

UNIVERSIDAD SAN PEDRO

FACULTAD DE INGENIERIA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



Resistencia de un concreto $f'c=210$ kg/cm² con sustitución de cemento en 4% y 7% por cenizas de hojas de pino “pinus”

Tesis para obtener el título profesional de ingeniero civil

Autor

Sánchez Mendoza, Hernando Rafael

Asesor

Castañeda Gamboa, Rogelio

Chimbote-Perú

2018

ÍNDICE GENERAL

Palabras Clave	i
Título	ii
Resumen	iii
Abstract	iv
Introducción	1
Metodología	33
Resultados	46
Análisis Y Discusión	59
Conclusiones	62
Recomendaciones	62
Referencias Bibliográficas	64
Agradecimiento	67
Anexos	68

ÍNDICE FIGURAS

Figura 1: Procedimiento para medir el asentamiento	24
Figura 2: Fractura tipo I	28
Figura 3: Fractura tipo II	29
Figura 4: Fractura tipo III	29
Figura 5: Fractura tipo IV	30
Figura 6: Fractura tipo V	30

Figura 7: Fractura tipo VI	30
Figura 8: Composición química del cemento portland tipo I	49
Figura 9: Composición química de las cenizas de hojas de pino	50
Figura 10: Espectrometría de Fluorescencia de Rayos X	52
Figura 11: Resistencia Vs. Tiempo probetas patrón	54
Figura 12: Resistencia vs Tiempo probetas con la sustitución 4 %	55
Figura 13: Resistencia vs Tiempo probetas con la sustitución 7 %	57
Figura 14: Resistencia vs tiempo alcanzada de cada diseño de mezclas	58

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Variable dependiente	31
Tabla 2: Variable independiente	31
Tabla 3: Diseño experimental en bloque completo al azar	33
Tabla 4: Tratamiento de probetas	34
Tabla 5: Técnicas de recolección de la información	36
Tabla 6: Resistencia a la compresión promedio	38
Tabla 7: Volumen unitario de agua y contenido de aire	39
Tabla 8: Relación agua – cemento	40
Tabla 9: Volumen de agregado grueso por volumen del concreto	41
Tabla 10: Materiales para el diseño patrón	42

Tabla 11: Materiales para la sustitución de 4%	43
Tabla 12: Materiales para la sustitución de 7%	44
Tabla 13: Composición química del cemento porland tipo 1	49
Tabla 14: Composición química de las hojas de pino – análisis EDS	50
Tabla 15: Composición química de las hojas de pino – rayos X	51
Tabla 16: Resistencia a la compresión del patrón a los 7, 14 y 28 días	53
Tabla 17: Resistencia a la compresión del 4% a los 7, 14 y 28 días	54
Tabla 18: Resistencia a la compresión del 7% a los 7, 14 y 28 día	55
Tabla 19: Compresión axial promedio alcanzada de cada diseño.	57

PALABRAS CLAVES:

Tema	RESISTENCIA DEL CONCRETO
Especialidad	TECNOLOGÍA DEL CONCRETO.

KEY WORDS:

Theme	RESISTANCE OF THE CONCRETE
Speciality	CONCRETE TECHNOLOGY

LINEA DE INVESTIGACIÓN:

Código	Línea
1.0.	INGENIERÍA
2.0.	INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA
2.1.	INGENIERÍA CIVIL

Resistencia de un concreto $f'c=210$ kg/cm² con sustitución de cemento en 4% y 7% por cenizas de hojas de pino “pinus”

RESUMEN

El proyecto de investigación se realizó con la finalidad de experimentar el comportamiento de las cenizas de hojas de pino en reemplazo del cemento para poder determinar sus características de compresión.

Se realizó el análisis Térmico Diferencial (ATD) para poder determinar el grado de calcinación y el tiempo de quemado de las cenizas, se envió una muestra de cenizas a la Universidad Nacional de Ingeniería UNI para determinar la composición química de las cenizas de hojas de pino, posteriormente se realizó todos los análisis de los agregados en la Universidad San Pedro, con lo cual se realizó el diseño de mezclas para el patrón y experimental respectivamente.

Cuando se realizó el ensayo de compresión axial de nuestro patrón como de los experimentales de 4% y 7%, los resultados fueron que al incorporar la sustitución del 4% de cenizas de hojas de pino, se obtuvo una resistencia a la compresión axial superior a la del patrón tanto en los 7, 14 y 28 días, al adicionar el 7% de cenizas de hojas de pino se obtuvo una resistencia a la compresión axial que supero al patrón pero no a nuestra sustitución de 4%.

ABSTRAC

The research project was carried out with the purpose of experimenting the behavior of the ashes of pine leaves in replacement of the cement to be able to determine their characteristic of compression.

In the first place the differential thermal analysis (DTA) was carried out to determine the calcination degree and the burn time of the ashes, an ash sample was sent to the National University of UNI Engineer to determine the chemical composition of the ashes Pine leaves, all analyzes of the aggregates were carried out at San Pedro University, and then the design of mixtures for our pattern and experimental respectively.

After performing the axial compression test the results were that incorporating the 4% substitution of ash of pine leaves, an axial compressive strength superior to the one of the pattern is obtained in the 7, 14 and 28 days at the Adding 7% of ash from pine leaves yields an axial compressive strength at 28 days of 245,003 kg / cm², the replacement of the cement with 4% pine leaf ash has worked much better than the substitution at 7% at ages of 7.14 and 28 days.

INTRODUCCION

De los antecedentes encontrados se ha abordado los trabajos más relevantes a nuestra investigación, como el de **Águila y Sosa, (2008)**. En su tesis titulada “Evaluación físico químico de cenizas de cascarilla de arroz, bagazo de caña y hoja de maíz y su influencia en mezclas de mortero, como materiales puzolánicos” se concluyó que: Siendo el porcentaje de sílice en la ceniza uno de los elementos principales para una puzolana de buena calidad se pudo apreciar que en este sentido la cascarilla de arroz es el material de mayor potencialidad. En este caso se logró una ceniza con poco más de 80 % de sílice en su composición. La ceniza de bagazo de caña resultó menos efectiva en este sentido con un poco más del 36 % de sílice en su composición.

A si mismo se revisó la investigación de **Ur Iván Hernández Toledo y Rafael Alavés Ramírez, (2009)**. En su investigación, Cenizas de coco y hoja de pino para su uso como puzolana indican que, los resultados de Índice de Actividad Resistente (IAR) de la ceniza de conchas de coco indican que ésta tiene bajo potencial puzolánico, ya que los valores que se obtuvieron son menores al 75% de IAR a 7 y 28 días establecido por la norma ASTM C 618-05, lo cual se corrobora con los resultados de composición química. La ceniza de conchas de coco puede mejorarse con algún tratamiento, sin embargo, se encarecería el producto y sería muy demandante en energía.

La ceniza de hojas de pino muestra un alto potencial puzolánico, ya que obtuvo IAR a 7 y 28 días de 94.5% y 86.5% respectivamente, lo cual también se corrobora con los resultados de composición química, por lo tanto, ésta podría utilizarse como adición puzolánica al cemento Portland.

En la investigación de **Ossa y Jorquera, (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.

Por otro lado, en la investigación de **Freites, Osuna, y Rodrigues, (2013)**, en su tesis para optar el título de ingeniero civil en la Universidad Central de Venezuela de Venezuela, estudio la resistencia a compresión en mezcla de concreto, sustituyendo en 10% en peso de cemento por cenizas de las hojas secas de la palma chaguaramo como material puzolánico. Los resultados concluyen que se puede utilizar en obras donde las resistencias no sean altas y se recomienda hacer un estudio químico para mejores resultados.

A si también en la investigación de **Fernández, (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.

En la investigación de **Salas y Castillo, (1986)** VI congreso internacional sobre patología y recuperación de estructuras presenta: la ceniza de cascara de arroz y la reacción álcali sílice. Estudian las propiedades de la cascarilla de arroz ya que se ha comprobado que estas poseen propiedades puzolánicas, La Plata, Argentina. Los resultados muestran con claridad de las CCA y la efectividad de distintos tipos de cemento para atenuar la reacción álcali sílice.

En la investigación de **Nuñez R, (2012)** desarrollo la investigación titulada: “Resistencia A La Compresión De Concreto Sustituyendo El Cemento Portland Tipo I Por Ceniza De Caricillo Al 4%”, uso de mezclas de hormigón con contenido de puzolanas artificiales, adquiridas de las cenizas obtenidas de las hojas de carricillo

como sustituto parcial del cemento Portland en 4%, de su proporción. La cual llegó a las siguientes conclusiones: La ceniza de los residuos del carricillo puede ser utilizada como sustituto parcial del cemento al mejorar las propiedades de resistencia a la compresión en el hormigón, sin modificar el proceso de obtención del mismo. De esta manera se genera un producto de posible comercio considerando que los residuos del cultivo de carricillo son un producto renovable, a diferencia de las materias primas utilizadas en la fabricación del cemento portland. Se elaboró un hormigón de cemento portland con piedra triturada de TMN de 3/4", arena gruesa, agua potable y sustitución de puzolana obtenida de la calcinación de la planta de carricillo en proporciones 4% con respecto al peso total del cemento; obteniendo resistencias a la compresión del orden de $F'c = 280 \text{ kg/cm}^2$.

La justificación científica de la presente investigación se basa en lo social por que la producción excesiva del cemento y su efecto contaminante a nivel mundial junto a la elaboración de diversos aditivos con diferentes funciones y aplicaciones sobre el concreto causan inmensa contaminación al medio ambiente; siendo uno de los principales problemas para la sociedad así también en lo económico, puesto que en el mercado el precio es elevado, ésta investigación busca comprobar el bajo costo para adquirir un buen sustituto que mejore en cuanto a la propiedad mecánica del mismo, en lo que se refiere resistencia a la compresión, de comprobarse serviría de gran aporte a la Ingeniería Civil, por la calidad de un material natural y a bajo precio.

En la zona donde se realizará la investigación cuenta con abundante plantación de pino, que por lo general los pobladores utilizan solo el tronco de pino con fines comerciales y dejando como basura a las hojas. De esta manera utilizando las hojas recolectadas de pino podremos ayudar a evitar la contaminación ambiental.

En síntesis, reducir el costo del concreto y disminuir la contaminación. Aprovechar los recursos inorgánicos que no están siendo aprovechados y que se encuentran como materia prima.

Con respecto al problema sabemos que los desechos vegetales contaminantes que cumplen su ciclo de vida y se desechan ocupando un gran espacio y provocan un gran impacto al medio ambiente (ALFONSO).

La Ingeniería Civil y los materiales de construcción se han desarrollado considerablemente a partir de la segunda mitad del siglo XX. Los países pobres y en vías de desarrollo hacen grandes esfuerzos para desarrollar tecnologías que les permitan aprovechar sus vastos recursos naturales y generar sus propios materiales de construcción. Con aglomerantes puzolánicos (la ceniza de hojas de pino “pinus”) como sustituto en el concreto representa una alternativa de desarrollo para estos países, y nuestra región.

Al investigar las problemáticas estructurales generales que existentes en nuestra región, en búsqueda de la solución más factible, se logró investigar que los aglomerantes puzolánicos de la ceniza de hojas de pino “pinus” son desechados de manera improductiva, desperdiciando sus propiedades y desconociendo los múltiples usos, los cuales nos llevaron a analizar una considerable cantidad de alternativas en posibles soluciones sobre cómo aprovechar la materia prima.

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

Por lo expuesto nos planteamos el siguiente problema de investigación:

¿Cuál es la resistencia de un concreto de $f'c = 210\text{kg/cm}^2$ cuando se sustituye el cemento en un 4% y 7% por cenizas de hoja de pino?

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 DE LA COTERA, 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 hidráulica de la pasta (GONZALES DE LA COTERA, 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 (1000 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 las condiciones de trabajo de los elementos, que serían utilizados en forma incompleta en un régimen puramente elástico (GONZALES DE LA COTERA, 1962).

CONCRETO

Tecnología de concreto, definió que el concreto es básicamente una mezcla de dos componentes: agregados y pasta. La pasta, compuesto de cemento Portland y agua, une a los agregados (arena y grava o piedra triturada), para formar una masa semejante a una roca ya que la pasta endurece debido a la reacción química entre el cemento y el agua. (GONZALES DE LA COTERA, 1962).

El concreto es un pseudo sólido, sujeto en el tiempo a fenómenos físicos- químicos localizados en la pasta de cemento, por la actividad del mismo, como por el equilibrio termodinámico con el ambiente. El concreto ha sido definido así como un sistema de dos fases, una de las cuales. La pasta del cemento (GONZALES DE LA COTERA, 1962).

Componentes

Cemento

Define que, el cemento es un material pulverizado que además de óxido de calcio contiene: sílice, alúmina y óxido de hierro y que forma, por adición de una cantidad apropiada de agua, una pasta conglomerante capaz de endurecer tanto en el agua como en el aire. Se excluyen las cales hidráulicas, cales aéreas y yesos.

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, 2010).

CEMENTO PORTLAND TIPO 1: Es el destinado a obras de hormigón en general, al que no se le exigen propiedades especiales.

Agregados

Los agregados también llamados áridos son aquellos materiales inertes, de forma granular, naturales o artificiales, que aglomerados por el cemento Portland en

presencia de agua forman un todo compacto (piedra artificial), conocido como mortero o concreto.

Como agregados de las mezclas de mortero o concreto se pueden considerar, todos aquellos materiales que teniendo una resistencia propia suficiente (resistencia de la partícula), no perturben ni afecten desfavorablemente las propiedades y características de las mezclas y garanticen una adherencia suficiente con la pasta endurecida del cemento Portland.

En general, la mayoría son materiales inertes, es decir, que no desarrollan ningún tipo de reacciones con los demás componentes de las mezclas, especialmente con el cemento; sin embargo, existen algunos agregados cuya fracción más fina presenta actividad en virtud de sus propiedades hidráulicas colaborando con el desarrollo de la resistencia mecánica, tales como: las escorias de alto horno de las siderúrgicas, los materiales de origen volcánico en donde hay sílice activo, entre otros (RIVERA, 2010) .

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.

clasificación según su procedencia.

De acuerdo con el origen de los agregados, según su procedencia ya sea de fuentes naturales o a partir de productos industriales, se pueden clasificar de la siguiente manera:

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).

Agua de mezcla:

Indica que, el agua de mezcla cumple dos funciones muy importantes, permitir la hidratación del cemento y hacer la mezcla manejable. De toda el agua que se emplea en la preparación de un mortero o un concreto, parte hidrata el cemento, el resto no presenta ninguna alteración y con el tiempo se evapora; como ocupaba un espacio dentro de la mezcla, al evaporarse deja vacíos los cuales disminuyen la resistencia y la durabilidad del mortero o del hormigón. La cantidad de agua que requiere el cemento para su hidratación se encuentra alrededor del 25% al 30% de la masa del cemento, pero con esta cantidad la mezcla no es manejable, para que la mezcla empiece a dejarse trabajar, se requiere como mínimo una cantidad de agua del orden del 40% de la masa del cemento, por lo tanto, de acuerdo con lo anterior como una regla práctica, se debe colocar la menor cantidad de agua en la mezcla, pero teniendo en cuenta que el mortero o el hormigón queden trabajables (RIVERA, 2010).

PROPIEDADES Y CARACTERÍSTICAS DEL CONCRETO

La carbonatación en el concreto es la pérdida de pH que ocurre cuando el dióxido de carbono atmosférico reacciona con la humedad dentro de los poros del concreto y convierte el hidróxido de calcio con alto pH a carbonato de calcio, que tiene un pH más neutral.

¿Por qué es un problema la pérdida de pH?

Porque el concreto, con su ambiente altamente alcalino (rango de pH de 12 a 13), protege al acero de refuerzo ahogado contra la corrosión. Esta protección se logra por la formación de una capa de óxido pasivo sobre la superficie del acero que permanece estable en el ambiente altamente alcalino. Esta es la misma capa pasivadora que atacan los cloruros cuando alcanzan el acero de refuerzo expuesto a sales descongelantes y ambientes marinos. Cuando progresa la carbonatación hacia la profundidad del refuerzo, la capa de óxido protectora y pasivadora deja de ser estable. A este nivel de pH (por debajo de 9.5), es posible que empiece la corrosión, resultando finalmente en el agrietamiento y astillamiento del concreto. Aunque la

difusión del dióxido de carbono a través de los poros de concreto pueda requerir años antes de que ocurra el daño por corrosión, puede ser devastadora y muy costosa de reparar.

Es muy importante identificar la presencia de la carbonatación cuando también hay cloruros en el concreto. En el concreto nuevo que tiene un pH de 12 a 13, se requieren aproximadamente de 7,000 a 8,000 partes por millón (ppm) de cloruros para comenzar la corrosión del acero ahogado. Sin embargo, si el pH baja a un rango de 10 a 11, el umbral de cloruro para la corrosión es significativamente menor -100 ppm o menos-. Por esta razón, una investigación de la condición para la mayoría de las estructuras de concreto en proceso de corrosión debe siempre incluir un análisis de la profundidad de carbonatación.

Las agencias de prueba calificadas realizan estas pruebas rutinariamente como parte de una investigación de la condición en edificios y estructuras de concreto. Además de las pruebas de carbonatación, estas investigaciones de la condición incluyen con frecuencia pruebas de resistencia del concreto, valoraciones de la profundidad del recubrimiento, contenido de cloruro y permeabilidad del concreto.

PINO “PINUS”.

“Pinus” es un género de plantas vasculares (generalmente árboles y raramente arbustos), comúnmente llamadas pinos, pertenecientes al grupo de las coníferas y, dentro de este, a la familia de las pináceas, que presentan una ramificación frecuentemente verticilada y más o menos regular.

DISEÑO DEL CONCRETO

Definición

Sostiene que el diseño de concreto es la mezcla de todos los materiales que lo integran (agregados, agua, cemento), y lo define como el diseño de concreto es el proceso de selección de los materiales, para que tenga una buena trabajabilidad y consistencia adecuada, y toma como dimensiones a la trabajabilidad definiéndolo

como la capacidad de ser colocado y consolidado, ensayos (Cono de Abrams), que mide la consistencia y fluidez del diseño de mezcla, la consistencia que es el estado de fluidez, que tan dura o blanda esta la mezcla, la plasticidad es cuando es concreto fresco cambia de forma y la exudación que consiste en qué parte del agua de mezclado tiende a elevarse a la superficie durante el proceso de fraguado. (Laura, 2006) El diseño de concreto es un procedimiento empírico, y aunque hay muchas propiedades importantes del concreto, la mayor parte de procedimientos de diseño están basados principalmente en lograr una resistencia a compresión para una edad determinada, así como la manejabilidad apropiada para un tiempo determinado, además se debe diseñar para unas propiedades que el concreto debe cumplir cuando una estructura se coloca en servicio.

