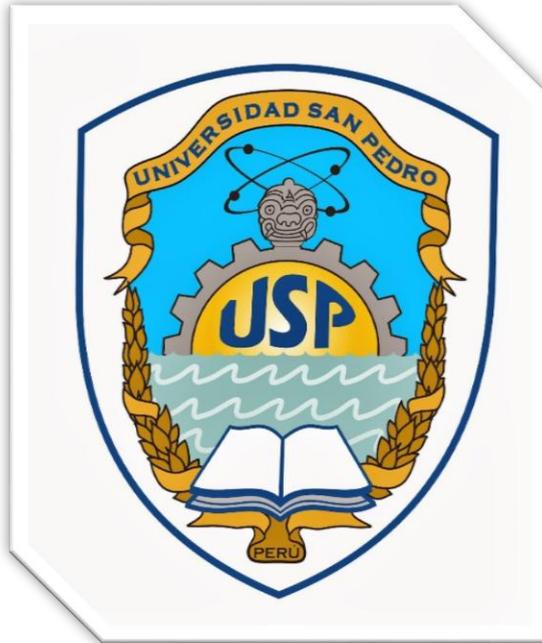


UNIVERSIDAD SAN PEDRO
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



Tesis para optar el título de ingeniero civil:

**Resistencia del concreto $f'c=210$ kg/cm² sustituyendo al
cemento en 4% y 8% por la ceniza de tronco de Eucalipto
(Eucaliptus Globulus)**

Autor:

Bach. Pérez Mantilla, Yenner

Asesor:

Ing. Flores Reyes, Gumercindo

Chimbote - Perú

2017

ÍNDICE GENERAL

| | |
|--------------------------|-----|
| INDICE | i |
| PALABRAS CLAVE | ii |
| TITULO | iii |
| RESUMEN | iv |
| ABSTRAC | v |
| INTRODUCCIÓN | 1 |
| METODOLOGÍA | 33 |
| RESULTADOS | 37 |
| CONCLUSIONES | 57 |
| RECOMENDACIONES | 58 |
| AGRADECIMIENTO | 59 |
| REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA | 60 |
| ANEXOS Y APÉNDICES | 62 |

PALABRAS CLAVE:

| | |
|------------------------|------------------------------|
| Tema | Resistencia a la Compresión. |
| Especialización | Tecnología del concreto. |

KEYWORDS:

| | |
|-----------------------|---------------------------|
| Topic | Resistance to Compression |
| Specialization | Concrete technology |

LINEA DE INVESTIGACIÓN:

| Código | Línea |
|---------------|-------------------------|
| 1.0. | Ingeniería |
| 2.0. | Ingeniería y Tecnología |
| 2.1. | Ingeniería Civil |

TITULO

**RESISTENCIA DEL CONCRETO F' C=210 KG/CM2
SUSTITUYENDO AL CEMENTO EN 4% Y 8% POR LA CENIZA
DE TRONCO DE EUCALIPTO (EUCALIPTUS GLOBULUS)**

RESUMEN

El objetivo de esta investigación fue determinar la resistencia alcanzada del concreto $F'c$ 210 Kg/cm², al sustituir al cemento en un 4% y 8% por la combinación de cenizas de eucalipto, estudio que se realizó en la ciudad de Chimbote en el año 2017, utilizando agregados de las canteras Vesique y Rubén. La ceniza de eucalipto traída desde la ciudad de Cajamarca y el cemento portland tipo I de la ciudad de Chimbote donde se desarrolló el proyecto, con la finalidad de encontrar alternativas de materiales para ser aplicados en el campo de la ingeniería civil.

Esta investigación trató sobre la sustitución del cemento en el concreto, en primer lugar, se estudió los materiales que lo componen, la sustitución del cemento será por la combinación de ceniza de tronco de eucalipto, luego las propiedades del concreto de cemento-arena con dosificaciones según lo que menciona la norma técnica peruana 339.051 (2013), seguido se realizaron probetas de cemento-ceniza de troco de eucalipto-agregados (arena y piedra).

Se determinó que la combinación de cenizas de tronco de eucalipto al 4% y 8% obtuvo resistencias superiores en 2% y 10% con respecto al patrón respectivamente a los 28 días, demostrando que la nueva sustitución puede ser usada en obras de construcción, brindándole a la población estructuras de alta resistencia.

ABSTRAC

The objective of this research was to determine the resistance reached of the concrete F'c 210 Kg / cm², replacing the cement in 4% and 8% by the combination of eucalyptus ash, a study that was carried out in the city of Chimbote in the year 2017, using aggregates of the quarries Vesique and Rubén. The eucalyptus ash brought from the city of Cajamarca and portland type I cement from the city of Chimbote where the project was developed, in order to find alternative materials to be applied in the field of civil engineering.

This research focused on the replacement of cement in concrete, firstly, the materials that compose it, the replacement of cement will be the combination of ash of trunk of eucalyptus, then the properties of cement-sand concrete with dosages according to what Peruvian technical standard 339.051 (2013) mentions, followed by cement-ash specimens of eucalyptus-aggregate change (sand and stone).

It was determined that the combination of 4% and 8% eucalyptus trunk ash obtained higher resistances by 2% and 10% with respect to the standard respectively at 28 days, demonstrating that the new substitution can be used in construction works, providing to the population structures of high resistance.

INTRODUCCIÓN

Entre los avances recientes en la tecnología del concreto, podemos mencionar el desarrollo de mezclas de concreto auto consolidable (Okamura, 1997), con contenidos de agua relativamente bajos. Con la introducción de nuevos aditivos y materiales suplementarios (naturales o industriales), se han obtenido concretos altamente trabajables, con mejores propiedades mecánicas y de durabilidad. Estos concretos han sido llamados concretos de alto comportamiento (HPC). Entre sus propiedades comprende el mejoramiento en la trabajabilidad y compactación evitando la segregación, mejorando a largo plazo las propiedades mecánicas, alta resistencia a edad temprana, estabilidad de volumen y vida útil de servicio en condiciones ambientales agresivas (RAMIREZA, 2008).

Por otro lado, la investigación de Rio (2011), en su tesis para optar el título de ingeniero civil en la Universidad Veracruzana de México, estudio el Empleo de la ceniza de caña de azúcar como (CBCA) sustituto porcentual del agregado fino en la elaboración de concreto hidráulico. Los resultados concluyen que la resistencia mecánica no fue benéfica por que se alcanzó menor resistencia que el concreto convencional y recomienda desarrollar el análisis de durabilidad de este tipo de concretos para mejores resultados.

Asimismo, se revisó la tesis de Romero y Salazar (2013), su tesis para optar el título de ingeniero civil en la Universidad central de Venezuela de Venezuela, estudio la Evaluación de concretos puzolánicos elaborados con contenido ceniza de hoja de maíz para uso estructural. Los resultados concluyen que la sustitución parcial de cemento portland por ceniza de hoja de maíz se obtienen mezclas de concreto con un índice puzolánico aceptable, pero provoca una mayor demanda de agua lo cual puede afectar a la resistencia a la compresión y se recomienda el uso a comunidades rurales asociadas a la producción de maíz.

En la investigación de MOLINA (2014), indica que, las puzolanas pueden contribuir a mejorar las características del hormigón. Entre estas se destaca el refinamiento de la estructura porosa del material. Además, las cenizas ofrecen un impacto positivo como sustituto parcial del cemento portland.

La reducción de la dosis de cemento en las mezclas de hormigón abarata los costes del material, disminuye la contaminación asociada a la producción de cemento y ayuda a solucionar el problema de eliminación de las cenizas. Desde un punto de vista económico, la vida útil de las infraestructuras se encuentra limitada por el deterioro de los materiales de construcción

Del mismo modo 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.

En el VI congreso internacional SALAS Y CASTILLO (1986), expuso su investigación 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 FREITES OSUNA Y RODRÍGUEZ (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. La investigación se justifica en el aspecto social y ambiental: Entendiéndose como problemática 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.

Esta 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 queriendo aprovechar los recursos inorgánicos que no están siendo aprovechados.

Siendo la materia prima el eucalipto que se utiliza, en las fábricas de ladrillo artesanal como combustible de inseminación y también es la materia prima más utilizada por la población, para coser sus alimentos. Ya que estos residuos son arrojados a la intemperie.

No se han encontrado antecedentes específicos en el uso de ceniza de tronco de eucalipto, para incrementar la resistencia en compresión del concreto, en consecuencia, nuestra propuesta representa un aporte pionero en el uso de esta materia silvestre, que es también abundante en dicha zona y es una madera resistente en la combustión ya sea en carbón o madera esperamos hallar dicho efecto en la ceniza que remplazara parte del cemento en un concreto.

Los desechos vegetales como agentes contaminantes ya 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 tronco de “Eucaliptus Globulus”) como sustituto en el concreto representa una alternativa de desarrollo para estos países, y nuestra región y porque no decirlo nuestra localidad que es lo más importante.

Al investigar las problemáticas estructurales generales que existentes en nuestra Región, en búsqueda de la solución más factible, se logró investigar que los

aglomerantes puzolánicos de la ceniza de tronco de eucalipto “Eucalyptus Globulus” 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 tronco de eucalipto “Eucalyptus Globulus” busca comprobar que añadiendo este material mencionado pueda sustituir al cemento y obtener una mejor resistencia a compresión de un concreto: **¿Cuál es la resistencia a compresión de un concreto $F'c = 210\text{kg/Cm}^2$ cuando se sustituye al cemento en 4% y 8% por la ceniza de tronco de Eucalipto (*Eucalyptus Globulus*)?**

De la bibliografía consultada se pudo revisar diversas definiciones que serán útiles para el desarrollo de la investigación, tales como:

Tecnología del concreto

El concreto, presenta un comportamiento viscoso, mientras que la otra, formada por los agregados, muestra un comportamiento casi elástico. Estando los agregados rodeados y separados entre ellos por la pasta de cemento. Resulta así, la definición de un material heterogéneo, cuya estructura particular posibilita un comportamiento inelástico; siendo las deformaciones de la fase viscosa susceptible de ser modificadas por el tiempo y las condiciones de curado, creando tensiones internas considerables. Por otra parte, a los problemas de diseño y construcción, característicos de las fábricas de piedra, de índole mecánica según las formas y las masas de los elementos, se unen en las construcciones de concreta multitud de otros factores, que deben ser conocidos y apreciados por el Ingeniero, que interviene directamente en su fabricación desde una primera instancia.

Así pues, ha de estudiar el tipo y calidad de los áridos, los problemas de fraguado y endurecimiento del aglomerante, la dosificación del conjunto, su fabricación y

puesta en obra, su comportamiento bajo la acción de las cargas y de los agentes destructivos (GONZALES 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 hidraulicidad 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 (6001000 Kg/cm^2) no son objeto de búsqueda en el concreto armado, pues la resistencia a la tracción no crece proporcionalmente con la de compresión. Por otra parte, el Aumento consiguiente del módulo elástico trae consigo una reducción de la sección que colabora en la resistencia, al hacer abstracción de la zona solicitada a tracción. La plasticidad produce fenómenos de adaptación que mejoran 13,9 condiciones de trabajo de los elementos, que serían utilizados en forma incompleta en un régimen puramente elástico (GONZALES 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).

Cemento: El cemento es un componente, 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.

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

El cemento es un material pulverizado que además de óxido de calcio contiene: sílice, alúmina y óxido de hierro y que forma, por una cantidad apropiada de agua, una pasta conglomerante capaz de endurecer tanto en el agua como en el aire (Rivera, pág. 18)

Componentes químicos: Silicato Tricálcico, el cual le confiere su resistencia inicial e influye directamente en el calor de hidratación.

Silicato di cálcico, es el causante principal de la resistencia posterior de la pasta de cemento.

Aluminato Tricíclico, el yeso agregado al cemento portland durante la trituración o molienda en el proceso de fabricación se combina con para controlar el tiempo de fraguado, Aluminio-Ferrito tetra cálcico, influye en la velocidad de hidratación y secundariamente en el calor de hidratación.

Componentes menores: oxido de magnesio, potasio, sodio, manganeso y titanio. (Abanto,2009, pág. 16)

El cemento portland es un producto comercial de fácil adquisición el cual se obtiene de las materias primas, finalmente molidas y mezcladas calentándose hasta principios de la fusión (1400– 1450 C°) cuando se mezcla con agua, ya sea solo o

con combinaciones con arena, piedra u otros materiales similares tiene la propiedad de reaccionar lentamente con el agua hasta formar una masa endurecida (Abanto,2009, pág. 15)

Según (Rivera, pág. 23) los componentes químicos principales de las materias primas para la fabricación del cemento Portland Tipo I y las proporciones generales en que intervienen son:

Tabla 1: Componentes principales del cemento portland tipo I.

| COMPOSICION QUIMICA | RESULTADO (%) | METODO UTILIZADO |
|---------------------|---------------|------------------------------------|
| OXIDO DE CALCIO | 62.30% | |
| DIOXIDO DE SILICIO | 24.70% | |
| OXIDO DE ALUMINIO | 5.52% | ESPECTROMETRIA DE FLUORESCENCIA DE |
| OXIDO DE FIERRO | 3.41% | RAYOS X |
| OXIDO DE MAGNESIO | 3.10% | |
| OXIDO DE POTASIO | 0.97% | |

Fuente: Tópicos de tecnología del Perú Enrique Pasquel Carbajal

El cemento empleado para el presente proyecto de investigación fue el cemento Portland Tipo I.

Tabla 2: Composición química del cemento

| ASTM C150 | | |
|-------------------|-------|---------------|
| Items | Units | Specification |
| Chemical analysis | | |
| SiO_2 | % | ≤ 22.0 |
| Al_2O_3 | % | ≤ 5.80 |
| Fe_2O_3 | % | ≤ 4.00 |
| CaO | % | ≥ 59.00 |
| MgO | % | ≤ 6.00 |
| SO_3 | % | ≤ 3.0 |

Fuente: Norma ASTM C-150

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 probetas 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) .

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. 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: Los 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. El agregado fino y grueso son materiales provenientes de la desintegración natural o artificial de las rocas.

Que pasan el tamiz de 3/8" (9.51mm) y es retenido en el tamiz N°200 (74um). Norma Técnica Peruana 400. 011. Propiedades físicas: El agregado fino y grueso a utilizarse en las probetas debe cumplir ciertos requisitos mínimos de calidad según las especificaciones técnicas de las normas peruanas. Para la gradación de la arena y

pedra se utilizan las mallas N° 04 el cual debe pasar en un 100% todo el material, además de las mallas N° 08, 16, 30, 50 ,100 y 200; el agregado no debe tener más de 50% de retenido en dos mallas consecutivas y a la vez debe tener como máximo 25% entre la malla N° 50 y 100.

