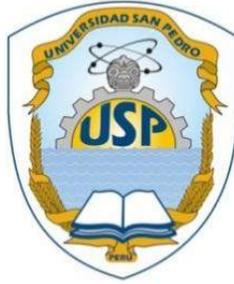


UNIVERSIDAD SAN PEDRO
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



**Resistencia del concreto $f'c=210$ kg/cm² con sustitución al
cemento en 12% por ceniza de Ichu.**

Tesis para Optar el Título Profesional de Ingeniero Civil

Autor

Acuña Huamán José solano

Asesor

Solar Jara Miguel

Cajamarca-Perú

2018

PALABRAS CLAVES

Tema Diseño de concreto

Especialidad Tecnología de concreto

KEY WORDS

Theme Concrete design

Specialization Concrete technology

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Codigo	Linea
1.0.	Ingeniería
2.0.	Ingeniería y tecnología
2.1.	Ingeniería civil

TITULO

**Resistencia del concreto $f'c=210$ kg/cm² con sustitución al
cemento en 12% por ceniza de Ichu.**

RESUMEN

En esta investigación se ha determinado la influencia en la resistencia a compresión del concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ usando agregados de la cantera de “Rubén” con la sustitución de ceniza de ichu al cemento.

La metodología experimental de la investigación consistió preparar mezclas de concreto para una resistencia a la compresión de 210 kg/cm^2 , tomando 9 muestras de probetas patrón y otras 9 sustituyendo el 12% de ceniza de ichu el cual ha reemplazado en peso al cemento, para posteriormente evaluarlas en su resistencia a la compresión al concreto pasado los 7, 14 y 28 días.

Los resultados obtenidos al incorporar el 12% de ceniza de ichu al diseño experimental, no llegaron a superar a las probetas hechas con el diseño patrón, estas resistencias no llegaron a superar lo cual se obtuvieron los siguientes resultados: disminuye en 35.33%, disminuye en 34.57% y disminuye en un 40.76% por debajo con respecto al patrón a los 7, 14 y 28 días de curado.

Los resultados obtenidos nos indican que los concretos incorporados con cenizas de ichu presentan una resistencia menor a las del concreto convencional ensayadas a los 7, 14 y 28 días.

ABSTRACT

In this investigation, the influence on the compressive strength of concrete $f'_c = 210$ kg / cm² was determined using aggregates from the "Rubén" quarry with the substitution of ichu ash to the cement.

The experimental methodology of the investigation consisted in preparing concrete mixtures for a compressive strength of 210 kg / cm², taking 9 samples of standard samples and another 9 substituting 12% of ichu ashes which has replaced the cement by weight, later evaluate them in their resistance to compression to concrete after 7, 14 and 28 days.

The results obtained when incorporating 12% of ichu ash to the experimental design, did not exceed the samples made with the standard design, these resistances did not surpass which obtained the following results it decreases in 35.33%, decreases in 34.57% and decreases by 40.76% below with respect to the pattern at 7, 14 and 28 days of curing.

Concluding that the results obtained indicate that the concretes incorporated with ichu ashes have a lower resistance than conventional concrete tested at 7, 14 and 28 days.

INDICE GENERAL

PALABRAS CLAVES	i
TITULO	ii
RESUMEN	iii
ABSTRACT.....	iv
INDICE	v
I. INTRODUCCION.....	1
II. METODOLOGÍA DEL TRABAJO.....	30
III.RESULTADOS	41
IV.ANÁLISIS Y DISCUSIÓN.....	51
V.CONCLUSIONES	52
VI.RECOMENDACIONES	53
VII.REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	54
VIII.AGRADECIMIENTOS	55
IX.APENDICE Y ANEXOS	57

I. INTRODUCCION.

El concreto por su resistencia, es considerado como uno de los principales elementos para las construcciones a nivel mundial, el cual ha ido evolucionando e incorporando distintos elementos, uno de ellos es la ceniza de ichu, como refuerzo considerando la facilidad de trabajabilidad y durabilidad.

De los antecedentes encontrados se ha abordado los trabajos más relevantes a nuestra investigación según Abarca, L (2016). En la investigación “adición de ceniza de ichu en 3%, 5% y 7%”. Concluyo que al 7% se mantiene y al 3%, 5% aumenta su resistencia.

Fernández, R. (2009). En su tesis titulada: “Evaluación de concretos puzolanicos elaborados con contenido ceniza de hoja de maíz para uso estructural” tuvo como conclusiones lo siguiente: El porcentaje óptimo de sustitución de cemento por ceniza de hoja de maíz es de 10 %, debido a que con el mismo se obtuvo un incremento en la resistencia compresión de 1,10 % en función de la mezcla patrón.

Se pudo verificar por medios de ensayos de laboratorio realizados en esta investigación que la ceniza de hoja de maíz puede ser utilizada como sustituto parcial del cemento Portland en mezclas de concreto con fines estructurales. Sin embargo, es apropiado realizar una mayor cantidad de ensayos para dar certificación a su aplicación.

A si mismo se revisó la investigación de Guerrero, B. (1984), indica que, las cenizas volantes en el hormigón han sido estudiados en numerosas investigaciones, sea como reemplazo de parte del cemento portland, sea simplemente como adición en el hormigón en estudios, se ha comprobado que cuando se emplean las cenizas volantes en porcentaje de 10 a 30 % de reemplazo, el agua necesaria para mezclado por unidad de volumen del hormigón generalmente no aumenta y a veces puede ser reducida; que la resistencia en las primeras edades, hasta los 28 días disminuye, pero en edades posteriores puede ser igual o mayor que el hormigón normal.

En la investigación de. Vatsala, M. (2003), en su investigación nos dice que en las industrias de cemento, están siendo continuos intentos de reducir el costo de producción de Portland cemento, reducir el consumo de las materias primas, proteger el medio ambiente y mejorar la calidad del cemento. Una de ellas es el uso de determinado bajo costo - materiales para la renovación parcial de clinker de cemento Portland. Materiales de bajo costo usados son industriales y subproductos agrícolas (residuos).

Esto es mucho más importante en los países en vías de desarrollo, donde hay escasez de poder y buenas materias primas de calidad. En una tentativa de esto, encontramos que la ceniza obtenida de la hoja de bambú es amorfa en la naturaleza y tiene propiedades puzolánicas. La producción anual de bambúes en todo el mundo está a punto 20 millones de toneladas, pero se producen unos 10 millones de toneladas en la India, China y Japón.

Por otro lado, en la investigación de Fernández, R. (2009). En su tesis titulada: “Evaluación de concretos puzolanicos elaborados con contenido ceniza de hoja de maíz para uso estructural” tuvo como conclusiones lo siguiente: Se pudo verificar por medios de ensayos de laboratorio realizados en esta investigación que la ceniza de hoja de maíz puede ser utilizada como sustituto parcial del cemento Portland en mezclas de concreto con fines estructurales. Sin embargo, es apropiado realizar una mayor cantidad de ensayos para dar certificación a su aplicación. El porcentaje óptimo de sustitución de cemento por ceniza de hoja de maíz es de 10 %, debido a que con el mismo se obtuvo un incremento en la resistencia compresión de 1,10 % en función de la mezcla patrón.

Esta investigación tiene por finalidad determinar los efectos que tendrá la resistencia a la compresión y costo económico de un concreto en el cual el cemento ha sido sustituido parcialmente en un porcentaje de 12% con las ceniza de ichu ,y a la vez que permita beneficiar a la sociedad porque al sustituir las cenizas del ichu por cemento en el concreto, se reducirán los costos en la construcción logrando una buena eficacia en el concreto, y así poder lograr una variación positiva a la resistencia a la compresión.

La recolección del ichu demanda de un bajo costo económico, Su producción genera baja contaminación, Su componente principal es el óxido de silicio, responsable

de su alta reactividad.

Este trabajo es un aporte a la ingeniería civil por que conoceremos la importancia de las cenizas en la elaboración de concreto, es allí donde se fundamenta nuestra investigación que a corto plazo sería interesante para la construcción, debido a las técnicas constructivas.

Con respecto al problema sabemos que la ingeniería civil se ha desarrollado considerablemente. Los países pobres y en vías de desarrollo hacen grandes esfuerzos para desarrollar tecnologías que les permitan aprovechar sus vastos recursos naturales y generar sus propios materiales de construcción.

Con aglomerantes puzolánicos (“la ceniza”) como sustituto en el concreto representa una alternativa de desarrollo para estos países, y nuestra región.

La planta de ichu es la más abundante en la localidad de Conga Buenos Aires _ Bambamarca. La cual termina su ciclo de vida sin darle ningún tipo de utilidad.

En nuestra región por tratar de economizar recurren a agregar menos cemento de lo especificado en las construcciones, he ahí donde nuestro trabajo de investigación se fundamenta porque buscamos sustituir parcialmente el cemento por la ceniza de ichu que es una materia prima que se encuentra a un bajo costo y en abundancia.

Por estos motivos se dispondrá a elaborar un concreto utilizando la ceniza de ichu como sustitución parcial del cemento en un concreto $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$. El concreto tendrá en su composición la sustitución parcial del cemento por la cenizas de ichu con lo cual se busca comprobar los efectos al sustituir el cemento. Se espera obtener una resistencia mayor o igual en la compresión del concreto patrón. Entonces nos planteamos la siguiente pregunta

¿Cuál es la resistencia de un concreto de $f'c=210\text{kg/cm}^2$ cuando se sustituye al cemento en 12% por ceniza de ichu?

El concreto, presenta un comportamiento viscoso, mientras que la otra, formada por los agregados, muestra un comportamiento casi elástico. Estando los agregados rodeados y separados entre ellos por la pasta de cemento. Resulta así, la definición de un material heterogéneo, cuya estructura particular posibilita un comportamiento inelástico; siendo las deformaciones de la fase viscosa susceptible de ser modificadas

por el tiempo y las condiciones de curado, creando tensiones internas considerables. Por otra parte a los problemas de diseño y construcción, característicos de las fábricas de piedra, de índole mecánica según las formas y las masas de los elementos, se unen en las construcciones de concreto multitud de otros factores, que deben ser conocidos y apreciados por el Ingeniero, que interviene directamente en su fabricación desde una primera instancia. Así pues, ha de estudiar el tipo y calidad de los áridos, los problemas de fraguado y endurecimiento del aglomerante, la dosificación del conjunto, su fabricación y puesta en obra, su comportamiento bajo la acción de las cargas y de los agentes destructivos. Gonzales, M. (1962).

Indica que, una nueva ciencia, de alta calidad experimental, tiende a solucionar éstas cuestiones. Ella es la Reología, que estudia e investiga la estructura física de las pastas, su deformación y relación con las propiedades requeridas en cada tipo de construcción. En el caso del concreto normal conocemos que al ser usado en pavimentos, tiene principalísima importancia la resistencia a la tracción, al rozamiento e intemperismo y la relación que guardan con el tipo de áridos.

Igualmente, en el caso del concreto en grandes masas, es necesario tener en cuenta la retracción y dilatación debida a las temperaturas de fraguado y la influencia del tipo del cemento, el curado y forma de la puesta en obra. En las obras portuarias de concreto, es preciso considerar la acción de sucesivos choques o impactos, así como la acción destructora del agua de mar, incidiendo en la calidad y compacidad del agregado, la hidraulicidad de la pasta Gonzales, M. (1962).

Indica que, en el caso del concreto armado acrecentar la resistencia a la tracción y mejorar la docilidad de las mezclas frescas son los problemas característicos que afrontan el Ingeniero. En general las altas resistencias a la compresión (6001000 Kg/cm^2) no son objeto de búsqueda en el concreto armado, pues la resistencia a la tracción no crece proporcionalmente con la de compresión. Por otra parte, el aumento consiguiente del módulo elástico trae consigo una reducción de la sección que colabora en la resistencia, al hacer abstracción de la zona solicitada a tracción. La plasticidad produce fenómenos de adaptación que mejoran 13,9 condiciones de trabajo de los elementos, que serían utilizados en forma incompleta en un régimen puramente elástico Gonzales, M. (1962).

El concreto con Cemento Portland es uno de los más usados en la construcción ya que permite su utilización en todo tipo de formas estructurales, adaptándose a diversos climas y su variación, las principales limitaciones que se tiene están dadas por las personas que lo utilizan mas no por los materiales que lo conforman Vásquez, V. (2016).

CONCRETO

El concreto es un material heterogéneo, el cual está compuesto principalmente de la combinación de cemento, agua, agregado fino y agregado grueso. El concreto contiene un pequeño volumen de aire atrapado, y puede contener también aire intencionalmente incorporado mediante el empleo de un aditivo RNE, (2006).

EL CEMENTO

Material pulverizado que por incorporación de una cantidad conveniente de agua forma una pasta aglomerante capaz de endurecer, tanto bajo del agua como en el aire. Quedan excluidas las cales hidráulicas las cales aéreas y los yesos RNE, (2006).

TIPOS DE CEMENTO PORTLAND

A medida que varían los contenidos de C2S, C3S, C3A, CAF se modifican las propiedades del cemento Portland, por lo tanto se pueden fabricar diferentes tipos con el fin de satisfacer ciertas propiedades físicas y químicas para situaciones especiales (Rivera, L. 2010).

CEMENTO PORTLAND TIPO 1

Es el destinado a obras de hormigón en general, al que no se le exigen propiedades especiales.

CEMENTO PORTLAND CON INCORPORADORES DE AIRE

Son aquellos a los que se les adiciona un material incorporador de aire durante la pulverización; para identificarlos se les coloca una "A" así por ejemplo cemento Portland tipo 1-A o tipo 3-A, etc.

CEMENTO PORTLAND BLANCO

Es el que se obtiene con materiales debidamente seleccionados que le confieren una coloración blanca; prácticamente cumple las especificaciones del cemento Portland tipo 1 (NTC 1362)

EL AGUA

El agua deberá cumplir con la NTP 339.088. Será lo suficientemente limpia y libre de álcalis y todo lo que pueda ser dañino al concreto y al acero. No contendrá concentraciones mayores de 500 ppm de ion cloro, ni de 1 000 ppm de ion sulfato (NTP, 2002).

El agua que se empleará para preparación de la mezcla de concreto y así mismo para realizar el curado. Deberá cumplir con los análisis de laboratorio cumpliendo con parámetros establecidos.

A continuación, se muestra los valores máximos permisibles para el uso del agua.

Tabla 1: valores permisibles del agua

Descripción	Máximos	Partes por Millón
Cloruros	300	Ppm
Sulfatos	300	Ppm
Sales de magnesio	150	Ppm
Sales solubles totales	1500	Ppm
PH	Mayor de	7
Sólidos en suspensión	1500	Ppm
Materia orgánica	10	Ppm

Fuente Rivva, 2007.

AGREGADOS

Son todos aquellos que provienen de la explotación de fuentes naturales tales como depósitos de arrastres fluviales (arenas y gravas de río) o de glaciares (cantos rodados) y de canteras de diversas rocas y piedras naturales. Se puede aprovechar en su granulometría natural o triturándolos mecánicamente, según sea el caso, de acuerdo con las especificaciones requeridas (Guzmán, 2001).

AGREGADO FINO

Se define como agregado fino a aquel, proveniente de la desintegración natural o artificial de las rocas que pasa al tamiz 9.5 mm (3/8") y que cumple con los límites establecidos en la NTP 400.037 (Rivva, 2007).

El agregado fino deberá estar libre de cantidades perjudiciales de polvo, terrones, partículas escamosas o blandas, esquistos, pizarras, álcalis, materia orgánica, sales, u otras sustancias dañinas (Rivva, 2007).

Es recomendable que la granulometría se encuentre dentro de los siguientes límites:

Tabla 2: Límites Granulométricos del agregado fino

Malla	% Que Pasa
3/8"	100
N° 4	95 – 100
N° 8	80 – 100
N° 16	50 – 85
N° 30	25 – 60
N° 50	10 – 30
N° 100	2 – 10

fuelle Rivva, 2007.

AGREGADO GRUESO

Se define como agregado grueso al material retenido en el tamiz 4.75 mm (N° 4) y que cumple con los límites establecidos en la norma NTP 400.037. (Rivva, 2007).

El agregado grueso podrá consistir de grava natural o triturada, piedra partida, o agregados metálicos naturales o artificiales. El agregado grueso empleado en la preparación de concretos livianos podrá ser natural o artificial. (Rivva, 2007)

El agregado grueso deberá estar conformado por partículas limpias, de perfil preferentemente angular o semiangular, duras, compactas, resistentes, y de textura preferentemente rugosa. (Rivva, 2007)

CLASIFICACIÓN DE LOS AGREGADOS

En general los agregados se han clasificado de varias maneras a través del tiempo, pero principalmente desde los puntos de vista de su procedencia, densidad, tamaño, forma y textura.

AGREGADOS NATURALES

Son aquellos procedentes de la explotación de fuentes naturales tales como: depósitos de arrastres fluviales (arenas y gravas de río) o glaciares (cantos rodados) y de canteras de diversas rocas y piedras naturales. Pueden usarse tal como se hallen o variando la distribución de tamaños de sus partículas, si ello se requiere. Todas las partículas que provienen de los agregados tienen su origen en una masa mayor, la que se ha fragmentado por procesos naturales como intemperismo y abrasión, o mediante trituración mecánica realizada por el hombre, por lo que gran parte de sus características vienen dadas por la roca madre que le dio su origen.

De acuerdo a la geología histórica; estos se transforman por fenómenos internos de la tierra, al solidificarse y enfriarse el magma (masa de materias en fusión), se forman las rocas originales o ígneas y posteriormente, por fenómenos geológicos externos, tales como la meteorización, con el tiempo se forman las rocas sedimentarias, al sufrir la acción de procesos de presión y temperatura forman el tercer grupo de las denominadas rocas metamórficas, esto se conoce como el ciclo geológico que está en permanente actividad.

AGREGADOS ARTIFICIALES

Por lo general, los agregados artificiales se obtienen a partir de productos y procesos industriales tales como: arcillas expandidas, escorias de alto horno, clinker, limaduras de hierro y otros, comúnmente estos son de mayor o menor densidad que los agregados corrientes. Actualmente se están utilizando concretos ligeros o ultraligeros, formados con algunos tipos de áridos los cuales deben presentar ciertas propiedades como son: forma de los granos compacta, redondeada con la superficie bien cerrada, ninguna reacción perjudicial con la pasta de cemento ni con el refuerzo, invariabilidad de volumen, suficiente resistencia a los fenómenos climatológicos;

además deben de tener una densidad lo menor posible, con una rigidez y una resistencia propia suficientemente elevada y ser de calidad permanente y uniforme.

Los agregados ligeros más utilizados son los producidos con arcilla y pizarra expandida (incluyendo la arcilla pizarrosa y la pizarra arcillosa). Es de anotar que se han desarrollado con bastante éxito agregados ligeros en Alemania (con arcilla y pizarra), y España (con arcilla expandida conocida comercialmente como ARLITA).

CONCRETO RECIÉN MEZCLADO

La selección de las proporciones de los materiales integrantes de la unidad cúbica de concreto, conocida usualmente como diseño de mezcla, es el proceso de selección de los ingredientes más adecuados y de la combinación más conveniente y económica de los mismos, con la finalidad de obtener un producto que en el estado no endurecido tenga la trabajabilidad y consistencia adecuadas; y que endurecido cumpla con los requisitos establecidos por el diseñador o indicados en los planos y las especificaciones de obra Vásquez, V. (2016)

MEZCLADO

La función del mezclado de concreto es revestir la superficie de los agregados con la pasta de cemento, la cual dará como resultado una masa homogénea. La secuencia de carga de los materiales en la mezcladora representa un papel importante en la uniformidad del producto terminado Rivva, E. (2007).

TRABAJABILIDAD

Es el trabajo interno utilizado en vencer la fricción interna o componentes del concreto para conseguir una compactación adecuada, es decir, la capacidad que tiene el concreto para ser colocado y compactado apropiadamente sin producir deficiencias de sus propiedades en estado fresco. “La manejabilidad está representada por el grado de compacidad, cohesividad, plasticidad y consistencia” Reyes, Y & Gutiérrez, 2010).

SANGRADO

Sangrado o exudación es el desarrollo de una camada de agua en el tope o en la superficie del concreto recién colocado. Es causada por la sedimentación (asentamiento) de las partículas sólidas (cemento y agregados) y simultáneamente la subida del agua hacia la superficie Jara, F. (2016).