Una mezcla se debe diseñar tanto para estado fresco como para estado endurecido. Las principales exigencias que se deben cumplir para lograr una dosificación apropiada en estado fresco son las de manejabilidad, resistencia, durabilidad y economía (SÁNCHEZ, 2015).

Efecto de los Componentes del Concreto

Cada uno de los cuatro compuestos principales del cemento Pórtland Tipo I, así como los compuestos endurecido después de la hidratación. El conocimiento del comportamiento de cada uno de los compuestos principales, durante la hidratación, permite ajustar las cantidades de cada uno durante la fabricación, para producir las propiedades deseadas en el cemento.

El Silicato Tricálcico, C3S, es el compuesto activo por excelencia del clinker, es el que produce la alta resistencia inicial del cemento Pórtland hidratado. Pasa del fraguado inicial al final en unas cuantas horas. El C3S reacciona con el agua desprendiendo una gran cantidad de calor (calor de hidratación). La rapidez de endurecimiento de la pasta de cemento está en relación directa con el calor de hidratación; cuanto más rápido sea el fraguado, mayor será la exotermia. El C3S hidratado alcanza gran parte de su resistencia en siete días. Debe limitarse el

contenido de S3C en los cementos para obras de grandes masas de hormigón, no debiendo rebasarse un 35%, con objeto de evitar valores elevados del calor de hidratación.

El Silicato Dicálcico, C2S, requiere algunos días para fraguar. Es el causante principal de la resistencia posterior de la pasta de cemento Pórtland. Debido a que su reacción de hidratación avanza con lentitud, genera un bajo calor de hidratación. Este compuesto en el cemento Pórtland desarrolla menores resistencias que el C3S en las primeras edades; sin embargo, aumenta gradualmente, alcanzando a unos tres meses una resistencia similar a la del C3S. Los cementos con alto contenido en silicato dicálcico son más resistentes a los sulfatos.

Aluminato Tricálcico, C3A, presenta fraguado instantáneo al ser hidratado y gran retracción. Es el causante primario del fraguado inicial del cemento Pórtland y desprende grandes cantidades de calor durante la hidratación. El yeso, agregado al cemento durante el proceso de fabricación, en la trituración o en la molienda, se combina con el C3A para controlar el tiempo de fraguado, por su acción al retardar la hidratación de este. El compuesto C3A muestra poco aumento en la resistencia a después de un día. Aunque el C3A hidratado, por sí solo, produce una resistencia muy baja, su presencia en el cemento Pórtland hidratado produce otros efectos importantes. Por ejemplo un aumento en la cantidad de C3A en el cemento Pórtland ocasiona un fraguado más rápido, pero conduce a propiedades indeseables del hormigón, como una mala resistencia a los sulfatos y un mayor cambio de volumen. Su estabilidad química es buena frente a ciertas aguas agresivas (de mar, por ejemplo) y muy débil frente a sulfatos. Con objeto de frenar la rápida reacción del aluminato tricálcico con el agua y regular el tiempo de fraguado del cemento, se añade al clinker un sulfato (piedra de yeso).

El Ferroaluminato Tetracálcico, C4AF, El uso de más óxido de hierro en la alimentación del horno ayuda a disminuir el C3A, pero lleva a la formación de C4AF, un producto que actúa como relleno con poca o ninguna resistencia. No obstante, es necesario como fundente para bajar la temperatura de formación del clinker. Es semejante al C3A, porque se hidrata con rapidez y sólo desarrolla baja

resistencia. No obstante, al contrario del C3A, no muestra fraguado instantáneo. Su resistencia a las aguas selenitosas y agresivos en general es la más alta de todos los constituyentes. Su color oscuro le hace prohibitivo para los cementos blancos por lo que en este caso se utilizan otros fundentes en la fabricación.

La Cal libre, CaO, No debe sobrepasar el 2%, ya que en cantidades excesivas puede dar por resultado una calcinación insuficiente del clinker en el horno, esto puede provocar expansión y desintegración del hormigón. Inversamente, cantidades muy bajas de cal libre reducen la eficiencia en el consumo de combustible y producen un clinker duro para moler que reacciona con mayor lentitud.

El Óxido de Magnesio queda limitado por las especificaciones al 6%, ya que con duce una expansión de volumen variable en el hormigón, debido a la hidratación retardada, en especial en un medio ambiente húmedo.

Los Álcalis (Na₂O y K₂O) son componentes secundarios importantes, ya que pueden causar deterioro expansivo cuando se usan tipos reactivos de agregados silíceos para el hormigón. Se especifica cemento de bajo álcali en zonas en donde se encuentran estos agregados. El cemento de bajo álcali contiene no más del 0,6% de álcalis totales. Sin embargo, debe controlarse el porcentaje de álcalis totales en el hormigón, ya que el álcali puede entrar a la mezcla de ese hormigón proveniente de ingredientes que no son el cemento, como el agua, los agregados y los aditivos. Trióxido de azufre, SO₃, el azufre proviene de la adición de piedra de yeso que se hace al clinker durante la molienda para regular su fraguado, pudiendo también provenir del combustible empleado en el horno. Un exceso de SO₃ puede conducir al fenómeno de falso fraguado, por lo que conviene limitarlo a no más del 4%.

Perdida al fuego, cuando su valor es apreciable, la pérdida al fuego proviene de la presencia de adiciones de naturaleza caliza o similar, lo cual no suele ser conveniente. Si el cemento ha experimentado un prolongado almacenamiento, la pérdida al fuego puede provenir del vapor de agua o del CO₂ presentes en el conglomerante, siendo entonces expresiva de una meteorización del cemento.

Residuo insoluble, proviene de la presencia de adiciones de naturaleza silicea. No debe superar el 5% para el Pórtland I.

Durabilidad del Concreto

Define la Durabilidad como “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; los ataques, ya sea químicos, físicos o biológicos, a los cuales puede estar expuesto; los efectos de la abrasión, la acción del fuego y las radiaciones: la acción de la corrosión y/o cualquier otro proceso de deterioro”. Comité 201 del American Concrete Institute (ACI), indica que, el concreto es diseñado para una resistencia mínima a compresión. Esta especificación de la resistencia puede tener algunas limitaciones cuando se especifica con una máxima relación agua cemento y se condiciona la cantidad de material cementante. Es importante asegurar que los requisitos no sean mutuamente incompatibles o en algunos casos la relación agua/material cementante se convierte en las características más importante por tema de durabilidad (Rivva, 2006)

Indica que, en algunas especificaciones puede requerirse que el concreto cumpla con ciertos requisitos de durabilidad relacionados con congelamiento y deshielo, ataques químicos, o ataques por cloruros, casos en los que la relación agua cemento, el contenido mínimo de cemento y el uso de aditivos se convierten en pieza fundamental para el diseño de una mezcla de concreto. Esto nos lleva a tener presente que una mezcla perfecta o diseñada bajos los criterios de durabilidad no producirá ningún efecto si no se llevan a cabo procedimientos apropiados de colocación, compactación acabado, protección y curado. (Rivva, 2006)

Dosificación de una Mezcla de Concreto

Indica que, las proporciones de la mezcla de concreto que cumpla con dichas características con los materiales disponibles, se logra mediante el sistema de prueba y error o el sistema de ajuste y reajuste. (Torre, 2012).

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

Estos datos se comparan con la especificación y si llegan a ser diferentes o no cumplen con la expectativa de calidad se reajustan las cantidades, se elabora nuevamente la mezcla que debe cumplir todos los ensayos de control de calidad, si nuevamente no cumple los requisitos exigidos es necesario revisar los materiales, el método del diseño y nuevamente otra mezcla de concreto hasta ajustar los requisitos exigidos por la especificación. (Torre, 2012).

Datos De Los Materiales

De las propiedades de los materiales que se van a utilizar se debe conocer:
Granulometría.

Módulo de finura de la arena.

Tamaño máximo de la grava.

Densidad aparente de la grava y de la arena.

Absorción del agrava y de la arena.

Masa unitaria compacta de la grava.

Humedad de los agregados inmediatamente antes de hacer las mezcla.

Densidad del cemento.

Proceso para el Diseño de Mezclas de Concreto

Estudio de las especificaciones de la obra.

Definición de la resistencia Compresión.

Elección del asentamiento.

Estimación cantidad de aire.

Estimación contenida de agua.

Definir relación agua/material cementante.

Contenido de material cementante.

Verificar las granulometrías de los agregados.

Estimación de agregado grueso.

Estimación de agregado fino.

Ajuste por humedad.

Ajuste del diseño de mezcla.

Indica que, los métodos de diseño de mezclas de concreto van desde los analíticos experimentales y empíricos, hasta volumétricos, todos estos métodos han evolucionado y ha llevado a procedimientos acordes con las necesidades de los proyectos y se han desarrollado algunas guías ya normalizadas para darle cumplimiento a la calidad del concreto en la obras. Comité 201 del American Concrete Institute (ACI) (FARMINGTON, 2005).

Trabajabilidad

Indican que la facilidad de colocación, consolidación y acabado del concreto fresco y el grado que resiste a la segregación se llama trabajabilidad. El concreto debe ser trabajable pero los ingredientes no deben separarse durante el transporte y el manoseo. El grado de la trabajabilidad que se requiere para una buena colocación del concreto se controla por los métodos de colocación, tipo de consolidación y tipo de concreto. Los diferentes tipos de colocación requieren diferentes niveles de trabajabilidad. Los factores que influyen en la trabajabilidad del concreto son:

El método y la duración del transporte.

Cantidad y características de los materiales cementantes.

Consistencia del concreto (asentamiento en cono de Abrams o revenimiento).

Tamaño, forma y textura superficial de los agregados finos y gruesos.

Aire incluido (aire incorporado).

Cantidad de agua.

Temperatura del concreto y del aire.

Aditivos.

La distribución uniforme de las partículas de agregado y la presencia de aire incorporado ayudan considerablemente en el control de la segregación y en la mejoría de la trabajabilidad. También enseña el efecto de la temperatura de colocación sobre la consistencia o asentamiento en cono de Abrams y sobre la trabajabilidad potencial de las mezclas. Las propiedades relacionadas con la trabajabilidad incluyen consistencia, segregación, movilidad, bombeabilidad, sangrado (exudación) y facilidad de acabado. La consistencia es considerada una buena indicación de trabajabilidad. El asentamiento en cono de Abrams se usa como medida de la consistencia y de la humedad del concreto. Un concreto de bajo revenimiento tiene una consistencia rígida o seca. Si la consistencia es muy seca y rígida, la colocación y compactación del concreto serán difíciles y las partículas más grandes de agregados pueden separarse de la mezcla. Sin embargo, no debe suponerse que una mezcla más húmeda y fluida es más trabajable. Si la mezcla es muy húmeda, pueden ocurrir segregación y formación de huecos. La consistencia debe ser lo más seca posible para que aún se permita la colocación empleándose los equipos de consolidación disponibles. (Powers & Scanlon, 1932;1994).

Sangrado y Asentamiento

Define al sangrado (exudación) es el desarrollo de una camada de agua en el tope o en la superficie del concreto recién colocado. Es causada por la sedimentación (asentamiento) de las partículas sólidas (cemento y agregados) y simultáneamente la

subida del agua hacia la superficie. El sangrado es normal y no debería disminuir la calidad del concreto adecuadamente colocado, acabado y curado. Un poco de sangrado es útil en el control de la fisuración por retracción plástica. Por otro lado, la excesiva aumenta la relación agua/cemento cerca de la superficie; puede ocurrir una camada superficial débil y con poca durabilidad, particularmente si se hace el acabado cuando el agua de sangrado aún está presente.

Los vacíos y bolsas de agua pueden ocurrir, resultantes del acabado prematuro de la superficie. (Powers y Scanlon, 1932;1994)

Después que toda el agua de sangrado (exudación) se evapore, la superficie endurecida va a ser un poco más baja que la superficie recién colocada.

Esta disminución de la altura desde el momento de la colocación (puesta, colado) hasta el inicio del fraguado se llama retracción por sedimentación. La tasa de sangrado (exudación) y la capacidad de sangrado (sedimentación total por unidad de peso del concreto original) aumentan con la cantidad inicial de agua, altura del elemento de concreto y presión. El uso de agregados de granulometría adecuada, ciertos aditivos químicos, aire incluido, materiales cementantes suplementarios y cementos más finos reduce el sangrado. El concreto usado para rellenar vacíos, proporcionar soporte o proporcionar impermeabilidad con una buena adhesión debe presentar bajo sangrado para evitar formación de bolsas de agua.

Hidratación, Tiempo de Fraguado y Endurecimiento.

La calidad de unión (adhesión) de la pasta de cemento portland se debe a las reacciones químicas entre el cemento y el agua, conocidas como hidratación. El cemento portland no es un compuesto químico sencillo, es una mezcla de muchos compuestos. Cuatro de ellos totalizan 90% o más del peso del cemento portland: silicato tricálcico, silicato dicálcico, aluminato tricálcico y ferroaluminato tetracálcico (aluminio ferrito tetracálcico). Además de estos compuestos principales, muchos otros desempeñan un papel importante en el proceso de hidratación. Cada

tipo de cemento portland contiene los mismos cuatro compuestos principales, pero en proporciones diferentes.

Cuando se examina el clínker (clinker) (el producto del horno que se muele para fabricar el cemento portland) al microscopio, la mayoría de sus compuestos individuales se puede identificar y sus cantidades se pueden determinar. Sin embargo, los granos más pequeños no se pueden detectar visualmente. El promedio del diámetro de las partículas de un cemento típico es aproximadamente 15 micrómetros. Si todas las partículas tuviesen este diámetro promedio, el cemento portland contendría aproximadamente 300 billones de partículas por kilogramo, pero en realidad, existen unos 16,000 billones de partículas por kilogramo, debido a la amplia variación del tamaño de las partículas. Las partículas en un kilogramo de cemento portland tienen un área superficial de aproximadamente 400 metros cuadrados.

Los dos silicatos de calcio, los cuales constituyen 75% del peso del cemento portland, reaccionan con el agua para formar dos compuestos: hidróxido de calcio y silicato de calcio hidratado (hidrato de silicato de calcio). Este último es, sin duda, el más importante compuesto del concreto. Las propiedades de ingeniería del concreto – fraguado y endurecimiento, resistencia y estabilidad dimensional dependen principalmente del silicato de calcio hidratado. Éste es el corazón del concreto. La composición química del silicato de calcio hidratado es un tanto variable, pero contiene cal (CaO) y dióxido de silicio (SiO_2) en una proporción de 3 para 2. El área superficial del silicato de calcio hidratado es unos 300 metros cuadrados por gramo.

En pastas endurecidas de cemento, el silicato de calcio hidratado forma un vínculo denso entre las otras fases cristalinas y los granos de cemento aún no hidratados; también se adhiere a los granos de arena y a los agregados gruesos, cementándolo todo junto. (COPELAT, 1962).

Indica que, mientras el concreto se endurece, su volumen bruto permanece casi inalterado, pero el concreto endurecido contiene poros llenos de agua y aire, los cuales no tienen resistencia. La resistencia está en las partes sólidas de la pasta, sobre todo en el silicato de calcio hidratado y en los compuestos cristalinos. Cuanto menos

porosa es la pasta de cemento, más resistente es el concreto. Por lo tanto, al mezclarse el concreto, no se debe usar más agua que aquella estrictamente necesaria para obtenerse un concreto plástico y trabajable.

Incluso, la cantidad de agua usada es normalmente mayor que la necesaria para la hidratación completa del cemento. Aproximadamente se necesitan 0.4 gramos de agua por gramo de cemento para la hidratación completa del cemento (COPELAT, 1962).

RESISTENCIA

Definición

La resistencia como el esfuerzo máximo que puede soportar un material bajo una carga de aplastamiento. La resistencia a la compresión de un material que falla debido al fracturamiento se puede definir en límites bastante ajustados, como una propiedad independiente. Sin embargo, la resistencia a la compresión de los materiales que no se rompen en la compresión se define como la cantidad de esfuerzo necesario para deformar el material una cantidad arbitraria. La resistencia a la compresión se calcula dividiendo la carga máxima por el área transversal original de una probeta en un ensayo de compresión. (JUAREZ, 2005).

La resistencia como al proceso de hidratación desde el momento en que los granos del cemento inician comienzan las reacciones de endurecimiento, que se manifiestan inicialmente con el “atiesa miento” del fraguado y continúan luego con una evidente ganancia de resistencias, al principio de forma rápida y disminuyendo la velocidad a medida que transcurre el tiempo. (JUAREZ, 2005)

Dimensiones.

Durabilidad.

La durabilidad como la capacidad para soportar, durante la vida útil para la que ha sido proyectada, las condiciones físicas y químicas a las que está expuesta, y que

podrían llegar a provocar su degradación como consecuencia de efectos diferentes a las cargas y sollicitaciones consideradas en el análisis estructural. Los factores fundamentales desde el punto de vista de la durabilidad, son el transporte simultáneo del calor, humedad y sustancias químicas.

Permeabilidad

La permeabilidad como la propiedad que tiene el suelo de transmitir el agua y el aire y es una de las cualidades más importantes que han de considerarse. La permeabilidad es la capacidad que poseen las rocas, el suelo y otras sustancias porosas de permitir el ingreso de fluidos en ellas. Existen muchos factores que afectan la permeabilidad. La porosidad, que es el porcentaje de espacio vacío que contiene un sólido, determina la cantidad de espacio que tienen los líquidos para fluir en el sólido. Pero el tamaño y la forma de los poros también son importante. (JUAREZ, 2005).

Comportamientos de la Resistencia Mecánica del Concreto

El concreto es una masa endurecida que por su propia naturaleza es discontinua y heterogénea. Las propiedades de cualquier sistema heterogéneo dependen de las características físicas y químicas de los materiales que lo componen y de las interacciones entre ellos. Con base en lo anterior, la resistencia del concreto depende principalmente de la resistencia e interacción de sus fases constituyentes: La resistencia de la pasta hidratada y endurecida (matriz), la resistencia de las partículas del agregado y la resistencia de la interface matriz-agregado. (JUAREZ, 2005).

Factores que Influyen en la Resistencia Mecánica del Concreto.

Los factores que influyen en la resistencia mecánica del concreto, como: el contenido de cemento, es el material más activo de la mezcla de concreto, por tanto sus características y sobre todo su contenido (proporción) dentro de la mezcla tienen

una gran influencia en la resistencia del concreto a cualquier edad. A mayor contenido de cemento se puede obtener una mayor resistencia y a menor contenido la resistencia del concreto va a ser menor. (JUAREZ, 2005).