Tabla 3: Granulometría del agregado fino (arena).

| MALLA ASTM | % QUE PASA |
|-------------------|------------|
| N° 4 (4.75 mm) | 100 |
| N° 8 (2.36 mm) | 95 a 100 |
| N° 16 (1.18 mm) | 70 a 100 |
| N° 30 (0.60 mm) | 40 a 75 |
| N° 50 (0.30 mm) | 10 a 35 |
| N° 100 (0.15 mm) | 2 a 15 |
| N° 200 (0.075 mm) | Menos de 2 |

Fuente 1:Elaboracion propia

Tabla 4: Granulometría del agregado grueso (pedra)

| MALLA ASTM | % QUE PASA |
|---------------------|------------|
| N° 4" (101.6 mm) | 100 |
| N° 3" (76.2 mm) | 100 |
| N° 2 1/2" (63.5 mm) | 100 |
| N° 1" (25.4 mm) | 73.50 |
| N° 3/4" (19.0 mm) | 23.60 |
| N° 1/2" (12.5 mm) | 9.60 |
| N° 3/8" (9.5 mm) | 0 |

Fuente 2:Elaboracion propia

La granulometría se refiere a la distribución de las partículas de arena. El análisis granulométrico divide la muestra en fracciones de elementos del mismo tamaño, según la abertura de los tamices utilizados.La norma técnica peruana establece las especificaciones granulométricas. El módulo de finura es un índice aproximado y representa el tamaño promedio de las partículas de la muestra de arena, se usa para

controlar la uniformidad de los agregados. La arena debe tener un módulo de finura entre 2.3 y 3.1.

El agua es imprescindible en las etapas de la elaboración del mortero: mezclado fraguado y curado. El agua de mezclado ocupa normalmente entre 15% y 20% del volumen de mortero fresco y, conjuntamente con el cemento, forman un producto coherente, pastoso y manejable, que lubrica y adhiere el agregado. Simultáneamente esta agua reacciona químicamente con el cemento, hidratándolo y produciendo el fraguado en su acepción más amplia, desde el estado plástico inicial, pasando por lo que llamamos endurecimiento, hasta el desarrollo de resistencias a largo plazo. Por otra parte, el agua de curado es necesaria para reponer la humedad que se pierde por evaporación luego que el mortero ha sido colocado compactado en su superficie. Si se tuviera dudas e la calidad del agua a emplearse en la preparación de una mezcla de concreto, será necesario realizar un análisis químico de ésta, para comparar los resultados con los valores máximos admisibles de las sustancias existentes en el agua a utilizarse en la preparación de la mezcla.

Tabla 5: Valores máximos admisibles de sustancias en el agua NTP 339.088

| DESCRIPCIÓN | LIMITE PERMISIBLE |
|------------------------|-------------------|
| Cloruros | 300 ppm. |
| Sulfatos | 300 ppm. |
| Sales de magnesio | 150 ppm. |
| Sales solubles totales | 1500 ppm. |
| pH | Mayor de 7 |
| Sólidos en suspensión | 1500 ppm. |
| Materia Orgánica | 10 ppm. |

Fuente 3:según NTP 339.088

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.

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 una probeta 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).

Eucalipto

El Eucalipto “*Eucalyptus Globulus*”: es una especie de árbol perteneciente a la familia botánica mirtáceas. (Blas, L. & Perez M., 2016).

Sus características son: es un árbol de gran porte que puede llegar a medir hasta 70 metros de altura. Su tallo es recto y la corteza que lo cubre se desgaja y se separa del tronco. El color de la corteza es de un característico gris azulado. Las raíces del eucalipto pueden ser muy poderosas y agresivas.

Las hojas adultas del eucalipto son alternas, lanceoladas y llegan a medir hasta 30 centímetros de longitud. Son hojas pecioladas, con un marcado nervio central. En cuanto a su color, es verde oscuro brillante y de una fuerte textura endurecida. Por su parte, las hojas jóvenes carecen de pecíolo, abrazan directamente el tallo y son opuestas. Su color es de un verde claro, grisáceo.

Esta característica de presentar hojas marcadamente diferenciadas entre jóvenes y adultas, se la conoce como heterofilia.

Las flores del eucalipto pueden presentarse solitarias o de a 3, reunidas en umbelas. Poseen numerosos estambres, muy destacados y carecen de pétalos. Los frutos son cápsulas de aspecto leñoso. Miden entre 2,5 y 3 centímetros de longitud y en su interior presentan 4 celdas que albergan una gran cantidad de semillas.

Su origen natural de Australia. Especie ampliamente distribuida en el continente australiano entre los 15°30' y los 38° S, en el que ocupa grandes superficies a lo largo de los ríos, formando masas puras. Ha sido introducido con éxito en diferentes regiones del mundo, en toda la costa peruana. En Argentina se ha adaptado muy bien a las condiciones más diversas de suelos y climas, soportando bien los fríos de invierno y calores fuertes de verano, como así mismo las sequías y los terrenos inundados.

Se distinguen dos formas, una meridional o templada y otra tropical. Su tipo de bosque es seco pluvio estacional y bosque seco andino (Marquez & ALEJANDRA, 2016).

Sus principales usos son: la madera es moderadamente densa. En Australia se le utiliza para construcción en general, ya que el duramen rojizo es moderadamente fuerte, duradero y resistente a termitas.

Se emplea principalmente en la fabricación de postes, durmientes, tableros, interiores, para pisos, diversos usos en carpintería (puertas, reposteros, etc) encofrados y algunas veces para la fabricación de pulpa y papel.

Las flores producen miel de excelente calidad y las hojas son utilizadas en algunos lugares para quemarlas y controlar insectos.

Tiene un gran potencial como leña. Cuando la madera está completamente seca constituye un combustible excelente. Tiene un poder calórico de aproximadamente 20.000 KJ/kg (4.800 kcal/kg). Produce carbón de excelente calidad. Una de las limitaciones de la madera de esta especie es que quema en forma rápida y produce humo.

Es un árbol muy útil para la plantación a lo largo de carreteras, en los sistemas de avenamiento de las tierras pantanosas, en los bosques de fincas agrícolas. Resiste bien los vientos, por lo que se le emplea en la formación de cortinas rompevientos, asociados con otras especies de porte bajo, para control de erosión.

Debido a su rápido desarrollo y plasticidad se le utiliza en plantaciones comerciales de corta rotación y además para fines ornamentales.

El uso del eucalipto como planta medicinal se remonta al siglo XVIII. A medida que su cultivo se fue extendiendo por todo el mundo se fueron descubriendo sus excelentes propiedades en el tratamiento de enfermedades vinculadas con las vías respiratorias. Se le asignan, a esta planta, propiedades antisépticas, expectorantes y antiinflamatorias.

El uso de aceites esenciales obtenidos a partir del eucalipto inhibe el crecimiento y combaten bacterias, también cumplen funciones anti fungicidas, combatiendo la formación de hongos.

El escrutinio taxonómico del eucalipto fue uno de los componentes de sus procesos de aclimatación en la Ciudad de México, pues los naturalistas mexicanos

recabaron la mayor cantidad posible de información sobre la planta para poder determinar con mayor certeza el tipo de suelo y cuidados que requerían las semillas.

Por eso varios de estos escritos, iniciaron presentados datos generales de carácter taxonómico, anatómico y fisiológico para informar a los lectores. Los practicantes de la botánica se propusieron que la ciencia resolviera "problemas prácticos e individuales, y creara conciencia sobre lo conveniente que sería emprender la explotación racional de los recursos naturales en beneficio del país. (Vega, R. A., & Baez, O., 2016).

Procesos de Utilización. Es preferible hacer la clasificación e identificación del ejemplar, determinando su especie, en el mismo lugar de recolección con el material fresco, pues como se sabe la herborización cambia el color de los pigmentos vegetales. (García, Motto, & Aguirre, 2006,2005,2010)

Las Medidas para la recolección: Existen medidas bastante sencillas que permiten aprovechar las plantas silvestres sin alterar sus ciclos normales de crecimiento y reproducción.

Su Higiene: Sólo escoger partes vegetales sanas, libres de parásitos, caracoles, mohos, polvo, etc.

El Cultivo. Todos los problemas que tiene la recolección de plantas silvestres pueden evitarse cultivándolas. Las ventajas del cultivo son: Evitar la desaparición de especies nativas, que ya hoy en día están en peligro de extinción, producir de manera uniforme, en cantidad y calidad constante.

Su Recolección ha sido en este proceso, cortar ramas sólo si se necesita recolectar corteza. Nunca arrancar corteza de ramas principales, ni mucho menos de troncos, pues cada pedazo de corteza arrancado es una herida irrecuperable para la planta.

Se cortan algunas ramas por planta, desde 10 cm del suelo para que la planta pueda recuperarse.

Recolectar en lugares donde sean abundantes. Llevar sólo algunas para que haya suficiente producción de semillas y el número de plantas no disminuya al año siguiente.

Recolectar siempre sólo una pequeña cantidad por planta, para no alterar el proceso reproductivo de ésta.

El tronco, seca para poder guardarla y así usarla en una época en que no se la pueda conseguir. La planta está formada en gran parte por agua y espinas. Este debe ser eliminado después de cortar la planta para que no se pudran sus tejidos, ni se alteren sus principios activos.

La hierba debe ser secada en el menor tiempo posible. El tiempo de secado varía según la planta, la aireación que reciba durante el proceso, la temperatura y humedad del aire, y generalmente no es inferior a ocho días. Para acortar este tiempo, nosotros podemos controlar la aireación entre otros aspectos, control que como veremos es la base de los distintos sistemas de secado (García, Motto, & Aguirre, 2006,2005,2010).

La leña recién cortada contiene hasta un 50% de agua y en esta condición no arderá en la chimenea. Antes de usarla primero debes curar (dejar secar) la leña, lo cual permite que escape la humedad. Mientras más seca esté la madera, más calor generará. La madera está lista para arder cuando su contenido de agua desciende a menos de 20%.

Quemar madera sin secar (verde) o seca solo una parte en la estufa o chimenea provocará la acumulación de creosota en la misma, lo cual puede dar lugar un incendio en la chimenea (en el peor de los casos) y a la falta de fuego o una habitación llena de humo (en el mejor de los casos). Todo dueño de casa que depende de la madera debe saber cómo seca (Abigail, 2011).

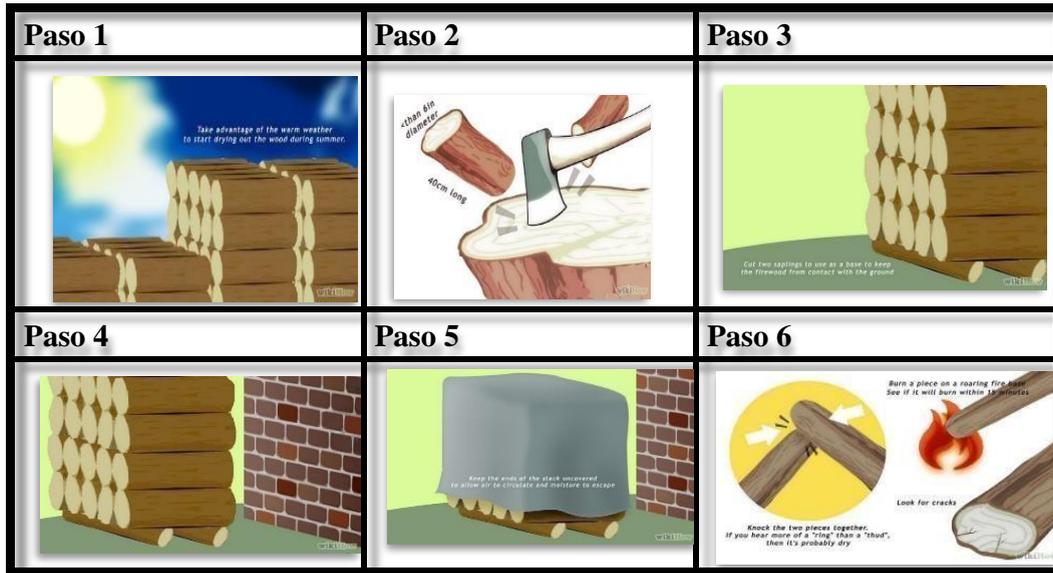


Figura 1: Proceso a seguir para el secado de la materia prima.

ANÁLISIS TÉRMICO DIFERENCIAL

Se pone de manifiesto que ésta permite una mayor eficacia en el control de los fenómenos de transporte de masa y energía que la Termogravimetría o el Análisis Térmico Diferencial. En consecuencia, los datos obtenidos por el método de ATVC son más representativos de la reacción química estudiada que los obtenidos por procedimientos convencionales. Finalmente se señala que equipos convencionales tales como, termob alanzas, espectrógrafos de masa, etcétera, pueden adaptarse fácilmente para llevar a cabo experimentos mediante el método de ATVC. (J. M. CRIADO, A. ORTEGA, J. ROUQUEROL, F. ROUQUEROL, 1987)

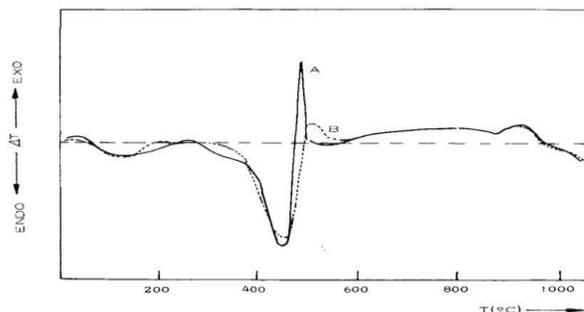


Figura 2: curva de ATD. Según calentamiento.

DISEÑO DEL CONCRETO

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)

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)

El costo de la elaboración de una mezcla de concreto está constituido básicamente por el costo de los materiales, equipo y mano de obra. La variación en el costo de los materiales se debe a que el precio del cemento por kilo es mayor que el de los agregados y de allí, que la proporción de estos últimos minimice la cantidad de cemento sin sacrificar la resistencia y demás propiedades del concreto. La diferencia en costo entre los agregados generalmente es secundaria; sin embargo, en algunas localidades o con algún tipo de agregado especial pueden ser suficientes para que influya en la selección y dosificación.

El costo del agua usualmente no tiene ninguna influencia, mientras que el de los aditivos puede ser importante por su efecto potencial en la dosificación del cemento y los agregados. Comité 201 del American Concrete Institute (ACI), el costo de la mano de obra depende de la trabajabilidad de la mezcla y de los métodos de colocación y compactación. Una mezcla poco trabajable con un equipo de compactación deficiente aumenta los costos de mano de obra también la economía de un diseño de mezcla se debe contemplar el grado de control de calidad que se espera en la obra. El concreto tiene una variabilidad tanto la calidad de los materiales, la producción y las acciones que se ejecutan en la obra. En obras pequeñas “sobre diseñar” el concreto puede resultar económico entre comillas, pero en una obra muy grande de altos volúmenes de concreto se debe implementar un extenso control de calidad con el propósito de mejorar los costos y la eficiencia. (FARMINGTON, 2005).

Dosificación de una Mezcla de Concreto son, 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).

Las propiedades de los materiales que se van a utilizar se debe conocer: Granulometría: Módulo de finura de la arena y piedra., 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 mezclas, Densidad del cemento.

Los 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).

Su Trabajabilidad es 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, también los 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).

El 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 & 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

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).

También 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 “atiesamiento” 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)

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.

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 importantes. (JUAREZ, 2005).

El Comportamiento de la Resistencia Mecánica del 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).

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.

También 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.

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).

Además 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. 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.

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).

Según Ensayos en el Concreto según Norma ASTM / NTP. El concreto debe 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. 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.