HIDRATACIÓN Y CURADO DEL CONCRETO

Se define como hidratación al proceso de reacción química del cemento en presencia de agua. La hidratación requiere de presencia de humedad condiciones de curado favorables, y tiempo.

Se define como tiempo de curado al periodo durante el cual el concreto es mantenido en condiciones de humedad y temperatura tales como para lograr la hidratación del cemento en la magnitud que se desea para alcanzar la resistencia alcanzada Rivva, E. (2007)

CURADO

El aumento de la resistencia con la edad continúa desde que el cemento no hidratado aún esté presente, el concreto permanezca húmedo o la humedad relativa del aire esté arriba de aproximadamente 80% la temperatura del concreto permanezca favorable y haya suficiente espacio para la formación de los productos de hidratación. Cuando la humedad relativa dentro del concreto baja cerca de 80% o la temperatura del concreto baja a menos del cero, la hidratación y el incremento de resistencia se interrumpen Jara, F. (2016).

Curado Inicial, Inmediatamente después de moldeados y acabados, los especímenes deben ser almacenados por un periodo de hasta 48 horas en un rango de temperaturas entre 16 a 27 grados Centígrados, en un ambiente que prevenga la pérdida de humedad de los especímenes.

Curado Final, Luego de completar el curado inicial y dentro de los 30 minutos después de remover los moldes, los especímenes se deben curar manteniendo agua libre sobre sus superficies permanentemente, a una temperatura de 23 +/- 2 grados centígrados (NTP 339.033, 2009).

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

La resistencia del concreto está definida en la máxima carga que puede soportar, mediante un efecto de compresión, la resistencia a la compresión es calculada dividiendo la carga máxima por el área transversal original de la probeta que será ensayada.

La resistencia a la compresión, es considerada como una de las más importantes propiedades del concreto endurecido, siendo la que generalmente se emplea para la aceptación o rechazo del mismo. Pero el ingeniero diseñador de la mezcla debe recordar que otras propiedades, tales como la durabilidad, permeabilidad, o resistencia al desgaste, pueden ser tanto o más importantes que la resistencia, dependiendo de las características y ubicación de la obra Vásquez, V. (2016).

DURABILIDAD

La habilidad del concreto para resistir la acción del intemperismo, ataques químicos, abrasión, o cualquier otro tipo de deterioro”. Algunos investigadores prefieren decir que “es aquella propiedad del concreto endurecido que define la capacidad de éste para resistir la acción del medio ambiente que lo rodea (ACI, 2007).

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LOS AGREGADOS SEGÚN LA NORMA ASTM /NTP

TOMA DE MUESTRAS

Para la presente investigación la muestra de agregado fino y grueso será obtendrá de la cantera...Chimbote, por lo que se realizará los estudios, para conocer las características de los materiales a ser utilizados.

DESCRIPCIÓN DE LAS NORMAS ASTM C33 Y NPT 400-037.

En las normas indicadas se muestra los requerimientos de gradación, se indican la calidad de los materiales que deben de estar dentro de lo establecido.

AGREGADO FINO, ASTM C-33 / NTP 400.037

Se define como agregado fino a aquel, proveniente de la desintegración natural o artificial de las rocas que pasa al tamiz 4 (4.75 milímetros) es decir, un tamiz con cuatro aberturas por pulgadas lineales y que cumple con los límites establecidos Rivva, E. (2007)

GRANULOMETRIA, ASTM C-136 / NTP 400.012

La granulometría es la distribución de partículas de un agregado. El tamaño de las partículas del agregado se determina por tamices con aberturas normadas.

El agregado fino tendrá que estar graduado y dentro de los límites permitidos.

Tabla 3: Límites de granulometría según Norma ASTM C-33/NTP 400.037

Tamiz	Porcentaje que Pasa
¾" (9,5 mm)	100%
No. 4 (4,75 mm)	95 a 100%
No. 8 (2,36 mm)	80 a 100%
No. 16 (1,18 mm)	50 a 85%
No. 30 (600 µm)	25 a 60%
No. 50 (300 µm)	10 a 30%
No. 100 (150 µm)	2 a 10%

FUENTE: Rivva, 2007

El agregado fino no deberá tener más de 45 por ciento retenido entre dos tamices consecutivos y su módulo de finura deberá estar entre 2,3 y 3,1. Si el agregado no cumple con estos requisitos puede utilizarse siempre y cuando cumpla con la prueba de esfuerzo del mortero que establece la Norma ASTM C 87, donde es aceptada si después de los siete días la prueba presenta el 95 por ciento de su resistencia de diseño.

Tabla 4: Clasificación de la arena por su módulo de finura

Tipo de Arena	Módulo de Finura
Gruesa	3.2 gramos
Media	2.9 gramos
Fina	2.2 gramos
Muy Fina	1.5 gramos

Fuente: Gaitan, 2002

AGREGADO GRUESO, ASTM C-33 / NTP 400.037

El agregado grueso está formado por gravas trituradas escorias de explosión de concreto, piedra triturada Rivva, E. (2007)

La granulometría seleccionada deberá permitir obtener la máxima densidad del concreto, con una adecuada trabajabilidad y consistencia en función de las condiciones de colocación de la mezcla Rivva, E. (2007)

GRANULOMETRIA, ASTM C-136 / NTP 400.012

El agregado grueso a utilizar en el trabajo, basado en la severidad de la intemperización, abrasión y otros factores de exposición. Se espera que los límites para agregado grueso involucrado en la investigación, correspondientes a cada designación de clase aseguren su desempeño satisfactorio en el diseño del concreto.

El agregado grueso varían de 1.18 milímetros (0.046 pulgadas a 100 milímetros (4 pulgadas), dentro de los límites permitidos.

ABSORSIÓN Y CONTENIDO DE HUMEDAD, ASTM C-566 / NTP 339.185

Incremento en la masa del agregado debido al agua en los oros del material, pero sin incluir el agua adherida a la superficie exterior de las partículas, expresado como un porcentaje de masa seca. (Porcentaje de absorción y humedad en los agregados del diseño de mezclas).

El agregado se considera seco cuando se ha mantenido a una temperatura de $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ por suficiente tiempo para remover el agua no combinada.

Para corregir el peso del material al hacer mezclas de concreto, es necesario obtener el porcentaje de humedad contenida además del porcentaje de absorción del agregado. Seco al horno, completamente seco y absorbente.

Seco superficialmente, pero con un cierto porcentaje de humedad.

Saturado y de superficie seca, para no absorber agua del concreto.

DENSIDAD RELATIVA (PESO ESPECÍFICO) PARA AGREGADO GRUESO SEGÚN LA NORMA ASTM C-127 / NTP 400.021, PESO ESPECÍFICO PARA AGREGADO FINO SEGÚN NORMA ASTM C-128 / NTP 400.022.

La densidad relativa (gravedad específica) es la característica generalmente usada para el cálculo del volumen ocupado por el agregado en mezclas de concreto de cemento Portland, concreto bituminoso y otras mezclas que son proporcionadas o analizadas en base a un volumen absoluto. También es utilizada en el cálculo de vacíos en los agregados en el método de ensayo C 29/C 29M. (Densidad, s.f.)

DENSIDAD APARENTE (MASA UNITARIA) DE LOS AGREGADOS, ASTM C-29 / NTP 400.017

La densidad aparente la masa por unidad de volumen de la porción impermeable de las partículas de agregado a granel, referido a determinar

Masa unitaria compactada

Masa unitaria suelta

PORCENTAJE DE VACÍOS, ASTM C-29 / NTP 400.017.

El espacio entre vacíos está referido a los espacios entre partículas de la masa que se encuentran separados, o no están siendo ocupados por minerales sólidos.

El porcentaje de vacíos entre las partículas se calcula a partir de la densidad aparente y densidad relativa, que se determina para el agregado grueso y agregado fino.

DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA DEGRADACIÓN DE AGREGADO GRUESO DE TAMAÑO PEQUEÑO POR ABRASIÓN E IMPACTO EN LA MÁQUINA DE LOS ÁNGELES ASTM C-131 / NTP 400.019.

Este ensayo llamado también prueba de abrasión, es una propiedad mecánica que sirve para el control de calidad de los agregados de procedencia triturada o de canto rodado, siendo de diversas fuentes que tienen composiciones minerales similares. Los resultados sirven para la elaboración de concretos, debido a que en el procedimiento de mezclado son sometidos a las mismas cargas, ya sea con pala o con mezcladora.

El ensayo de abrasión dependerá de la granulometría realizada al agregado grueso, la cantidad inicial de la muestra es de 5 kg según la especificación, cantidad que será completada con agregado proveniente de la granulometría según el tipo de abrasión que se pueda realizar.

Tabla 5: Graduación para el tipo de abrasión a realizar de agregado grueso

Tipo	Tamices	Peso Retenido (g)	N° de Esferas	Revoluciones	Tiempo (min)
A	1", ¾", ½" y ⅜"	1 250 ± 10	12	500	17
B	½" y ⅜"	2 500 ± 10	11	500	17
C	¼" y No. 4	2 500 ± 10	8	500	17
D	No. 8	5 000	6	500	17

Fuente: N.T.P 400.019, 2002

Según la especificación ASTM C33 / NTP 300.037, 2002; el límite máximo admisible en porcentaje de desgaste de agregado grueso depende de la región de intemperización y del tipo o ubicación de la construcción de concreto, por lo que el porcentaje de desgaste máximo es del 50%

DISEÑO DE MEZCLA USANDO EL MÉTODO ACI 211

La recomendación original del ACI data del año 1944, habiendo experimentado relativamente muy pocas variantes sustantivas hasta la última versión emitida por el Comité 212.1 el año 1991. Está basado en que los agregados cumplan con los requisitos físicos y granulométricos establecidos por ASTM C 33, define el agua de mezcla empíricamente en función del Tamaño Máximo del agregado y del slump (asentamiento) como medida de trabajabilidad (Tabla 7); asimismo, establece de manera empírica el volumen de agregado grueso compactado en seco en función del Tamaño Máximo de la piedra y el Módulo de Fineza de la arena exclusivamente (Tabla 10), y correlaciona la relación agua/cemento en peso con la resistencia en compresión (Tabla 9).

PROCEDIMIENTO DE DISEÑO

Se determinó las características y especificaciones, como son:

Resistencia requerida a los 28 días: $f'c=210$ kg/cm².

El tipo de cemento a usar: Cemento Pacasmayo Tipo I.

Selección del asentamiento: 3'' - 4'', consistencia plástica.

Aire incorporado: NO.

Se seleccionó la resistencia promedio, a partir del tercer criterio, mediante la siguiente tabla.

Tabla 6: Resistencia a la compresión promedio.

$f'c$ (kg / cm ²)	$f'cr$ (kg / cm ²)	$f'cr$ (kg / cm ²)	$f'cr$ (kg / cm ²)
Menor de 210	$f'c + 70$	175	245
210 a 350	$f'c + 84$	210	294
Mayor de 350	$f'c + 98$	350	448

Fuente: Rivva, 1992

Se determinó el tamaño máximo nominal del agregado (dato de las propiedades físicas de los agregados).

Se seleccionó el asentamiento por el tipo de consistencia del concreto mediante la siguiente tabla.

Tabla 7: Asentamiento por el tipo de Consistencia del Concreto.

Resistencia del Concreto	Asentamiento	Trabajabilidad
Seca	0 " a 2 "	Poca
Plástica	3 " a 4 "	Buena
Húmeda	>= 5 "	Poco

Fuente: Rivva, 1992

Se determinó la selección de volumen unitario de agua de diseño y selección de aire atrapado, usando la siguiente tabla.

Tabla 8: Cantidades aproximadas de agua para diferentes slump

Slump	Tamaño máximo de agregado							
	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/2"	2"	3"	6"
Concreto sin aire incorporado								
1" a 2"	207	199	190	179	166	154	130	113
3" a 4"	228	216	205	193	181	169	145	124
6" a 7"	243	228	216	202	190	178	160	
Concretos con aire incorporado								
1" a 2"	181	175	168	160	150	142	122	107
3" a 4"	202	193	184	175	165	157	133	119
6" a 7"	216	205	197	184	174	166	154	

Fuente: A.C.I, 1981.

Luego se seleccionó la relación Agua-Cemento por resistencia del concreto mediante la siguiente tabla.

Tabla 9: Relación agua / cemento

f _c a 28 Días (Kg/cm ²)	Relación Agua/Cemento en peso	
	Sin aire incorporado	Con aire incorporado
45	0.3	
40	0.4	
35	0.5	0.4
30	0.6	0.4
25	0.6	0.5
20	0.7	0.61
15	0.8	0.7

Fuente: A.C.I, 1981.

Luego se determinó el factor cemento que resulta de la división del volumen unitario de agua con la relación agua/cemento.

Luego se determinó el contenido de agregado grueso, utilizando la siguiente tabla, interpolando nuestro módulo de finura:

Tabla 10: Volumen de agregado grueso

Tamaño Máximo Nominal del Agregado	Volumen del agregado grueso, seco y compactado por unidad de volumen del concreto para diferentes módulos de fineza del agregado fino			
	2.40	2.60	2.80	3.00
3/8"	0.50	0.48	0.46	0.44
1/2"	0.59	0.57	0.55	0.53
3/4"	0.66	0.64	0.62	0.60
1"	0.71	0.69	0.67	0.65
1 1/2"	0.76	0.74	0.72	0.70
2"	0.78	0.76	0.74	0.72
3"	0.81	0.79	0.77	0.75
6"	0.87	0.85	0.83	0.81

Fuente: A.C.I, 1981.

Para determinar el contenido de agregado grueso, se multiplica el valor encontrado en la tabla con el peso seco compactado del agregado grueso.

Luego se determinó la suma de los volúmenes absolutos de cemento, agua de diseño, aire, y agregado grueso; encontrados anteriormente.

Luego se determinó el volumen absoluto del agregado fino, restando 1 menos la suma de los volúmenes absolutos (cemento, agua, aire, y agregado grueso).

Luego se determinó el peso seco del agregado fino, multiplicando su volumen absoluto con el peso específico de la masa del agregado fino.

Luego se procedió a determinar los valores de diseño del cemento, agua, aire, agregado fino, y agregado grueso.

Luego se realizó la corrección de los valores de diseño por el contenido de humedad de los agregados.

Finalmente, se determinó las proporciones en peso, de diseño y de obra.

ENSAYOS EN EL CONCRETO SEGÚN LA NORMA ASTM/NTP

CONCRETO FRESCO

El concreto deber de cumplir con las especificaciones técnicas para su fácil trabajabilidad, al momento del mezclado, los materiales involucrados deberán ser mezclados hasta contar con una mezcla homogénea.

Asentamiento ASTM C – 143 / NTP 339.035

Se buscará que para todos los ensayos un asentamiento constante de 3” a 4”, consiguiendo una consistencia plástica y trabajable del concreto fresco referido al grado de fluidez

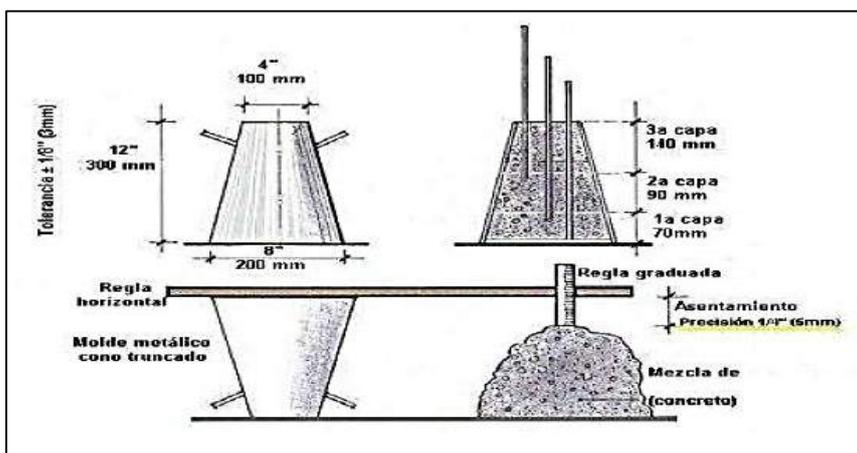


Figura 1: Procedimiento para medir el asentamiento

fuentes Control de calidad de concreto – DINO

Peso unitario ASTM C-138 / NTP 339.046.

El peso unitario del concreto ira en aumento desde que se desarrollara el patrón hasta la realización del concreto con la incorporación del 10% de viruta metálica.

Contenido de aire, ASTM C-138 / NTP 339.046.

Este ensayo determinara la cantidad de aire que puede contener el concreto recién mezclado, excluyendo cualquier cantidad de aire que puedan contener las partículas de los agregados, el control del contenido del aire entrampado es importante, debido a que un incremento relevante del mismo se traduce en una disminución de la resistencia por el aumento de vacíos en el mortero.

Temperatura del Concreto, ASTM C-1064 / NTP 339.0184.

Este ensayo cumple con la finalidad de examinar la temperatura del concreto recién mezclado, puede usarse para verificar que dicho concreto satisfaga requerimientos específicos de temperatura; es importante realizar este control debido a que condiciona la velocidad del proceso de endurecimiento inicial del concreto, la cual es influenciada por la temperatura ambiente y calor específico de los materiales constituyentes; a mayor temperatura durante el muestreo mayor será la resistencia inicial y también el efecto de contracción, disminuyendo posiblemente la resistencia a largo plazo. Marrufo, J. (2015)

ESPECÍMENES PARA LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN ASTM C-31 / NTP 339.033.

Las probetas que se realizarán serán diseñadas de acuerdo al cumplimiento de las normas, se emplean cilindros de concreto de 15 cm de diámetro por 30 cm de altura, en la fabricación de los cilindros se sigue la norma NMX-C-160 y en el ensaye de los cilindros se sigue la norma NMX-C-083 (CIVIL, 2011)

El ensayo de resistencia se desarrollará cumplido los 7,14 y 28 días de curado, como mínimo con 3 probetas para obtener en promedio.

ENSAYOS EN EL CONCRETO ENDURECIDO

CONTROL DE CALIDAD DEL CONCRETO ENDURECIDO.

Se desarrollará la comprobación de la resistencia del concreto endurecido a los 7,14 y 28 días, para verificar la resistencia a para la cual fue diseñada cada uno de los concretos patrones y concreto con la incorporación del 12% de ceniza de ichu

ENSAYOS DE CILINDRO DE CONCRETO A COMPRESIÓN ASTM C-39 / NTP 339.034

Normas

ASTM C39: Método de prueba estándar para la resistencia a la compresión de probetas cilíndricas de concreto.

NTP 339.034: Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto, en muestras cilíndricas

Definición:

Consiste en aplicar una carga de compresión axial a los cilindros moldeados o extracciones diamantinas a una velocidad normalizada en un rango prescrito mientras ocurre la falla. La resistencia a la compresión de la probeta es calculada por división de la carga máxima alcanzada durante el ensayo, entre el área de la sección recta de la probeta Marrufo, J. (2015)

El parámetro obtenido es una propiedad principalmente física y es frecuentemente usado en el diseño de estructuras, se expresa en kilogramos por centímetro cuadrado (kg/cm²) o en mega pascales (MPa) Marrufo, J. (2015)

Importancia:

Los resultados de las pruebas de Resistencia a Compresión se emplean fundamentalmente para verificar que la mezcla del concreto suministrada cumpla con los requerimientos de la resistencia especificada ($f'c$) en la definición del proyecto Marrufo, J. (2015)

También se puede utilizar para fines de control de calidad, aceptación del concreto o para estimar la resistencia en elementos estructurales que permitan definir la

programación de los siguientes procesos constructivos en la ejecución de una obra (remoción de encofrados, puntales, etc.) Marrufo, J. (2015)

Equipo:

La máquina de ensayo deberá tener capacidad conveniente, debe ser operada por energía (no manual) y debe permitir una velocidad de carga sobre la probeta de $0,25 \pm 0,05$ MPa/s, de forma continua sin intermitencia ni detenimiento. (Marrufo, 2015).