Los factores que influyen en la resistencia mecánica del concreto, como: la relación agua-cemento y contenido de aire, Abrams formuló la conocida “Ley de Abrams”, según la cual, para los mismos materiales y condiciones de ensayo, la resistencia del concreto completamente compactado, a una edad dada, es inversamente proporcional a la relación agua-cemento. Este es el factor más importante en la resistencia del concreto:

Relación agua-cemento = A/C , (A: Contenido de agua en la mezcla en kg, y C: Contenido de cemento en la mezcla en kg). De acuerdo con la expresión anterior, existen dos formas de que la relación agua-cemento aumente y por tanto la resistencia del concreto disminuya: aumentando la cantidad de agua de la mezcla o disminuyendo la cantidad de cemento. Esto es muy importante tenerlo en cuenta, ya que en la práctica se puede alterar la relación agua-cemento por adiciones de agua después de mezclado el concreto con el fin de restablecer asentamiento o aumentar el tiempo de manejabilidad, lo cual va en decrecimiento de la resistencia del concreto y por tanto esta práctica debe evitarse para garantizar la resistencia para la cual el concreto fue diseñado.

También se debe tener en cuenta si el concreto va a llevar aire incluido (naturalmente atrapado más incorporado), debido a que el contenido de aire reduce la resistencia del concreto, por lo tanto para que el concreto con aire incluido obtenga la misma resistencia debe tener una relación agua-cemento más baja. (JUAREZ, 2005).

Los factores que influyen en la resistencia mecánica del concreto, como: el tamaño máximo del agregado recientes investigaciones sobre la influencia del tamaño máximo del agregado en la resistencia del concreto concluyen lo siguiente: Para concretos de alta resistencia, mientras mayor sea la resistencia requerida, menor debe ser el tamaño del agregado para que la eficiencia del cemento sea mayor. Para concretos de resistencia intermedia y baja, mientras mayor sea el tamaño del

agregado, mayor es la eficiencia del cemento. En términos de relación agua-cemento, cuando esta es más baja, la diferencia en resistencia del concreto con tamaños máximos, menores o mayores es más pronunciada. (JUAREZ, 2005).

Los factores que influyen en la resistencia mecánica del concreto, como: Fraguado del concreto, es factor que afecta la resistencia del concreto es la velocidad de endurecimiento que presenta la mezcla al pasar del estado plástico al estado endurecido, es decir el tiempo de fraguado. Por tanto es muy importante su determinación. (JUAREZ, 2005).

Los factores que influyen en la resistencia mecánica del concreto, como: Edad del concreto, a partir del momento en que se presenta el fraguado final del concreto, comienza realmente el proceso de adquisición de resistencia, el cual va aumentando con el tiempo.

Con el fin de que la resistencia del concreto sea un parámetro que caracterice sus propiedades mecánicas, se ha escogido arbitrariamente la edad de 28 días como la edad en la que se debe especificar el valor de resistencia del concreto. Se debe tener en cuenta que las mezclas de concreto con menor relación agua-cemento aumentan de resistencia más rápidamente que las mezclas de concreto con mayor relación agua-cemento. (JUAREZ, 2005).

Los factores que influyen en la resistencia mecánica del concreto, como: la temperatura, es otro de los factores externos que afecta la resistencia del concreto, y su incidencia es la siguiente: Durante el proceso de curado, temperaturas más altas aceleran las reacciones químicas de la hidratación aumentando la resistencia del concreto a edades tempranas, sin producir efectos negativos en la resistencia posterior. Temperaturas muy altas durante los procesos de colocación y fraguado del concreto incrementan la resistencia a muy temprana edad pero afectan negativamente la resistencia a edades posteriores, especialmente después de los 7 días, debido a que se da una hidratación superficial de los granos de cemento que producen una estructura físicamente más pobre y porosa. (JUAREZ, 2005).

Ensayos en el Concreto según Norma ASTM / NTP.

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 buscó 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 .

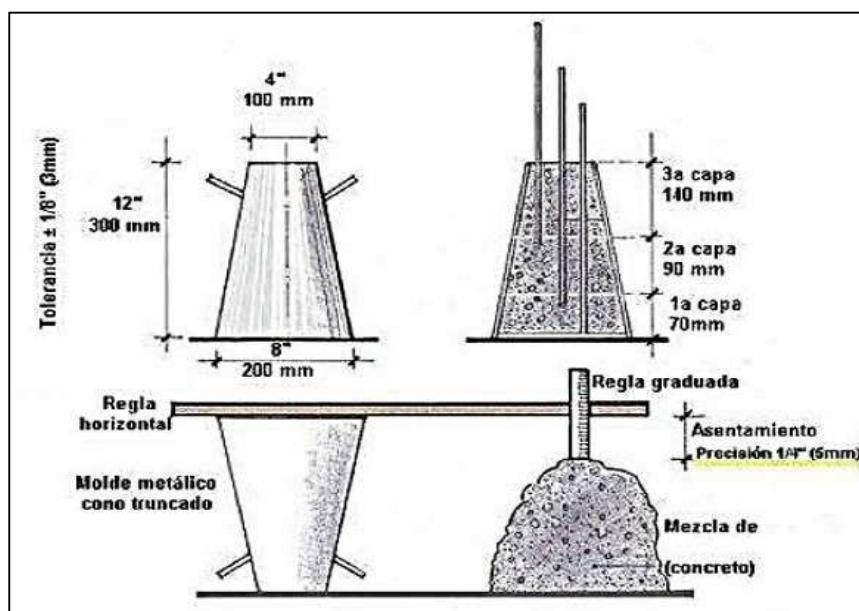


Figura 1:Procedimiento para medir el asentamiento.

Fuente: Control de calidad de concreto – DINO

Peso unitario ASTM C-138 / NTP 339.046.

El peso unitario del concreto va en aumento desde que se ha desarrollado el patrón hasta la realización del concreto con la incorporación del 5% de viruta metálica.

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

Este ensayo determinar 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, 2015).

Especímenes para la resistencia a compresión ASTM C-31 / NTP 339.033.

Las probetas realizadas han sido 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 desarrollara cumplido los 7,14 y 28 días de curado, como mínimo con 3 probetas para obtener en promedio.

Control de calidad del concreto endurecido.

Se desarrolla la comprobación de la resistencia del concreto endurecido a los 7,14 y 28 días, para verificar la resistencia a compresión Axial para la cual fue diseñada cada uno de los concretos patrones y concreto con la incorporación del 5% de viruta metálica, la resistencia del concreto aumenta con la edad, resultando de una forma favorable.

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, 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, 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, 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, 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, 2015).

Especímenes para ensayo: El ensayo se puede realizar con especímenes obtenido 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 realizara teniendo en cuenta la norma ASTM C31.

Procedimiento de ensayo:

En el caso de probetas 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, 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, 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, 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, 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).

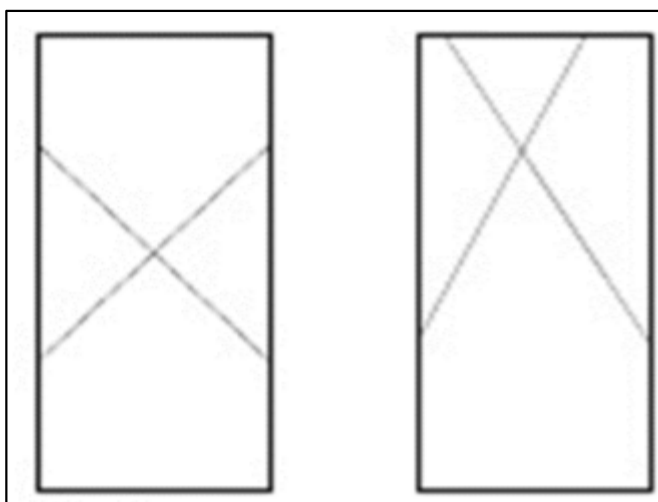


Figura 2: Fractura tipo I.

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.

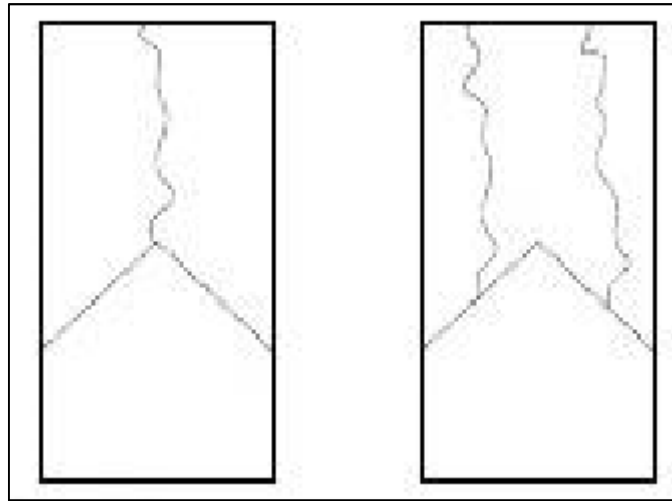


Figura 3: Fractura tipo II. Fuente. NTP 339.034 / ASTM C-39

Fractura tipo III:

Fisuras verticales en columnadas a través de ambos extremos, como no bien formados.

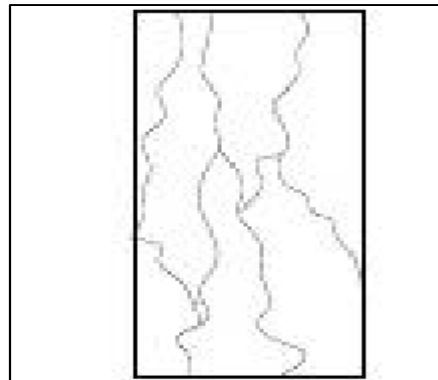


Figura 4: Fractura tipo III. Fuente. NTP 339.034 / ASTM C-39

Fractura tipo IV:

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

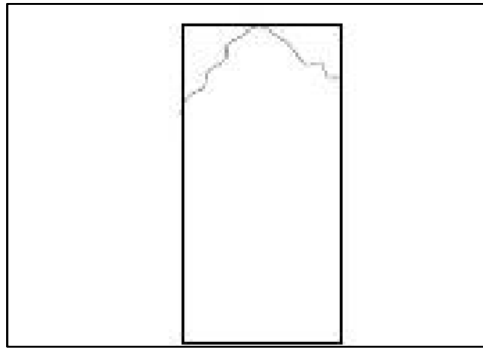


Figura 5: fractura tipo IV. Fuente. NTP 339.034 / ASTM C-39

Fractura tipo V:

Fracturas en los lados en las partes superior o inferior (ocurre comúnmente con cabezales no adheridos).

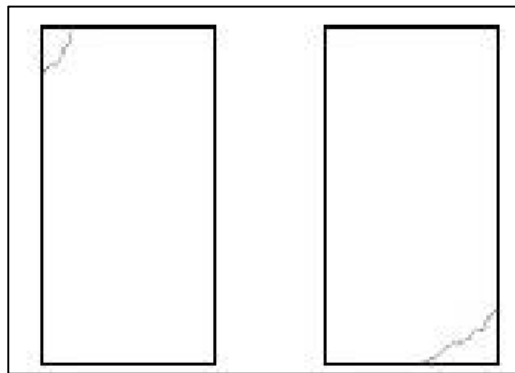


Figura 6: Fractura tipo V. Fuente. NTP 339.034 / ASTM C-39

Fractura tipo VI:

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

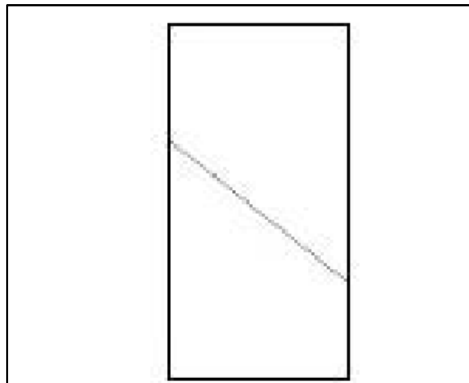


Figura 7: Fractura tipo VI. Fuente. NTP 339.034 / ASTM C-3

OPERACIONALIZACION DE VARIABLE:

Tabla 1 : Variable dependiente.

VARIABLE	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	INDICADO R
Resistencia del concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ a la compresión	Es el esfuerzo máximo que puede soportar un material bajo una carga de aplastamiento. (Juárez E. 2005).	Es el esfuerzo máximo que puede soportar una probeta de mortero bajo una carga capaz de cumplir con las condiciones indicadas en la norma N.T.P.	Kg/cm²

Fuente: elaboración propia.

Tabla 2: Variable independiente.

VARIABLE	DEFINICION OPERACIONAL	INDICADOR
Sustitución de 4% y 7% de cemento por cenizas de hoja de pino “pinus”.	Sustitución de un porcentaje de cemento por ceniza de hoja de pino 4% y 7% en comparación a un diseño convencional de un concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$.	4 % y 7% de ceniza de hoja de pino.

Fuente: elaboración propia.

En la presente tesis nuestra hipótesis es: Si sustituimos un 4 % y 7% de cemento por cenizas activada de la hoja de pino, se mejoraría la resistencia a la compresión de un concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$.

El objetivo general del presente estudio es: Determinar la resistencia a la compresión del concreto $f'c =210 \text{ kg/cm}^2$ cuando se sustituye un 4% y 7% del cemento por ceniza de hoja de pino “pinus”. 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 puzolanicos y determinar la composición química mediante la fluorescencia de rayos x del pino (hojas).

Determinar el grado de alcalinidad (PH) de la ceniza de las hojas de pino y de la combinación de 4% y 7% de cemento por cenizas de pino.

Determinar y comparar la resistencia a la compresión del concreto de $f'c=210$ Kg/cm² con 0%, 4% y 7% de sustitución al cemento con cenizas de hoja de pino .

METODOLOGIA




























Nuestro tipo de investigación es Aplicada, porque los resultados obtenidos servirán para la solución de problemas relacionados a la construcción, y explicativa porque se evaluará la resistencia que se logra cuando se sustituye un porcentaje de cemento por ceniza de hoja de pino “pinus”.

DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN:

Es un diseño experimental porque es un proceso en el cual estudiaremos el diseño convencional del concreto ($F'c$ 210 kg/cm²) en comparación con el nuevo diseño elaborado con la sustitución parcial de cenizas de hoja de pino “pinus”, el estudio en su mayor parte se concentrará en las pruebas realizadas en el Laboratorio de Suelos de la USP, 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 3: Diseño experimental en bloque completo al azar.

DIAS DE CURADO	Resistencia a Compresión con porcentajes de cemento sustituido con cenizas de pino								
7 DIAS		 0 %			 4 %			 7 %	
14 DIAS									
28 DIAS									

Fuente: elaboración propia.

MÉTODO DE INVESTIGACIÓN

Cuantitativo, porque se estudia las variables y sus indicadores objetivamente midiendo y registrando sus valores respuesta en los instrumentos de recolección de datos (guías de observación). Todos los experimentos cuantitativos utilizan un formato estándar, con algunas pequeñas diferencias inter-disciplinarias para generar una hipótesis que será probada o desmentida. Esta hipótesis debe ser demostrable por medios matemáticos y estadísticos y constituye la base alrededor de la cual se diseña todo el experimento.

La hipótesis planteada se comprobará por medios matemáticos y estadísticos y constituye la base alrededor de la cual se diseña todo el experimento

UNIDAD EXPERIMENTAL

Son las Probetas patrón de concreto y las probetas de concreto Sustituidas parcialmente el cemento con cenizas de hojas de pino “Pinus” al 4% y 7%.

TRATAMIENTO

Tabla 4: Tratamiento de probetas.

	TRATAMIENTOS PROBETAS	PROBETAS
	T1: GRUPO CONTROL	Probetas de concreto convencional.
	T2: GRUPO EXPERIMENTAL 1	Probetas de concreto sustituidas parcialmente el cemento con cenizas hojas de pino a un 4%
Fuente:	T3: GRUPO EXPERIMENTAL 2	Probetas de concreto sustituidas parcialmente el cemento con cenizas de hojas de pino a un 7%

elaboración propia.

POBLACIÓN Y MUESTRA:

POBLACIÓN:

Para esta investigación se tiene como población de estudio al conjunto de probetas con un diseño de concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$.

MUESTRA:

La muestra estará constituida por 27 probetas de concreto con un diseño de $f'c=210 \text{ kg/cm}$. 9 probetas para 0% de ceniza, 9 probetas para 4% de ceniza, 9 probetas para 7% de ceniza. (Según Reglamento Nacional de Edificaciones).

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

Las hojas de pino se recolectará desde el Distrito de Porcon , provincia de Cajamarca y departamento de Cajamarca, debido a la abundancia del material silvestre en dicho poblado, las hojas recolectadas son cortados delgadamente para un mejor secado y una mayor trabajabilidad , se trasportara en burros o animales de carga para luego ser calcinados al aire libre y en el laboratorio (a una temperatura controlada de 600°) para luego ser llevados al laboratorio de Mecánica de suelos de la Universidad San Pedro.

La piedra de 3/4 y arena para el diseño de probetas se comprará en las canteras Vesique y Rubén respectivamente.

Cemento portland Tipo I marca “PACASMAYO”

El material será llevado en sacos de polietileno al laboratorio de Mecánica de Suelos de la Universidad San Pedro para luego empezar el proyecto.

Tabla 5: Técnicas de recolección de la información.

TECNICA	INSTRUMENTO
observación.	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Guía de observación Resumen. ✓ Fichas técnicas del laboratorio de las pruebas a realizar.

Fuente: elaboración propia.

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 (ver anexos).

La materia prima es silvestre propia de la zona está ubicada en el distrito de Porcon, provincia de Cajamarca y departamento de Cajamarca.

METODO CONSTRUCTIVO PARA LA ELABORACION DE CENIZA DE HOJA DE PINO “PINUS”.

1. Analizar y seleccionar la zona de extracción de nuestra materia prima.
2. Recolectar o tronquear con ayuda de machetes y motosierra para poder sacar las hojas de pino para poder facilitar su transporte.
3. Reforestar las zonas taladas plantando árboles silvestres del mismo tipo.
4. Sacar las hojas de pino para un óptimo secado con ayuda de hachas.
5. Dejar secar aproximadamente 15 días en lugares secos y bajo sombra.
6. Utilizar recipiente de arcilla para calcinar nuestras hojas de pino, para si poder evitar el contacto de la ceniza con la superficie de la tierra.
7. Tamizar la ceniza para separar carbones.