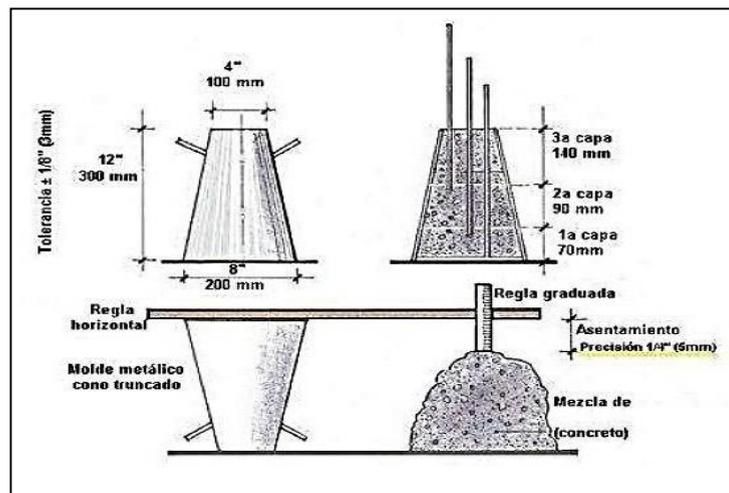


Figura 3: Procedimiento para medir el asentamiento

Fuente: Control de calidad de concreto – DINO.

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. (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 atrapado 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 (ASTM C-138 / NTP 339.046).

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)

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

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

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

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/cm^2) o en mega pascales (MPa) (Marrufo, 2015).

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).

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).

Además, 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).

Los Especímenes para 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 realizará teniendo en cuenta la norma ASTM C31.

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

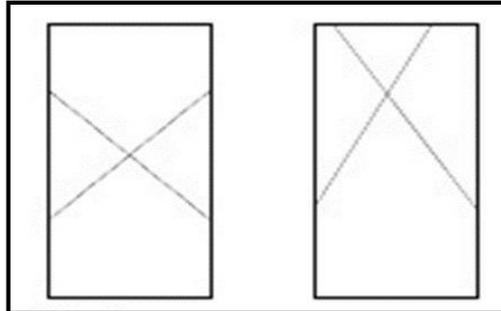


Figura 4 Fractura tipo I

Fuente. NTP 339.034 / ASTM C-39

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

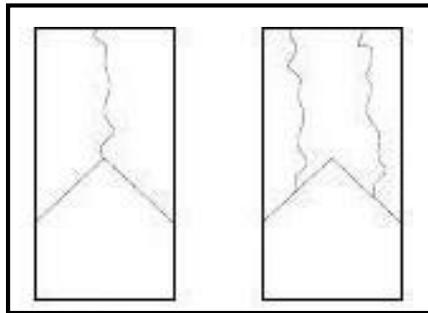


Figura 5: Fractura tipo II

Fuente. NTP 339.034 / ASTM C-39

La tercera Fractura tipo III son las Fisuras verticales encolumnadas a través de ambos extremos, como no bien formados.

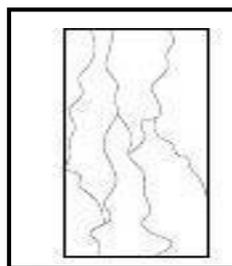


Figura 6: Fractura tipo III

Fuente. NTP 339.034 / ASTM C-39

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

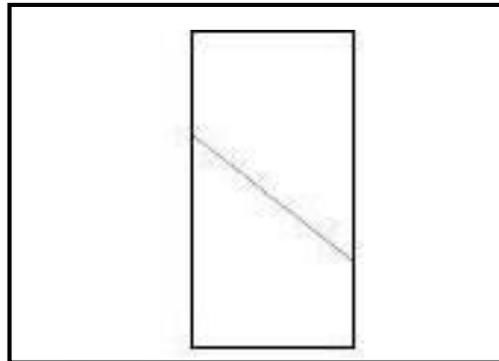


Figura 7: Fractura tipo IV

Fuente. NTP 339.034 / ASTM C-39

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

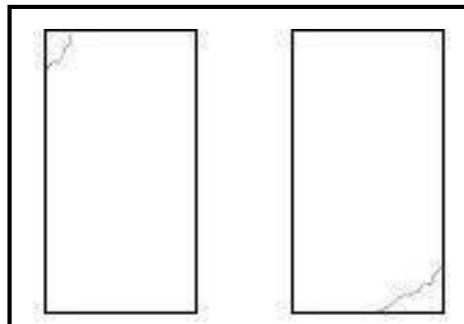


Figura 8 : Fractura tipo V

Fuente. NTP 339.034 / ASTM C-39

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

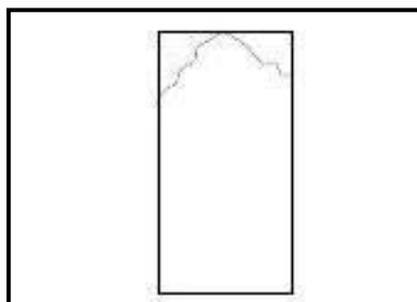


Figura 9: Fractura tipo VI

Fuente. NTP 339.034 / ASTM C-39

La norma ASTM C-109 y su actual réplica NTP 334.051, establecen el procedimiento para determinar la resistencia a la compresión de morteros de cemento portland, usando especímenes cúbicos de 50 mm de lado. El esfuerzo a la compresión se expresa en Kg/cm^2 se calcula con la siguiente expresión:

$$F'C = P / A \quad (2)$$

Dónde: **P** = carga máxima de rotura (Kg) ; **A** = área de la sección transversal (cm^2);
FC=Resistencia a la compresión (Kg/cm^2)

Operacionalización de variable: En la investigación se determinó las variables de estudio, las cuales se define de la siguiente manera: Resistencia del concreto, es el esfuerzo máximo que puede soportar un material bajo una carga de aplastamiento.

Y Sustitución Parcial del Cemento por la ceniza de tronco de eucalipto. En la presente tesis se formuló la siguiente hipótesis, Si Sustituimos el cemento a un 4% y 8% por la ceniza de tronco de Eucalipto “Eucalyptus Globulus” mejorara la resistencia a 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 cuando se sustituye el cemento en un 4% y 8% por ceniza de tronco de eucalipto “Eucalyptus Globulus” en la resistencia de un concreto de $f'c = 210 \text{ kg/CM}^2$. Y como objetivos específicos:

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

Activar térmicamente los precursores puzolanicos y determinar la composición química mediante la fluorescencia de rayos X del Eucalipto.

Determinar el grado de alcalinidad (PH) de la ceniza del tronco de eucalipto y de las combinaciones experimentales.

Determinar la relación agua – cemento de mis probetas patrón y experimentales.

Determinar y comparar la resistencia a la compresión de las probetas patrones y experimentales a los 7, 14 y 28 días de curado.

METODOLOGÍA

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

Es un diseño experimental porque es un proceso en el cual estudiaremos el diseño convencional del concreto en comparación con el nuevo diseño elaborado con el remplazo o sustitución de un porcentaje de cemento por cenizas de tronco de eucalipto “Eucaliptus Globulus”, 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 N° 6: *Diseño en bloque completo al azar.*

| DIAS DE CURADO | <i>Resistencia a la Compresión $f'c=210$ kg/cm² del Concreto con Porcentajes de Ceniza del Tronco de Eucalipto de Miraflores – Otuzco – Baños del Inca</i> | | | | | | | | |
|-----------------------|--|---|---|---|---|--|---|---|---|
| | 0 % | | | 4 % | | | 8 % | | |
| 7 DIAS |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 14 DIAS |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 28 DIAS |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

Fuente: Elaboración propia

La población está conformada por probetas que serán elaboradas en el laboratorio de Mecánica de Suelos de la Universidad San Pedro

Y la muestra es un subconjunto de casos o individuos de una población estadística, que en esta investigación se trabajó con 27 probetas de concreto con un diseño de $f'c =$

210 kg/ CM². 9 probetas para 0% de ceniza, 9 probetas para 4% y 9 probetas para 8% de ceniza. (Según Reglamento Nacional de Edificaciones, 2007)

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

Tabla N° 7: *Técnicas de Recolección de Información*

| Técnicas de Recolección de Información | Instrumento |
|--|--|
| La Observación | 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.

Para el presente proyecto de investigación el procesamiento de datos será posterior a los ensayos respectivos apoyados en una hoja de cálculo Excel y el SPSS.

Para realizar el análisis de los datos se tendrá presente: La recolección de la materia prima fue extraída de la zona que esta está ubicada en el caserío Alto Miraflores, a 35.00 minutos de Cajamarca con dirección a manzanamayo que se localiza en el C.P. Otuzco, el Distrito de los Baños del Inca, provincia de Cajamarca y departamento de Cajamarca.

En el análisis del material para determinar la temperatura de calcinación, del tronco de eucalipto primero se realizó el secado del tronco de eucalipto a temperatura ambiente y a cielo abierto, tomando una muestra se procedió a la trituration en un mortero para obtener una muestra de 5 gr. El análisis térmico diferencial servirá para poder obtener la temperatura de calcinación de nuestros materiales para poder activarlos térmicamente.

Para poder realizar el análisis químico del material estudiado, en el caso del lodo de papel, teniendo el material seco se procedió al Prequemado bajo cielo abierto

con la finalidad de eliminar el carbono y obtener las cenizas del tronco de eucalipto que serán activadas térmicamente en la mufla del laboratorio de Metalurgia del la UNT a temperatura de 400°C con un tiempo de 2 horas, además se activó mecánicamente tamizándolo por la malla N° 200 y se tomó una muestra de 30 gr para poder realizar el análisis de composición química en el laboratorio Labicer de la Universidad Nacional de Ingeniería. El análisis de Fluorescencia de Rayos X determinará el porcentaje de óxidos para poder evaluar como influenciarán en la resistencia del concreto.

Ya teniendo los materiales activados térmica y mecánicamente, se determinó el grado de alcalinidad (PH) del cemento, ceniza de tronco de eucalipto y sus combinaciones para sustitución al 4% y 8% en proporciones de 3:1, el ensayo se realizó en el laboratorio de metalurgia de la Universidad Nacional de Trujillo.

Para los agregados determinamos la granulometría de los agregados finos y gruesos (arena y piedra) según la norma ASTM C 136; NPT 400.012.

Se halló la Absorción y contenido de humedad de los agregados fino y grueso según Norma ASTM C-556 / NTP 339.185.

Determinamos las características de los agregados fino y grueso, especificadas según la norma ASTM C33/ NPT 400.037.

El Peso específico y absorción según Norma ASTM C-128 / NTP 400.022 y la densidad aparente y contenido de vacíos según norma ASTM C-29 / NTP 400. 017.

Se hizo el cálculo de dosificación para el Diseño de Mezcla de los Especímenes de concreto.

Teniendo la dosificación de los materiales utilizados se buscó la relación A/C del mortero experimental a partir del ensayo de fluidez del mortero patrón con una relación A/C de 0.485.

Según lo indicado en la NTP 334.051 (2013), dicho ensayo se hizo en el laboratorio de mecánica de suelos de la Universidad San Pedro.

La NTP 334.051 (2013) muestra los parámetros y procedimientos que sirvieron para elaboración de los especímenes cilíndricos que se realizaron en la Universidad San Pedro.

El ensayo de compresión de los especímenes cilíndricos de concreto a edades de 7, 14 y 28 días se hizo en el laboratorio de mecánica de suelos de la Universidad San Pedro.

Se utilizaron los datos para poder representarlos en tablas, gráficos, porcentajes, promedios, varianzas y prueba de hipótesis ANOVA.

RESULTADOS

Del Análisis térmico diferencial

Se puede observar que en el análisis térmico diferencial nos muestra en el gráfico de curva calorimétrica (ver anexo n°01) que nuestro material pasa por dos etapas.

Primera etapa, empieza a los 110°C y a 205°C y posteriormente un ligero pico endotérmico a 410°C y un pico de gran intensidad los 900°C lo que demuestra gran posibilidad de existir algún cambio estructural del material.

Teniendo en cuenta lo antes mencionado la temperatura ideal para calcinar a la ceniza del eucalipto que es de 400°C por espacio de dos horas.

Resultados de cantidad de la ceniza antes y después de la calcinación.

Los pesos utilizados antes y después de la calcinación por el intervalo de tiempo de 2 horas a una temperatura de 400°C fueron los siguientes.

Tabla N° 8: Cantidad de materia antes y después de la calcinación.

| Descripción | Proceso | Temperatura (°C) | Peso inicial | Peso final | Porcentaje Final (%) | Porcentaje de Reducción (%) |
|-------------------------------|-------------|------------------|--------------|------------|----------------------|-----------------------------|
| Ceniza de tronco de eucalipto | Calcinación | 400.00 | 4.50 | 2.87 | 63.78 | 36.22 |

Fuente: elaboración propia.

Ya realizado el análisis térmico diferencial a la muestra de eucalipto para obtener los resultados de calcinación de que temperatura calcinar y en que intervalo de tiempo se obtuvieron los siguientes resultados. Que inicialmente la ceniza llevada al laboratorio de la Universidad Nacional de Trujillo fue de 4.5 kg al realizar la calcinación se obtuvo finalmente 2.87 kg de ceniza lo cual nos indica que el porcentaje de reducción es de 63.78% y nuestro porcentaje obtenido de 36.22%.

Composición química de la ceniza del eucalipto método (espectrometría de fluorescencia de rayos x)

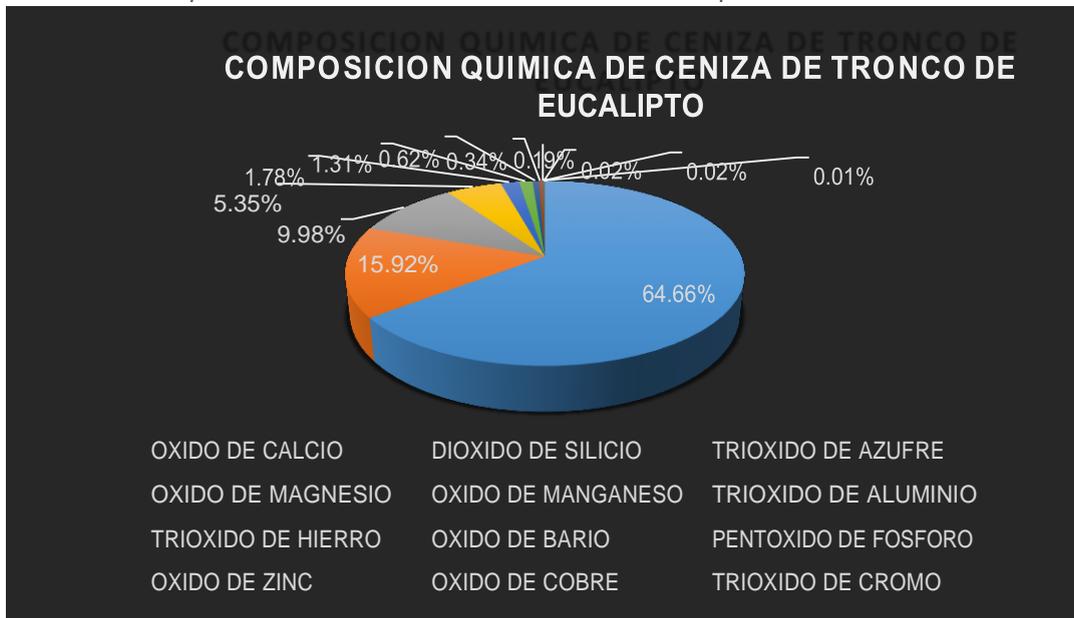
Los análisis de espectrometría de fluorescencia de realizados a la ceniza de eucalipto registran los componentes químicos, Oxido de Calcio (Ca) 64.66 %, Trióxido de Hierro, (Fe₂O₃) 9.98 %, Dióxido de Silicio (SiO₂) 15.92%, Trióxido de Aluminio, (Al₂O₃) 1.31% los cuales son componentes principales del cemento.