La máquina de ensayo será equipada con dos bloques de acero con caras resistentes, uno de los cuales se asentará sobre una rótula, que le permita acomodarse a la parte superior de la probeta, y el otro se apoya sobre una sólida base en el que se asienta la parte inferior de la misma. Las caras de los bloques serán paralelas durante el ensayo y deben tener una dimensión mínima de al menos 3% mayor que el diámetro de las probetas a ser ensayadas. Marrufo, J. (2015)

Especímenes para ensayo:

El ensayo se puede realizar con especímenes obtenidos en cualquiera de las siguientes condiciones:

Especímenes curados y moldeados, de acuerdo con la ASTM C31, de una muestra de concreto fresco.

Especímenes extraídos o aserrados de una estructura de concreto endurecido, de acuerdo con la ASTM C42.

Especímenes producidos con moldes de cilindros colocados in situ (embebidos en la estructura), de acuerdo con la ASTM C873.

Para esta investigación se realizará teniendo en cuenta la norma ASTM C31.

Procedimiento de ensayo:

En el caso de probetas cilíndricas, curadas y moldeadas, se pueden tener dimensiones de 6" x 12" o 4" x 8", las probetas más pequeñas suelen ser más fáciles de manipular en el campo y en laboratorio, el diámetro de la probeta a utilizar debe ser como mínimo 3 veces el tamaño máximo nominal del agregado utilizado en la preparación del concreto. Según la ASTM C39 y la NTP 339.034 las probetas deben

ser ensayadas tan pronto como sea práctico luego de ser retiradas de la condición de curado, es decir, se ensayarán en condiciones húmedas superficialmente secas Marrufo, J. (2015)

Medir el diámetro de la probeta con el micrómetro en dos posiciones que estén en ángulo recto entre sí, a la altura media de la misma, estos diámetros deben promediarse para poder calcular el área de la sección Marrufo, J. (2015)

Antes de colocar la probeta entre los cabezales de la máquina de ensayo, se limpiarán las caras de contacto de los bloques de acero, superior e inferior, y las de la probeta, evaluar si es conveniente aplicar capping, refrentado o usar pads de neopreno. Se alinearán los ejes de la probeta a ensayar con el centro de empuje de la máquina a manera de evitar excentricidades Marrufo, J. (2015)

Verificar que el indicador de carga de la máquina esté en cero, de no ser así se deberá ajustar. Luego aplicar la carga de manera continua y uniforme, hasta el momento de la falla de la probeta, por último registrar el tipo de falla y la carga máxima soportada por la probeta antes de fracturarse. Calcular la Resistencia a Compresión, dividiendo la carga máxima entre el área promedio de la sección Marrufo, J. (2015)

Tipo de fracturas en los cilindros de concreto ASTM C-39 / NTP 339. 034.

Fractura tipo I: Conos razonablemente bien formados en ambos extremos, fisuras a través de los cabezales de menos de 1 in (25mm).

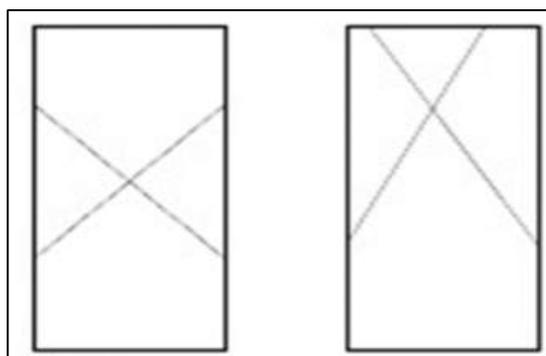


Figura 2: Fractura tipo I.
Fuente. NTP 339.034 / ASTM C-39

Fractura tipo II: Conos bien formados en un extremo, fisuras verticales a través de los cabezales, como no bien definido en el otro extremo.

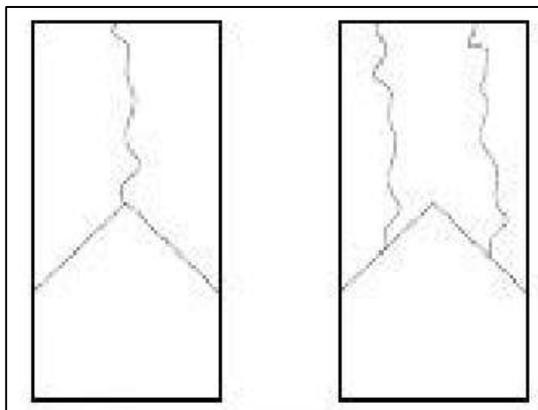


Figura 3: Fractura tipo II.

Fuente. NTP 339.034 / ASTM C-39

Fractura tipo III: Fisuras verticales en columnadas a través de ambos extremos, como no bien formados.

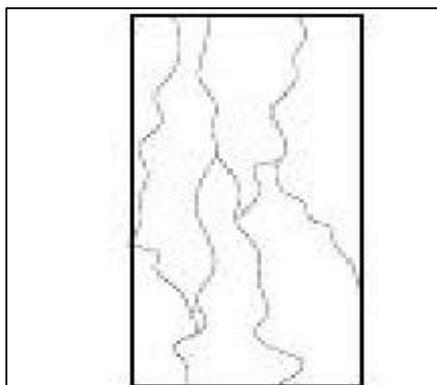


Figura 4: Fractura tipo III.

Fuente. NTP 339.034 / ASTM C-39

Fractura tipo IV: Fractura diagonal sin fisuras a través de los extremos; golpes suavemente con un martillo para distinguirla del tipo 1.

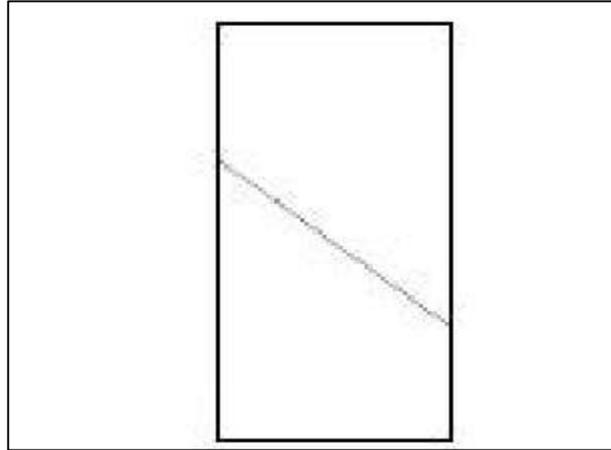


Figura 5: Fractura tipo IV
Fuente. NTP 339.034 / ASTM C-39

Fractura tipo V: Fracturas en los lados en las partes superior o inferior (ocurre comúnmente con cabezales no adheridos)

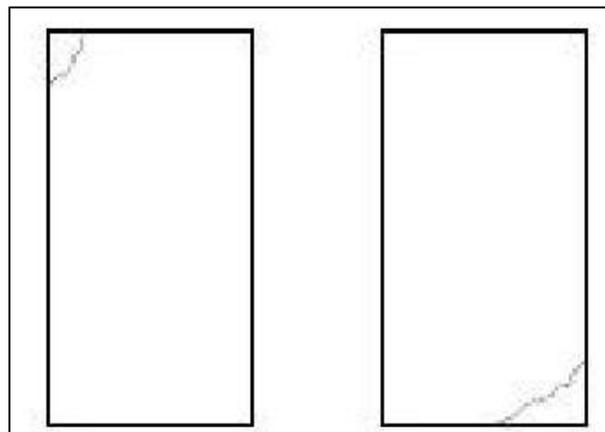


Figura 6: Fractura tipo V.
Fuente. NTP 339.034 / ASTM C-39

Fractura tipo VI: Similar a tipo 5 pero el extremo del cilindro es puntiagudo.

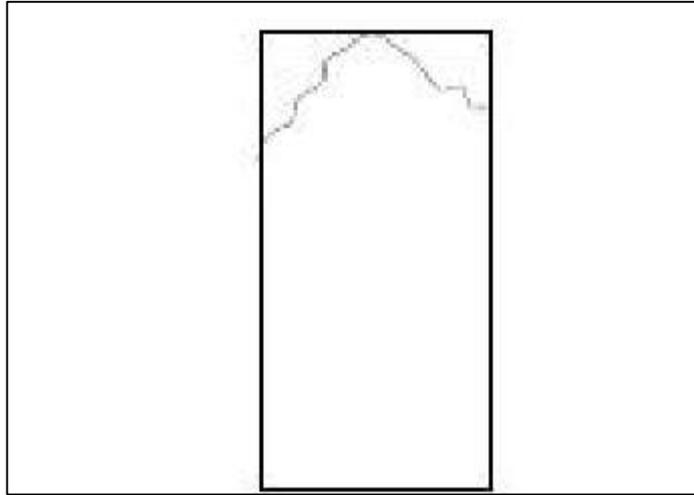


Figura 7: Fractura tipo VI.

Fuente. NTP 339.034 / ASTM C-3

DESARROLLO EXPERIMENTAL DE LA INVESTIGACIÓN

MEZCLA DE CONCRETO

Se realizarán mezclas de concreto para un diseño patrón de 210 kg/cm², y para los concretos con 12% de ceniza de ichu que reemplazará el cemento.

DISEÑO DE MEZCLA

Es la selección de las proporciones de los materiales integrantes de la unidad cubica de concreto, conocida usualmente como diseño de mezclas, puede ser definida como el proceso de selección de los ingredientes más adecuados y de la 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. (Arana, s.f.)

La dosificación de las mezclas para concreto de peso normal es la determinación más económica y práctica de los componentes para concreto. De tal forma que tenga manejabilidad en su estado plástico y que desarrolle las propiedades requeridas en su estado endurecido. Así, una mezcla para concreto correctamente dosificada debe lograr fundamentalmente tres objetivos:

La manejabilidad del concreto recién mezclado.

Las propiedades que se requieren en el concreto endurecido.

Ser económica.

Uno de los diseños más utilizados para elaborar diseños de mezclas es el contemplado en el ACI 211. Este documento nos da un alcance para comenzar a trabajar y encontrar proporciones aproximadas en el diseño de un concreto nuevo. Rivva, E. (2007)

Utilizaremos el método ACI 211 y realizaremos las mezclas de prueba para un diseño de mezclas patrón, posteriormente se obtendrá los diseños de mezcla con la incorporación de la ceniza de tuna o nopal. Posteriormente se realizará la corrección debido a la humedad de los agregados al momento de realizar la mezcla del concreto, así mismo la adición del agua según su consistencia adquirida en el instante.

Se realizará el diseño de mezcla para un concreto convencional con una resistencia de 210 kg/cm², Utilizando agregado fino, agregado grueso, cemento, agua, posteriormente se realizará el diseño de mezcla de concreto con la incorporación del 12% de ceniza de ichu

88% de cemento y 12% de ceniza de ichu

PRUEBAS Y METODOLOGÍA A USARSE

Se usarán las Normas del Ministerio de Transporte y Comunicaciones. A continuación, se describen brevemente en qué consisten:

MTC E 701 – 2000: Toma de muestras de concreto fresco

Este método se refiere al procedimiento para obtener muestras de concreto fresco de mezcladoras fijas, pavimentadoras y camiones mezcladores, agitadores o volquetes.

MTC E 702 – 2000: Elaboración y curado en el laboratorio de muestras de concreto para ensayos de laboratorio

Se establece el procedimiento para la elaboración y el curado de muestras de concreto en el laboratorio bajo estricto control de los materiales y condiciones de ensayo, usando concreto compactado por apisonado o vibración.

MTC E 704 – 2000: Resistencia a la compresión de testigos cilíndricos

La prueba determina la resistencia a la compresión de testigos cilíndricos de concreto para concretos con pesos unitarios superiores a 800kg/m³.

La prueba consiste en aplicar una carga axial de compresión a testigos preparados a una velocidad de carga prescrita, hasta que se presente la falla. La resistencia a la compresión del espécimen se determina dividiendo la carga aplicada durante el ensayo por la sección transversal de este.

MTC E 705 – 2000: Asentamiento del concreto Este ensayo determina el asentamiento del concreto en la obra y el laboratorio.

El ensayo no es aplicable a concretos que tengan una cantidad apreciable del agregado grueso de 37.5 mm (1 ½”) o cuando el concreto no es plástico o cohesivo

OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

Tabla 11: variable dependiente

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones
Resistencia del concreto	La resistencia del concreto es definida como el máximo esfuerzo que puede ser soportado por dicho material sin romperse. Dado que el concreto esta destinado principalmente a tomar esfuerzos de compresión, es la medida de su resistencia a dichos esfuerzos la que se utiliza como índice de su calidad. Rivva, E (2007)	La resistencia a la compresión de testigos cilíndricos es una prueba que consiste en aplicar una carga axial de compresión a testigos preparados a una velocidad de carga prescrita, hasta que se presente la falla. La resistencia a la compresión del espécimen se determina dividiendo la carga aplicada durante el ensayo por la sección transversal de este (MTC E 704-2000)	<p>Carga Axial: 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.</p> <p>Curado: es el proceso con el cual se mantienen una temperatura y un contenido de humedad adecuados, durante los primeros días después del vaciado, para que se puedan desarrollar en las propiedades de resistencia y durabilidad.</p> <p>Área: espacio de tierra que se encuentra comprendido entre ciertos límites.</p> <p>Resistencia a la compresión: es un ensayo técnico para determinar la resistencia de un material</p>

Fuente: elaboración propia 2018

Tabla 12: Variable independiente

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores
Diseño de concreto	Consiste en proporcionar y hacer masada de prueba, basadas en un control de la reacion agua-cemento y tomando en cuenta los factores que afectan al concreto resultante (cemento, graduación y propiedades del agregado, etc), las propiedades del concreto se comprueban practicamente y pueden hacerse (NTP 400.037)	Sustitución de un porcentaje de cemneto por ceniza de ichu en un 12% en comparación a un diseño convencional de un concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$	Dosificación: implica establecer las proporciones apropiadas de los materiales que componen el concreto a fin de de obtener la resistencia y durabilidad requerida. Lo cual se espera que con la adición del 12% de ciniza de ichu incrementa la resistencia de un concreto convencional $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$. Relación agua-cemento:tambien conocida como razón agua/cemento, a/c, es uno de los parametros más importantes de la tecnología del hormigón, pues influye grandemente en la resistencia final del mismo.	Porcentaje 0% y 12% Variación

Fuente: elaboración propia 2018

En la presente tesis nuestra hipótesis es: La sustitución del 12% de cemento por ceniza de ichu incrementara la resistencia del concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$

El objetivo general del presente estudio es: Determinar la resistencia del concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ con sustitución al cemento en un 12% por ceniza de ichu. Y como objetivos específicos:

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

Activar térmicamente los precursores puzolánicos y determinar la composición química mediante la fluorescencia de rayos X de las ceniza de ichu.

Determinar el grado de alcalinidad (PH) de la ceniza de ichu. y de la combinación de 12% de cemento por cenizas de ichu..

Determinar y comparar la resistencia a la compresión del concreto de $f'c=210 \text{ Kg/cm}^2$ con 0%, y 12% de sustitución al cemento con ceniza de ichu..

Determinar la relación agua – cemento para el concreto de la probeta patrón y experimental.

II. METODOLOGÍA DEL TRABAJO

Tipo y Diseño Investigación

Tipo de Investigación

El tipo de investigación es aplicada y explicativa, porque los resultados obtenidos servirán para la solución de problemas de resistencia en el concreto relacionados a la construcción, específicamente a las propiedades del concreto, explicando cómo se comporta la resistencia cuando se sustituye un porcentaje de cemento por ceniza de ichu

Diseño de Investigación

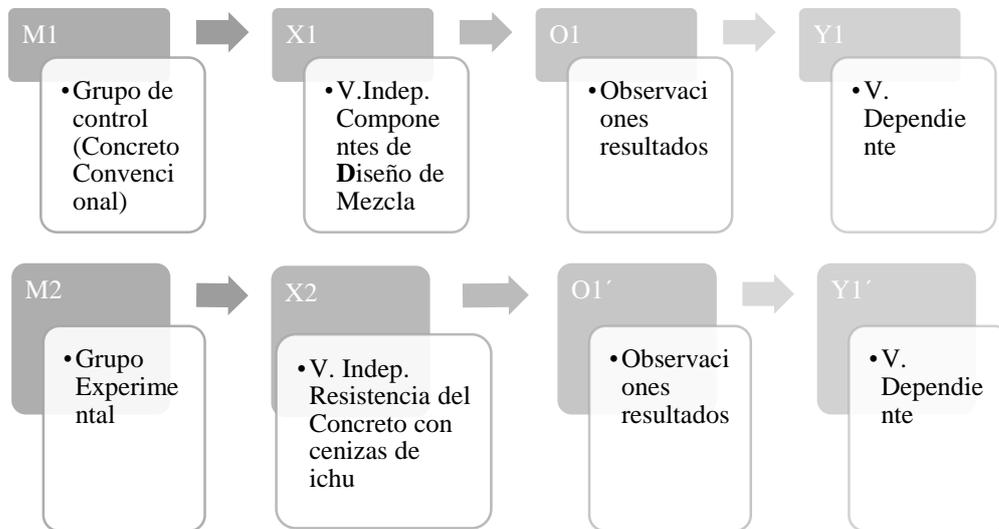
Es un diseño experimental de nivel CUASI – EXPERIMENTAL, que consiste en hacer un cambio en el valor de una variable (independiente), en el cual estudiaremos el diseño convencional del concreto ($F'c$ 210 kg/cm²) en comparación con el nuevo diseño elaborado con el reemplazo o sustitución de un porcentaje de cemento por ceniza de ichu, el estudio en su mayor parte se concentrará en las pruebas realizadas en el Laboratorio de Suelos, donde el investigador estará en contacto con los ensayos a realizar obteniendo resultados de acuerdo a lo planeado en sus objetivos. Siendo su diseño de investigación el siguiente:

Tabla 13: Tiempo y cantidad de muestras a investigar

Días de Curado	Probetas	
	Patrón	Experimental
7	P1 	P1 
	P2 	P2 
	P3 	P3 
14	P1 	P1 
	P2 	P2 
	P3 	P3 
28	P1 	P1 
	P2 	P2 
	P3 	P3 

Fuente: Elaboración propia 2018

Esquema de Diseño de Investigación



DONDE:

M1: grupo de control concreto convencional

M2: grupo de control experimental (concreto elaborado de manera experimental sustituyendo al cemento por un 12% de ceniza de ichu)

X1: variable independiente (componentes de diseño de mezcla)

X2: variable independiente (componentes de diseño de mezcla adicionándole ceniza de ichu)

Y1,Y2: variable dependiente (resistencia del concreto elaborado de manera convencional)

Y1',Y2': variable dependiente (resistencia del concreto elaborado de manera experimental sustituyendo al cemento por un 12% de ceniza de ichu)

O1,O2: observaciones y (resultados) posibles del grupo de control concreto convencional

O1',O2': observaciones y (resultados) posibles grupo de control concreto elaborado de manera experimental sustituyendo al cemento por un 12% de ceniza de ichu.

O1,O2, O3: información u observaciones recolectadas en cada uno de los grupos de control en donde los resultados pueden ser: iguales, diferentes o semejantes con respecto del uno al otro.

Población y Muestra

- Para esta investigación se tiene como población de estudio al conjunto de probetas de diseño de concreto según el estándar de construcción establecido $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$. La cual queda limitada por las variables a tratar: Variable Independiente (Componentes de Diseño de Mezcla de Concreto) y Variable Dependiente (Resistencia del Concreto)
- La muestra estuvo conformada por 18 probetas cilíndricas de concreto teniendo en cuenta un diseño patrón de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$. En las cuales 9 probetas para 0% (diseño convencional) y 9 probetas para el 12% de ceniza de ichu (diseño experimental) (Según Reglamento Nacional de Edificaciones 2007)
- Para la confección de especímenes, desarrollo del ensayo experimental y la recopilación de datos se utilizó las metodologías de ensayo:

ASTM C39 "método de ensayo normalizado para resistencia a la compresión de especímenes cilíndricos de concreto"

ASTM C78 (cargada en los puntos tercios) que consiste en ensayar una probeta de sección prismática de 15 cm. x 15 cm. x 50 cm., apoyándola sobre dos soportes rotulados separados 45 cm. y aplicando carga a los tercios de la luz libre (a 15 cm. de cada extremo) falladas a flexión. En ambos casos serán ensayados a diferentes edades en días 7, 14 y 28 respectivamente.

