35: Mezcla de materiales



FOTO N°36: Probetas moldeadas



FOTO N° 37: Curado de Probetas



FOTO N° 38: Pesado de Probetas



FOTO N° 39: Probetas Ensayadas



FOTO N° 40: Rotura de Probetas



FOTO N° 41: Rotura de Probetas



FOTO N° 42: Probetas Ensayadas