Se obtuvieron buenos resultados ya que podemos sostener que es un material cementante.

Tabla N° 9: Composición química de las cenizas de eucalipto método rayos x.

| COMPOSICION QUIMICA | RESULTADO (%) | METODO UTILIZADO |
|----------------------|---------------|---|
| OXIDO DE CALCIO | 64.66% | |
| DIOXIDO DE SILICIO | 15.92% | |
| TRIOXIDO DE AZUFRE | 9.98% | |
| OXIDO DE MAGNESIO | 5.35% | |
| OXIDO DE MANGANESO | 1.78% | |
| TRIOXIDO DE ALUMINIO | 1.31% | ESPECTROMETRIA DE ENERGIA DISPERSA (EDS) |
| TRIOXIDO DE HIERRO | 0.62% | |
| OXIDO DE BARIO | 0.34% | |
| PENTOXIDO DE FOSFORO | 0.19% | |
| OXIDO DE ZINC | 0.02% | |
| OXIDO DE COBRE | 0.02% | |
| TRIOXIDO DE CROMO | 0.01% | |

Grafico N° 1: Composición Química de la ceniza de tronco de eucalipto.



Fuente: Resultados de composición química de las cenizas de tronco de eucalipto UNI.

Composición química del cemento tipo I.

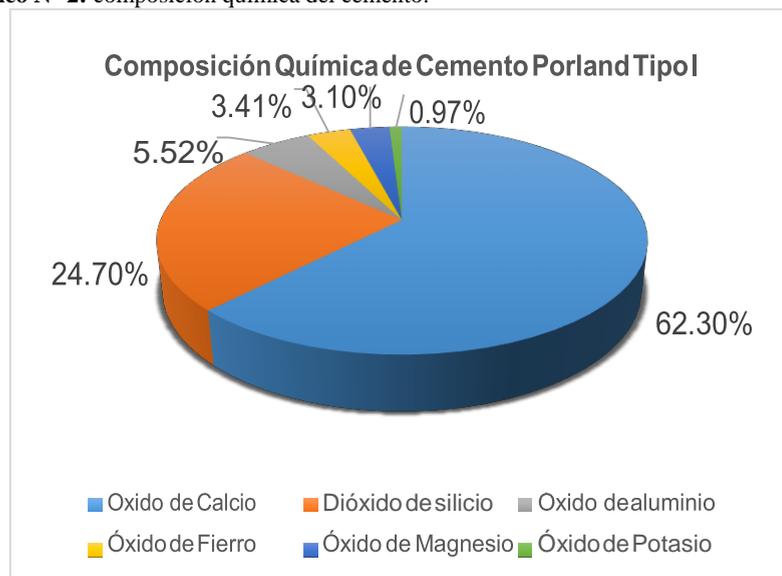
El cemento empleado para el siguiente trabajo de investigación fue el cemento Pacasmayo Portland tipo I por condiciones de uso general.

Tabla N° 10: Composición química del cemento tipo I.

| COMPOSICION QUINICA | RESULTADO (%) | METODO UTILIZADO |
|---------------------|---------------|--|
| Oxido de Calcio | 62.300% | Espectrometría de Fluorescencia de Rayos X |
| Dióxido de silicio | 24.700% | |
| Óxido de aluminio | 5.520% | |
| Óxido de Fierro | 3.410% | |
| Óxido de Magnesio | 3.100% | |
| Óxido de Potasio | 0.970% | |

Fuente: tópicos de tecnología del concreto en el Perú Enrique Pasquel Carbajal

Grafico N° 2: composición química del cemento.



Fuente: tópicos de tecnología del concreto en el Perú Enrique Pasquel Carbajal

Potencial Hidrógeno

Tabla N° 11: PH del Cemento, Cenizas del Eucalipto y sus combinaciones al 4% y 8%.

| Muestra | PH |
|--------------------------------------|-------|
| Cemento | 12.3 |
| Ceniza de eucalipto | 11.8 |
| 96% cemento + 4% ceniza de eucalipto | 11.26 |
| 92% cemento + 8% ceniza de eucalipto | 11.36 |

Fuente: Laboratorio de minas y metalurgia en la UNT.

Caracterización de los agregados.

Tabla N° 12: Análisis granulométrico del agregado fino

| TAMIZ | Peso retenido | % ret. Parcial | % ret. Acumu. | % Que pasa |
|--------------|---------------|----------------|---------------|------------|
| N° | Abert.(mm) | (gr.) | (%) | (gr.) |
| 3" | 76.20 | 0.0 | 0.0 | 100.0 |
| 2 ½" | 63.50 | 0.0 | 0.0 | 100.0 |
| 2" | 50.80 | 0.0 | 0.0 | 100.0 |
| 1 ½" | 38.10 | 0.0 | 0.0 | 100.0 |
| 1" | 25.40 | 0.0 | 0.0 | 100.0 |
| ¾" | 19.10 | 0.0 | 0.0 | 100.0 |
| ½" | 12.50 | 0.0 | 0.0 | 100.0 |
| ⅜" | 9.52 | 0.0 | 0.0 | 100.0 |
| N° 4 | 4.76 | 6.7 | 0.5 | 99.5 |
| N°8 | 2.36 | 103.2 | 7.7 | 91.8 |
| N° 16 | 1.18 | 316.5 | 23.6 | 68.2 |
| N° 30 | 0.60 | 308.5 | 23.0 | 45.3 |
| N°50 | 0.30 | 222.2 | 16.6 | 28.7 |
| N° 100 | 0.15 | 227.3 | 16.9 | 11.8 |
| N° 200 | 0.08 | 122.7 | 9.1 | 2.6 |
| PLATO | ASTM C-117-04 | 35.4 | 2.6 | 0.0 |
| TOTAL | | 1342.5 | 100.0 | |

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

Grafico N° 4: Curva granulométrica del agregados fino.

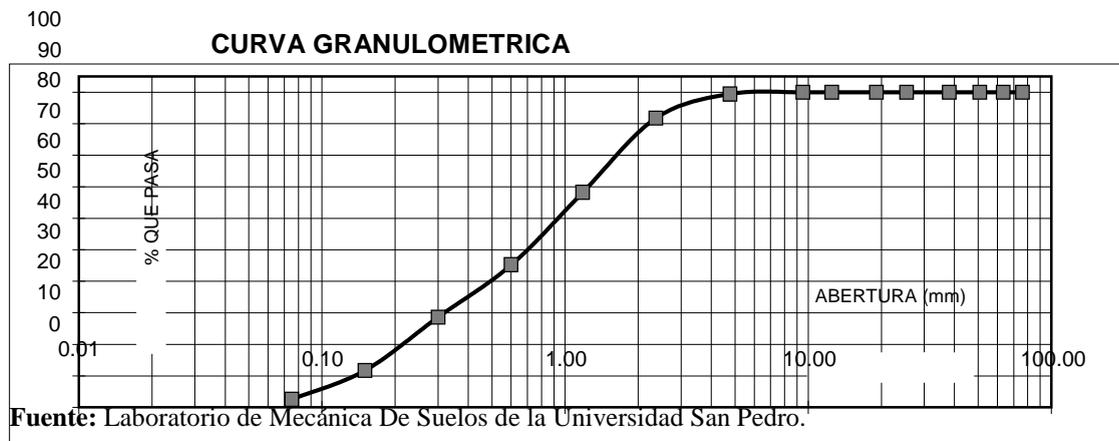


Tabla N° 13 Análisis granulométrico del agregado grueso.

| TAMIZ | | Peso retenido | % ret. Parcial | % ret. Acumu. | % Que pasa |
|--------|---------------|---------------|----------------|---------------|------------|
| N° | Abert.(mm) | (gr.) | (%) | (%) | (gr.) |
| 3" | 76.200 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 100.0 |
| 2 ½" | 63.500 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 100.0 |
| 2" | 50.800 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 100.0 |
| 1 ½" | 38.100 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 100.0 |
| 1" | 25.400 | 607.0 | 26.5 | 26.5 | 73.5 |
| ¾" | 19.100 | 1139.6 | 49.8 | 76.3 | 23.7 |
| ½" | 12.500 | 323.4 | 14.1 | 90.4 | 9.6 |
| ⅜" | 9.520 | 219.4 | 9.6 | 100.0 | 0.0 |
| N° 4 | 4.760 | 0.0 | 0.0 | 100.0 | 0.0 |
| N°8 | 2.360 | 0.0 | 0.0 | 100.0 | 0.0 |
| N° 16 | 1.180 | 0.0 | 0.0 | 100.0 | 0.0 |
| N° 30 | 0.600 | 0.0 | 0.0 | 100.0 | 0.0 |
| N°50 | 0.300 | 0.0 | 0.0 | 100.0 | 0.0 |
| N° 100 | 0.150 | 0.0 | 0.0 | 100.0 | 0.0 |
| N° 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 | | |

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

Grafico N° 05: Curva granulométrica del agregados grueso

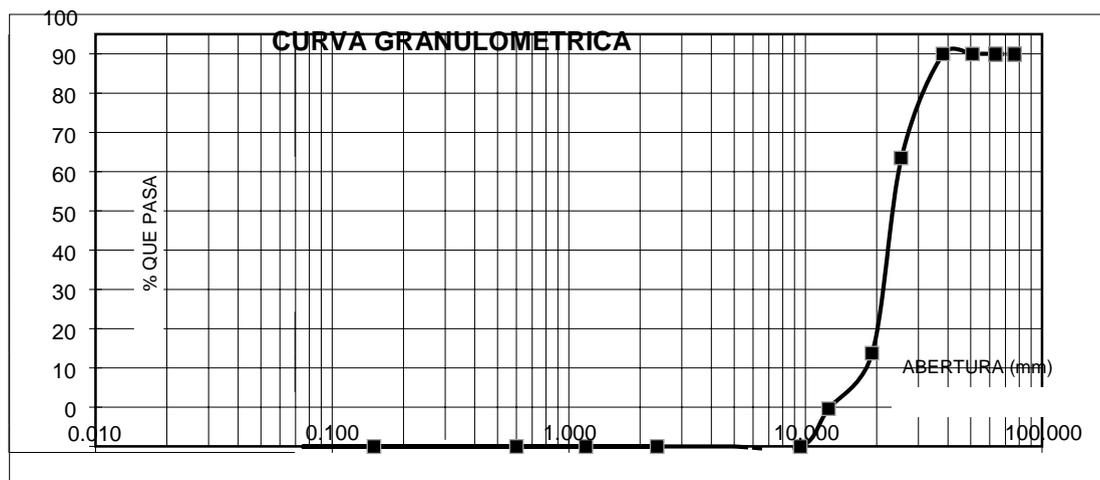


Tabla N° 14: Peso unitario suelto del agregado fino.

| Ensayo N° | 0 1 | 0 2 | 0 3 |
|--------------------------------|------|------|------|
| 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/m3) | 1661 | 1661 | 1643 |
| Peso unitario prom. (Kg/ m3) | | 1655 | |
| CORREGIDO POR HUMEDAD | | 1645 | |

Fuente: Laboratorio de Mecánica De Suelos de la Universidad San Pedro, 2017.

Tabla N° 15: Peso unitario compactado del agregado fino.

| Ensayo N° | 0 1 | 0 2 | 0 3 |
|-------------------------------|------|------|------|
| 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/m3) | 1804 | 1786 | 1793 |
| Peso unitario prom. (Kg/m3) | | 1795 | |
| CORREGIDO POR HUMEDAD | | 1784 | |

Fuente: Laboratorio de Mecánica De Suelos de la Universidad San Pedro, 2017.

Tabla N° 16 Peso unitario suelto del agregado grueso.

| 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/m3) | 1382 | 1393 | 1390 |
| Peso unitario prom. (Kg/m3) | | 1388 | |
| CORREGIDO POR HUMEDAD | | 1378 | |

Fuente: Laboratorio de Mecánica De Suelos de la Universidad San Pedro, 2017.

Tabla N° 17 *Peso unitario compactado del agregado grueso.*

| 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/m³) | | 1596 | |
| CORREGIDO POR HUMEDAD | | 1585 | |

Fuente: Laboratorio de Mecánica De Suelos de la Universidad San Pedro, 2017.

Tabla N° 18: *Gravedad específica y absorción agregado grueso.*

| Ensayo N° | 01 | 0 2 |
|--|-----------|--------------|
| 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 |

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

Tabla N° 19: Gravedad específica y absorción agregado fino.

| <i>Ensayo N°</i> | | <i>01</i> | <i>02</i> |
|------------------------------------|--|--------------|-----------|
| 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 | |

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

Tabla N° 20: Contenido de humedad agregado grueso.

| 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 | |

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

Tabla N°21: Contenido de humedad agregado fino.

| prueba n° | 01 | 02 |
|-----------------------------|-----------|-----------|
| tara n° | | |
| tara + suelo humedo (gr) | 983.9 | 978 |
| tara + suelo seco (gr) | 979.1 | 973 |
| peso del agua (gr) | 4.8 | 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 |

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

Resultados de los diseños y las mezclas de concreto.

Se realizó diseños de mezclas de concreto convencional con una resistencia deseada de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, a los 7, 14, 28 días. El cual se muestra a continuación.

Tabla N° 22: Cantidad de materiales para el diseño patrón ($f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$).

| Materiales | Peso por m3 | Pesos por probeta |
|-------------------|--------------------|--------------------------|
| Cemento | 282.164 kg/m3 | 1.818 kg |
| Agua | 197.639 kg/m3 | 1.27 kg |
| Agregado grueso | 1117.357 kg/m3 | 7.201 kg |
| Agregado fino | 801.816 kg/m3 | 5.167 kg |

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

De igual forma se diseñaron concretos con diferentes porcentajes de ceniza (4% y 8%) con una resistencia deseada $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, a los 7, 14, 28 días.

Los cuales se muestran a continuación.

Tabla N°23: Cantidad de materiales para el diseño patrón ($f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$). + 4% de ceniza de eucalipto.

| Materiales | Peso por m3 | Pesos por probeta |
|-------------------|--------------------|--------------------------|
| Cemento | 270.877 kg/m3 | 1.745 kg |
| Agua | 197.639 kg/m3 | 1.27 kg |
| Agregado grueso | 1117.357 kg/m3 | 7.201 kg |
| Agregado fino | 801.816 kg/m3 | 5.167 kg |
| Ceniza | 11.286 kg/m3 | 0.0727 kg |

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

Tabla N° 24: Cantidad de materiales para el diseño patrón ($f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$).+ 8% de ceniza de eucalipto.

| Materiales | Peso por m3 | Pesos por probeta |
|-------------------|--------------------|--------------------------|
| Cemento | 259.592 kg/m3 | 1.672 kg |
| Agua | 197.639 kg/m3 | 1.27 kg |
| Agregado grueso | 1117.357 kg/m3 | 7.201 kg |
| Agregado fino | 801.816 kg/m3 | 5.167 kg |
| Ceniza | 22.572 kg/m3 | 0.1454 kg |

Fuente: Laboratorio de Mecánica De Suelos de la Universidad San Pedro, 2017.

Concreto fresco.

Se realizó los ensayos al concreto fresco, siguiendo los procedimientos que están establecidos en la norma. Los resultados se muestran en la siguiente tabla.