Técnica e Instrumentos de Investigación

Recolección de Datos

La recolección de datos de la investigación se realizó en forma directa, la primera etapa a través del muestro para luego llevarlos al laboratorio y la segunda etapa a partir de los diseños y ensayos anotándolos en los formatos respectivos de acuerdo a los procedimientos técnicos y normativos establecidos y en función al cronograma establecido del proyecto de tesis; así como las fechas de obtención de las probetas cilíndricas y prismáticas, fecha de los respectivos ensayos de resistencia a la compresión ASTM C39 y de resistencia a la flexión o módulo de rotura ASTM C78.

Técnicas

Las técnicas que se utilizó en este estudio serán observación directa, análisis de datos, ensayos de probetas cilíndricas con y sin adición de ceniza de ichu.

- Toma de muestras de agregados
- Peso unitario de los agregados (MTC E 203 - 2000)
- Peso específico y absorción de agregados agregado grueso (MTC E 206-2000, NTP 400.021)
- Peso específico y absorción de agregados agregado fino (MTC E 205-2000)
- Porcentaje de vacíos
- Contenido de humedad, absorción efectiva y humedad superficial
- Análisis granulométrico del agregado grueso (MTC E 204- 2000)
- Análisis granulométrico del agregado fino (MTC E 204-2000)
- Diseño de mezclas usando el método del comité 211 del ACI
- Ensayos del concreto fresco
- Ensayo de resistencia a la compresión ASTM C39

Instrumentos

Los instrumentos a utilizar serán:

- Datos de campo (insitu).
- Bolsas de conservación de muestra.
- Laboratorio de mecánica de suelos y concreto.
- Guías de observación resumen
- Formatos de laboratorio.

Procesamiento y Análisis de la Información

Recolección de datos

Para determinar la resistencia del concreto al incorporar la ceniza de ichu, consistió en determinar las características del material a incorporar y las propiedades físico mecánicas de los agregados para poder realizar los diseños de mezcla usando el método ACI 211.

Una vez diseñado la muestra patrón y las muestras con diferentes incorporaciones de porcentaje de ceniza de ichu en un (12%), se procede a ensayarlos a compresión axial a los 7, 14 y 28 días de curado, donde se registran los datos a comparar.

Se aplicará como técnica la observación ya que la percepción del material debe ser registrada en forma cuidadosa y experta. Todo lo observado se debe poner por escrito lo antes posible, cuando no se puede tomar notas en el mismo momento. Para esto utilizaremos como instrumento una guía de observación resumen porque nos permitirá elaborar sistemas de organización y clasificación de la información de los diversos ensayos y de la resistencia a la compresión.

INSTRUMENTOS

Los instrumentos a utilizar serán:

Datos de campo

Bolsas de conservación de muestra.

Laboratorio de mecánica de suelos y concreto.

Máquina de ensayo a compresión.

Formatos de laboratorio.

Propiedades físicas de los agregados

Granulometría de los Agregados (ASTM C136 / NTP 400.012)

Agregado fino: Se tomó 1683.4 gr de la muestra por cuarteo, la cual se pasó por el juego de tamices según la Norma ASTM C136, posteriormente se registró los pesos retenido en cada malla, para finalmente los datos sean procesados.

Agregado grueso: Se tomó 2185.0 gr de la muestra por cuarteo, la cual se pasó por el juego de tamices según la Norma ASTM C136, posteriormente se registró los pesos retenidos en cada malla, para finalmente los datos sean procesados.

Peso Unitario y contenido de vacíos de los Agregados (ASTM C29 / NTP 400.017)

Se preparó muestras tanto para el agregado grueso y fino, para luego calcular el peso unitario suelto y compactado.

Peso Unitario Suelto: Se llenó el recipiente el cual se le conoce el volumen hasta rebosar, descargando el material a una altura no mayor de 5 cm, y se registró su peso.

Peso Unitario Compactado: Se llenó 1/3 del recipiente con la muestra, se compacto con 25 golpes y se repitió el procedimiento a los 2/3 y al tope del recipiente, enrasándolo; luego se procedió a registrar el peso de la muestra compactada.

Peso Específico y Absorción de los Agregados

Agregado Fino (ASTM C128 / NTP 400.022):

Se toma una muestra de material, y se la deja sumergida en agua durante 24 horas a una temperatura ambiente con el objetivo de saturar los poros. Pasado ese tiempo se escurre teniendo cuidado de no perder material y se deja secar hasta que el material este suelto.

Luego se toma el molde cónico, el cual se llenó del material y se aprisiono con 25 caídas del compactador desde una altura aproximada de 5mm, luego se alzó el molde verticalmente y se verifico si el cono se mantiene firme; si esto ocurre se continua con la operación de secado hasta que el cono se derrumbe ligeramente al retirar el molde, lo que indicará que la muestra ha alcanzado la condición de superficie seca. Posteriormente se llenó un picnómetro con agua, se pesó, se le boto un poco de agua, se introdujo la muestra, y se le añadirá agua gradualmente hasta llenar la totalidad del picnómetro, removiendo la muestra para eliminar las burbujas.

Se pesó el picnómetro con la muestra y el agua. Posteriormente se sacó la muestra del instrumento y se dejó secar a una temperatura entre 100 y 110°C para luego registrar su peso.

Agregado Grueso (ASTM C127 / NTP 400.021):

Se tomó una muestra de agregado, la cual se sumergió en agua durante 24h a una temperatura ambiente. Pasa este tiempo se deja escurrir el material durante unos minutos, se seca superficialmente con una toalla y se toma el peso de la muestra saturada con superficie seca. Luego se prepara la balanza mecánica con la canastilla y se coloca la muestra en la canastilla, se sumerge en agua y se toma el peso de la muestra.

Finalmente se seca la muestra en el horno a una temperatura de 100°C, luego se dejó enfriar a temperatura ambiente para registrar su peso. Con esos datos se determinó la densidad aparente y el porcentaje de absorción del agregado grueso.

Contenido de Humedad de los Agregados (ASTM C566 / NTP 339.185)

El ensayo consiste en determinar la humedad que tiene en ese momento los agregados, la cual comienza en pesa la tara y luego se le agrega una proporción de agregado (fino o grueso). A continuación, se lleva la muestra a una estufa eléctrica por 24h. Una vez seco el agregado, se retira y se deja enfriar para después tomar el peso de la tara con el material seco.

Ensayo de Concreto Fresco y Llenado de Probetas (Patrón)

Slump (ASTM C143 / NTP 339.035)

La muestra de concreto recién mezclado se coloca y compacta con una varilla metálica (chuceo) en un molde con forma de cono trunco (con medidas normalizadas). Se coloca en tres capas cada una con 25 golpes.

El molde se levanta y el concreto fluye. La distancia vertical entre la posición original (el tamaño del molde) y la desplazada producto del asentamiento del centro de la superficie superior del concreto es medida y registrada como el asentamiento del concreto,

Peso Unitario y contenido de aire (ASTM C138 / NTP 339.046)

Se tomó una muestra representativa de concreto recién mezclado con una cuchara metálica y se llenó un recipiente cilindro metálico con tres capas de igual espesor, sobrellenado ligeramente la última capa. Cada capa se compacto con 25 golpes de varilla, distribuyendo uniformemente las penetraciones en toda la sección del molde. Se compacto la capa inferior en todo su espesor, sin compactar en el fondo del recipiente con la barra compactadora. De igual forma se compactó la segunda y tercera capa penetrando una pulgada aproximadamente (25 mm) en la capa anterior.

Para evitar que las burbujas de aire queden atrapadas en el interior de la muestra, se golpeó firmemente los lados del molde de 10 a 15 veces con un mazo de caucho después de compactar cada capa y se enraso el concreto sobrante utilizando la varilla metálica apoyada sobre el borde superior del recipiente, limpiando a su vez el exceso de mortero en dicho borde.

Finalmente se pesó el molde lleno de concreto para los cálculos respectivos.

Desencofrado y curado de cilindros de concreto

Se han utilizado probetas de 15 cm de diámetro y 30 cm de altura, los moldes se limpiaron y se les colocó petróleo para su mejor manejo al momento de desencofrar.

Para cada ensayo se elaboraron 3 testigos por cada diseño según la norma ASTM C31 / NTP 339.033.

Una vez realizada la mezcla, se procedió a vaciarla en los moldes con las dimensiones antes indicadas, este vaciado se hizo en tres capas; la primera se vació hasta llegar a 1/3 del molde y se compactó con 25 golpes, posteriormente se vació la siguiente capa y se compactó asegurándose que los golpes no llegaran a la primera capa, finalmente se añadió la tercera capa hasta rebosar el molde y se repitió el proceso de compactación para posteriormente enrasarlo. Se desencofró a las 24 horas de realizados los especímenes de concreto, los cuales fueron curados en una poza a temperatura $23^{\circ}\text{C} \pm 2$ según norma ASTM C31 / NTP 339.183.

Ensayo de concreto fresco y llenado de probetas (experimental 12%)

Slump (ASTM C143 / NTP 339.035)

La muestra de concreto recién mezclado se coloca y compacta con una varilla metálica (chuceo) en un molde con forma de cono tronco (con medidas normalizadas). Se coloca en tres capas cada una con 25 golpes.

El molde se levanta y el concreto fluye. La distancia vertical entre la posición original (el tamaño del molde) y la desplazada producto del asentamiento del centro de la superficie superior del concreto es medida y registrada como el asentamiento del concreto.

Peso Unitario y contenido de aire (ASTM C138 / NTP 339.046)

Se tomó una muestra representativa de concreto recién mezclado con una cuchara metálica y se llenó un recipiente cilindro metálico con tres capas de igual espesor, sobrellenado ligeramente la última capa. Cada capa se compactó con 25 golpes de varilla, distribuyendo uniformemente las penetraciones en toda la sección del molde. Se compactó la capa inferior en todo su espesor, sin compactar en el fondo del

recipiente con la barra compactadora. De igual forma se compactó la segunda y tercera capa penetrando una pulgada aproximadamente (25 mm) en la capa anterior.

Para evitar que las burbujas de aire queden atrapadas en el interior de la muestra, se golpeó firmemente los lados del molde de 10 a 15 veces con un mazo de caucho después de compactar cada capa y se enrasó el concreto sobrante utilizando la varilla metálica apoyada sobre el borde superior del recipiente, limpiando a su vez el exceso de mortero en dicho borde.

Finalmente se pesó el molde lleno de concreto para los cálculos respectivos.

Desencofrado y curado de cilindros de concreto

Se han utilizado probetas de 15 cm de diámetro y 30 cm de altura, los moldes se limpiaron y se les colocó petróleo para su mejor manejo al momento de desencofrar.

Para cada ensayo se elaboraron 3 testigos por cada diseño según la norma ASTM C31 / NTP 339.033.

Una vez realizada la mezcla en donde se añadió la ceniza de ichu, se procedió a vaciarla en los moldes con las dimensiones antes indicadas, este vaciado se hizo en tres capas; la primera se vació hasta llegar a 1/3 del molde y se compactó con 25 golpes, posteriormente se vació la siguiente capa y se compactó asegurándose que los golpes no llegaran a la primera capa, finalmente se añadió la tercera capa hasta rebosar el molde y se repitió el proceso de compactación para posteriormente enrasarlo. Se desencofró a las 24 horas de realizados los especímenes de concreto, los cuales fueron curados en una poza a temperatura $23^{\circ}\text{C} \pm 2$ según norma ASTM C31 / NTP 339.183.

Ensayo Resistencia a la Compresión

La resistencia a la compresión se calcula a partir de la carga de ruptura dividida por el área de la sección que resiste a la carga y se reporta en unidades de libra-fuerza por pulgada cuadrada (psi).

Luego se anota los datos para ser procesador

III. RESULTADOS

Tabla 14: Características Físicas de los agregados gruesos, finos y con la sustitución de 12% de ichu.

Materiales y ensayo	resultados
Procedencia del cemento	Pacasmayo
Tipo de cemento	1
P. Especifico del cemento	2.72 gr/cm ³
Agua	potable de la zona
P. Especifico de la masa de agregado fino	2.72 gr/cm ³
Peso Unitario Seco Suelto de agregado fino	1566 kg/m ³
Peso Unitario Seco Compactado de agregado fino	1769kg/m ³
Contenido de humedad de agregado fino	0.31%
Absorción de agregado fino	0.81%
Módulo de fineza de agregado fino	2.69
P. Especifico de la masa de agregado grueso	2.87 gr/cm ³
Peso Unitario Seco Suelto de agregado grueso	11495 kg/m ³
Peso Unitario Seco Compactado de agregado grueso	1650 kg/m ³
Contenido de humedad de agregado grueso	0.18%
Absorción de agregado grueso	0.24%
Tamaño máximo nominal del agregado grueso	3/4''

Fuente: Laboratorio de Mecánica de Suelos de la USP

Análisis térmico por calorimetría diferencial de barrido DSC/ Análisis térmico Diferencial ATD.

Análisis Termo gravimétrico (TGA)



UNIVERSIDAD NACIONAL DE TRUJILLO
Departamento de Ingeniería de Materiales

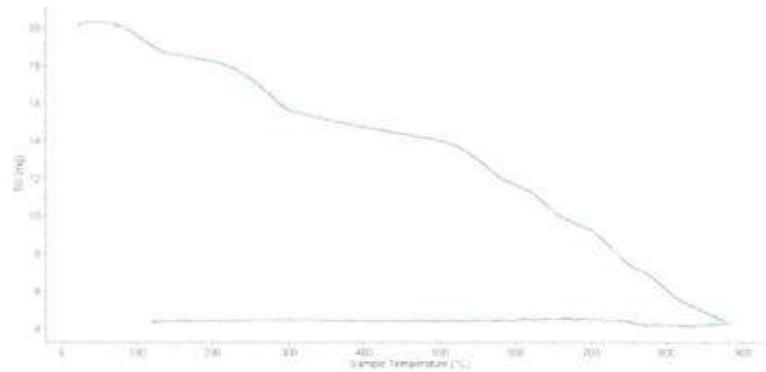
FACULTAD DE INGENIERÍA
Laboratorio de Polímeros

Trujillo, 25 de Octubre del 2017

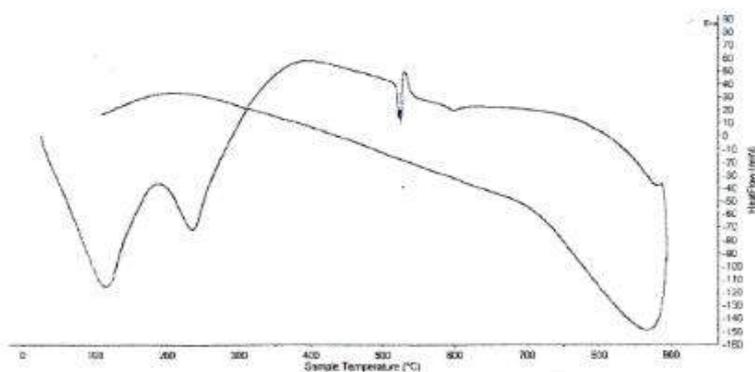
INFORME N° 99 - OCT 17

4. Resultados:

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



II- Curva Calorimétrica ATD



Tel.: 44-203516/949790880/958669003 desarrollo@untrujillo.edu.pe / Av. Juan Pablo II s/n - Ciudad Universitaria / Trujillo - Perú

Fuente: Universidad Nacional de Trujillo, Laboratorio de Polímeros

Análisis:

Según el análisis Termo gravimétrico se muestra la pérdida de masa en función a la temperatura indicando una pérdida gradual a medida que se incrementa la temperatura, el material llega a perder un aproximado de 66 % de masa, respecto a su masa inicial a la temperatura máxima de ensayo.

De acuerdo al análisis calorimétrico, la curva muestra una pequeña banda de absorción térmica a aproximadamente 110°C y a 220°C y posteriormente un ligeros picos endotérmico a 540°C y un pico de gran intensidad a 870°C lo que demuestra gran posibilidad de existir algún cambio estructural del material.

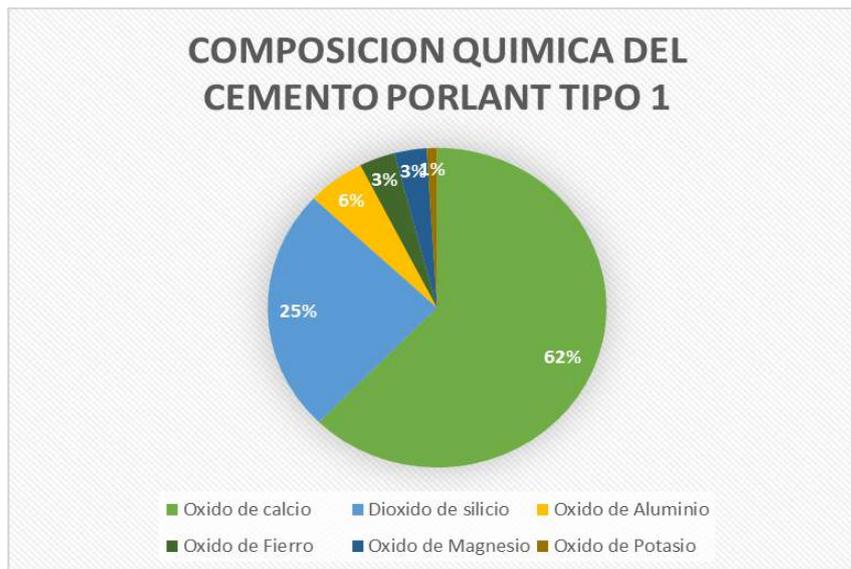
COMPOSICIÓN QUÍMICA DE CEMENTO PORTLAND TIPO I

Tabla 15: composición química del cemento portland tipo I

Elemento	% masa
Oxido de calcio	62
Dióxido de silicio	25
Oxido de aluminio	6
Oxido de fierro	3
Oxido de magnesio	3
Oxido de potasio	1

Fuente: tópico de tecnología Enrique pascal

Fig.8: Composición química del cemento portland tipo I



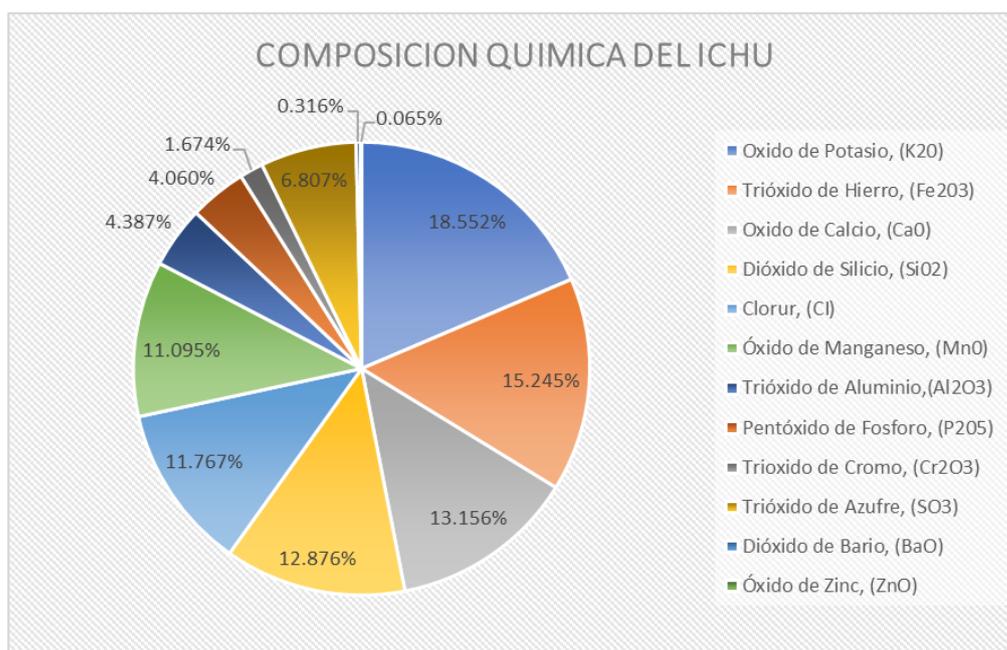
Fuente: tópico de tecnología Enrique pascal

Tabla 16: Composición química de las cenizas de Ichu – rayos X

COMPOSICIÓN QUÍMICA	RESULTADO (%)	MÉTODO UTILIZADO
Oxido de Potasio, (K ₂ O)	18.552%	Espectrometría de Fluorescencia de Rayos X
Trióxido de Hierro, (Fe ₂ O ₃)	15.245%	
Oxido de Calcio, (CaO)	13.156%	
Dióxido de Silicio, (SiO ₂)	12.876%	
Clorur, (Cl)	11.767%	
Óxido de Manganeso, (MnO)	11.095%	
Trióxido de Aluminio, (Al ₂ O ₃)	4.387%	
Pentóxido de Fosforo, (P ₂ O ₅)	4.060%	
Trióxido de Cromo, (Cr ₂ O ₃)	1.674%	
Trióxido de Azufre, (SO ₃)	6.807%	
Dióxido de Bario, (BaO)	0.316%	
Óxido de Zinc, (ZnO)	0.065%	

Fuente: Resultados de composición química de las cenizas de ichu UNMS

Figura 9: Espectrometría de Fluorescencia de Rayos X



Fuente: Resultados de composición química de las cenizas de ichu realizados en la Universidad Nacional Mayor de San Marcos.