8. Calcinar a una temperatura de 600° C nuestra ceniza obtenida para activar puzolanicamente y eliminar restos inorgánicos, esta calcinación tiene que ser certificada por un laboratorio de prestigio.

9. Tamizar por malla 200.

DISEÑO Y ELABORACIÓN DE MESCLAS DE CONCRETO PATRON Y EXPERIMENTAL

Diseño patrón y Experimental: Método ACI 211

Se realizó diseños patrones de concreto con una resistencia de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, utilizando el método ACI 211.

Diseño patrón ($f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$).

Especificaciones

Resistencia requerida a los 28 días: $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$.

Tipo de cemento a usar: cemento Pacasmayo tipo I.

Selección de asentamiento (Slump): 3" – 4", consistencia plástica.

Tamaño Máximo nominal agregado grueso : 1"

Aire incorporado: sin aire incorporado en los ensayos.

Características de los materiales:

Con los datos obtenidos en laboratorio se presentan los siguientes resultados:

Agregado fino:

Peso específico de masa..... 2.63 gm/cm³

Absorción..... 1.04 %

Contenido de humedad..... 0.61 %

Módulo de fineza..... 2.55

Peso unitario suelto..... 1645 kg/m³
 Peso unitario compactado..... 1784 Kg/cm³

Agregado grueso:

Tamaño máximo nominal “1”
 Peso unitario suelto 1378 kg/m³
 Peso unitario compactado 1585 kg/m³
 Peso específico de la masa..... 2.79
 Absorción..... 0.83 %
 Contenido de humedad..... 0.73%

El agua y el cemento tienen características ya definidas las cuales son

Agua:

Potable, de la red del servicio público de la ciudad de Chimbote.

Cemento:

Portland ASTM tipo I “Pacasmayo”
 Peso específico.....3.15 gm/cm³.

Determinación de la resistencia promedio.

Basándonos en los ensayos requeridos del método de diseño de mezclas, fuente ACI obtenemos la siguiente tabla:

Tabla 6: Resistencia a la compresión promedio

F'c(kg/cm ²)	F'cr(kg/cm ²)
Menos de 210	f'c + 70
210 a 350	f'c + 84
Más de 350	f'c + 98

Fuente: ACI, 1981.

De donde la resistencia promedio es:

$$F'_{cr}=210+84=294 \text{ kg/cm}^2.$$

Volumen unitario de agua y contenido de aire.

De acuerdo a la siguiente tabla se determina que el volumen unitario de agua, o agua de diseño, necesario para una mezcla de concreto cuyo asentamiento es de 3" a 4" en una mezcla de agua incorporado cuyo agregado grueso tiene un tamaño máximo de 1", es de **193 lt/m³**.

Donde en la misma tabla encontramos también el contenido de aire retenido para un agregado grueso de 1", él es de **1.5%**.

Tabla 7: Volumen unitario de agua y contenido de aire.

slump	tamaño máximo del agregado							
	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/2"	2"	3"	4"
concreto sin aire incorporado								
1" a 2"	207	199	190	179	166	154	130	133
3" a 4"	228	216	205	193	181	169	145	124
6" a 7"	243	228	216	202	190	178	160	
% de aire atrapado	3	2.5	2	1.5	1	0.5	0.3	0.2
concreto 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	
% de aire incorporado en función de grado de exposición								
normal	4.5	4	3.5	3	2.5	2	1.5	1
moderada	8	5.5	5	4.5	4.5	4	3.5	3
extrema	7.5	7	6	6	5.5	5	4.5	4

Fuente: ACI, 1981.

Relación agua – cemento.

Seleccionaremos la relación agua - cemento únicamente por resistencia promedio correspondiente a 210 kg/cm² en un concreto sin aire, se encuentra interpolando una relación agua-cemento por resistencia de 0.684.

Tabla 8: Relación agua – cemento

f'c a 28 días en kg/cm ²	Relación agua / cemento en peso	
	sin aire incorporado	con aire incorporado
450	0.38
400	0.43
350	0.48	0.40
300	0.55	0.46
250	0.62	0.53
200	0.70	0.61
150	0.80	0.71

Fuente: ACI, 1981.

Factor cemento.

El factor cemento se determina dividiendo el volumen unitario de agua entre la relación agua-cemento.

Factor cemento: $193/0.684 = 282.16 \text{ kg/m}^3 = 6.64 \text{ bolsas/m}^3$.

Contenido de agregado grueso.

Para obtener el contenido del agregado grueso se basa en el módulo de finesa del agregado fino que es 2.55 y un tamaño máximo nominal del agregado grueso de 1”

encontrándose mediante una interpolación un valor = 0.699 m³ de agregado grueso seco compactado por unidad de volumen del concreto.

Tabla 9: Volumen de agregado grueso por volumen del concreto

tamaño máximo nominal del agregado	Volumen del agregado grueso, seco y compactado por unidad de volumen del concreto para diferentes módulos de finesa 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"	0.75	0.74	0.72	0.70
2"	0.78	0.76	0.74	0.72
3"	0.82	0.79	0.77	0.75
6"	0.87	0.85	0.83	0.81

Fuente: ACI, 1981.

Peso del agregado grueso = $0.699 \times 1585 = 1109.29 \text{ kg/cm}^3$

Contenido de agregado fino.

El volumen absoluto del agregado fino será igual a la diferencia entre la unidad y la masa de los volúmenes absolutos conocidos.

Volumen absoluto del agregado fino = $1 - 0.696 = 0.304 \text{ m}^3$.

Peso del agregado fino seco = $0.304 \times 2.63 \times 1000 = 799.52 \text{ kg/m}^3$.

La cantidad de materiales a ser utilizados en el diseño serán:

Tabla 10: Materiales para el diseño patrón

MATERIALES	PESO POR M3	PESOS CORREGIDOS POR HUMEDAD	PROPORCIÓN
Cemento	282.164 kg/m3	282.164 kg/m3	1
Agua	193. kg/m3	197.639 kg/m3	29.77
Agregado grueso	1109.29 kg/m3	1117.357kg/m3	282.16
Agregado fino	796.984 kg/m3	801.816 kg/m3	2.84

Fuente: Elaboración propia.

Nota:

- Todos los diseños son para volumen de 1 m³ de concreto.
- Para realizar la mezcla del concreto en laboratorio, se consideró el 15% de desperdicio para cada material.

Diseño del concreto ($f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$) + 4% de cenizas de hojas de pino.

Para poder encontrar la cantidad de materiales y poder adicionar cierta cantidad de cenizas de hojas de pino se realizo lo siguiente:

Una vez ajustado los pesos por corrección por humedad se descuenta el 4% del peso del cemento.

Finalmente el 4% del peso descontado de cemento va ser sustituido por cenizas de hojas de pino.

Después de haber hecho los cálculos por 9 probetas se obtuvo lo siguiente:

Tabla 11: Materiales para la sustitución de 4%

MATERIALES	PESO POR M3	PESOS PARA 9 PROBETAS
Cemento	270.878 kg/m3	15.705 kg/m3
Agua	197.639 kg/m3	11.463 Lt/m3
Agregado grueso	1117.357 kg/m3	64.807 kg/m3
Agregado fino	801.816 kg/m3	46.505 kg/m3
4% Ceniza de hoja de pino	11.286 Kg/m3	0.655 Kg/m3

Fuente: Elaboración propia.

Diseño del concreto ($f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$) + 7% de cenizas de hojas de pino.

Para poder encontrar la cantidad de materiales y poder adicionar cierta cantidad de cenizas de hojas de pino se realizo lo siguiente:

Una vez ajustado los pesos por corrección por humedad se descuenta el 7% del peso del cemento.

Finalmente el 7% del peso descontado de cemento va ser sustituido por cenizas de hojas de pino.

Después de haber hecho los cálculos por 9 probetas se obtuvo lo siguiente:

Tabla 12: Materiales para la sustitución de 7%

MATERIALES	PESO POR M3	PESOS PARA PROBETAS	9
Cemento	262.413 kg/m ³	15.22 kg/m ³	
Agua	197.639 kg/m ³	11.463 Lt/m ³	
Agregado grueso	1117.357 kg/m ³	64.807 kg/m ³	
Agregado fino	801.816 kg/m ³	46.505 kg/m ³	
7% Ceniza de hoja de pino	19.751 Kg/m ³	1.145 Kg/m ³	

Fuente: Elaboración propia.

Elaboración de mezclas de concreto patrón y experimental.

Para la preparación de la mezcla del concreto patrón y experimental se utilizó una mezcladora mecánica, donde se coloca todos los componentes de la mezcla para un volumen de 0.006m³(9 especímenes), este concreto fue mezclado asta homogenizar con todos sus componentes homogéneamente distribuidos.

Se realizaron tres testigos por cada diseño según la norma ASTM C31 / NTP 339.033.

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 cilíndrico metálico con tres capas de igual espesor, sobrellenado ligeramente la última capa cada capa se compacto con 25 golpes de varilla, distribuida uniformemente las penetraciones en toda la sección del molde. Se compacto la capa inferior en todo su espesor, de igual forma se compacto 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 enraza en concreto sobrante utilizando la varilla metálica apoyada sobre el borde superior del recipiente, limpiando a su vez el exceso del mortero en dicho borde.

Finalmente se pesó el molde lleno para posteriormente realizar sus cálculos respectivos.

Desenfofrado y curado de cilindros de concreto

Se ha utilizado probetas de 15 cm de diámetro y 30 cm de altura los moldes se limpiaron y seguidamente se le colocó petróleo para su mejor manejo al momento de desenfofrar.

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

Una vez realizada la mezcla se procedió a vaciarlas en los moldes con las dimensiones ya mencionadas este vaciado se hizo en tres capas la primera se vació hasta llenar $\frac{1}{3}$ 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 finalmente enrasarlo.

Se desenfofro a las 24 horas de realizados los especímenes de concreto, los cuales fueron curados en un cilindro.

RESULTADOS

**ANÁLISIS TÉRMICO POR CALORIMETRÍA DIFERENCIAL DE
BARRIDO DSC/ ANÁLISIS TÉRMICO DIFERENCIAL ATD.**

ANÁLISIS TERMOGRAVIMÉTRICO TGA

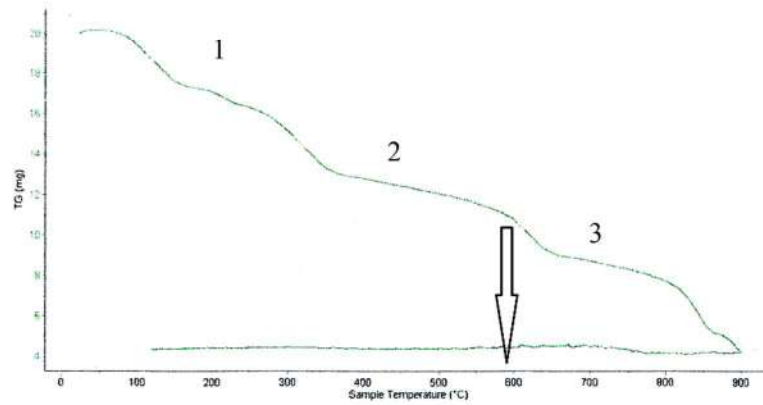


Trujillo, 01 de Mayo del 2017

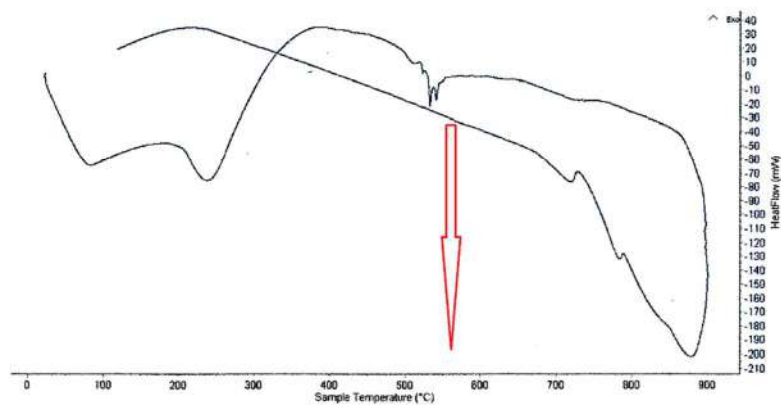
INFORME N° 49 - MAY 17

4. Resultados:

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



II- Curva Calorimétrica ATD



Analisis:

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 70 % 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 100°C y a 190°C y posteriormente dos ligeros picos endotérmico a 550°C y un pico de gran intensidad a 820°C y 860°C lo que demuestra gran posibilidad de existir algún cambio estructural del material.

COMPOSICIÓN QUÍMICA DE CEMENTO PORLAND TIPO I

Tabla 13: Composición química del cemento Portland tipo 1

COMPOSICION QUIMICA	RESULTADOS (%)	METODO UTILIZADO
Oxido de calcio	62.30	Espectrometría de Fluorescencia de Rayos X
Dioxido de silicio	24.70	
Oxido de Aluminio	5.52	
Oxido de Fierro	3.41	
Oxido de Magnesio	3.10	
Oxido de Potasio	0.97	

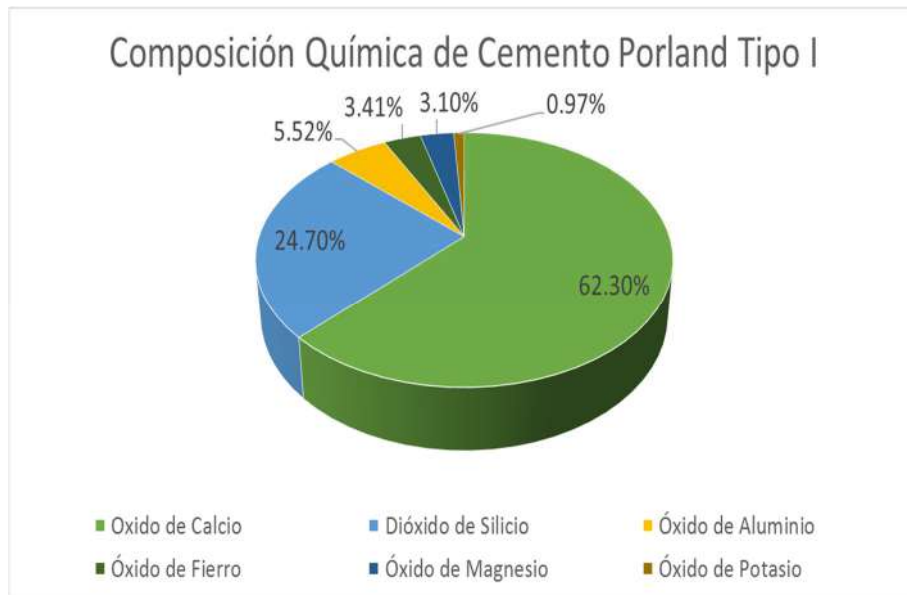


Figura 8: composición química del cemento portland tipo I Fuente: tópicos de tecnología del concreto (Enrique Pasquel Carbajal)

Tabla 14: Composición química de las hojas de pino – análisis EDS

COMPOSICIÓN QUÍMICA	RESULTADO (%)	MÉTODO UTILIZADO
Oxido de Calcio, (CaO)	35.441%	Espectroscopia de Energia Dispersiva (EDS)
Oxido de Potasio, (K ₂ O)	18.885%	
Oxido de Magnesio, (MgO)	16.682%	
Cloruro, (Cl)	10.060%	
Pentóxido de Fosforo, (P ₂ O ₅)	5.778%	
Dióxido de Silicio, (SiO ₂)	4.450%	
Trióxido de Azufre, (SO ₃)	4.357%	
Trióxido de Aluminio, (Al ₂ O ₃)	2.506%	
Trióxido de Hierro, (Fe ₂ O ₃)	1.580%	
Óxido de Zinc, (ZnO)	0.088%	
Óxido de Manganeso, (MnO)	0.084%	
Óxido de Cobre, (CuO)	0.065%	
Dióxido de Bario, (BaO)	0.023%	

Fuente: Resultados de composición química de las cenizas de hojas de pino UNI

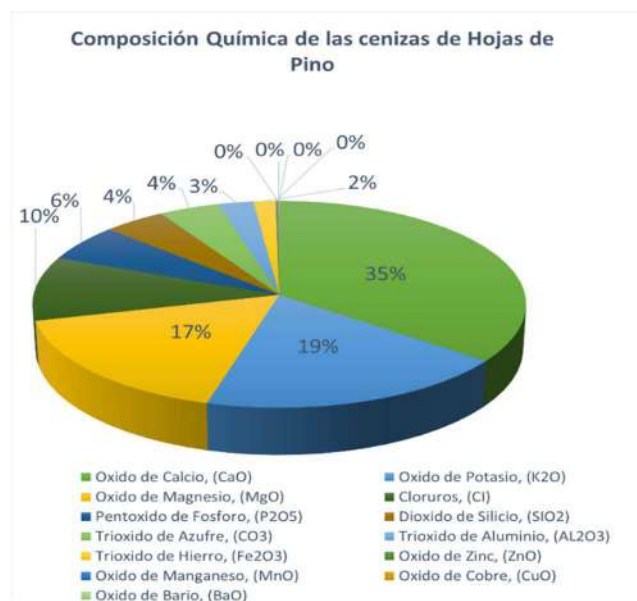


Figura 9: composición química de las cenizas de hojas de pino. Fuente: Resultados de composición química de las cenizas de hojas de pino UNI

Análisis:

De los resultados obtenidos del análisis de Composición Química, Utilizando el método de Espectroscopia de energía Dispersiva (EDS), se registra la composición química de las hojas de pino, teniendo como componentes en altos porcentajes de Oxido de Calcio (CaO), 35.441%, Oxido de Potasio (K₂O), 18.885%, Oxido de Silicio (SiO₂), 4.450%, Oxido de aluminio (Al₂O₃) 2.506%, Oxido de Magnesio (MgO) 16.682%, En general se obtuvieron buenos resultados por que encontramos los componentes principales del cemento.

Tabla 15: Composición química de las hojas de pino – rayos X

COMPOSICIÓN QUÍMICA	RESULTADO (%)	MÉTODO UTILIZADO
Oxido de Calcio, (CaO)	41.434%	
Oxido de Potasio, (K ₂ O)	21.142%	
Pentóxido de Fosforo, (P ₂ O ₅)	13.498%	
Oxido de Magnesio, (MgO)	12.446%	
Dióxido de Silicio, (SiO ₂)	4.997%	
Trióxido de Aluminio, (Al ₂ O ₃)	3.508%	
Trióxido de Hierro, (Fe ₂ O ₃)	2.353%	Espectrometria de Fluorescencia Rayos X
Óxido de Manganeso, (MnO)	0.173%	
Dióxido de Titanio, (TiO ₂)	0.158%	
Trióxido de Azufre, (SO ₃)	0.112%	
Óxido de Zinc, (ZnO)	0.087%	
Óxido de Rubidio, (Rb ₂ O)	0.046%	
Óxido de Estroncio, (SrO)	0.031%	
Óxido de Cobre, (CuO)	0.015%	

Fuente: Resultados de composición química de las cenizas de hojas de pino UNI



Figura 10: Espectrometría de Fluorescencia de Rayos X. Fuente: Resultados de composición química de las cenizas hoja de pino realizados en la Universidad Nacional de Ingeniería.