Tabla N° 25: Resultados de los ensayos del concreto fresco.

| DISEÑOS | Probeta Prom. | Asentamiento (pulg) | Peso unitario (kg/m3) |
|---------------------------------------|---------------|---------------------|-----------------------|
| Diseño patrón $f'c=210\text{kg/cm}^2$ | M1 | 3.20 | 2352.54 |
| 4% ceniza | M2 | 3.30 | 2357.56 |
| 8% ceniza de carrizo | M3 | 3.40 | 2346,34 |

Fuente: Laboratorio de Mec. De Suelos de la Universidad San Pedro.

Los resultados obtenidos del concreto fresco se interpretan de la siguiente manera:

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

El asentamiento (ASTM 143 / NTP 339.035). Del concreto patrón fue el diseño inicialmente, para el cual se le considero un asentamiento plástico de 3.20, cumpliendo con nuestro diseño plantado inicialmente que se encuentra en el intervalo de (3'' a 4'').

Así como también el peso unitario (ASTM 138 / NTP 339.046). En los ensayos realizados en la tabla n° 27 es de P1=2314.97 kg/m³, y P3=2318.99 kg/m³, los cuales están entre el rango 2240 kg/cm³ a 2460 kg/cm³ de un peso unitario de un concreto normal.

Concreto ($f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$) con la sustitución de 4% de ceniza de eucalipto.

Asentamiento (ASTM 143 / NTP 339.035). El asentamiento del concreto patrón fue el diseño con la adición de 4% de ceniza de eucalipto para el cual se le considero un asentamiento plástico de 3.30'' respecto al diseño patrón que es de 3.20'', cumpliendo con nuestro diseño planteado inicialmente.

El peso unitario (ASTM 138 / NTP 339.046). Del concreto con la sustitución del 4% de ceniza de eucalipto, en los ensayos realizados en la tabla n°6 es de P1=2352.51 kg/m³, y P2=2357.16 kg/m³ y P3=2354.52 kg/m³, los cuales están entre el rango 2240 kg/m³ a 2460 kg/m³ de un peso unitario de un concreto normal.

Concreto ($f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$) con la sustitución del 8 % de ceniza de eucalipto.

Y en el porcentaje del 8% el asentamiento (ASTM 143 / NTP 339.035). Del concreto con la del 8% de ceniza de eucalipto, para el cual se le considero un asentamiento plástico de 3.40'' respecto al diseño patrón que es de 3.20'', cumpliendo con nuestro diseño plantado inicialmente.

Así como el peso unitario (ASTM 138 / NTP 339.046). En los ensayos realizados en la tabla n°6 es de P1=2346.85 kg/m³, y P2=2346.72 kg/m³ y P3=2343.45 kg/m³, los cuales están entre el rango 2240 kg/m³ a 2460 kg/cm³ de un peso unitario de un concreto normal.

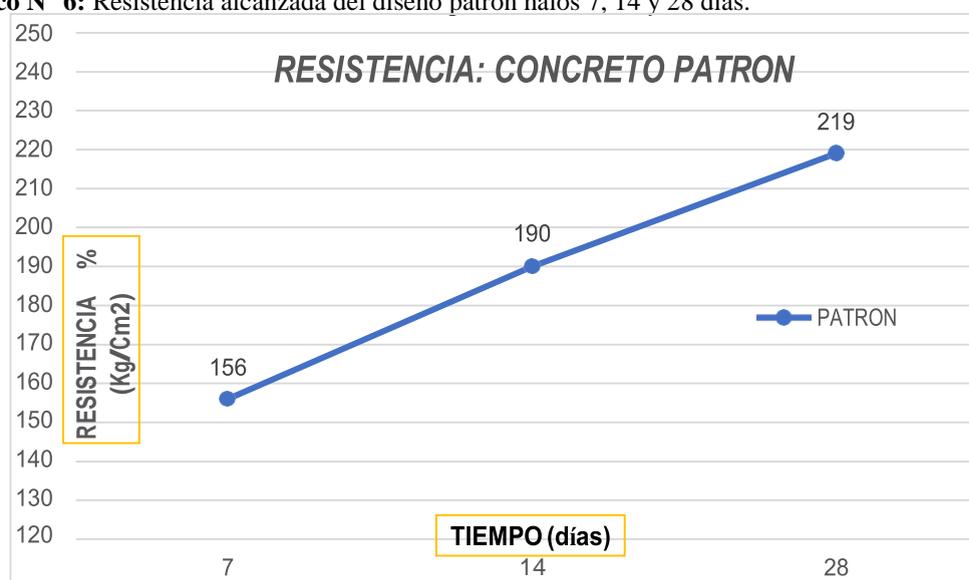
Resultados del concreto endurecido.

Tabla N° 26: Resultado de ensayo a compresión axial del concreto endurecido diseño patrón ($f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$).

| N° de muestra | N° Días (Edad) | Peso | Diam. (ϕ) | Carga | Kg/Cm2 | Prom. |
|---------------|-------------------|-------|------------------|-------|--------|--------|
| M1 | 7 | 13.65 | 15.00 | 27490 | 156.00 | 156.00 |
| M2 | | 13.60 | 15.00 | 27740 | 157.00 | |
| M3 | | 13.75 | 15.10 | 27801 | 155.00 | |
| M4 | 14 | 13.75 | 15.00 | 33970 | 192.00 | 190.00 |
| M5 | | 13.60 | 15.10 | 33810 | 189.00 | |
| M6 | | 13.80 | 15.00 | 33200 | 188.00 | |
| M7 | 28 | 13.65 | 15.00 | 38929 | 220.00 | 219.00 |
| M8 | | 13.80 | 15.15 | 39190 | 218.00 | |
| M9 | | 13.60 | 15.00 | 38910 | 220.00 | |

Fuente: Elaboración propia.

Grafico N° 6: Resistencia alcanzada del diseño patrón halos 7, 14 y 28 días.



De los resultados obtenidos de la prueba de compresión, se registra que a los 7 días se alcanzó una resistencia promedio 74.13%. Asimismo, podemos ver que los resultados registrados a los 14 y 28 días incremento a 90.48% y 104.44% estos resultados nos llevan a la conclusión de que los diseños de mezcla obtenido en los laboratorios de la Universidad San Pedro fueron bien elaborados.

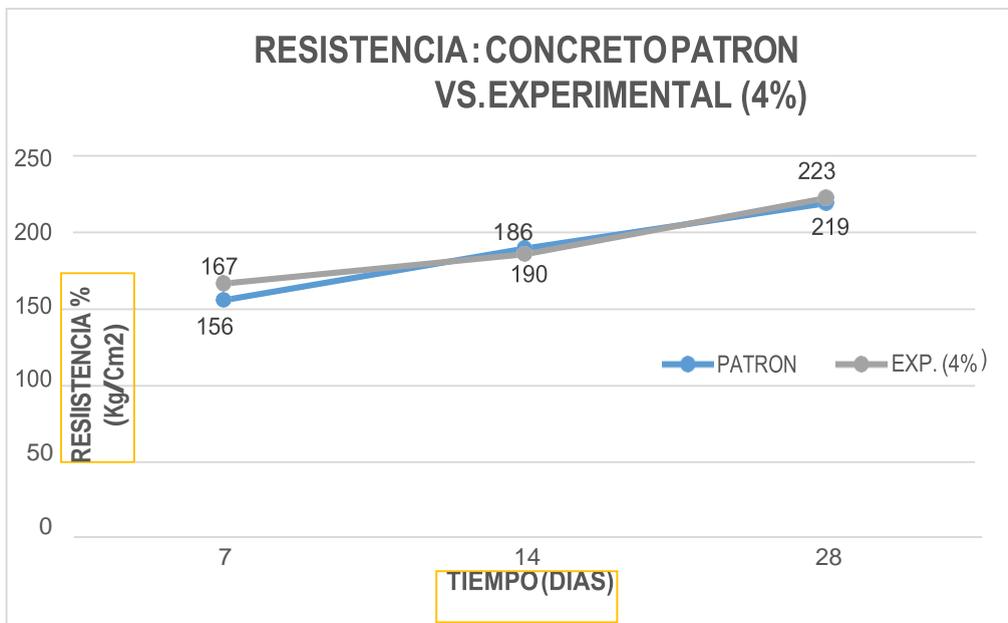
Tabla N° 27: Medidas de dispersión del concreto experimental al 4%.

Tabla N° 27: Medidas de dispersión del concreto experimental al 4%.

| N° de muestra | N° Días (Edad) | Peso | Diam. (∅) | Carga | Kg/Cm2 | Prom. |
|---------------|----------------|-------|-----------|-------|--------|-------|
| M1 | | 13.65 | 15.00 | 28760 | 163 | |
| M2 | 7 | 13.6 | 15.00 | 30060 | 170 | 167 |
| M3 | | 13.75 | 15.10 | 30880 | 173 | |
| M4 | | 13.75 | 15.00 | 33760 | 191 | |
| M5 | 14 | 13.6 | 15.10 | 33290 | 186 | 186 |
| M6 | | 13.8 | 15.00 | 33600 | 190 | |
| M7 | | 13.65 | 15.00 | 39940 | 226 | 223 |
| M8 | 28 | 13.8 | 15.10 | 39560 | 221 | |
| M9 | | 13.6 | 15.00 | 38950 | 221 | |

Fuente: Elaboración propia.

Grafico N° 7: Patrón VS. experimental (4%)



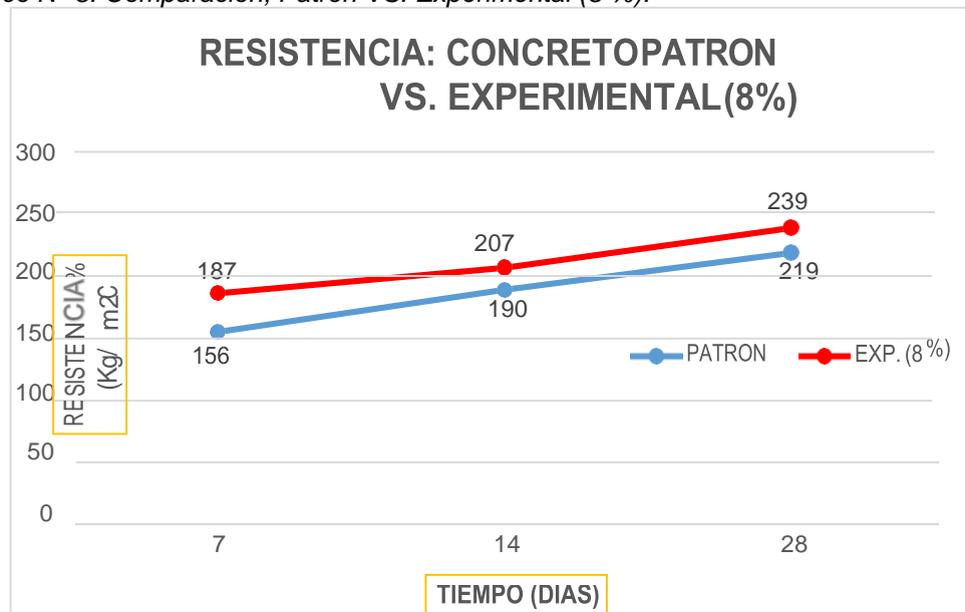
De los resultados obtenidos de la Prueba de Compresión, se registra que a los 7 días se alcanzó una resistencia promedio 79.52%. Asimismo, podemos ver que los resultados registrados a los 14 y 28 días incremento a 88.57% y 106.19% estos resultados nos llevan a la conclusión de que el diseño de mezcla obtenido en los laboratorios de la Universidad San Pedro fue bien elaborado.

Tabla N° 28: Medidas de dispersión del concreto experimental al 8%.

| N° de muestra | N° Dias (Edad) | Peso | Diam. (∅) | Carga | kg/cm2 | Prom. |
|---------------|----------------|-------|-----------|-------|--------|-------|
| M1 | | 13.75 | 15.20 | 33190 | 183 | |
| M2 | 7 | 13.65 | 15.20 | 34760 | 192 | 187 |
| M3 | | 13.70 | 15.20 | 33800 | 186 | |
| M4 | | 13.60 | 15.10 | 36870 | 206 | |
| M5 | 14 | 13.75 | 15.00 | 36910 | 209 | 207 |
| M6 | | 13.70 | 15.09 | 37080 | 207 | |
| M7 | | 13.65 | 15.09 | 42650 | 239 | |
| M8 | 28 | 13.60 | 15.10 | 42640 | 238 | 239 |
| M9 | | 13.55 | 15.09 | 43120 | 241 | |

Fuente: Elaboración propia.

Grafico N° 8: Comparación, Patrón VS. Experimental (8 %).



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 14.92 % obteniendo 79.52 % en los primeros 7 días. Asimismo podemos ver que los resultados registrados a los 14 y 28 días incrementa la resistencia mínimamente al patrón en 8.10% y 9.37% obteniendo 98.57% y 113.81%.

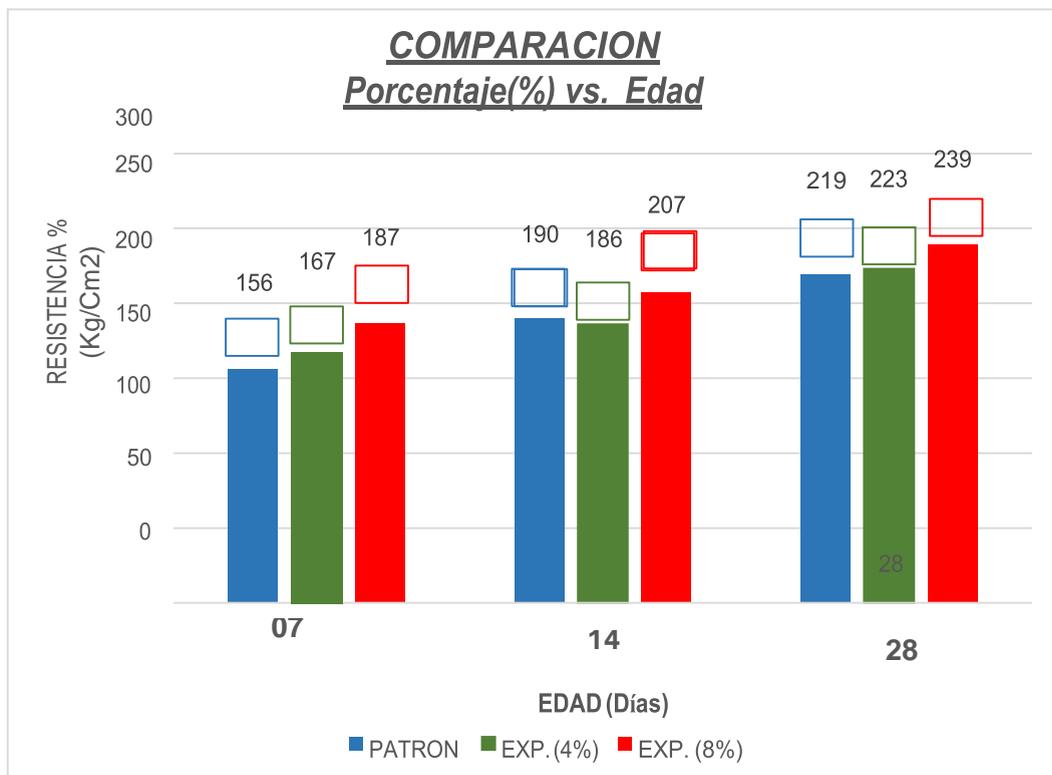
Promedios finales:

Tabla N° 29: *Ensayos de Resistencia a la compresión (Kg/Cm2) obtenida según Probetas Patrón a los 7; 14 y 28 días de curado.*

| PATRON | EDAD (Días) | | |
|----------|-------------|-----|-----|
| | 7 | 14 | 28 |
| P - 1 | 156 | 192 | 218 |
| P - 2 | 155 | 188 | 222 |
| P - 3 | 157 | 189 | 218 |
| PROMEDIO | 156 | 190 | 219 |

Fuente: Prueba de Compresión. Laboratorio de mecánica de Suelos – USP

Grafico N° 9: *Comparación, Patrón VS. Experimental (8% y 4%).*



Fuente: Prueba de Compresión, Laboratorio de Mec. De suelos – USP

Se registra que a los 28 días del diseño patrón, alcanzó una resistencia promedio 104.44%. Asimismo, podemos ver que los resultados a los 28 días del diseño patrón + El 4%.