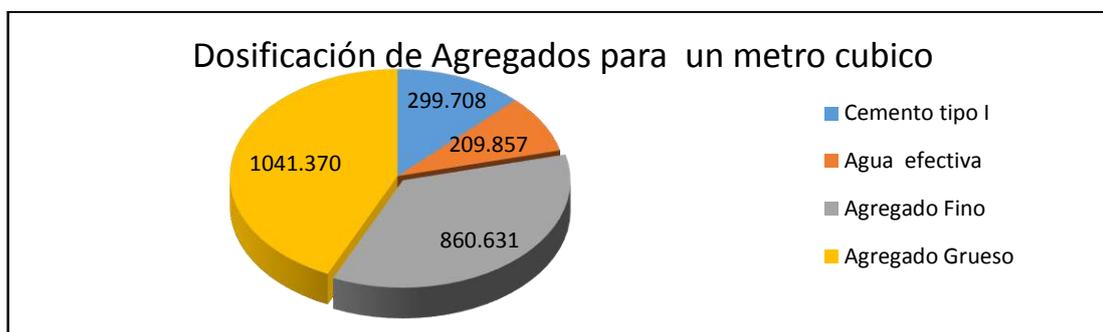
Análisis:

Con respecto al análisis de Espectrometría de Fluorescencia de Rayos X, realizados en la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, encontramos los siguientes óxidos en mayor porcentaje Oxido de Potasio (K₂O), 18.552%, trióxido de Hierro (Fe₂O₃), 15.25%, Oxido de Calcio (CaO), 13.16%, Oxido de Silicio (SiO₂), 12.88%, Cloruros (Cl), 11.77%, Oxido de Magnesio (MnO) 11.09%, podemos determinar que no es un material cementante por que no llega la porcentaje e 70% - 80%. Con relación a los componentes químicos principales del cemento.

Tabla 17: Dosificación para la mezcla de diseño patrón de concreto

Proporciones de agregado	cantidad	
Cemento tipo I	299.708	kg/m ³
Agua efectiva	209.857	lt/m ³
Agregado Fino	860.631	kg/m ³
Agregado Grueso	1041.370	kg/m ³

Fig. 10: Dosificación de Agregados para un metro cubico



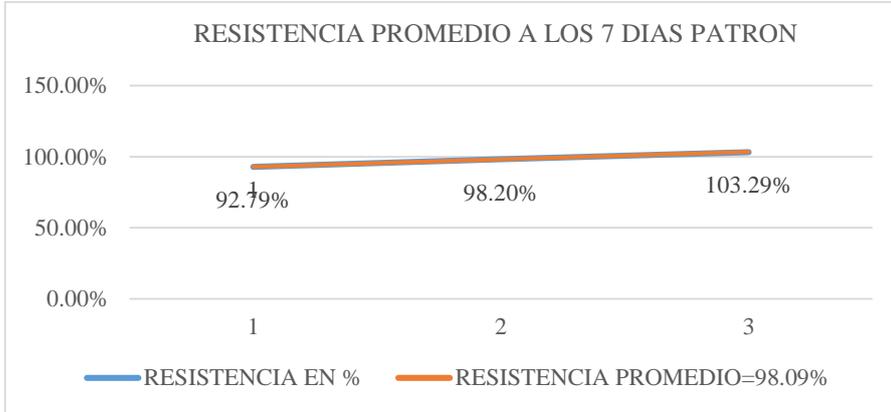
Fuente: elaboración propia 2018

Datos de resistencia patrón

N° de muestra	N° Días (edades)	Peso	Diam. (ø)	Carga	Kg/Cm ²	% Prom.
M1		13.70	15.25	35590	194.85	
M2	7	13.80	15.20	37420	206.22	98.09
M3		13.70	15.00	38330	216.90	
M4		13.60	15.20	42640	234.98	
M5	14	13.65	15.10	40980	228.84	108.33
M6		13.70	15.00	38640	218.66	
M7		13.75	15.10	48910	273.12	
M8	28	13.75	15.00	42080	238.12	122.85
M9		13.70	15.00	46420	262.68	

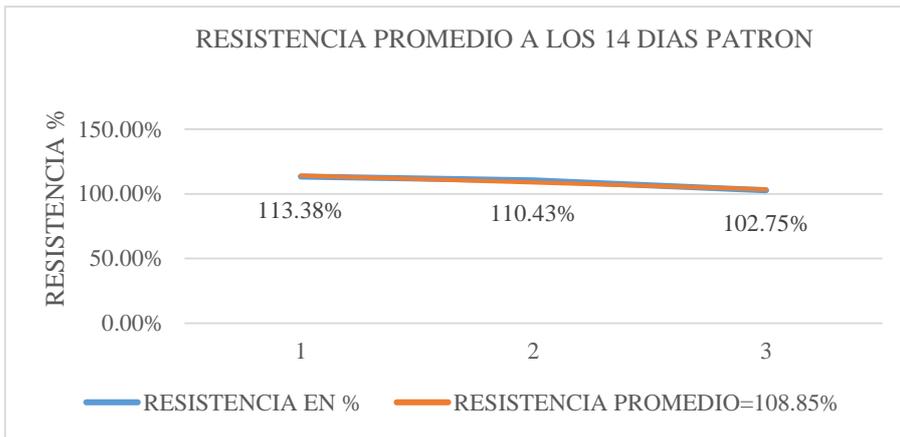
Fuente: laboratorio de mecánica de suelos de la universidad san pedro

Tabla 19: Resistencia a la compresión de probetas patrón, 7 días



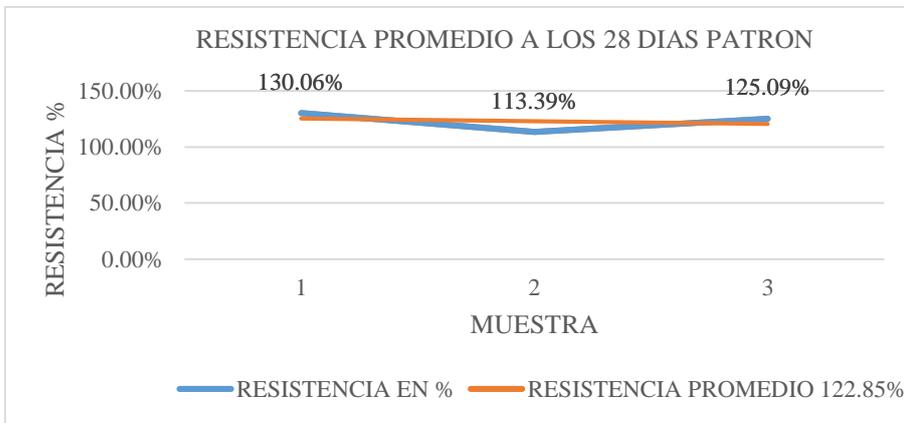
Fuente: elaboración propia, 2018

Tabla 20: Resistencia a la compresión de probetas patrón, 14 días



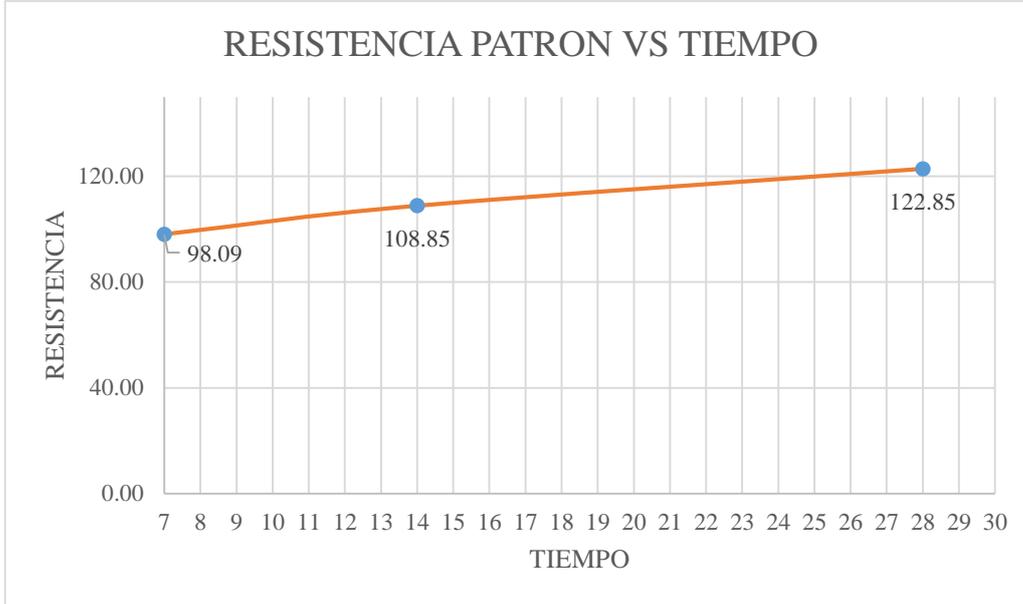
Fuente: elaboración propia, 2018

Tabla 21: Resistencia a la compresión de probetas patrón, 28 días



Fuente: elaboración propia, 2018

Tabla 22: Resistencia a la compresión en 7,14 y 28 días



Fuente: elaboración propia 2018

Interpretación:

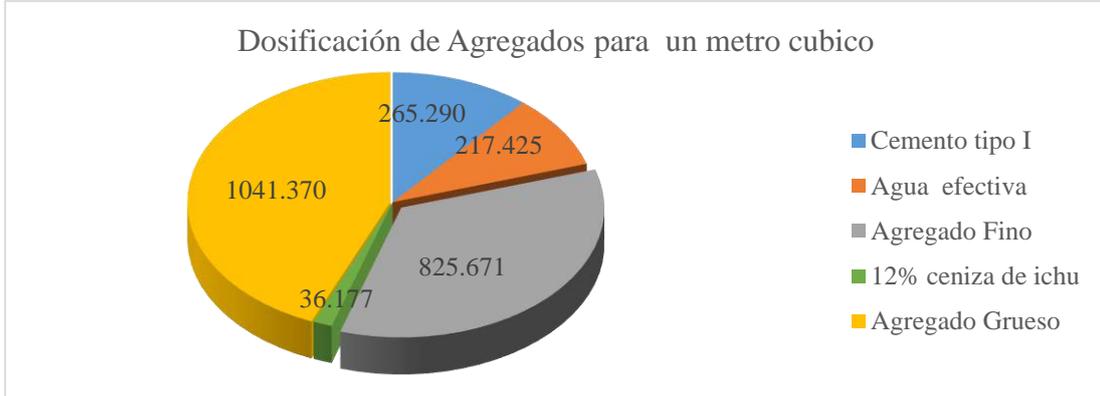
De los resultados obtenidos de la prueba de compresión, se registra que a los 7 días se alcanzó una resistencia promedio 98.09%. Asimismo podemos ver que los resultados registrados a los 14 y 28 días incremento a 108.85% y 122.85% respectivamente. Los datos obtenidos en los laboratorios de la Universidad San Pedro.

Tabla 23: Dosificación para la mezcla de diseño experimental de concreto

Proporciones de agregado	cantidad	
Cemento tipo I	265.290	kg/m ³
Agua efectiva	217.425	lt/m ³
Agregado Fino	825.671	kg/m ³
12% ceniza de ichu	36.177	kg/m ³
Agregado Grueso	1041.370	kg/m ³

Fuente: elaboración propia 2018

Fig. 10: Dosificación para la mezcla de diseño experimental de concreto



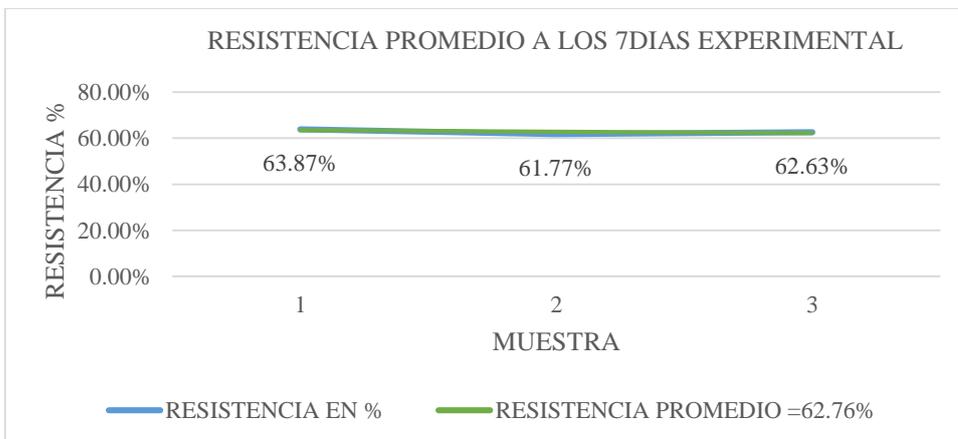
Fuente: elaboración propia 2018

Tabla 24: Datos de resistencia experimental

N° de muestra	N° Días (edades)	Peso	Diam. (ø)	Carga	Kg/Cm2	Prom.
M1	7	12.25	15.10	24020	134.13	62.76
M2		13.35	15.20	23540	129.73	
M3		13.15	15.15	23710	131.53	
M4		13.20	15.00	28190	159.52	
M5	14	13.25	15.10	26930	150.38	74.28
M6		13.20	15.20	28680	158.05	
M7		13.30	15.20	31110	171.44	
M8	28	13.20	15.20	30790	169.68	82.09
M9		13.20	15.20	31940	176.02	

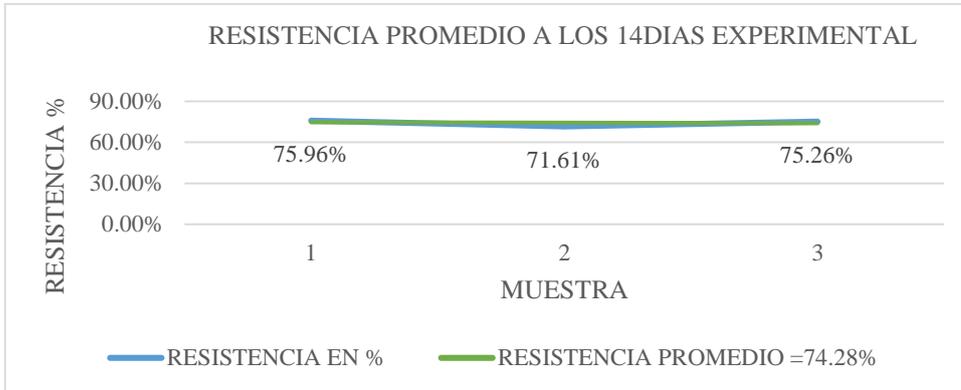
Fuente: laboratorio de mecánica de suelos universidad san pedro.

Tabla 25: Resistencia a la compresión a los 7 días experimental



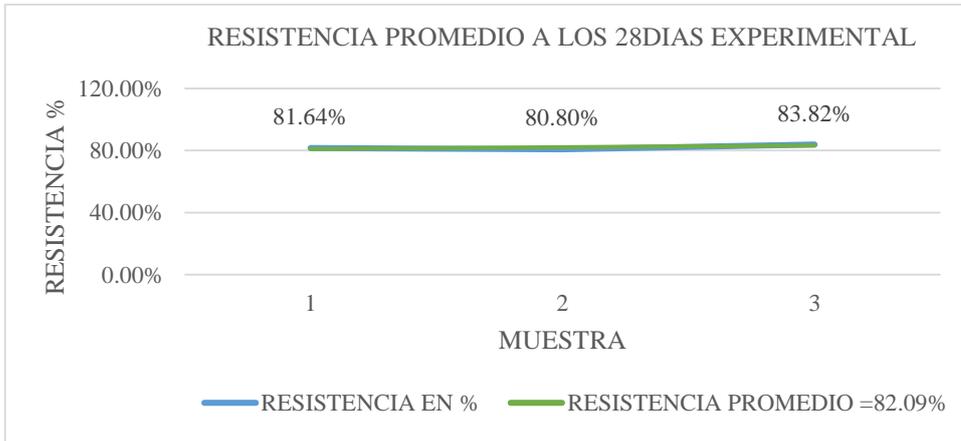
Fuente: elaboración propia 2018

Tabla 26: Resistencia a la compresión a los 14 días experimental



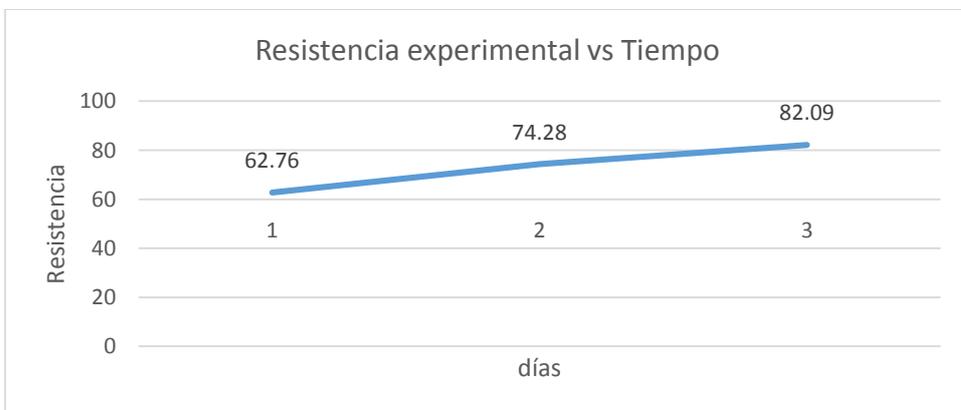
Fuente: elaboración propia 2018

Tabla 27: Resistencia a la compresión a los 28 días experimental



Fuente: elaboración propia 2018

Tabla 28: Comparación de resistencia a la compresión experimental 7, 14 y 28 días



Fuente: elaboración propia 2018

Interpretación:

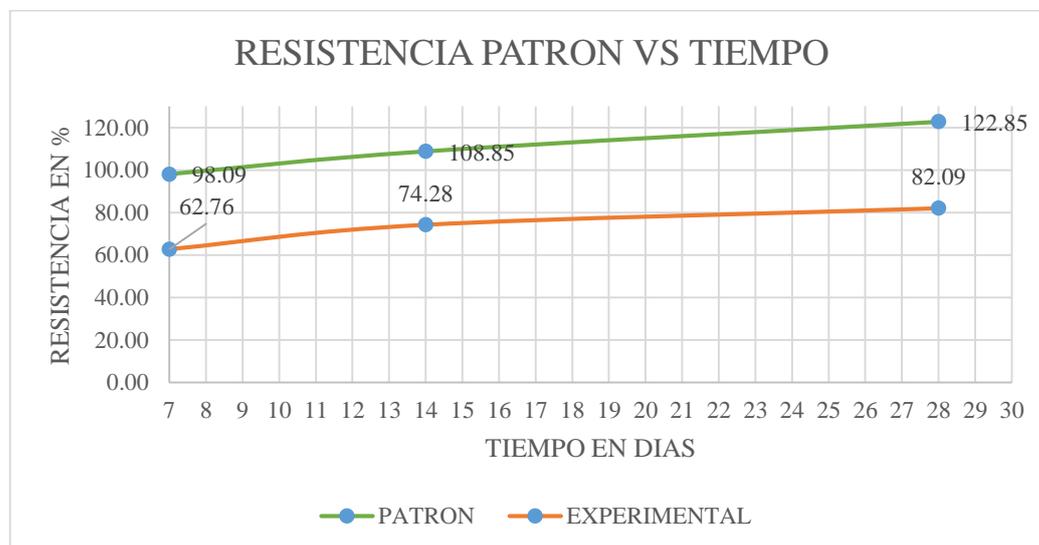
De los resultados obtenidos de la prueba de compresión del concreto experimental, se registra que a los 7 días se alcanzó una resistencia promedio de 62.76% lo cual no supera lo establecido en el patrón disminuyendo en un 35.33%. a los 14 días, alcanzo una resistencia de 74.28%, también no alcanzo la resistencia con respecto al patrón disminuyendo en 34.57%. asimismo, a los 28 días, se obtuvo una resistencia 82.09%. el mismo que no alcanzo la resistencia con respecto al patrón, disminuyendo en un 40.76.