Análisis:

Con respecto al análisis de Espectrometría de Fluorescencia de Rayos X, realizados en la Universidad Nacional de Ingeniería UNI, encontramos los siguientes óxidos en mayor porcentaje con relación al análisis (EDS), Oxido de Calcio (CaO), 41.434%, Oxido de Potasio (K₂O), 21.142%, Oxido de Silicio (SiO₂), 4.997%, Oxido de Aluminio (OAl) 3.508%, Oxido de Magnesio (MgO) 12.446%, podemos determinar que el porcentaje para que sea un material cementante a aumentado pero no llega al 70% - 80% de sus principales componentes del cemento En general se obtuvieron buenos resultados.

RESULTADOS DEL CONCRETO ENDURECIDO
CALCULOS, RESISTENCIA A LA COMPRESION – PATRON

Tabla 16: Resistencia a la compresión del patrón a los 7, 14 y 28 días

PROBETAS	PESO (kg)	CURADO (días)	DIAMETRO (cm)	FUERZA (kg)	AREA (cm ²)	RESISTENCIA (kg/cm ²)	PORCENTAJES (%)	% PROMEDIO	RESISTENCIA PROM. (kg/cm ²)
PROBETA Nº01	13.50		15	27060	176.72	153.128	72.92%		
PROBETA Nº02	13.50	7 DIAS	15.24	28080	182.42	153.935	73.30%	73.71%	154.797
PROBETA Nº03	13.55		15.195	28530	181.34	157.329	74.92%		
PROBETA Nº01	13.50		15	31786	176.72	179.872	85.65%		
PROBETA Nº02	13.50	14 DIAS	15	32346	176.72	183.040	87.16%	88.13%	185.066
PROBETA Nº03	13.45		15	33980	176.72	192.287	91.57%		
PROBETA Nº01	13.50		15	39925	176.72	225.929	107.59%		
PROBETA Nº02	13.45	28 DIAS	15.2	38690	181.46	213.216	101.53%	104.17%	218.749
PROBETA Nº03	13.45		15	38365	176.72	217.101	103.38%		

Fuente: Prueba de Compresión. Laboratorio de Mecánica De Suelos de la Universidad San Pedro

Interpretación:

De los resultados obtenidos de la prueba de compresión, se registra que a los 7 días se alcanzó una resistencia promedio 73.71%. lo cual se encuentra en el rango de 70% - 75%, Asimismo podemos ver que los resultados registrados a los 14 y 28 días incremento a 88.13% y 104.17% los cuales también se encuentran en el rango de 80% - 90% y 100% respectivamente, estos resultados nos llevan a la conclusión de que el diseño de mezcla obtenido en los laboratorios de la Universidad San Pedro fueron bien elaborados.

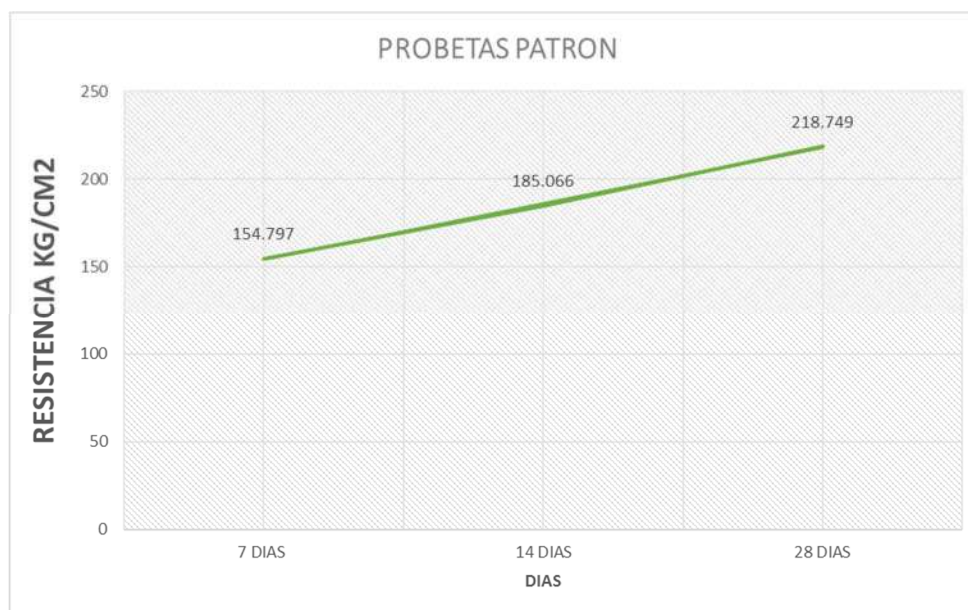


Figura 11: Resistencia Vs. Tiempo probetas patrón. **Fuente:** Elaboración propia.

CALCULOS Y RESISTENCIA A LA COMPRESION - AL 4 %

Tabla 17: Resistencia a la compresión del 4% a los 7, 14 y 28 días

PROBETAS	PESO (kg)	CURADO (días)	DIAMETRO (cm)	FUERZA (kg)	AREA (cm ²)	RESISTENCIA (kg/cm ²)	PORCENTAJES (%)	% PROMEDIO	RESISTENCIA PROM. (kg/cm ²)
PROBETA Nº01	13.45		15.02	29490	177.19	166.435	79.25%		
PROBETA Nº02	13.50	7 DIAS	15.12	30060	179.55	167.415	79.72%	80.13%	168.264
PROBETA Nº03	13.50		15.05	30410	177.90	170.943	81.40%		
PROBETA Nº01	13.50		15.02	36670	177.19	206.957	98.55%		
PROBETA Nº02	13.45	14 DIAS	15	37553	176.72	212.506	101.19%	100.13%	210.270
PROBETA Nº03	13.45		15	37348	176.72	211.346	100.64%		
PROBETA Nº01	13.50		15	47025	176.72	266.106	126.72%		
PROBETA Nº02	13.50	28 DIAS	15	48227	176.72	272.908	129.96%	127.49%	267.726
PROBETA Nº03	13.45		15.2	47935	181.46	264.165	125.79%		

Fuente: Prueba de Compresión. Laboratorio de Mecánica De Suelos de la Universidad San Pedro

Interpretación:

De los resultados obtenidos de la prueba de compresión, se registra que a los 7 días se alcanzó una resistencia promedio que supera lo establecido en el patrón superando en un 6.42% obteniendo 80.13% en los primeros 7 días. Asimismo podemos ver que los resultados registrados a los 14 y 28 días incremento consideradamente con respecto al patrón en 12% y 23.32% obteniendo 100.13% y 127.49%.

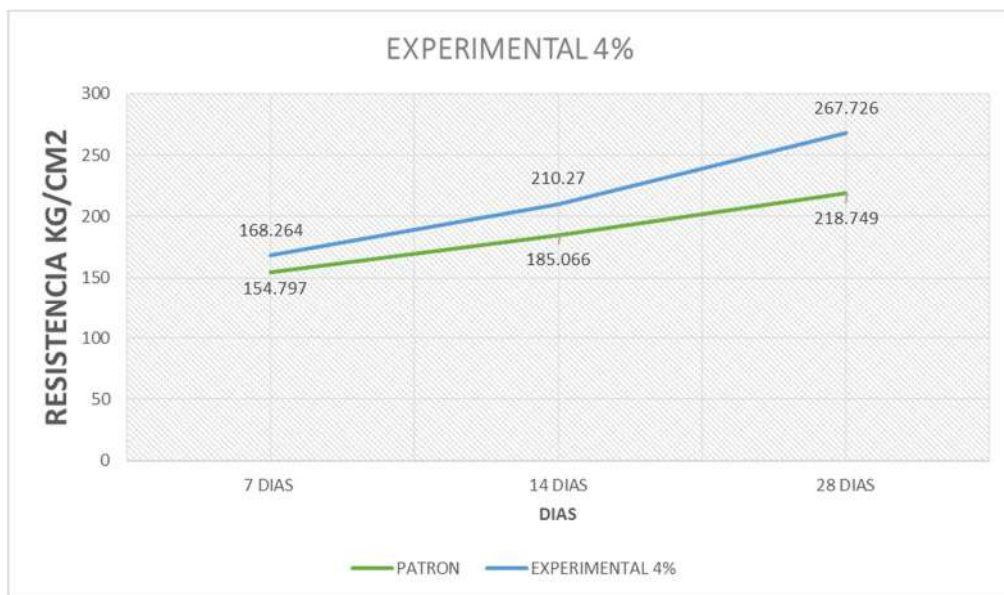


Figura 12: Resistencia vs Tiempo probetas con la sustitución 4 %. Fuente: Elaboración propia.

CALCULOS Y RESISTENCIA A LA COMPRESION - AL 7 %

Tabla 18: Resistencia a la compresión del 7% a los 7, 14 y 28 día

PROBETAS	PESO (kg)	CURADO (días)	DIAMETRO (cm)	FUERZA (kg)	AREA (cm ²)	RESISTENCIA (kg/cm ²)	PORCENTAJES (%)	% PROMEDIO	RESISTENCIA PROM. (kg/cm ²)
PROBETA N°01	13.55		15.2	28621	181.46	157.727	75.11%		
PROBETA N°02	13.50	7 DIAS	15.24	29070	182.42	159.362	75.89%	75.61%	158.774
PROBETA N°03	13.50		15.05	28327	177.90	159.234	75.83%		
PROBETA N°01	13.50		15	35032	176.72	198.240	94.40%		
PROBETA N°02	13.55	14 DIAS	15.03	35803	177.42	201.795	96.09%	95.91%	201.402
PROBETA N°03	13.50		15	36080	176.72	204.171	97.22%		
PROBETA N°01	13.45		15.2	45601	181.46	251.302	119.67%		
PROBETA N°02	13.50	28 DIAS	15.25	44172	182.65	241.834	115.16%	116.67%	245.003
PROBETA N°03	13.50		15.2	43890	181.46	241.873	115.18%		

Fuente: Prueba de Compresión. Laboratorio de Mecánica De Suelos de la Universidad San Pedro

Interpretación:

De los resultados obtenidos de la prueba de compresión, se registra que a los 7 días se alcanzó una resistencia promedio que supera lo establecido en el patrón, en 1.9% obteniendo 75.61% en los primeros 7 días. Asimismo podemos ver que los resultados registrados a los 14 días aumenta en 7.78% obteniendo 95.91% con respecto al patrón y a los 28 días aumenta la resistencia con respecto al patrón en 12.5% obteniendo 116.67%.

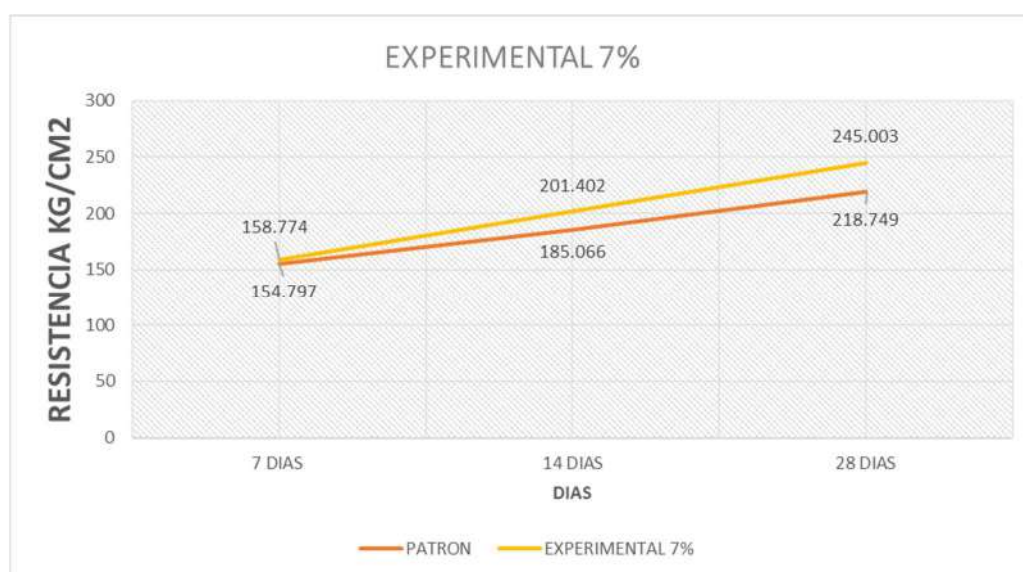


Figura 13: Resistencia vs tiempo probetas con la sustitución 7 %. Fuente: Elaboración propia.

COMPARACIÓN DE LAS RESISTENCIAS ALCANZADAS DE LOS DIFERENTES DISEÑOS DE MESCCLAS.

Tabla 19: Compresión axial promedio alcanzada de cada diseño.

DISEÑO	RESISTENCIA PROM. (KG/CM ²)		
	7 DIAS	14 DIAS	28 DIAS
Diseño patron ($f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$)	154.797	185.006	218.749
Diseño ($f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$) + 4% de cenizas de hoja de pino	168.264	210.27	267.726
Diseño ($f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$) + 7% de cenizas de hoja de pino	158.774	201.402	245.003

Fuente: Prueba de Compresión. Laboratorio de Mecánica De Suelos de la Universidad San Pedro

Interpretación:

De los resultados obtenidos de la Prueba de Compresión, se registra que la sustitución de 4% supero al patrón en todas sus edades, así mismo se registra que la sustitución de 7% supera al patrón, pero no logra superar a la sustitución de 4%.

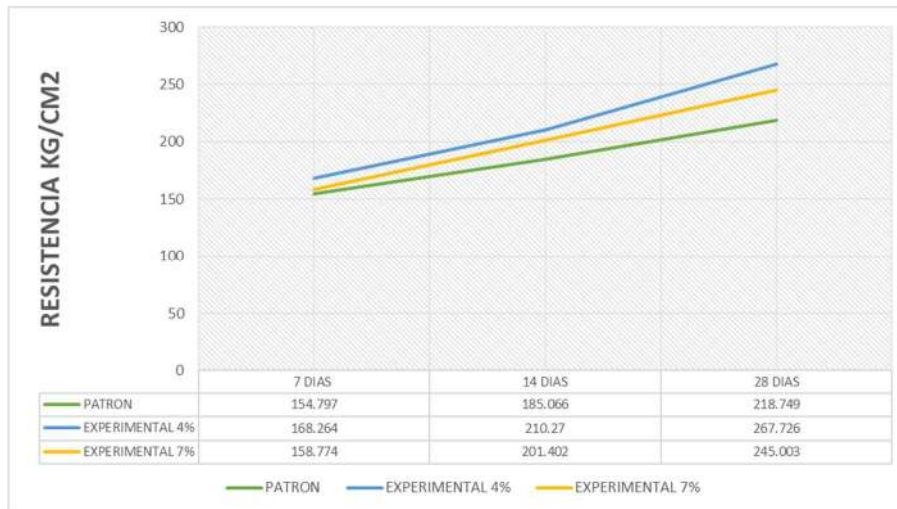


Figura 14: Resistencia vs tiempo alcanzada de cada diseño de mezclas . **Fuente:** elaboración propia.

ANÁLISIS Y DISCUSIÓN

Se presenta la discusión de los resultados obtenidos de la investigación realizada, Puede incluir el comentario de las técnicas más apropiadas, empleadas para la obtención de resultados:

Con respecto al ensayo de Análisis Térmico Diferencial, nos muestra en el gráfico de curva calorimétrica (ver anexo) que nuestro material pasa por tres etapas, la primera etapa empieza a los 110°C con la pérdida de un porcentaje de agua, a partir de ahí se sube la temperatura a 950°C donde se produce la eliminación del material volátil en la muestra, en la primera fase del análisis se realizó a los 110°C y 200°C donde se produce la degradación o combustión del material formándose dos picos endotérmicos leves, en la segunda fase que se produce a los 400°C, aparece un pico exotérmico y se realiza la descomposición a carbonatos, En la tercera fase se produce la obtención de óxidos teniendo lugar a los 550°C y 600°C, y donde se muestra dos picos endotérmicos de gran intensidad. Teniendo en cuenta lo antes mencionado la temperatura ideal de calcinación de las cenizas de hojas de pino es de 600°C por un espacio de 2 horas.

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, registran los componentes químicos de Oxido de Calcio (CaO) 41.434%, Oxido de silicio (SiO₂) 4.997%, Oxido de aluminio (OAl) 3.508% con un total de 49.939%, Los análisis de espectroscopia de energía dispersiva (EDS) realizados a la ceniza de hoja de pino registran los componentes químicos de Oxido de Calcio (CaO) 35.441%, Oxido de silicio (SiO₂) 4.450%, Oxido de aluminio (OAl) 2.5% con un total de 42.397%. Con esto confirmamos que el método de Espectrometría de Fluorescencia de rayos X, nos arroja mejores resultados en relación a los principales componentes químicos del cemento.

Se puede observar que en la composición química de las cenizas de hojas de pino el Óxido de Calcio (CaO) 41.434% 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 (Al_2O_3) 3.508% 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 (SiO_2) 4.997% es un compuesto de hidratación lenta que proporciona una ganancia gradual de resistencia; esto ocurre en un período largo después de 28 días. el Óxido de potasio (K_2O) 21.142% influye absorbiendo mayor cantidad de agua y produciendo eflorescencia en el concreto mientras que el ,Tiróxido de Hierro, (Fe_2O_3) 2.353%, Trióxido de Azufre, (SO_3) 0.112% trae problemas de expansión, el volumen del concreto incrementa produciendo rajaduras y disminuyendo así la resistencia a largo plazo. Mientras que el Oxido de Magnesio (MgO) 12.446% Cuando es superior al 5% en el Clinker, el cemento puede ser ya expansivo, en pequeñas proporciones no reacciona quedándose como tal MgO , este oxido 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) 10.060%, 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 4% de cenizas de hojas de pino, se obtiene una resistencia a la compresión axial superior a la del patrón tanto en los 7, 14 y 28 días, teniendo como resultados 267.726 kg/cm² a este porcentaje de adición corresponde un incremento de la resistencia a la compresión de 23.32%. con respecto al patrón.