De cenizas de Eucalipto se alcanzó una resistencia promedio 106.19% y los resultados a los 28 días del diseño patrón + el 8% de cenizas de carrizo se alcanzó una resistencia promedio 113.81%.

Estos resultados nos llevan a la conclusión de que los diseños de mezcla obtenido en los laboratorios de la Universidad San Pedro fueron bien elaborados.

Ya verificado el cumplimiento de la homogeneidad de las resistencias medias obtenidas en las probetas para cada tratamiento (sustitución de un porcentaje de cemento por la ceniza del eucalipto en un 4% y 8%) se procedió a realizar la prueba ANOVA.

Tabla N° 30: Cálculo de la prueba ANOVA.

| Origen | Suma de cuadrados | gl | Media cuadrática | F | Sig |
|----------------|-------------------|----|------------------|--------|------|
| Sustitución | 1201,482 | 2 | 600,741 | ,366 | ,714 |
| Días de curado | 51488,420 | 2 | 25744,210 | 15,690 | ,013 |
| Error | 6563,164 | 4 | 1640,791 | | |
| Total | 59253 | 8 | | | |

Fuente: Resultados de las Pruebas de Hipótesis con el SPSS

En la tabla 34 se puede visualizar que el p-value $> \alpha$ ($0.714 > 0.05$) entonces Podemos decir que los datos muestran suficientes evidencias para aceptar la hipótesis nula.

Por lo que podemos concluir que con nivel de 5% de significancia las resistencias medias en kg/cm^2 logradas en los especímenes de las probetas patrón y sus sustituciones del cemento en 4 % y 8% por las cenizas de eucalipto, son iguales.

También se tienen que para los días de curado p-value $< \alpha$ ($0.013 < 0.05$) entonces podemos decir que las resistencias medias de los especímenes de las probetas son diferentes a consecuencias de los día de curado.

ANÁLISIS Y DISCUSIÓN

Del análisis térmico diferencial: Se puede observar que en el análisis térmico diferencial nos muestra en el gráfico de curva calorimétrica (ver anexo n° 01) que nuestro material pasa por tres etapas.

Primera etapa, empieza a los 100°C con la pérdida de un porcentaje de agua donde se realizó de 102°C a 215°C donde se produce la degradación del material formándose dos picos endotérmicos leves.

Segunda etapa, sube la temperatura a 410°C donde se produce la eliminación del material volátil en la muestra de ceniza de eucalipto donde aparece un pico exotérmico donde se realiza la descomposición a carbonatos.

Tercera etapa, se produce la obtención de óxidos teniendo lugar a los 900°C, donde se muestra dos picos endotérmicos de gran intensidad.

Teniendo en cuenta lo antes mencionado la temperatura ideal, para calcinar a la ceniza es de 400°C por espacio de dos horas.

Del análisis de composición química:

Con respecto al análisis de la composición química de la ceniza del carrizo comparamos los resultados obtenidos en el método utilizado obteniendo los siguientes resultados:

Se puede observar que en la tabla n° 11 mediante el método espectrometría de fluorescencia de rayos X, registran los componentes químicos Oxido de Calcio (Ca) 64.659 %, Dióxido de Silicio (SiO₂) 15.916%, Trióxido de Azufre (SO₃) 9.977 %, Oxido de Magnesio (MgO) 5.352 %, Oxido de Manganeso (MnO) 1.784 %, Trióxido de Aluminio, (Al₂O₃) 1.312%, Trióxido de Hierro, (Fe₂O₃) 0.619 %, los cuales son algunos componentes del cemento.

Del mismo modo en la tabla n° 10 utilizando el método espectroscopia de energía dispersiva (EDS), los componentes químicos Oxido de Calcio (Ca) 64.659 %, Dióxido de Silicio (SiO₂) 15.916%, Trióxido de Azufre (SO₃) 9.977 %, Oxido de Magnesio

(MgO) 5.352 %, Oxido de Manganeseo (MnO) 1.784 %, Trióxido de Aluminio, (Al₂O₃) 1.312%, Trióxido de Hierro, (Fe₂O₃) 0.619 %, según análisis.

Con los resultados se puede confirmar que los dos métodos utilizados nos arrojan similares resultados.

Se puede observar en la tabla n°11 que en la composición química de la ceniza de eucalipto el Oxido de Calcio (Ca) 64.659 % lo encontramos en mayor porcentaje lo cual influye positivamente en el concreto ya que puede ser que tiene importancia en el calor de la hidratación del concreto.

El Dióxido de Silicio, (SiO₂) 15.916% es un componente de posible hidratación lenta que proporciona una ganancia gradual de resistencia, el Trióxido de Hierro, Fe₂O₃ 0.619 %, Trióxido de Azufre, SO₃ 9.977% puede traer problemas de expansión, el volumen del concreto incrementa produciendo rajaduras y disminuyendo así la resistencia a largo plazo. Mientras que el Óxido de Manganeseo, (MnO) 1.312 %, Trióxido de Aluminio, Al₂O₃ 1.312% no participa prácticamente en las resistencias mecánicas, su presencia se debe a la necesidad de utilizar fundentes que contienen hierro en la fabricación de Clinker, tiene calor de hidratación bajo y gran velocidad de fraguado.

Con respecto al PH de nuestro materiales a utilizarse muestra que en tabla N°13 el PH de las cenizas de eucalipto, con un valor de 11.80, el cemento 12.30, las combinaciones de 4% de sustitución con 11.26 y 8% con 11.36, observando valores alcalinos que permitirán la reacción con el cemento para poder alcanzar las resistencias óptimas deseables, ya que debemos tener en cuenta que la activación alcalina de materiales con disoluciones fuertemente alcalinas tras un periodo de curado permiten obtener un material con buenas propiedades cementantes.

Así como también el asentamiento basándose en la norma (ASTM 143 / NTP 339.035). El asentamiento del concreto patrón fue un asentamiento plástico de 3.20, cumpliendo con nuestro diseño plantado inicialmente que se encuentra en el intervalo de (3" a 4"). El asentamiento del concreto con la adición de 4% de ceniza de eucalipto para el cual se le considero un asentamiento plástico de 3.30" respecto al diseño patrón que es de 3.20", cumpliendo con nuestro diseño planteado inicialmente y el

asentamiento del concreto con la adición del 8% de ceniza, para el cual se le considero un asentamiento plástico de 3.40”

De esta manera se estaría cumpliendo con nuestro diseño planteado inicialmente ya que cumple con lo estipulado en la norma (ASTM 143 / NTP 339.035).

Análisis de los resultados a la compresión:

En el concreto patrón ($f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$) 4% y 8% de ceniza de eucalipto a los 7 días, se puede notar en el grafico n° 11 que al adicionar el 4% se obtiene los mayores incrementos de la resistencia halos 7 días, a este porcentaje le corresponde una resistencia a compresión de 167 kg/cm^2 así mismo al adicionar el 8% de ceniza de carrizo se obtiene una resistencia de 187 kg/cm^2 .

Estos resultados reflejan la posibilidad de emplear el material en la elaboración de elementos estructurales como incremento a la resistencia a la compresión axial.

Así como también en el concreto patrón ($f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$) y las combinaciones de 4% y 8% de ceniza de a los 14 días, se puede notar en el grafico N° 8 que al adicionar el 8% de ceniza de se obtiene los mayores incrementos de la resistencia halos 14 días, a este porcentaje le corresponde una resistencia a compresión de 207 kg/cm^2 así mismo al adicionar el 4% de ceniza se obtiene una resistencia de 186 kg/cm^2 .

Estos resultados reflejan la posibilidad de emplear el material en la elaboración de elementos estructurales como incremento a la resistencia a la compresión axial.

En el concreto patrón ($f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$) y las combinaciones de 4% y 8% de ceniza de eucalipto a los 14 días, se puede notar en el grafico N° 9, se puede notar que al adicionar el 4% y 8% de ceniza se obtiene incrementos mayores de la resistencia halos 28 días.

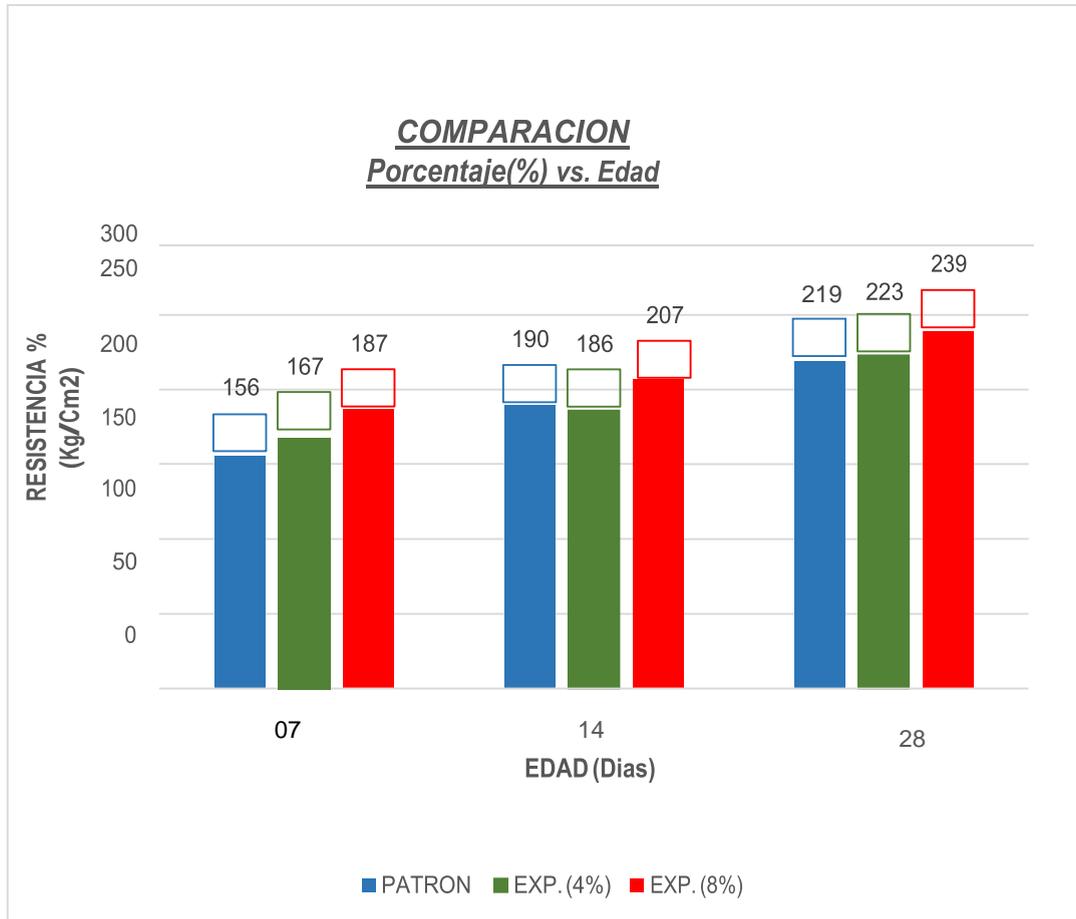
Al 4% de ceniza de eucalipto le corresponde una resistencia a compresión de 223 kg/cm^2 así mismo al adicionar el 8% de ceniza se obtiene una resistencia de 239 kg/cm^2 .

Estos resultados reflejan la posibilidad de emplear el material en la elaboración de elementos estructurales como incremento a la resistencia a la compresión axial.

En resumen, la sustitución del 8% del cemento tipo I, por la ceniza ha trabajado mucho mejor que la sustitución del 4% en las edades de curado de 7 y 28 días como se muestra en la tabla N° 27 y N° 28.

Esto se debe a la sustitución de Cemento que se realizó, a través del cual se tendría mejores propiedades gracias a los precursores puzolánico.

GRAFICO N° 10: Gráfico de Barras Resistencia a la Compresión, patrón y experimentales (kg/cm2)



Fuente: Prueba de Compresión, Laboratorio de Mec. De suelos – USP

La relación agua cemento que se utilizó para realizar nuestro diseño de mezclas de nuestro concreto patrón $f'c$ 210kg/cm² fue $a/c = 0.684$, para el diseño de mezcla de sustitución con la ceniza de eucalipto al 4% fue también de $a/c = 0.684$ y de 8% fue igualmente de $a/c = 0.71$.

CONCLUSIONES

Se cumple parcialmente con la hipótesis planteada, la sustitución del cemento por la ceniza tronco de eucalipto al 8 % ha trabajado mucho mejor que la sustitución al 4% a edades de 7,14 y 28 días como se muestra en la TABLA N°29 y GRAFICO N°9.

Según el Análisis térmico diferencial cambia de estado a los 400 °C según su curva. Las cenizas de tronco de eucalipto activadas a 400° por 2 horas desarrollan una actividad puzolánica que sigue el comportamiento del cemento en el concreto capaz de sustituir parcialmente al cemento como se puede observar en el anexo N° 11.

El PH del concreto debe estar entre un rango de 11 – 12 de lo contrario si está en valores menores o superiores a este podría la mezcla ser perjudicial lo cual destruye el concreto, presenta fisuras y con el tiempo deterioro de este

Las muestras experimentales, la sustitución con el 4% y 8% de cenizas de tronco de eucalipto logro superar a la probeta de la resistencia patrón está en un orden del 1.75% y 9.37% por encima, logremos superarlo con respecto al patrón respecto al patrón.

La ceniza de tronco de eucalipto tiene un alto porcentaje de Oxido de Calcio (Ca) 64.659% superando en 2.359% por encima del cemento el cual tiene 62.30% de óxido de Calcio.

La relación agua cemento utilizada para realizar el diseño de mezcla de la probeta patrón fue de $a/c=0.684$, al 4% aumenta la relación en un 0.71 y para el 8% fue de $a/c=0.72$.

Se concluye que en los análisis de espectrometría de fluorescencia de Rayos X realizados a la ceniza de tronco de eucalipto registran los componentes químicos Oxido de Calcio (Ca) 62.659%, Oxido de silicio(S) 15.916%, los cuales son componentes principales del cemento. Así mismo encontramos el Calcio en mayor porcentaje lo cual influye positivamente en el concreto ya que tienen importancia en el calor de la hidratación del concreto debido a que la ceniza es un material cementante.