Tabla 29: comparación de resistencia de concreto patrón vs experimental

dia	PATRÓN f'c/f'c (%) prom	EXPERIMENTAL f'c/f'c (%) prom	aumento por días (%)
7	98.09	62.76	-35.33
14	108.85	74.28	-34.57
28	122.85	82.09	-40.76

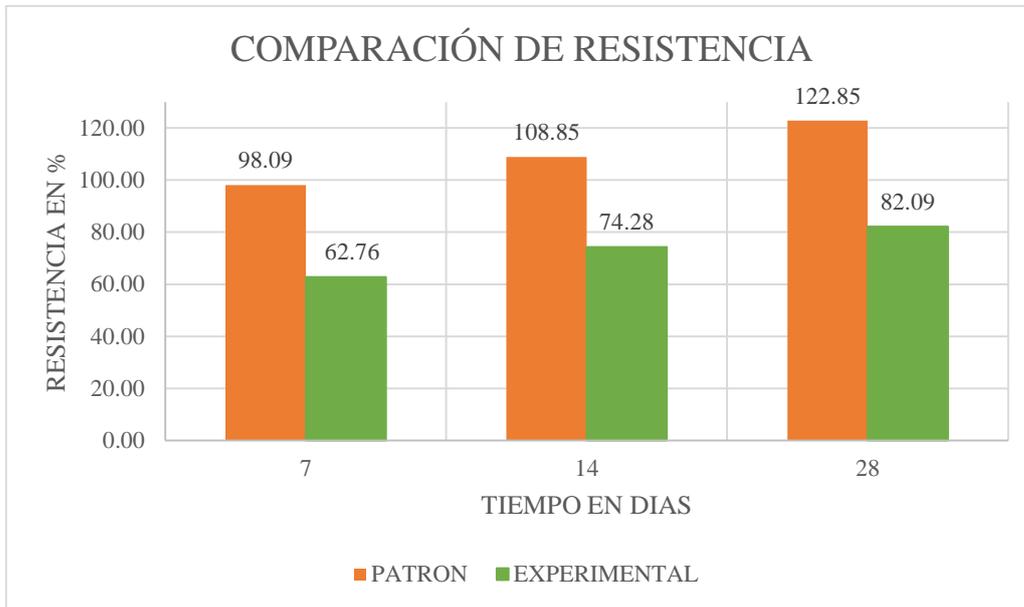
Fuente: elaboración propia, 2018

Tabla 30: Resistencia a la compresión experimental y patrón en 7,14 y 28 días



Fuente: elaboración propia, 2018

Tabla 31: Verificación del aumento de resistencia a la compresión en 7,14 y 28 días



Fuente: elaboración propia, 2018

Tabla 32: Resistencias a la compresión de las probetas de concreto con una sustitución del cemento por un porcentaje 12% de ceniza de Ichu, según días de curado.

Días de curado	Resistencia de concreto con sustitución de cemento ceniza Ichu	
	Patrón	12%
7	205,99	131,79
14	227,49	155,98
28	257,97	172,38

Fuente: Resultados de las ensayos del laboratorio de la USP

En la tabla 32 se puede apreciar que las resistencias a la compresión de las probetas son mayores a los 28 días de curado y menores resistencias de presenta a los 7 días de curado.

Después de verificar el cumplimiento de los supuestos de normalidad con Shapiro – Wilk ($p > 0.05$ para el patrón y el experimental) y homogeneidad de varianzas (Contraste de Levene, con $p = 0.707$ y $p > 0.05$) de las resistencias medias obtenidas en las probetas para cada tratamiento (sustitución de cemento por ceniza de Ichu) se procedió a realizar la prueba ANOVA

Handwritten signature and initials, possibly 'V.P.' or similar, located in the bottom right corner of the page.

Tabla 33: Cálculo de la prueba ANOVA para verificar las diferencias entre las medias de las resistencias a la compresión de las probetas.

Origen	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig
Sustitución de cemento x ceniza de Ichu	8916,615	1	8916,615	319,197	,003
Días de curado	2142,419	2	1071,210	38,347	,025
Error	55,869	2	27,935		
Total	11114,903	5			

Fuente: Resultados de los ensayos del laboratorio de la USP

En la tabla 33 se puede visualizar que para la sustitución de cemento por ceniza de Ichu se tiene el $p\text{-value} < \alpha$ ($0.003 < 0.05$) entonces podemos decir que los datos muestran suficientes evidencias para rechazar la hipótesis nula (H_0 : Resistencias medias iguales). Por lo que podemos concluir que con nivel de 5% de significancia las resistencias medias en kg/cm^2 logradas en las probetas, con sustitución del cemento por ceniza de Ichu (Patrón y 125%) son diferentes.

También se tienen que para los días de curado $p\text{-value} < \alpha$ ($0.025 < 0.05$) entonces podemos decir que las resistencias medias de las probetas son significativamente diferentes a consecuencias de los días de curado.

IV. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN

La discusión de los resultados obtenidos de la investigación realizada, puede incluir el comentario de las técnicas mas apropiadas:

De acuerdo a los antecedentes de (Abarca, L) ,se corrobora que al sustituir las cenizas de ichu en menores porcentajes la resistencia supera al patrón.

De acuerdo a los estudios realizados en mayor porcentaje la resistencia disminuye.

Con respecto al ensayo de Análisis Térmico Diferencial, se muestra la pérdida de masa en función a la temperatura indicando una pérdida gradual a medida que se incrementa la temperatura, el material llega a perder un aprox. de 66% de masa respecto a su masa inicial a la temperatura máxima de ensayo.

De acuerdo al análisis calorimétrico, la curva muestra una pequeña banda de absorción térmica a aprox. 100°C y 220°C y posteriormente un ligero pico endotérmico a 540°C y un pico de gran intensidad a los 870°C. lo que demuestra gran posibilidad de existir un cambio estructural del material.

Del mismo modo al realizar el análisis de composición química, comparamos los resultados obtenidos de los dos análisis que se realizó obteniendo los siguientes resultados: El método de Espectrometría de Fluorescencia de rayos X, Óxido de potasio (K₂O) 18.552% influye absorbiendo mayor cantidad de agua y produciendo eflorescencia en el concreto mientras que Trióxido de Hierro, (Fe₂O₃) 15.245%, Trióxido de Azufre, (SO₃) 6.807% trae problemas de expansión, el volumen del concreto incrementa produciendo rajaduras y disminuyendo así la resistencia a largo plazo.

(CaO) 13.156% lo encontramos en mayor porcentaje lo cual influye positivamente en el concreto ya que tienen importancia en el calor de la hidratación del concreto, el Oxido de Aluminio (Al₂O₃) 4.387% No participa prácticamente en las resistencias mecánicas, su presencia se debe a la alta necesidad de utilizar fundentes que contienen hierro en la fabricación de clinker, tiene calor de hidratación bajo y gran velocidad de fraguado. El Oxido de silicio (SiO₂) 12.876% es un compuesto de hidratación lenta que proporciona una ganancia gradual de resistencia; esto ocurre en un período largo después de 28 días. el mientras que el , Mientras que el Oxido de Magnesio (MnO) 11.095% Cuando es superior al 5% en el Clinker, el cemento puede ser ya expansivo, en pequeñas proporciones no reacciona quedándose como

tal MgO, este óxido reacciona con el agua con un importante retraso incluso de meses con respecto al fraguado y endurecimiento, da lugar a un importante aumento de volumen y generación de calor produciendo la expansión o rotura del concreto.

Sin embargo, la presencia de cloruros (Cl) 11.767%, el efecto directo más nocivo por acción de cloruros en la mezcla de concreto endurecido está constituido por la cristalización de las sales dentro de sus poros, la cual puede producir rupturas debidas a la presión ejercida por los cristales de sal. Puesto que la cristalización ocurre en el punto de evaporación del agua, este tipo de ataque se produce de manera más acentuada en el concreto que no está permanentemente en contacto directo con el agua.

Con respecto al ensayo de compresión, al incorporar la sustitución del 12% de ceniza de ichu, se obtiene una resistencia a la compresión axial inferior a la del patrón tanto en los 7, 14 y 28 días.

La sustitución del cemento por las cenizas de ichu al 12% no ha trabajado mejor que la del patrón llegando a la conclusión que no es factible la sustitución.

La relación agua cemento utilizada para realizar el diseño de mezcla de la probeta patrón fue de $a/c=0.684$, para el diseño de mezcla de la sustitución con la ceniza de hoja de ichu al 12% fue $a/c = 0.721$.

V. CONCLUSIONES

No se cumple con la hipótesis planteada en la sustitución del cemento por la ceniza de Ichu es decir la adición del 12% de ceniza disminuye hasta un 40.76% la resistencia de compresión axial del concreto ($f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$).

Se realizó la activación de ceniza de ichu a 600° por 2 horas.

Gracias a su componente de PH que mantiene su porcentaje en el (rango de 12ph a 13ph) protegen al acero de refuerzo ahogado contra la corrosión.

Con respecto a los ensayos de compresión realizados, llegamos a la conclusión que no podemos sustituir el cemento por ceniza de ichu en un porcentaje de 12% ya que la resistencia a la compresión disminuye notablemente.

Las cenizas ichu no desarrollan un material cementante ya que los componentes que se encontró en el análisis químico (CaO , AL_2O_3 , SIO_2) que son componentes principales del cemento no superan el 70% a 80% de composición química del cemento según ASTM.

VI. RECOMENDACIONES

Se recomienda secar por más tiempo la materia prima antes de calcinar.

Se recomienda utilizar la ceniza de ichu en menores porcentajes, en mayores porcentajes al sustituir al cemento la resistencia disminuye.

Controlar las características de los agregados utilizados en la fabricación del concreto, pues son un factor muy influyente en el comportamiento del concreto.

Se recomienda verificar la composición química de las futuras investigaciones, realizar un análisis de los principales componentes encontrados para determinar si favorece o desfavorece al concreto.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Abarca, L (2016). En la investigación “adicción de cenizas de ichu en 3%, 5% y 7%” Universidad San Pedro Chimbote – Perú. Tesis para optar el título de ingeniero civil

Fernandez, R. (2009). Evaluación de concretos puzolanicos elaborados con contenido ceniza de hoja de maíz para uso estructural”. Tesis para optar el titulo de ingeniro civil , Univercidad Nacional de Venezuela.

<http://docplayer.es/30767130-Trabajo-especial-de-grado.html>.

Gonzales, M. (1962). “*Tecnologia del concretodiseño de mezclas. Lima*” trabajo publicado por la universidad nacional de ingeniería laboratorio de ensayos de materiales.

http://www.academia.edu/2136287/TECNOLOGIA_DEL_CONCRETO_DISE%C3%91O_DE_MEZCLAS.

Guerreo, M. (1984). “las cenizas volantes en el hormigón han sido estudiados en numerosas investigaciones, sea como reemplazo del cemento portland, sea simplemente como adicción en el hormigón” tesis doctoral

Jara, F. (2016). *Influencia en la resistencia del concreto al incorporar parcialmente ceniza de cascara de arroz por cemento portland*. Tesis de grado, de la Universidad Nacional de Cajamarca.

http://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/RUNC_1b5dfb8e9e119195fd6479054792edad

Marrufo, J. (2015). *Influencia en la resistencia del concreto al incorporar parcialmente ceniza de arroz por cemento portland*. Tesis para obtener titulo de ingeniero, en la universidad nacional de Trujillo.

<http://dspace.unitru.edu.pe/handle/UNITRU/3418>.

MTC E 701 – 2000: *Norma de Ministerio de transporte y comunicaciones*.

NRMCA (2015) *Concreto en la Práctica– Publicación electrónica*

<http://www.nrmca.org/aboutconcrete/cips/CIP35es.pdf>

NTP 339.183 Practica Normalizada para Elaboración y curado de especímenes de concreto en Laboratorio

Reyes, J. & Gutierrez, M. (2010). “*La manejabilidad está representada por el grado de compacidad, cohesividad, plasticidad y consistencia. Tesis para optar título de ingeniero civil en la universidad pontificia bolivariana bucaramanga Colombia*”

<http://docplayer.es/75553538-Analisis-de-la-resistencia>.

Rivva, E. (2007). “*Durabilidad y patologia del concreto.*” Una revista optenido del internet.

<http://www.imcyc.com/revistacyt/marzo%202017/marzo17.pdf>

Rne, (2006). “*Según reglamento nacional de edificaciones. Lima.*” Information extrados de internet

[https://www.google.com.pe/search?q=Rne,+\(2006\)](https://www.google.com.pe/search?q=Rne,+(2006))

Standard Specification for steel Fiber – Reinforced Concrete. ASTM A 820 International.

Standard Test Method for Slump of Hydraulic Cement Concrete. C 143 – 90 a - ASTM International.

Standard Test Method for Specific Gravity and Absorption of Coarse Aggregate. C 127- 93 - ASTM International.

Standard Test Method for Specific Gravity and Absorption of Fine Aggregate. C 128- 93 - ASTM International.

Standard Test Method for Temperature of Freshly Mixed Hydraulic -cement concrete C 1064- 93 - ASTM International.

Standard Test Method for Unit Weight and Voids in Aggregate. C 29/C 29 M - 91- ASTM International.

Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens C 39 – 94 - ASTM International.

Standard Specification for Concrete Aggregates C 33 - 07- ASTM International.

Standard Test Method for Density (unit weight), Yield and Air Content (gravimetric) of Concrete C 138 – 92 - ASTM International.

Standard Test Method for Organic Impurities in Fine Aggregates. C 40 – 92 - ASTM International.

Standard Test Method for Resistance to Degradation of Small-Size Coarse Aggregate by Abrasion and Impact in the Los Angeles Machine. C 131 - 97- ASTM International.

Standard Test Method for sieve Analysis of Fine and Coarse Aggregates. C 136 – 93 - ASTM International.

ASTM. Asociación Americana de Ensayo de Materiales. Esta asociación radicada en Estados Unidos se encarga de probar la resistencia de los materiales para la construcción de bienes.

https://www.astm.org/america_latina/sp/standards.html?gclid=EAIaIQobChMI-

Vatsala, M. (2003). “Reducir el consumo de las materias primas, proteger el medio ambiente y mejorar la calidad del cemento” investigación,

Información extraída de internet

[https://www.google.com.pe/search?q=Vatsala,+M.+\(2003\)](https://www.google.com.pe/search?q=Vatsala,+M.+(2003))

I. AGRADECIMIENTOS

A Dios:

Por darme la vida, por guiar mis pasos, por haberme dado una familia hermosa y poner buenos amigos en mí camino y haberme permitido alcanzar esta meta.

A mi Madre:

Por su amor incondicional, por sus consejos, su apoyo, disciplina y todo el sacrificio que realizaron para forjarme. Lo amo y agradezco mucho.

A mis hermanos.

Por estar siempre conmigo en todo momento, gracias por estar ahí alegrando mi vida y llenando de felicidad y por todo su apoyo en mi carrera.

A la universidad San Pedro

Por mi formación profesional y apoyo de todos los técnicos de laboratorio

A mi Asesor

A mi Asesor de tesis, Ing. Solar jara miguel por su esfuerzo y dedicación, quien, con sus conocimientos, experiencia, visión crítica, consejos, paciencia y motivación ha logrado que pudiese terminar con éxito el presente proyecto.

Acuña Huamán José Solano

II. APENDICE Y ANEXOS

Composición Química de la cenizas de ichu



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

FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS
Laboratorio de Arqueometría

Informe N° 78-LAQ/2017

Análisis de una muestra de cenizas de tuna o nopal por FRXDE

Introducción:

Se analizó por fluorescencia de rayos- X dispersiva en energía (FRXDE) una muestra de Cenizas de tuna o nopal a pedido del Sr. **Acuña Huamán José Solano**, egresada de la Universidad San Pedro, sede Chimbote, y como parte de su proyecto de tesis titulada:

“Resistencia del concreto $f'c=210$ Kg/Cm² con sustitución al cemento en 12% por cenizas de ichu.”

La muestra está en forma de ceniza de color blanquiza

Arreglo experimental.

Se utilizó un espectrómetro de FRXDE marca Amptek con ánodo de oro que opero a un voltaje de 30 KV y una corriente de 10 μ A. Los espectrómetros se acumularon durante un intervalo neto de 350 s utilizando 2048 canales, con ángulos de incidencia y salida de alrededor de 45°, distancia muestra a fuente de rayos - x de 0.0023 cm y distancia de muestra a detector de 2cm aprox. La cual dependió de la geometría del arreglo experimental y de la composición elemental de la muestra, fue alrededor de 8499 cts./s.

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

La fuente de rayos-X utiliza emite rayos-X en dos componentes un espectro con una distribución continua de 0 a 30 keV, y al otra que contiene los rayos-X característico del tipo L y M de oro

que se producen por el bombardeo del ánodo por electrones energéticos como consecuencia de esto, los espectros de FRXDE poseen tres componentes principales : una componente continua



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

FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS
Laboratorio de Arqueometría

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 rayos-X característico de oro de la fuente, y el espectro discreto de los rayos-X característicos emitidos por la muestra de acuerdo a los elementos que contiene.

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

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

Resultados.

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

La tabla 1 muestra los resultados del análisis elemental de esta muestra. Las concentraciones están dadas en % de la masa total en términos de los elementos presentes en la muestra la presencia de Ca, Si,P,K puede estar asociado parcialmente a sus respectivos óxidos.

Para mayor detalle de la composición mineralógica de la muestra se sugiere que sea analizada por difracción de rayos-X



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

FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS
Laboratorio de Arqueometría

Tabla 1: Composición de elementos de la ceniza de ichu en % de masa

COMPOSICIÓN QUÍMICA	RESULTADO (%)
Oxido de Potasio, (K_2O)	18.552%
Trióxido de Hierro, (Fe_2O_3)	15.245%
Oxido de Calcio, (CaO)	13.156%
Dióxido de Silicio, (SiO_2)	12.876%
Clorur, (Cl)	11.767%
Óxido de Manganeso, (MnO)	11.095%
Trióxido de Aluminio, (Al_2O_3)	4.387%
Pentóxido de Fósforo, (P_2O_5)	4.060%
Trióxido de Cromo, (Cr_2O_3)	1.674%
Trióxido de Azufre, (SO_3)	6.807%
Dióxido de Bario, (BaO)	0.316%
Óxido de Zinc, (ZnO)	0.065%

La suma en términos de contenido de elementos es algo menor que 100% indicando que la muestra puede contener elementos de Na y/o M que esta técnica no puede detectar.