Al adicionar el 7% de cenizas de hojas de pino se obtiene una resistencia a la compresión axial al los 28 días de 245.003 kg/cm², a este porcentaje de adición

corresponde un incremento de la resistencia a compresión de 12.5% con respecto al patrón.

La sustitución del cemento por las cenizas de hoja de pino al 4% ha trabajado mucho mejor que la sustitución al 7% a edades de 7,14 y 28 días como se muestra en la tabla N° 22

La relación agua cemento utilizada para realizar el diseño de mezcla de la probeta patrón fue de $a/c=0.70$, para el diseño de mezcla de la sustitución con la ceniza de hoja de pino al 4% fue $a/c = 0.73$ y 7% fue $a/c= 0.75$.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Se cumple con la hipótesis planteada en la sustitución del cemento por la cenizas de hojas de pino es decir la adición de diferentes porcentajes de cenizas incrementa hasta un 23% la resistencia de compresión axial del concreto ($f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$).

Se realizó la activación de cenizas de hoja de pino a 600° por 2 horas.

Los análisis de Fluorescencia de rayos X es más relevante que los análisis de espectroscopia de energía dispersiva (EDS), por que los rayos van más profundo a las moléculas de la materia (cenizas de hojas de pino), los cuales nos muestran mejores resultados en cambio el EDS, solo nos muestra resultados superficialmente de la materia.

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 si podemos sustituir el cemento por cenizas de hojas de pino pero en pequeñas cantidades menores a 7% ya que al superar este porcentaje la resistencia a la compresión disminuye.

Las cenizas de hojas de pino 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.

Del presente trabajo de investigación se considera las siguientes recomendaciones:

En futuras investigaciones determinar la resistencia del concreto con adición de hojas de ceniza de pino a mayores porcentajes reportados en este trabajo.

Se recomienda el uso de cenizas de hojas de pino para el aumento de la resistencia a la compresión axial del concreto a edades tempranas.

Continuar estudiando este material cenizas de hojas de pino, y realizar ensayos a diferentes temperaturas.

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.

REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

- Abigail, g. (2011). “*The back to basics handbook*. “
- Agreda, l., & keiner, m. (2012). “*Análisis de las propiedades mecánicas del mortero modificado a base de residuos industriales, para ser usado en elementos estructurales y no estructurales. Bolívar: universidad de oriente nucleo bolívar.*”
- Alfonso, e. D. (-). “*La industria del cemento dentro de la problemática de la contaminación de la admosfera. España*. Recuperada el 25 de mayo del 2017, de :
“<http://materconstrucc.revistas.csic.es/index.php/materconstrucc/article/viewFile/1180/1313>”
- Copelat. (1962). “*Cemnet gel and its specific Surface*”.
- Bernal, C., (2006) “*Metodología de la Investigación*”, Pearson Educación, México. Recuperada el 25 de mayo del 2017, de :
http://books.google.com.pe/books?id=h4X_eFai59oC&printsec=frontcover&hl=es&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false
- Farmington, h. M. (2005). “*Requisitos de reglamento para concreto estructural (aci 318s-05) y comentario (aci 318sr-05)*. “
- Freites, a., osuna, m., & rodrigues, h. (2013).” *Estudio de la resistencia a compresión en mezclas de concreto,. Venezuela*. Recuperada el 25 de mayo del 2017, de :
http://materialesalternativos.weebly.com/uploads/2/0/6/2/20628570/palma_chaguaramo_.pdf
- García, motto, & aguirre. (2006,2005,2010). “*Ficus planta hornamental*.”
- Gonzales de la cotera, m. (1962). “*Tecnología del concretodiseño de mezclas. Lima*. Recuperada el 26 de mayo del 2017, de :
<http://repositorio.unc.edu.pe/bitstream/handle/UNC/632/T%20666.893%20C569%202015.pdf?sequence=1>
- Icontec. (2014). “*Norma técnica colombiana. Cplombia*”.
- Juarez, b. ., (2005). “*Mecánica de suelos tomo i , fundamentos de la mecánica de suelos . Mexico.*”

- Laura, h. (2006). *“Diseño de mezclas de concreto . Puno. “*
- Marquez, l., & alejandra. (2016). *“Algarrobo (acacia macracantha). Islas galápagos, santa cruz, galápagos, ec (google, osm). “*
- Molina, b. (2008). *“La influencia de las propiedades del cemento portland en hormigones con cenizas volantes.”*. Recuperada el 26 de mayo del 2017, de http://oa.upm.es/3885/1/INVE_MEM_2008_57665.pdf
- Ossa, m., & jorquera, h. *. (1984). *“Cementos con cenizas volantes .”*
- Powers, & scanlon. (1932;1994). *“Efecto de la temperatura de colocación (hormigonado o puesta en obra) en el asentamiento en cono de abrams (y la trabajabilidad relativa) de dos concretos confeccionados con diferentes cementos. (burg 1996).”*
- Ramireza, s. (2008). *“Propiedades mecánicas y microestructura de concreto conteniendo mucilago de nopal como aditivo natural . Santa cruz xoxocotlan.”* . Recuperada el 26 de mayo del 2017, de : <http://www.ciidiroaxaca.ipn.mx/pcano/?q=node/3>
- Ríos, e. (2011). *“empleo de la ceniza de bagazo de caña de azúcar (cbca) como sustituto. Xalapa.”*
- Rivera, g. (2010). *“Agregados para morteros o concreto.”*
- Rivva, e. (2006). *“Dirabilidad y patología del concreto.”*
- Rne, m. D. (2007). *“Según reglamento nacional de edificaciones. Lima.”*
- Romero, m., & salazar, d. (2013). *“Estudio de la resistencia a compresión en mezclas de concreto,. Venezuela “.*
- Salas, j., & castillo, p. (1986). *“Empleo de cenizas de cascara de arroz. España”.*
- Sánchez, r. D. (2015). *“Comportamiento mecánico de una mezcla para concreto. Bogota “.*

Torre, c. (2012). “*Tecnología del concreto para residentes, supervisores y residentes, supervisores y proyectistas proyectist. Lima*”. Recuperada el 28 de mayo del 2017, de : <http://biblioteca.uns.edu.pe/saladocentes/archivoz/publicacionez/cementos.pdf>

AGRADECIMIENTO

A Dios por que estuvo siempre con migo guiándome en todo los momentos importantes de mi vida y por darme la fuerza necesaria en aquellos momentos difíciles que me tocó vivir, por hacer realidad este sueño anhelado.

A la “UNIVERSIDAD SAN PEDRO”, así como a los docentes que impartieron sus conocimientos y experiencias en mi.

A mi Asesor de tesis, Ing. Castañeda Gamboa, Rogelio 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.

A mis padres que han sabido formarme a pesar de las adversidades con buenos ejemplos y valores.

A mi ESPOSA E HIJA por brindarme su apoyo y comprensión para para seguir adelante en este sueño que hoy se hace realidad.

Son muchas las personas que han formado parte de mi vida profesional a las que me encantaría agradecerles su amistad, consejos, apoyo, ánimo y compañía en los momentos más difíciles de mi vida.

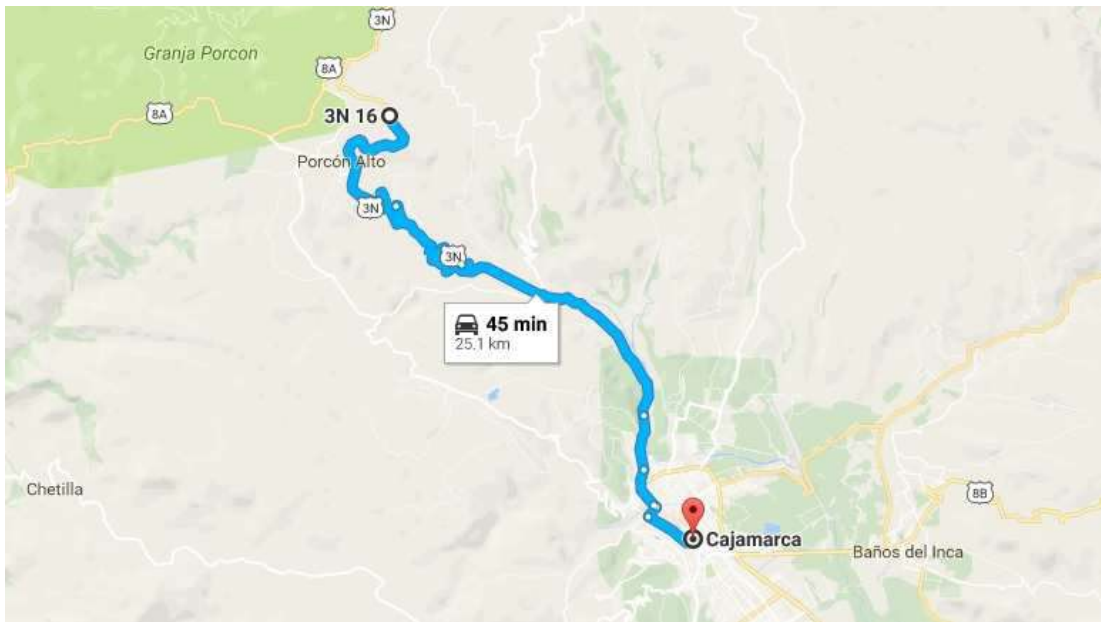
Para ellos: Muchas gracias y que Dios los bendiga.

El Autor

Anexos

ANEXO 1

PANEL FOTOGRAFICO



Mapa N° 01: Porcon a 25.1 Km de Cajamarca



Mapa N° 2: Trayectoria para llegar a Porcon



Mapa N° 3: Señalización de la producción de planta de Pino



Fotografía N° 01: Materia Prima



Fotografía N° 02: Abundante pantas de pino



Fotografía N° 03: Frondosos pinos



Fotografía N° 04: Hojas de pino



Fotografía N° 05: Talado del pino



Fotografía N° 06: Corte de las hojas de pino



Fotografía N° 07: Recogiendo las hojas de pino



Fotografía N° 08: Traslado de la materia prima



Fotografía N° 09: Separación de las hojas de las ramas de pino



Fotografía N° 10: Secado de las hojas de pino



Fotografía N° 11: Calcinación de las hojas de pino



Fotografía N° 12: Cenizas de hojas de pino



Fotografía N° 13: Recolección de cenizas de hojas de pino



Fotografía N° 14: Tamizado de la ceniza



Fotografía N° 15: La Ceniza fue Tamizada para una mayor trabajabilidad



Fotografía N° 16: Universidad nacional de Trujillo



Fotografía N° 17: Facultad de Ingeniería Metalúrgica en la UNT



Fotografía N° 18: Horno para Calcinación



Fotografía N° 19: Calcinación a los 600°



Fotografía N° 20: agregado grueso (cantera Rubén)



Fotografía N° 21: Agregado fino cantera (Vesique)

ANÁLISIS FÍSICO DE LOS AGREGADOS

Granulometría de los agregados (ASTM C136/NTP 400.012)

agregado fino.

Se tomó 1342.5 gr de la muestra por cuarteo lo 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.



Fotografía N° 22: Mesclando el agregado
fino



Fotografía N° 23: Tamizando el agregado
fino

agregado grueso.

Se tomó 2289.4 gr de la muestra por cuarteo lo cual se pasó por el juego de tamices según la norma ASTM C136, posteriormente se registró los pesos retenidos en cada malla, para luego procesar los datos.



Fotografía N° 24: Tamizando el agregado grueso



Fotografía N° 25: Agregado grueso

PESO UNITARIO SUELTO

Peso unitario y contenido de los 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 5cm para luego registrar su peso.



Fotografía N° 26: Llenado del recipiente para el peso



Fotografía N° 27: Peso del agregado fino
suelto

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, enrazándolo, luego se procedió a registrar el peso de la muestra compactada.



Fotografía N° 28: Compactado del agregado grueso



Fotografía N° 29: Peso 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 pesar la tara y luego se le agrega una proporción de agregado (fino o grueso). Continuación se lleva la muestra a una estufa eléctrica por 24 horas. Una vez seco el agregado se retira y se deja enfriar para después tomar el peso de la tara con el material seco.



Fotografía N° 30: Peso del agregado fino para el contenido de humedad



Fotografía N° 31: Pesado del agregado grueso



Fotografía N° 33: Colocando las taras en el horno



Fotografía N° 32: Material pesado y en taras

peso específico y absorción de los agregados.

Agregado fino (ASTM C128 / NTP 400.23).

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 asta que el material este suelto. Luego se toma el molde cónico el cual se llenó de material y se aprisiono con 25 caídas del compactador desde una altura aproximada de 5cm.

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 asta que el cono se derrumbe ligeramente al retirar el molde lo que indica que la muestra a alcanzado la condición de superficie seca. Posteriormente se llenó un picnómetro con agua, se pesó, se le boto un poco de agua, se le 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.

Fotografía N° 34: Mojado del material grueso



Fotografía N° 35: Secado del material fino



Fotografía N° 36: Material después del llenado en el molde



Fotografía N° 37: Peso del picnómetro con agua



Fotografía N° 38: absorción del aire

Agregado grueso (ASTM C127 / NTP 400.021).

En el agregado grueso se tomó una muestra del agregado la cual se sumergió en agua durante 24 horas a una temperatura ambiente, pasa este

tiempo se deja escurrir el material durante unos minutos se seca superficialmente y se registra su 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 el 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 de determino la densidad aparente y el porcentaje de absorción del agregado grueso.



Fotografía N° 39: Agregado grueso en agua

ENSAYO DE CONCRETO FRESCO Y LLENADO DE PROBETAS



Fotografía N° 40: Peso de la muestra en la canastilla



Fotografía N° 42: Limpieza de probetas



Fotografía N° 41: Secado de la muestra en el horno



Fotografía N° 43: Peso del cemento



Fotografía N° 44: Peso del agregado grueso



Fotografía N° 46: Slump



Fotografía N° 45: Mescla de los materiales
en el trompito



Fotografía N° 47: Colocación de probetas
para su llenado



Fotografía N° 48: Chuseado del concreto



Fotografía N° 50: Curado de las probetas



Fotografía N° 51: Peso de las probetas



Fotografía N° 49: Probetas patron

EXPERIMENTAL (4%)



Fotografía N° 52: Peso de la cenizas



Fotografía N° 54: Slump de la combinación



Fotografía N° 53: Material para la combinación



Fotografía N° 55: Porcentaje de las mezcla



Fotografía N° 56: Mesclando la combinación



Fotografía N° 58: Probetas con la combinación cenizas de hojas de pino (4%)



Fotografía N° 57: Mescla del material



Fotografía N° 59: Probetas con la combinación cenizas de hojas de pino (7%)

ENSAYO A LA COMPRESION



Fotografía N° 60: Ensayo de resistencia del patron



Fotografía N° 62: Maquina de ensayo a la compresión



Fotografía N° 63: Rotura de la probeta



Fotografía N° 61: Probeta patrón

ANEXO N°2
ANALISIS DE LOS AGREGADOS



UNIVERSIDAD
SAN PEDRO

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

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION

SOLICITA : BACH. SANCHEZ MENDOZA HERNANDO RAFAEL.
TESIS : RESISTENCIA DEL CONCRETO FC=210 KG/CM2 CON SUSTITUCION DE CEMENTO EN 4% Y 7%
POR CENIZAS DE HOJAS DE PINOPALIS*
LUGAR : CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - ANCASH
FECHA : 17/11/2017

F'c : 210 Kg/cm2

N°	ELEMENTO	ESTAMP.	MOLDEO	NOTURA	DIAS	Kg-Cm2	RES.F.C.P. (%)
01	PATRON	3,2	14/04/2016	21040216	3	153.13	72.92
02	PATRON	3,2	14/04/2016	21040216	3	153.93	73.30
03	PATRON	3,2	14/04/2016	21040216	7	157.33	74.92
04	PATRON	3,2	14/04/2016	20540216	14	179.87	85.65
05	PATRON	3,2	14/04/2016	20540216	14	183.04	87.16
06	PATRON	3,2	14/04/2016	20540216	14	182.29	87.57
07	PATRON	3,2	14/04/2016	12050216	28	225.93	107.59
08	PATRON	3,2	14/04/2016	12050216	28	213.22	101.53
09	PATRON	3,2	14/04/2016	12050216	28	217.19	103.38

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

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



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

www.usanpedro.edu.pe

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

Cel. 990579937

Email: lmsyem@usanpedro.edu.pe



UNIVERSIDAD
SAN PEDRO

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

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION-EXPERIMENTAL 4%

SOLICITA : BACH. SANCHEZ MENDOZA HERNANDO RAFAEL
TESIS : RESISTENCIA DEL CONCRETO F'c=210 kg/cm² CON SUSTITUCION DE CEMENTO EN 4% Y 7%
POR CENIZAS DE HOJAS DE PINO "PHELIS"
LUGAR : CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - ANCAESH
FECHA : 17/11/2017

F'c : 210 kg/cm²

N°	TIENGO	MEDIO (")	FECHA		EDAD DIAS	F'c kg/cm ²	RESUL (%)
	ELEMENTO		MOLDEO	ROTURA			
01	EXPERIMENTAL 4%	3,30	1306/2017	20/06/2017	7	196.43	79.23
02	EXPERIMENTAL 4%	3,30	1306/2017	20/06/2017	7	167.42	79.72
03	EXPERIMENTAL 4%	3,30	1306/2017	20/06/2017	7	170.54	81.40
04	EXPERIMENTAL 4%	3,30	1306/2017	23/06/2017	14	206.56	98.55
05	EXPERIMENTAL 4%	3,30	1306/2017	23/06/2017	14	212.51	101.19
06	EXPERIMENTAL 4%	3,30	1306/2017	23/06/2017	14	211.35	100.64
07	EXPERIMENTAL 4%	3,30	1306/2017	13/07/2017	20	266.11	126.72
08	EXPERIMENTAL 4%	3,30	1306/2017	13/07/2017	20	272.91	129.96
09	EXPERIMENTAL 4%	3,30	1306/2017	14/07/2017	20	264.16	125.79

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

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION-EXPERIMENTAL 7%

SOLICITA : BACH. SANCHEZ MENDOZA HERNANDO RAFAEL
TESIS : RESISTENCIA DEL CONCRETO F'c=210 Kg/cm2 CON SUSTITUCION DE CEMENTO EN 4% Y 7%
POR CENizas DE HOJAS DE PINO "PINEUS"
LUGAR : CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - ANCASH
FECHA : 17/11/2017