Mientras que el Dióxido de silicio (SiO_2) 15.916% influye positivamente en el concreto la eliminación y oclusión de la porosidad, pero absorbiendo mayor cantidad de agua, Trióxido de Hierro, (Fe_2O_3) 0.619%.

RECOMENDACIONES

Continuar estudiando este material ceniza de tronco de eucalipto a diferentes temperaturas de calcinación y tamaños de grano más pequeños a los reportados en este trabajo.

Se puede seguir incrementando porcentajes de sustitución de cenizas de tronco de eucalipto mayores al 4% y menores de 8%, en razón de haber trabajado bien en la sustitución de 8%.

En los trabajos de mayores porcentajes de sustitución determinar los parámetros de PH del material solo y la mezcla (cemento + ceniza de tronco de eucalipto). Así como también realizar el análisis químico de la mezcla.

AGRADECIMIENTO

A Dios, Por protegerme, darme la vida día a día e iluminarme por el camino del bien, por darme razones y motivos para seguir adelante y sobresalir de todo obstáculo para alcanzar mis metas. A mis padres, Por su gran cariño, apoyo incondicional, y darnos una experiencia de vida única y mejor, los quiero mucho.

A mis amigos, Por su respeto, confianza, sus consejos y cariño, por su ayuda y apoyo en cada proceso de mi formación y por la buena convivencia que tuvimos en todo momento que pasamos juntos. A la Escuela de Ingeniería Civil Por ser fuente de conocimiento y de la creación de nuevos ideales para mi desarrollo profesional. A los docentes de la Escuela de Ingeniería Civil. Por su valiosa guía, por inculcarme sus conocimientos aprendidos e impulsarme a ser mejor profesional

Al Ing. Flores Reyes, Gumersindo, Por el asesoramiento en el trabajo de investigación, por darme esa motivación de seguir estudiando e investigando, por los conocimientos compartidos que me hacen ser mejores profesionales, y principalmente por su apoyo y amistad que me permitió aprender más de lo estudiado en este proyecto.

YENNER, PEREZ MANTILLA

REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

- Abanto, C.F. (2009). *Tecnología del concreto: teoría y problemas*.
- 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 bolivar.
- ASTM (C-150; 138, C-31; 39). *American Society of testing materials*.
- Alfonso, e. D. (-). *La industria del cemento dentro de la problemática de la contaminación de la atmósfera*. España.
- Copelat. (1962). *Cemnet gel and its specific surface*.
- 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.
- García, motto, & aguirre. (2006,2005,2010). *Ficus planta ornamental*.
- Gonzales de la cotera, m. (1962). *Tecnología del concreto diseño de mezclas*. Lima.
- Icontec. (2014). *Norma técnica colombiana*. Colombia.
- Juarez, b., (2005). *Mecánica de suelos tomo i, fundamentos de la mecánica de suelos*. Mexico.
- J. M. Criado, A. Ortega, J. Rouquerol, F. Rouquerol (1987). *Un nuevo método de Análisis Térmico: El análisis térmico a velocidad de transformación controlada (ATVC)*. España
- Laura, h. (2006). *Diseño de mezclas de concreto*. Puno.
- Norma NTP 400.037 (2002) y NTP 339 (2008). *Agregados, Concreto*.
- Marquez, l., & alejandra. (2016). *Algarrobo (acacia macracantha)*. Islas galápagos, santa cruz, galápagos, ec (google, osm).
- Marrufo, J.J. (2015). *Influencias del concreto al incorporar parcialmente ceniza de arroz por cemento portland*.
- Molina, b. (2008). *La influencia de las propiedades del cemento portland en hormigones con cenizas volantes*.
- M. Pérez. Blas (2016). *Propagación de eucalipto (Eucaliptus Globulus)*
- Ossa, m., & jorquera, h. *. (1984). *Cementos con cenizas volantes*.

Okamura, H. (1997). *Self-compacting High-Performance Concrete*.

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.

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*.

ANEXOS Y APÉNDICES

ANEXO N° 1: ANALISIS GRANULOMETRICO DELAGREGADO GRUESO



UNIVERSIDAD SAN PEDRO

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

ANALISIS GRANULOMETRICO AGREGADO GRUESO
(ASTM C-136-06)

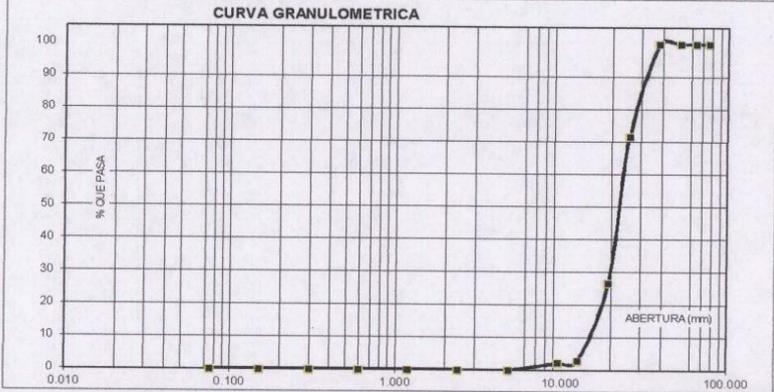
SOLICITA : BACH. PEREZ MANTILLA, YENNER
 TESIS : "RESISTENCIA DEL CONCRETO F'C=210 KG/CM2 SUSTITUYENDO AL CEMENTO EN 4% Y 8%
 POR LA CENIZA DE TRONCO DE EUCALIPTO (EUCALIPTUS GLOBULUS)"
 LUGAR : CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - ANCASH
 CANTERA : RUBEN
 MATERIAL : PIEDRA CHANCADA
 FECHA : 20/10/2017

| TAMIZ | Peso retenido (gr.) | % ret. Parcial (%) | % ret. Acumu. (%) | % Que pasa (gr.) |
|---------------------|---------------------|--------------------|-------------------|------------------|
| N° 3" | 76.200 | 0.0 | 0.0 | 100.0 |
| 2 1/2" | 63.500 | 0.0 | 0.0 | 100.0 |
| 2" | 50.800 | 0.0 | 0.0 | 100.0 |
| 1 1/2" | 38.100 | 0.0 | 0.0 | 100.0 |
| 1" | 25.400 | 285.8 | 28.4 | 71.6 |
| 3/4" | 19.100 | 451.5 | 44.9 | 26.7 |
| 1/2" | 12.500 | 240.6 | 23.9 | 97.3 |
| 3/8" | 9.520 | 5.4 | 0.5 | 97.8 |
| N° 4 | 4.760 | 22.2 | 2.2 | 100.0 |
| N° 8 | 2.360 | 0.0 | 0.0 | 100.0 |
| N° 16 | 1.180 | 0.0 | 0.0 | 100.0 |
| N° 30 | 0.800 | 0.0 | 0.0 | 100.0 |
| N° 50 | 0.300 | 0.0 | 0.0 | 100.0 |
| N° 100 | 0.150 | 0.0 | 0.0 | 100.0 |
| N° 200 | 0.075 | 0.0 | 0.0 | 100.0 |
| PLATO ASTM C-117-04 | 0 | 0.0 | 100.0 | 0.0 |
| TOTAL | 1005.5 | 100.0 | | |

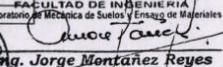
| PROPIEDADES FISICAS | |
|-----------------------|---------------------------|
| Tamaño Maximo Nominal | 1" |
| Fuso | N° 67 Ref. (ASTM C-33) |

| OBSERVACIONES | |
|--|--|
| La Muestra tomada identificada por el solicitante. | |

CURVA GRANULOMETRICA



| Finos | | Arena | | | Grava | |
|----------------|------|-------|--------|------|-------|--|
| Limo y Arcilla | Fina | Media | Gruesa | Fina | | |
| | | | | | | |

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

Jorge Montañez Reyes
 JEFE

www.usanpedro.edu.pe

Ciudad Universitaria - Urb. Los Pinos Mz. B s/n - Chimbote
 Cel. 990579937
 Email: lmsyem@usanpedro.edu.pe

ANEXO N°2: ANALISIS GRANULOMETRICO DELAGREGADO FINO



**UNIVERSIDAD
SAN PEDRO**

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

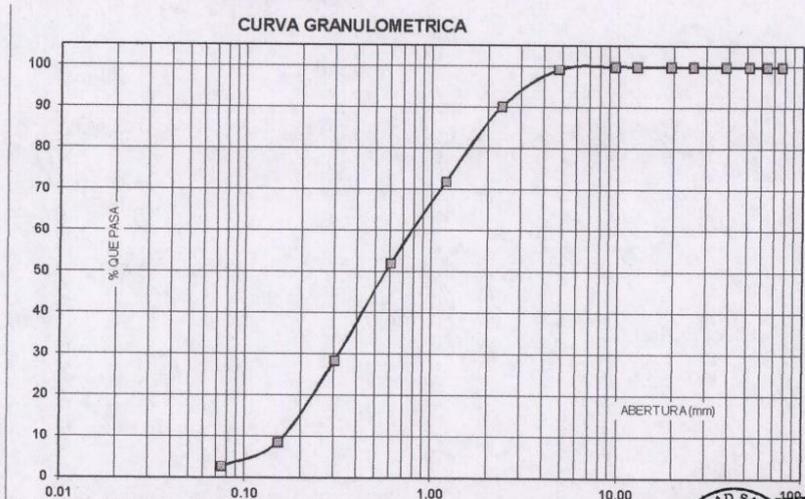
ANALISIS GRANULOMETRICO AGREGADO FINO
(ASTM C 136-06)

SOLICITA : BACH: PEREZ MANTILLA, YENNER
 TESIS : "RESISTENCIA DEL CONCRETO FC=210 KG/CM2 SUSTITUYENDO AL CEMENTO EN 4% Y 8%
 POR LA CENIZA DE TRONCO DE EUCALIPTO (EUCALIPTUS GLOBULUS)"
 LUGAR : CHIMBOTE – PROVINCIA DEL SANTA – ANCASH
 CANTERA : VESIQUE
 MATERIAL : ARENA GRUESA
 FECHA : 20/10/2017

| TAMIZ | Aberl.(mm) | Peso retenido (gr.) | % rel. Parcial (%) | % rel. Acumu. (%) | % Que pasa (gr.) |
|--------|---------------|---------------------|--------------------|-------------------|------------------|
| N° | | | | | |
| 3" | 76.20 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 100.0 |
| 2 1/2" | 63.50 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 100.0 |
| 2" | 50.80 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 100.0 |
| 1 1/2" | 38.10 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 100.0 |
| 1" | 25.40 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 100.0 |
| 3/4" | 19.10 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 100.0 |
| 1/2" | 12.50 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 100.0 |
| 3/8" | 9.52 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 100.0 |
| N° 4 | 4.76 | 7.1 | 0.7 | 0.7 | 99.3 |
| N°8 | 2.36 | 97.1 | 9.0 | 9.6 | 90.4 |
| N° 16 | 1.18 | 198.5 | 18.4 | 28.0 | 72.0 |
| N° 30 | 0.60 | 214.1 | 19.8 | 47.9 | 52.1 |
| N°50 | 0.30 | 256.6 | 23.8 | 71.6 | 28.4 |
| N° 100 | 0.15 | 214.0 | 19.8 | 91.4 | 8.6 |
| N° 200 | 0.08 | 63.6 | 5.9 | 97.3 | 2.7 |
| PLATO | ASTM C-117-04 | 29 | 2.7 | 100.0 | 0.0 |
| TOTAL | | 1080.0 | 100.0 | | |

| PROPIEDADES FISICAS | |
|---------------------|------|
| Módulo de Fineza | 2.49 |

OBSERVACIONES
 La Muestra tomada identificada por el solicitante.



| | | | | | |
|----------------|-------|-------|--------|------|--------|
| Finos | Arena | | | | Gruesa |
| Limo y Arcilla | Fina | Media | Gruesa | Fina | |

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

ANEXO N°3: CONTENIDO DE HUMEDAD



**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: PEREZ MANTILLA, YENNER
 TESIS : "RESISTENCIA DEL CONCRETO F'C=210 KG/CM2 SUSTITUYENDO AL CEMENTO EN 4% Y 8%
 POR LA CENIZA DE TRONCO DE EUCALIPTO (EUCALIPTUS GLOBULUS)"
 LUGAR : CHIMBOTE – PROVINCIA DEL SANTA – ANCASH
 CANTERA : RUBEN
 MATERIAL : PIEDRA CHANCADA
 FECHA : 20/10/2017

| PRUEBA N° | 01 | 02 |
|-----------------------------|--------|--------|
| TARA N° | | |
| TARA + SUELO HUMEDO (gr) | 1029.1 | 1027.7 |
| TARA + SUELO SECO (gr) | 1025 | 1023.4 |
| PESO DEL AGUA (gr) | 4.1 | 4.3 |
| PESO DE LA TARA (gr) | 204.2 | 201 |
| PESO DEL SUELO SECO (gr) | 820.8 | 822.4 |
| CONTENIDO DE HUMEDAD (%) | 0.50 | 0.52 |
| PROM. CONTENIDO HUMEDAD (%) | 0.51 | |


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

ANEXO N°4: GRAVEDAD ESPECÍFICA Y ABSORCION



**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: PEREZ MANTILLA, YENNER
 TESIS : "RESISTENCIA DEL CONCRETO F'C=210 KG/CM2 SUSTITUYENDO AL CEMENTO EN 4% Y 8%
 POR LA CENIZA DE TRONCO DE EUCALIPTO (EUCALIPTUS GLOBULUS)"
 LUGAR : CHIMBOTE – PROVINCIA DEL SANTA – ANCASH
 CANTERA : VESIQUE
 MATERIAL : ARENA GRUESA
 FECHA : 20/10/2017

| PRUEBA N° | 01 | 02 |
|-----------------------------|-------|-------|
| TARA N° | | |
| TARA + SUELO HUMEDO (gr) | 982.8 | 984.6 |
| TARA + SUELO SECO (gr) | 976.7 | 979.2 |
| PESO DEL AGUA (gr) | 6.1 | 5.4 |
| PESO DE LA TARA (gr) | 207.7 | 208.1 |
| PESO DEL SUELO SECO (gr) | 769 | 771.1 |
| CONTENIDO DE HUMEDAD (%) | 0.79 | 0.70 |
| PROM. CONTENIDO HUMEDAD (%) | 0.75 | |



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

ANEXO N° 5: PESO UNITARIO AGREGADO GRUESO



**UNIVERSIDAD
SAN PEDRO**

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

PESO UNITARIO DEL AGREGADO GRUESO

SOLICITA : BACH: PEREZ MANTILLA, YENNER
 TESIS : "RESISTENCIA DEL CONCRETO F'c=210 KG/CM2 SUSTITUYENDO AL CEMENTO EN 4% Y 8%
 POR LA CENIZA DE TRONCO DE EUCALIPTO (EUCALIPTUS GLOBULUS)*"
 LUGAR : CHIMBOTE – PROVINCIA DEL SANTA – ANCASH
 CANTERA : RUBEN
 MATERIAL : PIEDRA CHANCADA
 FECHA : 20/10/2017