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

FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS
Laboratorio de Arqueometría

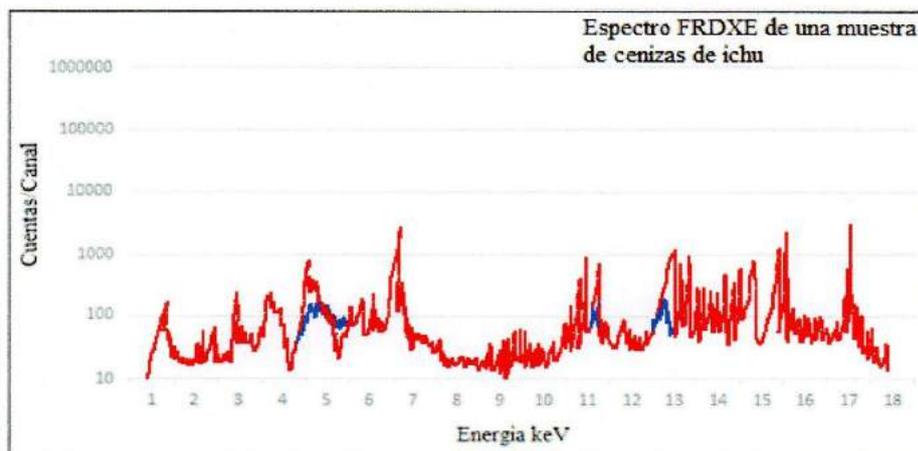


Figura 1: espectro de FRXDE de una muestra de cenizas hojas de ichu es escala semi logarítmica. Incluye el pico de Ar del aire y los picos de rayos-X de Au dispersados por la muestra. La curva en azul muestra el espectro simulado.

Investigador responsable:

Dr. Jorge A. Bravo Cabreios

Laboratorio de Arqueometría



Lima 8 de diciembre del 2017

Calcinación de la ceniza de ichu.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE TRUJILLO

Facultad de Ingeniería

Departamento Académico de Ingeniería de Minas y Metalúrgica

**INFORME DE LABORATORIO DE PROCESAMIENTO DE
MINERALES**

Señor:

ACUÑA HUAMAN JOSE SOLANO
Tesista del proyecto de investigación

Proyecto de investigación:

**RESISTENCIA DEL CONCRETO $f'c=210$ KG/CM² CON
SUSTITUCIÓN AL CEMENTO EN 12% POR CENIZAS DE ICHU.**

Asunto:

Resultados del proceso de calcinación de muestra de cenizas.

Fecha:

25 de octubre del 2017

Señor tesista por medio de la presente se le alcanza el tipo del proceso de calcinación realizado a las cenizas alcanzadas por usted.

Proceso de calcinación:

Se realizó utilizando un horno eléctrico tipo mufla de 7.5 KW automático de 0 a 1200°C. Se agregó las cenizas en una caja metálica y se introdujo al horno. Se calentó a 600°C por espacio de 2 horas y enfriamiento al aire.



Ing. Juan Vega González
ANALISTA RESPONSABLE
CIP 79815

Av. Juan Pablo II s/n – Teléfono: (044) – 208295
(Ciudad Universitaria)

www.unitru.edu.pe
dptoimm_unt@yahoo.es

Fuente: Laboratorio de Procesamiento de Minerales UNT



UNIVERSIDAD NACIONAL DE TRUJILLO

Facultad de Ingeniería

Departamento Académico de Ingeniería de Minas y Metalúrgica

INFORME DE LABORATORIO DE PROCESAMIENTO DE MINERALES

Señor:

ACUÑA HUAMAN JOSE SOLANO

Tesista del proyecto de investigación

Proyecto de investigación:

**RESISTENCIA DEL CONCRETO $F'_{C}=210$ KG/CM² CON SUSTITUCIÓN AL
CEMENTO EN 12% POR CENIZAS DE ICHU.**

Asunto:

Medición de ph de la ceniza de ichu

Fecha:

25 de octubre del 2017

Medición de ph:

Esta prueba dio como resultado un ph de 12.5



Juan Vega González
Ing. Juan Vega González
ANALISTA RESPONSABLE
CIP 70511

Av. Juan Pablo II s/n – Teléfono: (044) – 208295
(Ciudad Universitaria)

www.unitru.edu.pe
dptoimm_unt@yahoo.es

Fuente: Laboratorio de Procesamiento de Minerales UNT



UNIVERSIDAD NACIONAL DE TRUJILLO

Facultad de Ingeniería

Departamento Académico de Ingeniería de Minas y Metalúrgica

INFORME DE LABORATORIO DE PROCESAMIENTO DE MINERALES

Señor:

ACUÑA HUAMAN JOSE SOLANO

Tesista del proyecto de investigación

Proyecto de investigación:

**RESISTENCIA DEL CONCRETO $F'_{C}=210$ KG/CM² CON SUSTITUCIÓN AL
CEMENTO EN 12% POR CENIZAS DE ICHU.**

Asunto:

Medición de cemento Portland tipo 1

Fecha:

25 de octubre del 2017

Medición de ph:

Esta prueba dio como resultado un ph de 12.5



Juan Vega González
Ing. Juan Vega González
ANALISTA RESPONSABLE
CIP 79515

Av. Juan Pablo II s/n – Teléfono: (044) – 208295
(Ciudad Universitaria)

www.unitru.edu.pe
dptoimm_unt@yahoo.es

Fuente: Laboratorio de Procesamiento de Minerales UNT



UNIVERSIDAD NACIONAL DE TRUJILLO

Facultad de Ingeniería

Departamento Académico de Ingeniería de Minas y Metalúrgica

INFORME DE LABORATORIO DE PROCESAMIENTO DE MINERALES

Señor:

ACUÑA HUAMAN JOSE SOLANO

Tesista del proyecto de investigación

Proyecto de investigación:

**RESISTENCIA DEL CONCRETO $F'_{C}=210$ KG/CM² CON SUSTITUCIÓN AL
CEMENTO EN 12% POR CENIZAS DE ICHU.**

Asunto:

Medición del ph de la combinación de muestra en 88% cemento y un
12% de ceniza de ichu

Fecha:

25 de octubre del 2017

Medición de ph:

Esta prueba dio como resultado un ph de 12.4




Ing. Juan Vega González
ANALISTA RESPONSABLE
CIP 79811

Av. Juan Pablo II s/n – Teléfono: (044) – 208295
(Ciudad Universitaria)

www.unitru.edu.pe
dptoimm_unt@yahoo.es

Fuente: Laboratorio de Procesamiento de Minerales UNT.

Análisis Térmico Diferencial.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE TRUJILLO
Departamento de Ingeniería de Materiales

FACULTAD DE INGENIERÍA
Laboratorio de Polímeros

Trujillo, 25 de Octubre del 2017

INFORME N° 99 - OCT 17

Solicitante: José Solano Acuña Huamán - Universidad San Pedro

RUC/DNI: -----

Supervisor:

1. MUESTRA: Cenizas de Ichu (1 gr)

N° de Muestra	Código de Muestra	Cantidad de muestra ensayada	Procedencia
1	HCM-54M	20.3 mg	Cajamarca

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: 21 °C/min
- Gas de Trabajo - Flujo: Nitrógeno, 10 ml/min
- Rango de Trabajo: 25 – 900 °C.
- Masa de muestra analizada: 20.3 mg.

Jefe de Laboratorio:
Analista responsable:

Ing. Danny Chávez Novoa
Ing. Danny Chávez Novoa

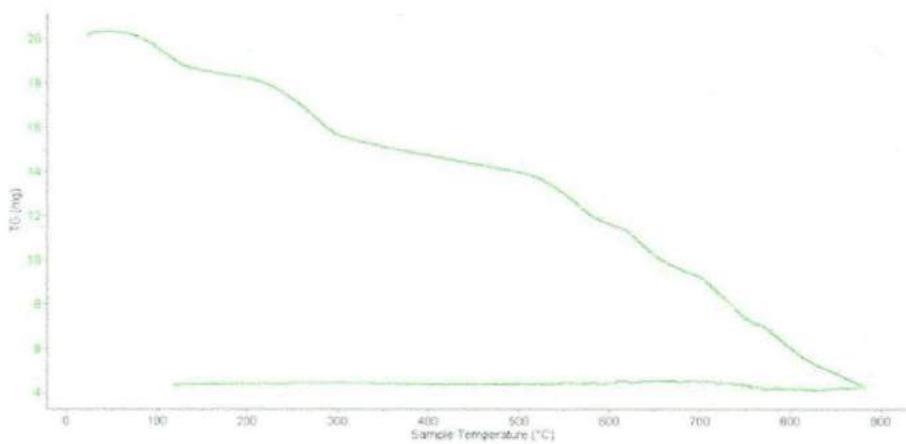


Trujillo, 25 de Octubre del 2017

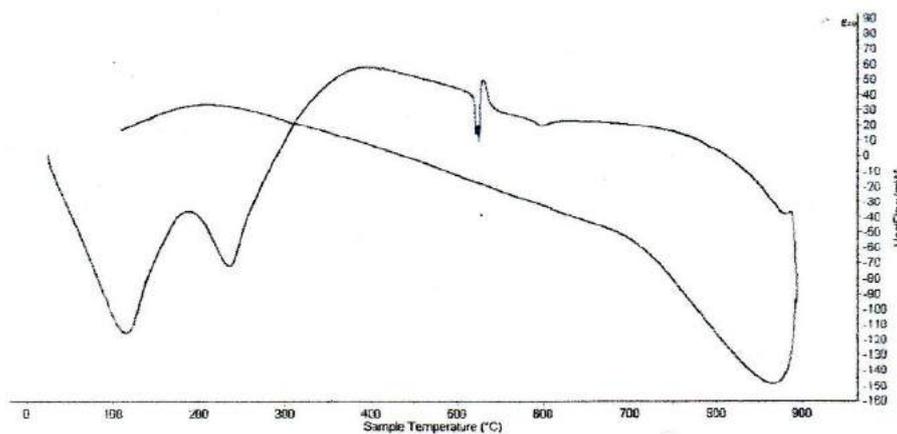
INFORME N° 99 - OCT 17

4. Resultados:

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



II- Curva Calorimétrica ATD



Tel.: 44-203510/949790880/958669003 damchavez@hotmail.com / Av. Juan Pablo II s/n - Ciudad Universitaria / Trujillo - Perú

Fuente: Laboratorio de Procesamiento de Minerales UNT.



Trujillo, 25 de Octubre del 2017

INFORME N° 99 - OCT 17

5. CONCLUSION:

1. Según el análisis Termogravimétrico se muestra la pérdida de masa en función a la temperatura indicando una pérdida gradual a medida que se incrementa la temperatura, el material llega a perder un aproximado de 66 % de masa, respecto a su masa inicial a la temperatura máxima de ensayo.
2. De acuerdo al análisis calorimétrico, la curva muestra una pequeña banda de absorción térmica a aproximadamente 100°C y a 220°C y posteriormente dos ligeros picos endotérmico a 540°C y un pico de gran intensidad a los 870°C lo que demuestra gran posibilidad de existir algún cambio estructural del material.

Trujillo, 25 de Octubre del 2017



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

Diseño de Mezcla por el Método del ACI para una Resistencia $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ (Convencional)



**UNIVERSIDAD
SAN PEDRO**

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

DISEÑO DE MEZCLA

SOLICITA : BACH. JOSE SOLANO ACUÑA HUAMAN
 TESIS : RESISTENCIA DEL CONCRETO $f'c = 210 \text{ KG/CM}^2$ CON SUSTITUCION AL CEMENTO EN 12%
 POR CENIZAS DE ICHU
 LUGAR : CHIMBOTE – PROVINCIA DEL SANTA – ANCASH
 FECHA : 22/02/2018

ESPECIFICACIONES

- La selección de las proporciones se hará empleando el método del ACI
- La resistencia en compresión de diseño especificada es de 210 kg/cm^2 , a los 28 días.

MATERIALES

A.- Cemento:

- Tipo I "Pacasmayo"
- Peso específico 3.08

B.- Agua:

- Potable, de la zona.

C.-Agregado Fino :

CANTERA : RUBEN

- Peso específico de masa 2.72
- Peso unitario suelto 1566 kg/m^3
- Peso unitario compactado 1769 kg/m^3
- Contenido de humedad 0.31 %
- Absorción 0.81 %
- Módulo de fineza 2.69

D.- Agregado grueso

CANTERA : RUBEN

- Piedra, perfil angular
- Tamaño Máximo Nominal $3/4"$
- Peso específico de masa 2.87
- Peso unitario suelto 1495 kg/m^3
- Peso unitario compactado 1650 kg/m^3
- Contenido de humedad 0.18 %
- Absorción 0.24 %



www.usanpedro.edu.pe

Ciudad Universitaria - Urb. Los Pinos Mz. B s/n - Chimbote
 Cel. 990579937

Email: lmsyem@usanpedro.edu.pe

Fuente: Laboratorio de Mecánica de Suelos Universidad San Pedro



**UNIVERSIDAD
SAN PEDRO**

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

SELECCIÓN DEL ASENTAMIENTO

De acuerdo a las especificaciones, las condiciones que la mezcla tenga una consistencia plástica, a la que corresponde un asentamiento de 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 3/4", el volumen unitario de agua es de 205 lt/m³.

RELACIÓN AGUA - CEMENTO

Se obtiene una relación agua - cemento de 0.684

FACTOR DE CEMENTO

F.C. : 205 / 0.684 = 299.71 kg/m³ = 7.05 bolsas / m³

VALORES DE DISEÑO CORREGIDOS

Cemento.....	299.708	kg/m ³
Agua efectiva.....	209.857	lts/m ³
Agregado fino.....	860.631	kg/m ³
Agregado grueso.....	1041.370	kg/m ³

PROPORCIONES EN PESO

$\frac{299.71}{299.71}$:	$\frac{860.631}{299.71}$:	$\frac{1041.37}{299.71}$
1	:	2.86	:	3.45 : 29.59 lts / bolsa

PROPORCIONES EN VOLUMEN

1	:	2.73	:	3.46 : 29.59 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

Fuente: Laboratorio de Mecánica de Suelos Universidad San Pedro



**UNIVERSIDAD
SAN PEDRO**

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

DISEÑO DE MEZCLA
(12% SUSTITUCION DEL CEMENTO)

SOLICITA : BACH. JOSE SOLANO ACUÑA HUAMAN
 TESIS : RESISTENCIA DEL CONCRETO FC = 210 KG/CM2 CON SUSTITUCION AL CEMENTO EN 12%
 POR CENIZAS DE ICHU
 LUGAR : CHIMBOTE – PROVINCIA DEL SANTA – ANCASH
 FECHA : 22/02/2018

ESPECIFICACIONES

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

MATERIALES

A.- Cemento + 12% DE CENIZAS DE ICHU :

- Tipo I "Pacasmayo"
- Peso específico 2.72

B.- Agua :

- Potable, de la zona.

C.- Agregado Fino :

CANTERA : RUBEN

- Peso específico de masa 2.72
- Peso unitario suelto 1566 kg/m³
- Peso unitario compactado 1769 kg/m³
- Contenido de humedad 0.31 %
- Absorción 0.81 %
- Módulo de fineza 2.69

D.- Agregado grueso

CANTERA : RUBEN

- Piedra, perfil angular
- Tamaño Máximo Nominal 3/4"
- Peso específico de masa 2.87
- Peso unitario suelto 1495 kg/m³
- Peso unitario compactado 1650 kg/m³
- Contenido de humedad 0.18 %
- Absorción 0.24 %



www.usanpedro.edu.pe

Ciudad Universitaria - Urb. Los Pinos Mz. B s/n - Chimbote
 Telf: (043) 323505 - 326450 - 329486 Anexo 208
 Email: imsyem@usanpedro.edu.pe

Fuente: Laboratorio de Mecanica de Suelos Universidad San Pedro



UNIVERSIDAD SAN PEDRO

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

SELECCIÓN DEL ASENTAMIENTO

De acuerdo a las especificaciones, las condiciones que la mezcla tenga una consistencia plástica, a la que corresponde un asentamiento de 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 3/4", el volumen unitario de agua es de 205 lit/m³.

RELACIÓN AGUA - CEMENTO

Se obtiene una relación agua - cemento de 0.721

VOLUMENES ABSOLUTOS

Cemento.....	(m ³)	0.096
12% DE CENIZAS DE ICHU	(m ³)	0.013
Agua efectiva.....	(m ³)	0.205
Agregado fino.....	(m ³)	0.302
Agregado grueso.....	(m ³)	0.362
Aire.....	(m ³)	0.020
		1.000 m ³

PESOS SECOS

Cemento.....	265.29	kg/m3
12% DE CENIZAS DE ICHU	36.177	kg/m3
Agua efectiva.....	205.00	lts/m3
Agregado fino.....	823.10	kg/m3
Agregado grueso.....	1039.47	kg/m3

PESOS CORREGIDOS POR HUMEDAD

Cemento.....	265.29	kg/m3
12% DE CENIZAS DE ICHU	36.177	kg/m3
Agua efectiva.....	217.425	lts/m3
Agregado fino.....	825.671	kg/m3
Agregado grueso.....	1041.37	kg/m3

PROPORCIONES EN VOLUMEN

$$\frac{265.29}{265.29} : \frac{36.177}{265.29} : \frac{825.67}{265.29} : \frac{1041.37}{265.29}$$

$$1 : 0.14 : 3.11 : 3.93 \quad 30.65 \text{ lts / bolsa}$$



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

www.usanpedro.edu.pe

Ciudad Universitaria - Urb. Los Pinos Mz. B s/n - Chimbote
Telf. (043) 323505 - 326169 - 329486 Anexo 208
Email: imsyem@usanpedro.edu.pe

Fuente: Laboratorio de Mecanica de Suelos Universidad San Pedro



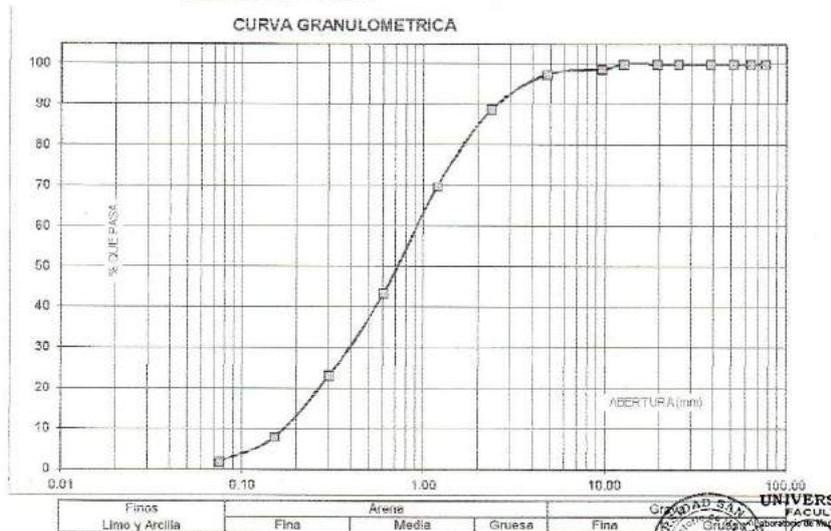
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO AGREGADO FINO
(ASTM C 136-06)

SOLICITA : BACH. JOSE SOLANO ACUÑA HUAMAN
 TESIS : RESISTENCIA DEL CONCRETO FC = 210 KG/CM2 CON SUSTITUCION AL CEMENTO EN 12%
 POR CENIZAS DE ICHU
 LUGAR : CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - ANCASH
 CANTERA : RUBEN
 MATERIAL : ARENA GRUESA
 FECHA : 22/02/2018

TAMIZ	Abert.(mm)	Peso retenido (gr.)	% rel. Parcial (%)	% rel. Acumu. (%)	% Que pasa (gr.)
N° 3"	76.20	0.0	0.0	0.0	100.0
2 1/2"	63.50	0.0	0.0	0.0	100.0
2"	50.80	0.0	0.0	0.0	100.0
1 1/2"	38.10	0.0	0.0	0.0	100.0
1"	25.40	0.0	0.0	0.0	100.0
3/4"	19.10	0.0	0.0	0.0	100.0
1/2"	12.50	0.0	0.0	0.0	100.0
3/8"	9.52	21.0	1.2	1.2	98.8
N° 4	4.75	22.3	1.3	2.6	97.4
N° 8	2.36	144.4	8.6	11.2	88.8
N° 16	1.18	316.9	19.9	30.1	69.9
N° 30	0.60	445.0	26.4	56.5	43.5
N° 50	0.30	341.1	20.3	76.8	23.2
N° 100	0.16	267.2	16.3	92.1	7.9
N° 200	0.08	109.4	6.0	98.9	2.0
PLATO	ASTM C-117-04	33.1	2.0	100.0	0.0
TOTAL		1683.4	100.0		

PROPIEDADES FISICAS	
Módulo de Fineza	2.69

OBSERVACIONES
La Muestra tomada identificada por el solicitante.