F'c : 210 Kg/cm2

Nº	TIEMPO	σ _{adm}	FECHA	EDAD	PC	F'c	
Nº	ELEMENTO	(*)	MOLDEO	ROTERA	DIAS	Kg/Cm2	(%)
01	EXPERIMENTAL 7%	3,10	14/06/2017	21/06/2017	7	157.73	75.11
02	EXPERIMENTAL 7%	3,10	14/06/2017	21/06/2017	7	139.36	75.89
03	EXPERIMENTAL 7%	3,10	14/06/2017	21/06/2017	7	159.23	75.83
04	EXPERIMENTAL 7%	3,10	14/06/2017	20/06/2017	14	198.52	94.53
05	EXPERIMENTAL 7%	3,10	14/06/2017	20/06/2017	14	201.00	96.00
06	EXPERIMENTAL 7%	3,10	14/06/2017	20/06/2017	14	204.17	97.22
07	EXPERIMENTAL 7%	3,10	14/06/2017	12/07/2017	28	251.30	119.67
08	EXPERIMENTAL 7%	3,10	14/06/2017	12/07/2017	28	241.83	115.16
09	EXPERIMENTAL 7%	3,10	14/06/2017	12/07/2017	28	241.87	115.18

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

CONTENIDO DE HUMEDAD AGREGADO GRUESO
(ASTM D-2216)

SOLICITA : BACH. SANCHEZ MENDOZA HERNANDO RAFAEL
TESIS : RESISTENCIA DEL CONCRETO F'c=210 KG/CM2 CON SUSTITUCION DE CEMENTO EN 4% Y 7%
POR CENIZAS DE HOJAS DE PINO*PINUS*
LUGAR : CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - ANCASH
CANTERA : RUBEN
MATERIAL : PIEDRA CHANCADA
FECHA : 17/11/2017

PRUEBA N°	01	02
TARA N°		
TARA + SUELO HUMEDO (gr)	1032.3	1063
TARA + SUELO SECO (gr)	1026.5	1056.6
PESO DEL AGUA (gr)	5.8	6.4
PESO DE LA TARA (gr)	204.7	201.3
PESO DEL SUELO SECO (gr)	821.8	855.3
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	0.71	0.75
PROM. CONTENIDO HUMEDAD (%)	0.73	



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
Laboratorio de Mecánica de Suelos y Ensayo de Materiales
Jorge Montañez Reyes
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: SANCHEZ MENDOZA HERNANDO RAFAEL
TESIS : RESISTENCIA DEL CONCRETO $F'c=210$ KG/CM² CON SUSTITUCION DE CEMENTO EN 4% Y 7%
POR CENIZAS DE HOJAS DE PINO "PINUS"
LUGAR : CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - ANCASH
CANTERA : VESIQUE
MATERIAL : ARENA GRUESA
FECHA : 17/11/2017

PRUEBA N°	01	02
TARA N°		
TARA + SUELO HUMEDO (gr)	983.9	978
TARA + SUELO SECO (gr)	979.1	973
PESO DEL AGUA (gr)	4.5	5
PESO DE LA TARA (gr)	170	165.7
PESO DEL SUELO SECO (gr)	809.1	807.3
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	0.59	0.62
PROM. CONTENIDO HUMEDAD (%)	0.61	



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

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

SOLICITA : BACH: SANCHEZ MENDOZA HERNANDO RAFAEL
TESIS : RESISTENCIA DEL CONCRETO PC=210 KG/CM2 CON SUSTITUCION DE CEMENTO EN 4% Y 7%
POR CENIZAS DE HOJAS DE PINO/PINUS*
LUGAR : CHIMBOTE – PROVINCIA DEL SANTA – ANCASH
CANTERA : RUBEN
MATERIAL : PIEDRA CHANCADA
FECHA : 17/11/2017

A	Peso de material saturado superficialmente seco (aire)	1040.80	1036.30
B	Peso de material saturado superficialmente seco (agua)	670.50	667.50
C	Volumen de masa + volumen de vacíos (A-B)	370.30	368.80
D	Peso de material seco en estufa	1033.70	1026.30
E	Volumen de masa (C-(A-D))	363.20	358.80
G	P.e. Bulk (Base Seca) D/C	2.792	2.783
H	P.e. Bulk (Base Saturada) A/C	2.811	2.810
I	P.e. Aparente (Base Seca) D/E	2.846	2.860
F	Absorción (%) ((D-A)/A)x100	0.69	0.97

P.e. Bulk (Base Seca) : 2.787
P.e. Bulk (Base Saturada) : 2.810
P.e. Aparente (Base Seca) : 2.853
Absorción (%) : 0.83

UNIVERSIDAD SAN PEDRO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
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

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

SOLICITA : BACH: SANCHEZ MENDOZA HERNANDO RAFAEL
TESIS : RESISTENCIA DEL CONCRETO F'c=210 KG/CM2 CON SUSTITUCION DE CEMENTO EN 4% Y 7%
POR CENIZAS DE HOJAS DE PINO 'PINUS'
LUGAR : CHIMBOTE – PROVINCIA DEL SANTA – ANCASH
CANTERA : VESIQUE
MATERIAL : ARENA GRUESA
FECHA : 17/11/2017

A	Peso de material saturado superficialmente seco (aire)	gr.	300.00	300.00
B	Peso de picnometro + agua	gr.	664.00	664.00
C	Volumen de masa + volumen de vacios (A+B)	cm ³	964.00	964.00
D	Peso de picnometro + agua + material	gr.	850.90	850.90
E	Volumen de masa + volumen de vacios (C-D)	cm ³	113.10	113.10
F	Peso de material seco en estufa	gr.	296.90	296.90
G	Volumen de masa (E-(A-F))		110.00	110.00
H	P.e. Bulk (Base Seca)	F/E	2.625	2.625
I	P.e. Bulk (Base Saturada)	A/E	2.653	2.653
J	P.e. Aparente (Base Seca)	F/E	2.699	2.699
K	Absorción (%) ((D-A)/A)x100		1.04	1.04

P.e. Bulk (Base Seca) : 2.625
P.e. Bulk (Base Saturada) : 2.653
P.e. Aparente (Base Seca) : 2.699
Absorción (%) : 1.04



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



PESO UNITARIO DEL AGREGADO FINO

SOLICITA : BACH. SANCHEZ MENDOZA HERNANDO RAFAEL
TESES : RESISTENCIA DEL CONCRETO $f'c=210$ KG/CM² CON SUSTITUCION DE CEMENTO EN 4% Y 7%
POR CENZAS DE HOJAS DE PINO "PINJUS"
LUGAR : CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - ANCASH
CANTERA : VESIQUE
MATERIAL : ARENA GRUESA
FECHA : 17/11/2017

PESO UNITARIO SUELTO

Ensayo N°	01	02	03
Peso de molde + muestra	7950	7950	7900
Peso de molde	3320	3320	3320
Peso de muestra	4630	4630	4580
Volumen de molde	2788	2788	2788
Peso unitario (Kg/m ³)	1661	1662	1642
Peso unitario prom. (Kg/m ³)	1655		
CORREGIDO POR HUMEDAD	1645		

PESO UNITARIO COMPACTADO

Ensayo N°	01	02	03
Peso de molde + muestra	8350	8300	8320
Peso de molde	3320	3320	3320
Peso de muestra	5030	4980	5000
Volumen de molde	2788	2788	2788
Peso unitario (Kg/m ³)	1804	1788	1793
Peso unitario prom. (Kg/m ³)	1795		
CORREGIDO POR HUMEDAD	1784		

 UNIVERSIDAD SAN PEDRO
FACULTAD DE INGENIERIA
Ing. Jorge Huáñez Reyes
JEFE



UNIVERSIDAD
SAN PEDRO

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

PESO UNITARIO DEL AGREGADO GRUESO

SOLICITA : BACH. SANCHEZ MENDOZA HERNANDO RAFAEL
TESIS : RESISTENCIA DEL CONCRETO FC=210 KG/CM2 CON SUSTITUCION DE CEMENTO EN 4% Y 7%
POR CENIZAS DE HOJAS DE PINO PINUS*
LUGAR : CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - ANCASH
CANTERA : RUBEN
MATERIAL : PIEDRA CHANCADA
FECHA : 17/11/2017

PESO UNITARIO SUELTO

Ensayo N°	0 1	0 2	0 3
Peso de molde + muestra	18050	18150	18120
Peso de molde	5120	5120	5120
Peso de muestra	12930	13030	13000
Volumen de molde	9354	9354	9354
Peso unitario (Kg/m ³)	1382	1393	1380
Peso unitario prom. (Kg/m ³)	1388		
CORREGIDO POR HUMEDAD	1378		

PESO UNITARIO COMPACTADO

Ensayo N°	0 1	0 2	0 3
Peso de molde + muestra	20100	20000	20050
Peso de molde	5120	5120	5120
Peso de muestra	14980	14880	14930
Volumen de molde	9354	9354	9354
Peso unitario (Kg/m ³)	1601	1591	1596
Peso unitario prom. (Kg/m ³)	1596		
CORREGIDO POR HUMEDAD	1585		



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



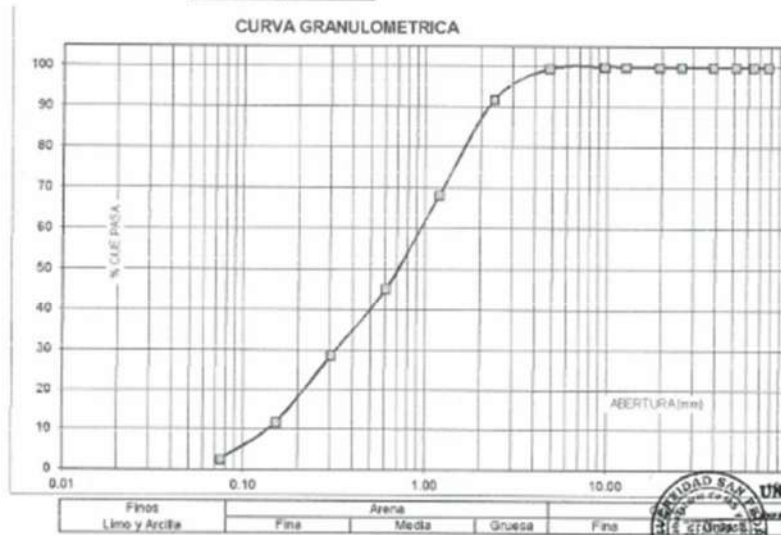
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO AGREGADO FINO
(ASTM C 136-06)

SOLICITA : BACH. SANCHEZ MENDOZA HERNANDO RAFAEL.
 TESIS : RESISTENCIA DEL CONCRETO F'c=210 KG/CM2 CON SUSTITUCION DE CEMENTO EN 4% Y 7%
 POR CENIZAS DE HOJAS DE PINO PINUS*
 LUGAR : CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - ANCASH
 CANTERA : VESIQUE
 MATERIAL : ARENA GRUESA
 FECHA : 17/11/2017

TAMIZ	Abert. (mm)	Peso retenido (gr.)	% ret. Parcial (%)	% ret. 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	0.0	0.0	0.0	100.0
N° 4	4.76	6.7	0.5	0.5	99.5
N° 8	2.36	103.2	7.7	8.2	91.8
N° 16	1.18	316.5	23.6	31.8	68.2
N° 30	0.60	309.5	23.0	54.7	45.3
N° 60	0.30	222.2	16.6	71.3	28.7
N° 100	0.15	227.3	16.9	88.2	11.8
N° 200	0.08	122.7	9.1	97.4	2.6
PLATO ASTM C-117-94		35.4	2.6	100.0	0.0
TOTAL		1342.5	100.0		

PROPIEDADES FISICAS	
Módulo de Fineza	2.55

OBSERVACIONES
La Muestra tomada identificada por el solicitante.



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES
 Ing. Jorge Montañez Reyes
 I.P.P.



**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. SANCHEZ MEJDOZA HERNANDO RAFAEL
 TESIS: RESISTENCIA DEL CONCRETO FC=210 KG/CM2 CON SUSTITUCION DE CEMENTO EN 4% Y 7%
 POR CENIZAS DE HOJAS DE PINO/PALUS*
 LUGAR: CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - ANCASH
 CAÑERA: RUBEN
 MATERIAL: PIEDRA CHANCADA
 FECHA: 17/11/2017

TAMIZ	ABERT (mm)	Peso retenido (g)	% ret. Parcial (%)	% ret. Acum. (%)	% Que pasa (gr.)
Nº					
3"	76 200	0.0	0.0	0.0	100.0
2 1/2"	63 500	0.0	0.0	0.0	100.0
2"	50 800	0.0	0.0	0.0	100.0
1 1/2"	38 100	0.0	0.0	0.0	100.0
1"	25 400	807.0	20.5	20.5	73.5
Nº	19 100	1129.6	40.8	70.3	23.7
3/2"	12 500	323.4	14.1	87.4	9.6
Nº	9 520	219.4	9.6	100.0	0.0
Nº 8	4 750	0.0	0.0	100.0	0.0
Nº 6	2 360	0.0	0.0	100.0	0.0
Nº 10	1 500	0.0	0.0	100.0	0.0
Nº 30	0 600	0.0	0.0	100.0	0.0
Nº 50	0 300	0.0	0.0	100.0	0.0
Nº 100	0 150	0.0	0.0	100.0	0.0
Nº 200	0 075	0.0	0.0	100.0	0.0
PLATO	ASTM C-117.04	0	0.0	100.0	0.0
TOTAL		2289.4	100.0		

PROPIEDADES FISICAS	
Tamaño Mximo Nominal	1"
Módulo	Nº 87 Ref. (ASTM C-33)

OBSERVACIONES
La Muestra tomada identificada por el solicitante.



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

DISEÑO DE MEZCLA (7% SUSTITUCION DEL CEMENTO)

SOLICITA : BACH. SANCHEZ MENDOZA HERNANDO RAFAEL
TESIS : RESISTENCIA DEL CONCRETO FC=210 KG/CM² CON SUSTITUCION DE CEMENTO EN 4% Y 7%
POR CENIZAS DE HOJAS DE PINO "PINUS"
LUGAR : CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - ANCASH
FECHA : 17/11/2017

ESPECIFICACIONES

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

MATERIALES

A.- Cemento :

- Tipo I "Pacasmayo"
- Peso específico 3.12

B.- Agua :

- Potable, de la zona.

C.- Agregado Fino :

CANTERA : VESIQUE

- Peso específico de masa 2.83
- Peso unitario suelto 1845 kg/m³
- Peso unitario compactado 1784 kg/m³
- Contenido de humedad 0.61 %
- Absorción 1.04 %
- Módulo de fineza 2.55

D.- Agregado grueso

CANTERA : RUBEN

- Piedra, perfil angular
- Tamaño Máximo Nominal 1"
- Peso específico de masa 2.79
- Peso unitario suelto 1378 kg/m³
- Peso unitario compactado 1585 kg/m³
- Contenido de humedad 0.73 %
- Absorción 0.83 %





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 1" , el volumen unitario de agua es de 193 lt/m³ .

RELACIÓN AGUA - CEMENTO

Se obtiene una relación agua - cemento de 0.760

VOLUMENES ABSOLUTOS

Cemento.....	(m ³)	0.083
7% CENIZAS DE HOJAS DE PINO.....	(m ³)	0.007
Agua efectiva.....	(m ³)	0.193
Agregado fino.....	(m ³)	0.304
Agregado grueso.....	(m ³)	0.398
Aire.....	(m ³)	0.015
		<u>1.000</u> m ³

PESOS SECOS

Cemento.....	262.41	kg/m ³
7% CENIZAS DE HOJAS DE PINO.....	19.751	
Agua efectiva.....	193.00	lts/m ³
Agregado fino.....	796.98	kg/m ³
Agregado grueso.....	1109.29	kg/m ³

PESOS CORREGIDOS POR HUMEDAD

Cemento.....	262.41	kg/m ³
7% CENIZAS DE HOJAS DE PINO.....	19.751	
Agua efectiva.....	197.64	lts/m ³
Agregado fino.....	801.82	kg/m ³
Agregado grueso.....	1117.36	kg/m ³

PROPORCIONES EN VOLUMEN

$$\frac{262.41}{262.41} : \frac{19.751}{262.41} : \frac{801.82}{262.41} : \frac{1117.36}{262.41}$$

$$1 : 0.08 : 3.06 : 4.26 \quad 29.77 \text{ lts / bolsa}$$





UNIVERSIDAD SAN PEDRO

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

(4% SUSTITUCION DEL CEMENTO)

SOLICITA : BACH: SANCHEZ MENDOZA HERNANDO RAFAEL
TESIS : RESISTENCIA DEL CONCRETO F'c=210 KG/CM2 CON SUSTITUCION DE CEMENTO EN 4% Y 7%
POR CENIZAS DE HOJAS DE PINO*PINUS*
LUGAR : CHIMBOTE – PROVINCIA DEL SANTA – ANCASH
FECHA : 17/11/2017

ESPECIFICACIONES

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

MATERIALES

A.- Cemento :

- Tipo I "Pacasmayo"
- Peso especifico 3.12

B.- Agua :

- Potable, de la zona.

C.- Agregado Fino :

CANTERA : VESIQUE

- Peso especifico de masa 2.63
- Peso unitario suelto 1645 kg/m³
- Peso unitario compactado 1784 kg/m³
- Contenido de humedad 0.61 %
- Absorción 1.04 %
- Módulo de fineza 2.55

D.- Agregado grueso

CANTERA : RUBEN

- Piedra, perfil angular
- Tamaño Máximo Nominal 1"
- Peso especifico de masa 2.79
- Peso unitario suelto 1378 kg/m³
- Peso unitario compactado 1585 kg/m³
- Contenido de humedad 0.73 %
- Absorción 0.83 %





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 1", el volumen unitario de agua es de 193 lt/m³.