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



UNIVERSIDAD SAN PEDRO

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

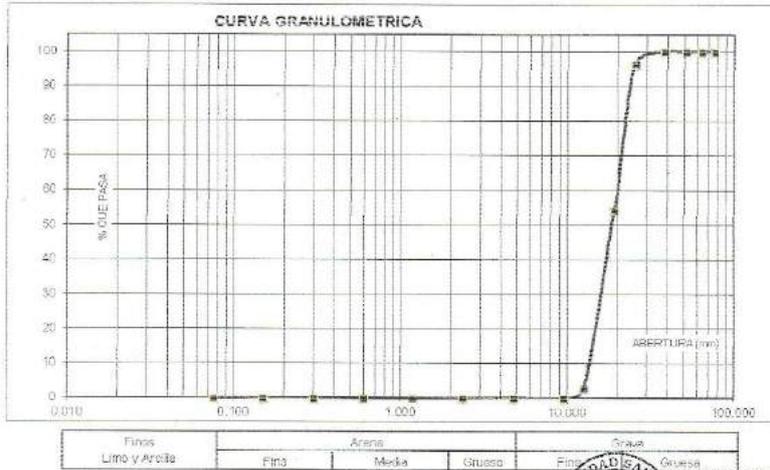
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO AGREGADO GRUESO (ASTM C 136-06)

SOLICITA : BACH. JOSE SOLANO ACUÑA HUAMAN
 TESIS : RESISTENCIA DEL CONCRETO FC = 210 KG/CM2 CON SUSTITUCIÓN AL CEMENTO EN 12%
 POR CENIZAS DE ICHU
 LUGAR : CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - ANCASH
 CANTERA : RUBEN
 MATERIAL : PIEDRA CHANCADA
 FECHA : 22/02/2018

TAMIZ	Peso retenido (gr.)	% ret. Parcial (%)	% ret. Acumu (%)	% Que pasa (gr.)
Nº 3"	76.200	0.0	0.0	100.0
2 1/2"	63.500	0.0	0.0	100.0
2"	50.800	0.0	0.0	100.0
1 1/2"	38.100	0.0	0.0	100.0
1"	25.400	80.0	3.7	96.3
3/8"	10.100	320.0	-42.1	54.2
3/16"	12.500	1125.0	51.5	2.7
3/32"	9.520	60.0	2.7	100.0
Nº 4	4.730	0.0	0.0	100.0
Nº 8	2.350	0.0	0.0	100.0
Nº 16	1.180	0.0	0.0	100.0
Nº 30	0.600	0.0	0.0	100.0
Nº 50	0.300	0.0	0.0	100.0
Nº 100	0.150	0.0	0.0	100.0
Nº 200	0.075	0.0	0.0	100.0
PLATO ASTM C-117-04	0	0.0	100.0	0.0
TOTAL	2185.0	100.0		

PROPIEDADES FÍSICAS	
Tamaño Máximo Nominal	3/4"
Huso	Nº 67 Ref. (ASTM C-33)

OBSERVACIONES
La muestra tomada identificada por el solicitante



Finos		Aceras			Grava	
Limo y Arcilla	Fino	Medio	Grueso	Fino	Grueso	

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

Fuente: Laboratorio de Mecánica de Suelos Universidad San Pedro



**UNIVERSIDAD
SAN PEDRO**

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

PESO UNITARIO DEL AGREGADO FINO

SOLICITA : BACH. JOSE SOLANO ACUÑA HUAMAN
 TESIS : RESISTENCIA DEL CONCRETO FC = 210 KG/CM2 CON SUSTITUCION AL CEMENTO EN 12%
 POR CENIZAS DE ICHU
 LUGAR : CHIMBOTE – PROVINCIA DEL SANTA – ANCASH
 CANTERA : RUBEN
 MATERIAL : ARENA GRUESA
 FECHA : 22/02/2018

PESO UNITARIO SUELTO

Ensayo N°	0 1	0 2	0 3
Peso de molde + muestra	7700	7600	7800
Peso de molde	3320	3320	3320
Peso de muestra	4380	4280	4480
Volumen de molde	2788	2788	2788
Peso unitario (Kg/m3)	1571	1535	1607
Peso unitario prom. (Kg/m3)	1571		
CORREGIDO POR HUMEDAD	1566		

PESO UNITARIO COMPACTADO

Ensayo N°	0 1	0 2	0 3
Peso de molde + muestra	8300	8250	8250
Peso de molde	3320	3320	3320
Peso de muestra	4980	4930	4930
Volumen de molde	2788	2788	2788
Peso unitario (Kg/m3)	1788	1788	1768
Peso unitario prom. (Kg/m3)	1774		
CORREGIDO POR HUMEDAD	1769		

UNIVERSIDAD SAN PEDRO
 FACULTAD DE INGENIERIA
 Laboratorio de Mecanica de Suelos y Ensayo de Materiales

Ing. Jorge Montañez Reyes
 JEFE



PESO UNITARIO DEL AGREGADO GRUESO

SOLICITA : BACH: JOSE SOLANO ACUÑA HUAMAN
 TESIS : RESISTENCIA DEL CONCRETO FC = 210 KG/CM2 CON SUSTITUCION AL CEMENTO EN 12%
 POR CENIZAS DE ICHU
 LUGAR : CHIMBOTE – PROVINCIA DEL SANTA – ANCASH
 CANTERA : RUBEN
 MATERIAL : PIEDRA CHANCADA
 FECHA : 22/02/2018

PESO UNITARIO SUELTO

Ensayo N°	0 1	0 2	0 3
Peso de molde + muestra	19350	19200	19850
Peso de molde	5120	5120	5120
Peso de muestra	14230	14080	13730
Volumen de molde	9354	9354	9354
Peso unitario (Kg/m ³)	1521	1505	1468
Peso unitario prom. (Kg/m³)	1498		
CORREGIDO POR HUMEDAD	1495		

PESO UNITARIO COMPACTADO

Ensayo N°	0 1	0 2	0 3
Peso de molde + muestra	20750	20450	20550
Peso de molde	5120	5120	5120
Peso de muestra	15630	15330	15430
Volumen de molde	9354	9354	9354
Peso unitario (Kg/m ³)	1671	1639	1650
Peso unitario prom. (Kg/m³)	1653		
CORREGIDO POR HUMEDAD	1650		



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



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

SOLICITA : BACH. JOSE SOLANO ACUÑA HUAMAN
 TESIS : RESISTENCIA DEL CONCRETO FC = 210 KG/CM2 CON SUSTITUCION AL CEMENTO EN 12%
 POR CENIZAS DE ICHU
 LUGAR : CHIMBOTE – PROVINCIA DEL SANTA – ANCASH
 CANTERA : RUBEN
 MATERIAL : ARENA GRUESA
 FECHA : 22/02/2018

A	Peso de material saturado superficialmente seco (aire)	gr.	300.00	300.00
B	Peso de picnometro + agua	gr.	669.30	669.30
C	Volumen de masa + volumen de vacios (A+B)	cm ³	969.30	969.30
D	Peso de picnometro + agua + material	gr.	860.00	860.00
E	Volumen de masa + volumen de vacios (C-D)	cm ³	109.30	109.30
F	Peso de material seco en estufa	gr.	297.60	297.60
G	Volumen de masa (E-(A-F))		106.90	106.90
H	P.e. Bulk (Base Seca)	F/E	2.723	2.723
I	P.e. Bulk (Base Saturada)	A/E	2.745	2.745
J	P.e. Aparente (Base Seca)	F/E	2.784	2.784
K	Absorción (%) ((D-A)/A)x100		0.81	0.81

P.e. Bulk (Base Seca) : 2.723
 P.e. Bulk (Base Saturada) : 2.745
 P.e. Aparente (Base Seca) : 2.784
 Absorción (%) : 0.81



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
 FACULTAD DE INGENIERIA
 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 : BACH: JOSE SOLANO ACUÑA HUAMAN
 TESIS : RESISTENCIA DEL CONCRETO FC = 210 KG/CM2 CON SUSTITUCION AL CEMENTO EN 12%
 POR CENIZAS DE ICHU
 LUGAR : CHIMBOTE – PROVINCIA DEL SANTA – ANCASH
 CANTERA : RUBEN
 MATERIAL : PIEDRA CHANCADA
 FECHA : 22/02/2018

A	Peso de material saturado superficialmente seco (aire)	1429.00	1526.70
B	Peso de material saturado superficialmente seco (agua)	936.60	991.90
C	Volumen de masa + volumen de vacíos (A-B)	492.40	534.80
D	Peso de material seco en estufa	1426.40	1522.10
E	Volumen de masa (C-(A-D))	489.80	530.20
G	P.e. Bulk (Base Seca) D/C	2.897	2.848
H	P.e. Bulk (Base Saturada) A/C	2.902	2.855
I	P.e. Aparente (Base Seca) D/E	2.912	2.871
F	Absorción (%) ((D-A/A)x100)	0.18	0.30

P.e. Bulk (Base Seca) : 2.871
 P.e. Bulk (Base Saturada) : 2.878
 P.e. Aparente (Base Seca) : 2.892
 Absorción (%) : 0.24


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



**UNIVERSIDAD
SAN PEDRO**

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

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

SOLICITA : BACH. JOSE SOLANO ACUÑA HUAMAN
TESIS : RESISTENCIA DEL CONCRETO FC = 210 KG/CM2 CON SUSTITUCION AL CEMENTO EN 12%
POR CENIZAS DE ICHU
LUGAR : CHIMBOTE – PROVINCIA DEL SANTA – ANCASH
CANTERA : RUBEN
MATERIAL : ARENA GRUESA
FECHA : 22/02/2018

PRUEBA N°	01	02
TARA N°		
TARA + SUELO HUMEDO (gr)	654.7	631.1
TARA + SUELO SECO (gr)	652.8	629.4
PESO DEL AGUA (gr)	1.9	1.7
PESO DE LA TARA (gr)	64.1	67.9
PESO DEL SUELO SECO (gr)	588.7	561.5
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	0.32	0.30
PROM. CONTENIDO HUMEDAD (%)	0.31	

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

www.usanpedro.edu.pe

Ciudad Universitaria - Urb. Los Pinos Mz. B s/n - Chimbote
Telf. (043) 323505 - 326150 - 329486 Anexo 208
Email: lmsyem@usanpedro.edu.pe

Fuente: Laboratorio de Mecanica de Suelos Universidad San Pedro



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

SOLICITA : BACH: JOSE SOLANO ACUÑA HUAMAN
 TESIS : RESISTENCIA DEL CONCRETO FC = 210 KG/CM2 CON SUSTITUCION AL CEMENTO EN 12%
 POR CENZAS DE ICHU
 LUGAR : CHIMBOTE – PROVINCIA DEL SANTA – ANCASH
 CANTERA : RUBEN
 MATERIAL : PIEDRA CHANCADA
 FECHA : 22/02/2018

PRUEBA N°	01	02
TARA N°		
TARA + SUELO HUMEDO (gr)	953.7	1114.9
TARA + SUELO SECO (gr)	952.3	1113.2
PESO DEL AGUA (gr)	1.4	1.7
PESO DE LA TARA (gr)	168.5	201.1
PESO DEL SUELO SECO (gr)	783.8	912.1
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	0.18	0.19
PROM. CONTENIDO HUMEDAD (%)	0.18	



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 : BACH: JOSE SOLANO ACUÑA HUAMAN
 TESIS : RESISTENCIA DEL CONCRETO FC = 210 KG/CM2 CON SUSTITUCION AL CEMENTO EN 12%
 POR CENIZAS DE ICHU
 LUGAR : CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - ANCASH
 FECHA : 22/02/2018

FC : 210 Kg/cm²

N°	ELEMENTO	SLUMP (")	FECHA		EDAD DIAS	FC Kg/Cm ²	FC/F'C (%)
			MOLDEO	ROTURA			
01	PATRON	-	25/01/2017	01/02/2017	7	194.85	92.79
02	PATRON	-	25/01/2017	01/02/2017	7	206.22	98.20
03	PATRON	-	25/01/2017	01/02/2017	7	216.90	103.29
04	PATRON	-	25/01/2017	08/02/2017	14	234.98	111.90
05	PATRON	-	25/01/2017	08/02/2017	14	228.04	108.67
06	PATRON	-	25/01/2017	09/02/2017	14	218.66	104.12
07	PATRON	-	25/01/2017	22/02/2017	28	273.12	130.06
08	PATRON	-	25/01/2017	22/02/2017	28	236.12	113.39
09	PATRON	-	25/01/2017	22/02/2017	28	262.66	125.09

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

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

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



ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION-EXPERIMENTAL 12%

SOLICITA : BACH. JOSE SOLANO ACUÑA HUAMAN
 TESIS : RESISTENCIA DEL CONCRETO FC = 210 KG/CM2 CON SUSTITUCION AL CEMENTO EN 12%
 POR CENIZAS DE ICHU
 LUGAR : CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - ANCASH
 FECHA : 22/02/2018

FC : 210 Kg/cm²

Nº	TESTIGO ELEMENTO	SLUMP (")	FECHA MOLDEO	FECHA ROTURA	EDAD DIAS	FC Kg/Cm ²	FC/FC (%)
01	EXPERIMENTAL	-	25/01/2017	01/02/2017	7	134.13	63.87
02	EXPERIMENTAL	-	25/01/2017	01/02/2017	7	129.73	61.77
03	EXPERIMENTAL	-	25/01/2017	01/02/2017	7	131.53	62.63
04	EXPERIMENTAL	-	25/01/2017	08/02/2017	14	159.32	75.86
05	EXPERIMENTAL	-	25/01/2017	08/02/2017	14	150.38	71.61
06	EXPERIMENTAL	-	25/01/2017	08/02/2017	14	158.05	75.24
07	EXPERIMENTAL	-	25/01/2017	22/02/2017	28	171.44	81.64
08	EXPERIMENTAL	-	25/01/2017	22/02/2017	28	169.66	80.80
09	EXPERIMENTAL	-	25/01/2017	22/02/2017	28	176.02	83.82

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

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


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



**UNIVERSIDAD
SAN PEDRO**

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

DETERMINACION DE PESO ESPECIFICO

(Frasco de Le Chaletier)

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

SOLICITA : BACH. JOSE SOLANO ACUÑA HUAMAN
TESIS : RESISTENCIA DEL CONCRETO FC = 210 KG/CM2 CON SUSTITUCION AL CEMENTO EN 12%
POR CENIZAS DE ICHU
LUGAR : CHIMBOTE – PROVINCIA DEL SANTA – ANCASH
MATERIAL : 88% CEMENTO + 12% DE CENIZAS DE ICHU
FECHA : 22/02/2018

PRUEBA N°		01	02
LECTURA INICIAL	(ml)	0.00	0.00
LECTURA FINAL	(ml)	23.50	23.50
PESO DE MUESTRA	(gr)	64.00	64.00
VOLUMEN DESPLAZADO	(ml)	23.50	23.50
PESO ESPECIFICO		2.723	2.723
PESO ESPECIFICO PROMEDIO	(gr / cm ³)	2.723	

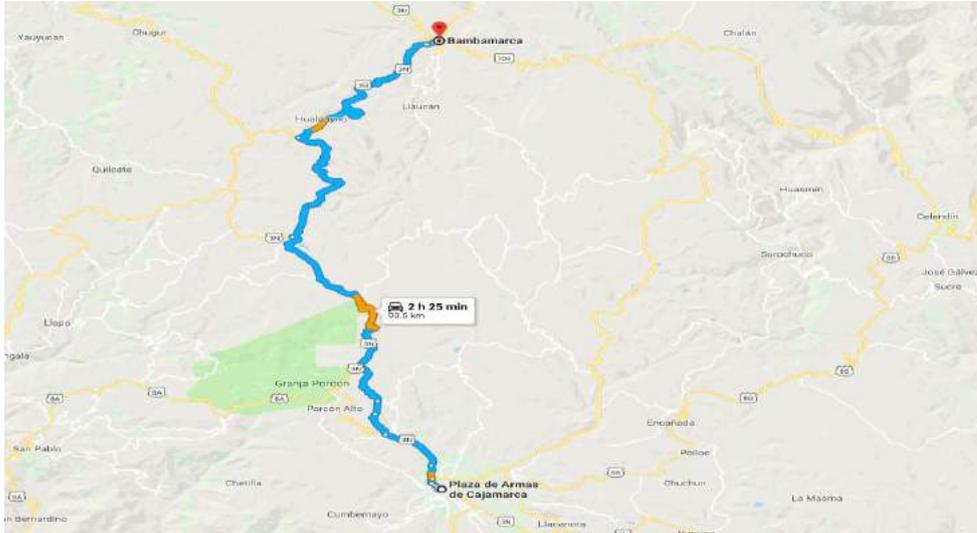
**UNIVERSIDAD SAN PEDRO**
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES
Jorge Montañez Reyes
Ing. Jorge Montañez Reyes
JEFE

www.usanpedro.edu.pe

Ciudad Universitaria - Urb. Los Pinos Mz. B s/n - Chimbote
Telf. (043) 323505 - 326150 - 329486 Anexo 208
Email: jmsyem@usanpedro.edu.pe

Fuente: Laboratorio de Mecánica de Suelos Universidad San Pedro

Panel Fotográfico



Fotografía N° 01: ubicación de materia prima Bambarca a 93.5 Km de Cajamarca



Fotografía N° 02: señalización de la producción de ichu



Fotografía N° 03: materia prima



Fotografía N° 04: Abundante plantas de ichu



Fotografía N° 05: secado de la planta de ichu



Fotografía N° 06: Calcinación de la planta de ichu



Fotografía N° 07: Cenizas de ichu



Fotografía N° 08: La Ceniza fue Tamizada para una mayor trabajabilidad



Fotografía Nª 09: Universidad nacional de Trujillo



Fotografía N° 10: Facultad de Ingeniería Metalúrgica en la UNT



Fotografía N° 11: Horno para Calcinación



Fotografía N° 12: agregado grueso (cantera Rubén)



Fotografía N° 13: agregado fino cantera (Rubén)



Fotografía N° 14: cuarteo de agregado grueso



Fotografía N° 15: tamizando el agregado grueso



Fotografía N° 16: cuarteo de agregado fino.



Fotografía N° 17: Tamizando el agregado fino



Fotografía N° 18: Llenado del recipiente para el peso unitario del agregado fino



Fotografía N° 19: peso del agregado fino



Fotografía N° 20: llenado del agregado grueso



Fotografía N° 21: enrazado del agregado grueso



Fotografía N° 22: Peso del agregado fino para el contenido de humedad



Fotografía N° 23: Pesado del agregado grueso



Fotografía N° 24: Material pesado y en taras



Fotografía N° 25: Colocando las taras en el horno.



Fotografía N° 26: secado del material fino



Fotografía N° 27: Material llenado en el molde.



Fotografía N° 28: Material después del llenado en el molde



Fotografía N° 29: Peso del picnómetro con agua.



Fotografía N° 30: absorción del aire



Fotografía N° 31: Peso de la muestra en la canastilla

ENSAYO DE CONCRETO FRESCO Y LLENADO DE PROBETAS



Fotografía N° 32: Peso del cemento



Fotografía N° 33: Peso del agregado grueso



Fotografía N° 34: Mescla de los materiales en el trompo.



Fotografía N° 35: Slump 3.5".



Fotografía N° 36: Colocación de probetas para su llenado.



Fotografía N° 37: Chuseado del concreto



Fotografía N° 38: Desencofrado de las probetas patrón. Fotografía N° 39: Probetas patrón



Fotografía N° 40: Peso de las probetas

Fotografía N° 41: Curado de las probetas .

EXPERIMENTAL (12%)



Fotografía N° 42: Peso de la ceniza y cemento para la combinación.



Fotografía N° 43: Porcentaje de las mezcla de ceniza y cemento.



Fotografía N° 44: Mezcla del material.



Fotografía N° 45: Llenado de las probetas con la combinación de ceniza de ichu (12%)



Fotografía N° 46: curado de probetas experimenta

ENSAYO A LA COMPRESION



Fotografía N° 47: Ensayo de resistencia del patron



Fotografía N° 48: Ensayo de Probetas patrón.



Fotografía N° 49: Maquina de ensayo a la compresión



Fotografía N° 50: Maquina de ensayo a la compresión.



Fotografía N° 51: Rotura de la probeta