RELACIÓN AGUA - CEMENTO

Se obtiene una relación agua - cemento de 0.760

VOLUMENES ABSOLUTOS

Cemento.....	(m ³)	0.086
4% CENIZAS DE HOJAS DE PINO.....	(m ³)	0.004
Agua efectiva.....	(m ³)	0.193
Agregado fino.....	(m ³)	0.304
Agregado grueso.....	(m ³)	0.398
Aire.....	(m ³)	0.015
		<u>1.000</u> m ³

PESOS SECOS

Cemento.....	270.87	kg/m ³
4% CENIZAS DE HOJAS DE PINO.....	11.286	
Agua efectiva.....	193.00	lts/m ³
Agregado fino.....	796.98	kg/m ³
Agregado grueso.....	1109.29	kg/m ³

PESOS CORREGIDOS POR HUMEDAD

Cemento.....	270.87	kg/m ³
4% CENIZAS DE HOJAS DE PINO.....	11.286	
Agua efectiva.....	197.64	lts/m ³
Agregado fino.....	801.82	kg/m ³
Agregado grueso.....	1117.36	kg/m ³

PROPORCIONES EN VOLUMEN

$$\frac{270.87}{270.87} : \frac{11.286}{270.87} : \frac{801.82}{270.87} : \frac{1117.36}{270.87}$$

$$1 : 0.04 : 2.96 : 4.13 \quad 29.77 \text{ lts / bolsa}$$



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

SELECCIÓN DEL ASENTAMIENTO

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

VOLUMEN UNITARIO DE AGUA

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

RELACIÓN AGUA - CEMENTO

Se obtiene una relación agua - cemento de 0.684

FACTOR DE CEMENTO

F.C. : $193 / 0.684 = 282.16 \text{ kg/m}^3 = 6.64 \text{ bolsas / m}^3$

VALORES DE DISEÑO CORREGIDOS

Cemento.....	282.164 kg/m ³
Agua efectiva.....	197.639 lts/m ³
Agregado fino.....	801.816 kg/m ³
Agregado grueso.....	1117.357 kg/m ³

PROPORCIONES EN PESO

$$\frac{282.16}{282.16} : \frac{801.816}{282.16} : \frac{1117.36}{282.16}$$

1 : 2.84 : 3.96 : 29.77 lts / bolsa

PROPORCIONES EN VOLUMEN

1 : 2.58 : 4.28 : 29.77 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



UNIVERSIDAD SAN PEDRO

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

DISEÑO DE MEZCLA

SOLICITA : BACH. GARCIA MENDOZA HERNANDO RAFAEL
TESIS : RESISTENCIA DEL CONCRETO $f'_{c}=210$ KG/CM² CON SUSTITUCION DE CEMENTO EN 4% Y 7%
POR CENIZAS DE HOJAS DE PINO "PINUS"
LUGAR : CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - ANCASH
FECHA : 17/11/2017

ESPECIFICACIONES

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

MATERIALES

A.- Cemento :

- Tipo I "Pacasmayo"
- Peso específico 3.12

B.- Agua :

- Potable, de la zona.

C.- Agregado Fino :

CANTERA : VESIQUE

- Peso específico de masa 2.63
- Peso unitario suelto 1645 kg/m³
- Peso unitario compactado 1784 kg/m³
- Contenido de humedad 0.61 %
- Absorción 1.04 %
- Módulo de fineza 2.55

D.- Agregado grueso

CANTERA : RUBEN

- Piedra, perfil angular
- Tamaño Máximo Nominal 1"
- Peso específico de masa 2.79
- Peso unitario suelto 1378 kg/m³
- Peso unitario compactado 1585 kg/m³
- Contenido de humedad 0.73 %
- Absorción 0.83 %



ANEXO N°3

**ANÁLISIS TÉRMICO POR CALORIMETRÍA DIFERENCIAL DE
BARRIDO DSC/ ANÁLISIS TÉRMICO DIFERENCIAL ATD.**

ANÁLISIS TERMOGRAVIMÉTRICO TGA



Trujillo, 01 de Mayo del 2017

INFORME N° 49 - MAY 17

Solicitante: Sanchez Mendoza, Hernando Rafael- Universidad San Pedro

RUC/DNI: 43652203

Supervisor:

1. MUESTRA: Hoja de Pino (1 gr)

N° de Muestra	Código de Muestra	Cantidad de muestra ensayada	Procedencia
1	HCM-49M	20.0 mg	-----

2. ENSAYOS A APLICAR

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

3. EQUIPO EMPLEADO Y CONDICIONES

- Analizador Térmico simultáneo TG_DTA_DSC Cap. Máx.: 1600°C SetSys_Evolution, cumple con normas ASTM ISO 11357, ASTM E967, ASTM E968, ASTM E793, ASTM D3895, ASTM D3417, ASTM D3418, DIN 51004, DIN 51007, DIN 53765.
- Tasa de calentamiento: 20 °C/min
- Gas de Trabajo - Flujo: Nitrógeno, 10 ml/min
- Rango de Trabajo: 25 – 900 °C.
- Masa de muestra analizada: 20.0 mg.

Jefe de Laboratorio:
Analista responsable:

Ing. Danny Chávez Novoa
Ing. Danny Chávez Novoa

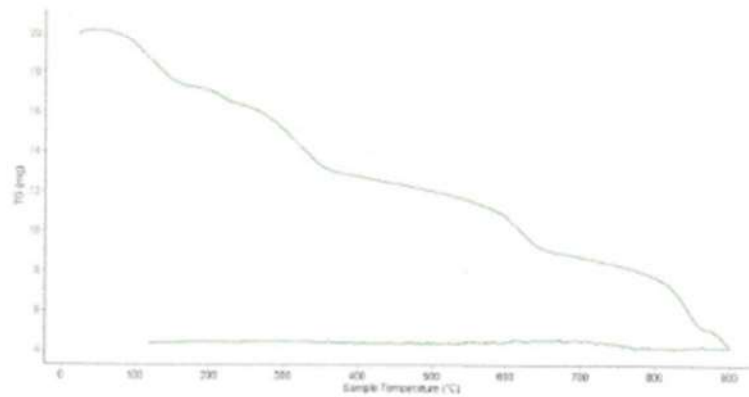


Trujillo, 01 de Mayo del 2017

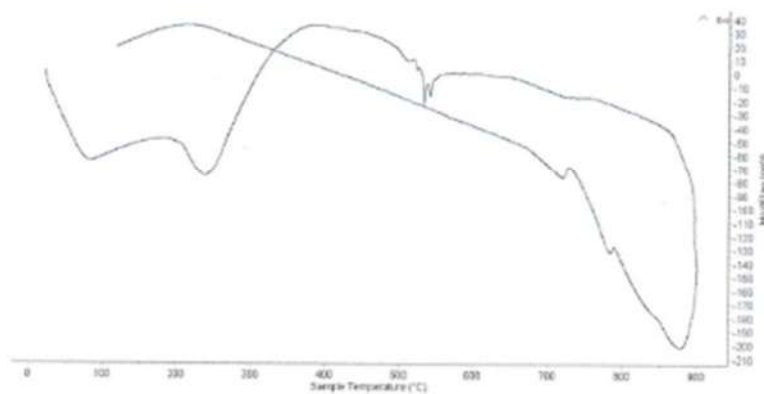
INFORME N° 49 - MAY 17

4. Resultados:

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



II - Curva Calorimétrica ATD





Trujillo, 01 de Mayo del 2017

INFORME N° 49 - MAY 17

5. CONCLUSION:

1. 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 67 % 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 98°C y a 240°C y posteriormente dos ligeros picos endotérmico a 540°C y un pico de gran intensidad a 880°C lo que demuestra gran posibilidad de existir algún cambio estructural del material.

Trujillo, 01 de Mayo del 2017



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

ANEXO N°4

**ANALISIS DE PH DE CENIZA DE HOJA DE PINO, CEMENTO Y
SUSTITUCIONES AL 4% Y 7%.**



UNIVERSIDAD NACIONAL DE TRUJILLO

Facultad de Ingeniería

Departamento Académico de Ingeniería de Minas y Metalúrgica

INFORME DE LABORATORIO DE PROCESAMIENTO DE MINERALES

Señor:

SANCHEZ MENDOZA HERNANDO RAFAEL

Tesista del proyecto de investigación.

Proyecto de investigación:

RESISTENCIA DE UN CONCRETO $F'_{C} = 210 \text{ K G/CM}^2$ CON SUSTITUCIÓN DE CEMENTO EN 4 % Y 7% POR CENIZAS DE HOJA DE PINO "PINUS".

Asunto:

Medición del ph de la ceniza de pino.

Fecha:

03 de mayo del 2017.

Medición de ph:

Esta prueba dio como resultado un ph de 12.2




Ing. Juan Puga Gonzalez
ANALISTA RESPONSABLE
CIP: 78515



UNIVERSIDAD NACIONAL DE TRUJILLO

Facultad de Ingeniería

Departamento Académico de Ingeniería de Minas y Metalúrgica

INFORME DE LABORATORIO DE PROCESAMIENTO DE MINERALES

Señor:

SANCHEZ MENDOZA HERNANDO RAFAEL
Tesisista del Proyecto de investigación

Proyecto de investigación:

RESISTENCIA DEL UN CONCRETO F'C=210 KG/CM2 CON SUSTITUCION DE CEMENTO EN 4% Y 7% POR CENIZAS DE HOJA DE PINO "PINOS".

Asunto:

Medición de cemento Portland tipo 1

Fecha:

03 de mayo del 2017

Medición de ph:

Esta prueba dio como resultado un ph de 12.5




Ing. Juan Vega Gonzalez
ANALISTA RESPONSABLE
CIP. 73515



UNIVERSIDAD NACIONAL DE TRUJILLO

Facultad de Ingeniería

Departamento Académico de Ingeniería de Minas y Metalúrgica

INFORME DE LABORATORIO DE PROCESAMIENTO DE MINERALES

Señor:

SANCHEZ MENDOZA HERNANDO RAFAEL

Tesista del Proyecto de investigación

Proyecto de investigación:

RESISTENCIA DEL UN CONCRETO F^c=210 KG/CM² CON SUSTITUCION DE CEMENTO EN 4% Y 7% POR CENIZAS DE HOJA DE PINO "PINOS".

Asunto:

Medicion de ph de la combinación de muestra en 96% cemento y un 4% de ceniza de la planta de hoja de pino.

Fecha:

03 de mayo del 2017

Medicion de ph:

Esta prueba dio como resultado un ph de 12.2




Ing. Juan Vega Gonzalez
ANALISTA RESPONSABLE
CP: 79515



UNIVERSIDAD NACIONAL DE TRUJILLO

Facultad de Ingeniería

Departamento Académico de Ingeniería de Minas y Metalúrgica

INFORME DE LABORATORIO DE PROCESAMIENTO DE MINERALES

Señor:

SANCHEZ MENDOZA HERNANDO RAFAEL
Tesisista del Proyecto de investigación

Proyecto de investigación:

RESISTENCIA DEL UN CONCRETO F'C=210 KG/CM2 CON SUSTITUCION DE CEMENTO EN 4% Y 7% POR CENIZAS DE HOJA DE PINO "PINOS".

Asunto:

Medicion de ph de la combinacion de muestra en 93% cemento y un 7% de ceniza de la planta de hoja de pino.

Fecha:

03 de mayo del 2017

Medicion de ph:

Esta prueba dio como resultado un ph de 12.5



Ing. Juan Ygga Gonzalez
ANALISTA RESPONSABLE
CIP 70515

ANEXO N° 5

**ANÁLISIS DE LABORATORIO UNT CALCINACIÓN CENIZA DE HOJAS
DE PINO**



UNIVERSIDAD NACIONAL DE TRUJILLO

Facultad de Ingeniería

Departamento Académico de Ingeniería de Minas y Metalúrgica

INFORME DE LABORATORIO DE PROCESAMIENTO DE MINERALES

Señor:

SANCHEZ MENDOZA HERNANDO RAFAEL

Tesista del Proyecto de investigación

Proyecto de investigación:

RESISTENCIA DEL UN CONCRETO F'C=210 KG/CM2 CON SUSTITUCION DE CEMENTO EN 4% Y 7% POR CENIZAS DE HOJA DE PINO "PINOS".

Asunto:

Resultados del proceso de calcinación de muestra de cenizas.

Fecha:

03 de mayo del 2017

Señor tesista por intermedio 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 la ceniza 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 Gonzalez
ANALISTA RESPONSABLE
CIP: 79515

ANEXO N° 6

**ANÁLISIS QUÍMICO Y ESPECTROSCOPIA DE ENERGÍA
DISPERSIVA (EDS) Y ANÁLISIS DE FLUORESCENCIA DE RAYOS X**



INFORME TÉCNICO N° 0638 – 17 – LAB. 12

1. DATOS DEL SOLICITANTE
1.1 NOMBRE : HERNANDO RAFAEL SÁNCHEZ MENDOZA
1.2 DNI : 43652203
2. CRONOGRAMA DE FECHAS
2.1 FECHA DE RECEPCIÓN : 15 / 05 / 2017
2.2 FECHA DE ENSAYO : 24 / 05 / 2017
2.3 FECHA DE EMISIÓN : 25 / 05 / 2017
3. ANÁLISIS SOLICITADO : ANÁLISIS DE COMPOSICIÓN QUÍMICA
4. DATOS REFERENCIALES DE LA MUESTRA
4.1 IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA : 01 MUESTRA DE CENIZA DE HOJAS DE PINO
4.2 TESIS : "RESISTENCIA DE UN CONCRETO F'c=210
KG/CM2 CON SUSTITUCIÓN DE CEMENTO EN 4% Y 7%
POR CENIZAS DE HOJAS DE PINO-PINUS"
5. LUGAR DE RECEPCIÓN : LABORATORIO LABICER - FACULTAD DE CIENCIAS
6. CONDICIONES AMBIENTALES : Temperatura: 20 °C; Humedad relativa: 62%
7. EQUIPO UTILIZADO : Microscopio electrónico de barrido con sonda de espectrometría
de energía dispersiva SEM-EDS.
SEM, Carl Zeiss EVO-10 MA.
Sonda EDS, Oxford X-Max
8. RESULTADOS
8.1 RESULTADOS DE LA COMPOSICIÓN QUÍMICA DE CENIZAS DE HOJAS DE PINO

COMPOSICIÓN QUÍMICA	RESULTADO (%)	MÉTODO UTILIZADO
Calcio (Ca)	45.324	ESPECTROSCOPIA DE ENERGÍA DISPERSIVA (EDS)
Potasio (K)	19.206	
Magnesio (Mg)	12.324	
Cloruros, (Cl)	12.134	
Fosforo (P)	3.091	
Silicio (Si)	2.548	
Azufre (S)	2.138	
Aluminio (Al)	1.625	
Hierro (Fe)	1.354	
Zinc (Zn)	0.087	
Manganeso (Mn)	0.080	
Cobre (Cu)	0.064	
Bario (Ba)	0.025	



8.2 RESULTADOS DE LA COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LAS CENIZAS EXPRESADO COMO ÓXIDOS

COMPOSICIÓN QUÍMICA	RESULTADO (%)	MÉTODO UTILIZADO
Óxido de Calcio (CaO)	35.441	ESPECTROSCOPIA DE ENERGÍA DISPERSIVA (EDS)
Óxido de Potasio (K ₂ O)	18.885	
Óxido de Magnesio (MgO)	16.682	
Cloruros, (Cl)	10.060	
Pentóxido de Fósforo (P ₂ O ₅)	5.778	
Dióxido de Silicio (SiO ₂)	4.450	
Trióxido de Azufre (SO ₃)	4.357	
Trióxido de Aluminio (Al ₂ O ₃)	2.506	
Trióxido de Hierro (Fe ₂ O ₃)	1.580	
Óxido de Zinc (ZnO)	0.088	
Óxido de Manganeso (MnO)	0.084	
Óxido de Cobre (CuO)	0.065	
Óxido de Bario (BaO)	0.023	

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

9. VALIDEZ DEL INFORME TÉCNICO

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


 Quím. Julio Berríos LL
 Analista Químico
 LABICER - UNI



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

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

ANEXO

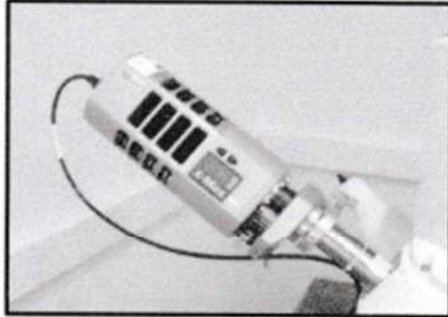


Figura N°1. Fotografía de sonda EDS



Figura N°2. Fotografía de la muestra





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



INFORME TÉCNICO N° 0502 – 25 – LAB. 12

1. **DATOS DEL SOLICITANTE**
- 1.1 NOMBRE DEL SOLICITANTE : SANCHEZ MENDOZA HERNANDO RAFAEL
2. **CRONOGRAMA DE FECHAS**
- 2.1 FECHA DE RECEPCIÓN : 15 / 04 / 2017
- 2.2 FECHA DE ENSAYO : 15 / 04 / 2017
- 2.3 FECHA DE EMISIÓN : 16 / 04 / 2017
3. **ANÁLISIS SOLICITADO** : ANÁLISIS DE COMPOSICIÓN QUÍMICA
4. **DATOS REFERENCIALES DE LA MUESTRA**
- 4.1 DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA : 01 MUESTRA DE CENIZAS DE HOJAS DE PINO
5. **LUGAR DE RECEPCIÓN** : LABORATORIO N° 12 – FACULTAD DE CIENCIAS
6. **CONDICIONES AMBIENTALES** : Temperatura: 26 °C; Humedad relativa: 65%
7. **EQUIPO UTILIZADO** : -Espectrómetro de Fluorescencia de Rayos X.
SHIMADZU, EDX 800-HS.
8. **RESULTADOS**

COMPOSICIÓN QUÍMICA	RESULTADO (%)	MÉTODO UTILIZADO
Oxido de Calcio, (CaO)	41.434%	Espectrometría de Fluorescencia de Rayos X
Oxido de Potasio, (K ₂ O)	21.142%	
Pentóxido de Fósforo, (P ₂ O ₅)	13.498%	
Oxido de Magnesio, (MgO)	12.446%	
Dióxido de Silicio, (SiO ₂)	4.997%	
Trióxido de Aluminio, (Al ₂ O ₃)	3.508%	
Trióxido de Hierro, (Fe ₂ O ₃)	2.353%	
Óxido de Manganeso, (MnO)	0.173%	
Óxido de Titanio, (TiO ₂)	0.158%	
Trióxido de Azufre, (SO ₃)	0.112%	
Óxido de Zinc, (ZnO)	0.087%	
Pentóxido de Rubidio, (Rb ₂ O)	0.046%	
Dióxido de Estroncio, (SrO)	0.031%	
Óxido de Cobre, (CuO)	0.015%	



INFORME TÉCNICO N° 0502 – 25 – LAB. 12

Av. Tupac Amaru 210 Lima 31. Perú Teléfono directo LABICER: 3820500. Email: otilia@uni.edu.pe

9. VALIDEZ DEL INFORME TÉCNICO

El informe técnico es válido solo para la muestra y las condiciones indicadas en los ítems del uno (1) al cuatro (4) del presente informe técnico.


Bacif. Jesús Utano Reyes
Análisis Químico
LABICER – UNI



M.Sc. Otilia Acha de la Cruz
Jefa de Laboratorio
Responsable del análisis
CQP 202

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