PESO UNITARIO SUELTO

| Ensayo N° | 0 1 | 0 2 | 0 3 |
|--------------------------------------|-------|-------|-------|
| Peso de molde + muestra | 17900 | 19900 | 17800 |
| Peso de molde | 5105 | 5105 | 5105 |
| Peso de muestra | 12795 | 14795 | 12695 |
| Volumen de molde | 9360 | 9360 | 9360 |
| Peso unitario (Kg/m3) | 1367 | 1581 | 1356 |
| Peso unitario prom. (Kg/m3) | | 1435 | |
| CORREGIDO POR HUMEDAD | | 1427 | |

PESO UNITARIO COMPACTADO

| Ensayo N° | 0 1 | 0 2 | 0 3 |
|--------------------------------------|-------|-------|-------|
| Peso de molde + muestra | 19150 | 19500 | 19100 |
| Peso de molde | 5105 | 5105 | 5105 |
| Peso de muestra | 14045 | 14395 | 13995 |
| Volumen de molde | 9360 | 9360 | 9360 |
| Peso unitario (Kg/m3) | 1501 | 1538 | 1495 |
| Peso unitario prom. (Kg/m3) | | 1511 | |
| CORREGIDO POR HUMEDAD | | 1504 | |

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

 Ing. Jorge Montañez Reyes
 JEFE

ANEXO N° 6: PESO UNITARIO AGREGADO FINO



**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: PEREZ MANTILLA, YENNER
 TESIS : "RESISTENCIA DEL CONCRETO F'C=210 KG/CM2 SUSTITUYENDO AL CEMENTO EN 4% Y 8%
 POR LA CENIZA DE TRONCO DE EUCALIPTO (EUCALIPTUS GLOBULUS)"
 LUGAR : CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - ANCASH
 CANTERA : VESIQUE
 MATERIAL : ARENA GRUESA
 FECHA : 20/10/2017

| | | | | |
|---|--|-----------------|--------|--------|
| A | Peso de material saturado superficialmente seco (aire) | gr. | 300.00 | 300.00 |
| B | Peso de picnometro + agua | gr. | 668.00 | 668.00 |
| C | Volumen de masa + volumen de vacios (A+B) | cm ³ | 968.00 | 968.00 |
| D | Peso de picnometro + agua + material | gr. | 857.90 | 857.90 |
| E | Volumen de masa + volumen de vacios (C-D) | cm ³ | 110.10 | 110.10 |
| F | Peso de material seco en estufa | gr. | 297.00 | 297.00 |
| G | Volumen de masa (E-(A-F)) | | 107.10 | 107.10 |
| H | P.e. Bulk (Base Seca) | F/E | 2.698 | 2.698 |
| I | P.e. Bulk (Base Saturada) | A/E | 2.725 | 2.725 |
| J | P.e. Aparente (Base Seca) | F/E | 2.773 | 2.773 |
| K | Absorción (%) ((D-A/A)x100) | | 1.01 | 1.01 |

P.e. Bulk (Base Seca) : 2.698
 P.e. Bulk (Base Saturada) : 2.725
 P.e. Aparente (Base Seca) : 2.773
 Absorción (%) : 1.01

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

ANEXO N° 7: DISEÑO DE MEZCLA PATRON



**UNIVERSIDAD
SAN PEDRO**

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

DISEÑO DE MEZCLA

SOLICITA : BACH: PEREZ MANTILLA, YENNER
TESIS : "RESISTENCIA DEL CONCRETO F'c=210 KG/CM2 SUSTITUYENDO AL CEMENTO EN 4% Y 8%
POR LA CENIZA DE TRONCO DE EUCALIPTO (EUCALIPTUS GLOBULUS)"
LUGAR : CHIMBOTE – PROVINCIA DEL SANTA – ANCASH
FECHA : 20/10/2017

ESPECIFICACIONES

- La selección de las proporciones se hará empleando el metodo 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 especifico 3.12

B.- Agua :

- Potable, de la zona.

C.-Agregado Fino :

CANTERA : VESIQUE

- Peso especifico de masa 2.70
- Peso unitario suelto 1652 kg/m³
- Peso unitario compactado 1801 kg/m³
- Contenido de humedad 0.75 %
- Absorción 1.01 %
- Módulo de fineza 2.49

D.- Agregado grueso

CANTERA : RUBEN

- Piedra, perfil angular 1"
- Tamaño Máximo Nominal 2.80
- Peso unitario suelto 1427 kg/m³
- Peso unitario compactado 1504 kg/m³
- Contenido de humedad 0.51 %
- Absorción 0.60 %



www.usanpedro.edu.pe

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

Email: lmsyem@usanpedro.edu.pe

ANEXO N° 8: DISEÑO DE MEZCLA EXPERIMENTAL (4%)



**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: PEREZ MANTILLA, YENNER
TESIS : "RESISTENCIA DEL CONCRETO F'C=210 KG/CM2 SUSTITUYENDO AL CEMENTO EN 4% Y 8%
POR LA CENIZA DE TRONCO DE EUCALIPTO (EUCALIPTUS GLOBULUS)"
LUGAR : CHIMBOTE – PROVINCIA DEL SANTA – ANCASH
FECHA : 20/10/2017

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 2.70
- Peso unitario suelto 1652 kg/m³
- Peso unitario compactado 1801 kg/m³
- Contenido de humedad 0.75 %
- Absorción 1.01 %
- Módulo de fineza 2.49

D.- Agregado grueso

CANTERA : RUBEN

- Piedra, perfil angular
- Tamaño Máximo Nominal 1"
- Peso específico de masa 2.80
- Peso unitario suelto 1427 kg/m³
- Peso unitario compactado 1504 kg/m³
- Contenido de humedad 0.51 %
- Absorción 0.60 %



www.usanpedro.edu.pe

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

Email: imsyem@usanpedro.edu.pe

ANEXO N° 9: DISEÑO DE MEZCLA EXPERIMENTAL (8%)



**UNIVERSIDAD
SAN PEDRO**

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

(8% SUSTITUCION DEL CEMENTO)

SOLICITA : BACH: PEREZ MANTILLA, YENNER
TESIS : "RESISTENCIA DEL CONCRETO $f'_c=210$ KG/CM² SUSTITUYENDO AL CEMENTO EN 4% Y 8%
POR LA CENIZA DE TRONCO DE EUCALIPTO (EUCALIPTUS GLOBULUS)"
LUGAR : CHIMBOTE – PROVINCIA DEL SANTA – ANCASH
FECHA : 20/10/2017

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 2.70
- Peso unitario suelto 1652 kg/m³
- Peso unitario compactado 1801 kg/m³
- Contenido de humedad 0.75 %
- Absorción 1.01 %
- Módulo de fineza 2.49

D.- Agregado grueso

CANTERA : RUBEN

- Piedra, perfil angular
- Tamaño Máximo Nominal 1"
- Peso especifico de masa 2.80
- Peso unitario suelto 1427 kg/m³
- Peso unitario compactado 1504 kg/m³
- Contenido de humedad 0.51 %
- Absorción 0.60 %



ANEXO N° 10: ENSAYOS DE RESISTENCIA A LA COMPRESION PATRON



**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: PEREZ MANTILLA, YENNER
 TESIS : "RESISTENCIA DEL CONCRETO F'c=210 KG/CM2 SUSTITUYENDO AL CEMENTO EN 4% Y 8%
 POR CENIZA DE TRONCO DE EUCALIPTO (EUCALIPTUS GLOBULUS)"
 LUGAR : CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - ANCASH
 FECHA : 20/10/2017

F' C : 210 Kg/cm2

| N° | TESTIGO ELEMENTO | SLUMP (") | FECHA | | EDAD DIAS | FC Kg/Cm2 | FC/FC (%) |
|----|---------------------|--------------|------------|------------|--------------|--------------|--------------|
| | | | MOLDEO | ROTURA | | | |
| 01 | PATRON | 3,2 | 14/06/2016 | 21/06/2016 | 7 | 155.56 | 74.08 |
| 02 | PATRON | 3,2 | 14/06/2016 | 21/06/2016 | 7 | 156.98 | 74.75 |
| 03 | PATRON | 3,2 | 14/06/2016 | 21/06/2016 | 7 | 155.24 | 73.93 |
| 04 | PATRON | 3,2 | 14/06/2016 | 28/06/2016 | 14 | 192.23 | 91.54 |
| 05 | PATRON | 3,2 | 14/06/2016 | 28/06/2016 | 14 | 188.80 | 89.90 |
| 06 | PATRON | 3,2 | 14/06/2016 | 28/06/2016 | 14 | 187.87 | 89.46 |
| 07 | PATRON | 3,2 | 14/06/2016 | 12/07/2016 | 28 | 220.29 | 104.90 |
| 08 | PATRON | 3,2 | 14/06/2016 | 12/07/2016 | 28 | 217.40 | 103.52 |
| 09 | PATRON | 3,2 | 14/06/2016 | 12/07/2016 | 28 | 220.19 | 104.85 |

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 INGENIERÍA CIVIL
 Laboratorio de Mecánica de Suelos y Ensayo de Materiales
 Ing. Jorge Montañez Reyes
 JEFE

ANEXO N° 11: ENSAYOS DE RESISTENCIA A LA COMPRESION EXPERIMENTAL AL 4%.



**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: PEREZ MANTILLA, YENNER
 TESIS : "RESISTENCIA DEL CONCRETO F'C=210 KG/CM2 SUSTITUYENDO AL CEMENTO EN 4% Y 8%
 POR CENIZAS DE TRONCO DE EUCALIPTO (EUCALIPTUS GLOBULUS)"
 LUGAR : CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - ANCASH
 FECHA : 20/10/2017

F' C : 210 Kg/cm2

| N° | TESTIGO ELEMENTO | SI/UMP (") | FECHA | | EDAD DIAS | FC Kg/Cm2 | FC/FC (%) |
|----|---------------------|-----------------|------------|------------|--------------|--------------|--------------|
| | | | MOLDEO | ROTURA | | | |
| 01 | EXPERIMENTAL 4% | 3,30 | 20/06/2017 | 27/06/2017 | 7 | 159.54 | 75.97 |
| 02 | EXPERIMENTAL 4% | 3,30 | 20/06/2017 | 27/06/2017 | 7 | 170.10 | 81.00 |
| 03 | EXPERIMENTAL 4% | 3,30 | 20/06/2017 | 27/06/2017 | 7 | 171.30 | 81.57 |
| 04 | EXPERIMENTAL 4% | 3,30 | 20/06/2017 | 04/07/2017 | 14 | 187.28 | 89.18 |
| 05 | EXPERIMENTAL 4% | 3,30 | 20/06/2017 | 04/07/2017 | 14 | 184.67 | 87.94 |
| 06 | EXPERIMENTAL 4% | 3,30 | 20/06/2017 | 04/07/2017 | 14 | 186.39 | 88.76 |
| 07 | EXPERIMENTAL 4% | 3,30 | 20/06/2017 | 18/07/2017 | 28 | 218.09 | 103.85 |
| 08 | EXPERIMENTAL 4% | 3,30 | 20/06/2017 | 18/07/2017 | 28 | 233.21 | 111.05 |
| 09 | EXPERIMENTAL 4% | 3,30 | 20/06/2017 | 18/07/2017 | 28 | 212.46 | 101.17 |

ESPECIFICACIONES : Los ensayos responde a la norma de diseño ASIM 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
 Jefatura
 Ing. Jorge Montañez Reyes
 JEFE

ANEXO N° 12: ENSAYOS DE RESISTENCIA A LA COMPRESION EXPERIMENTAL AL 8%.



**UNIVERSIDAD
SAN PEDRO**

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

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION-EXPERIMENTAL 8%

SOLICITA : BACH: PEREZ MANTILLA, YENNER
 TESIS : "RESISTENCIA DEL CONCRETO F'C=210 KG/CM2 SUSTITUYENDO AL CEMENTO EN 4% Y 8%
 POR LA CENIZA DE TRONCO DE EUCALIPTO (EUCALIPTUS GLOBULUS)"
 LUGAR : CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - ANCASH
 FECHA : 20/10/2017

F' C : 210 Kg/cm2

| N° | TESTIGO | SLUMP | FECHA | | EDAD | FC | FC/FC |
|----|-----------------|-------|------------|------------|------|--------|--------|
| | ELEMENTO | (") | MOLDEO | ROTURA | DIAS | Kg/Cm2 | (%) |
| 01 | EXPERIMENTAL 8% | 3,40 | 16/06/2017 | 23/06/2017 | 7 | 182.91 | 87.10 |
| 02 | EXPERIMENTAL 8% | 3,40 | 16/06/2017 | 23/06/2017 | 7 | 191.56 | 91.22 |
| 03 | EXPERIMENTAL 8% | 3,40 | 16/06/2017 | 23/06/2017 | 7 | 186.27 | 88.70 |
| 04 | EXPERIMENTAL 8% | 3,40 | 16/06/2017 | 30/06/2017 | 14 | 205.89 | 98.04 |
| 05 | EXPERIMENTAL 8% | 3,40 | 16/06/2017 | 30/06/2017 | 14 | 208.87 | 99.46 |
| 06 | EXPERIMENTAL 8% | 3,40 | 16/06/2017 | 30/06/2017 | 14 | 207.33 | 98.73 |
| 07 | EXPERIMENTAL 8% | 3,40 | 16/06/2017 | 14/07/2017 | 28 | 238.48 | 113.56 |
| 08 | EXPERIMENTAL 8% | 3,40 | 16/06/2017 | 14/07/2017 | 28 | 238.11 | 113.38 |
| 09 | EXPERIMENTAL 8% | 3,40 | 16/06/2017 | 14/07/2017 | 28 | 241.11 | 114.81 |

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 INGENIERÍA
 Laboratorio de Mecánica de Suelos y Ensayo de Materiales
 Ing. Jorge Montañez Reyes
 JEFE

ANEXO N°13: ENSAYO DE PESO UNITARIO DEL CONCRETO FRESCO



**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 0.695

VOLUMENES ABSOLUTOS

| | | | |
|---------------------------------------|------|--------------|----|
| Cemento..... | (m³) | 0.086 | |
| 4% CENIZA DE TRONCO DE EUCALIPTO..... | (m³) | 0.004 | |
| Agua efectiva..... | (m³) | 0.193 | |
| Agregado fino..... | (m³) | 0.326 | |
| Agregado grueso..... | (m³) | 0.375 | |
| Aire..... | (m³) | 0.015 | |
| | | <u>1.000</u> | m³ |

PESOS SECOS

| | | |
|---------------------------------------|---------|--------|
| Cemento..... | 270.87 | kg/m3 |
| 4% CENIZA DE TRONCO DE EUCALIPTO..... | 11.286 | |
| Agua efectiva..... | 193.00 | lts/m3 |
| Agregado fino..... | 879.94 | kg/m3 |
| Agregado grueso..... | 1052.41 | kg/m3 |

PESOS CORREGIDOS POR HUMEDAD

| | | |
|---------------------------------------|---------|--------|
| Cemento..... | 270.87 | kg/m3 |
| 4% CENIZA DE TRONCO DE EUCALIPTO..... | 11.286 | |
| Agua efectiva..... | 196.28 | lts/m3 |
| Agregado fino..... | 886.51 | kg/m3 |
| Agregado grueso..... | 1057.79 | kg/m3 |

PROPORCIONES EN VOLUMEN

$$\frac{270.87}{270.87} : \frac{11.286}{270.87} : \frac{886.51}{270.87} : \frac{1057.79}{270.87}$$

$$1 : 0.04 : 3.27 : 3.91 \quad 29.77 \text{ lts / bolsa}$$



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

www.usanpedro.edu.pe

Ciudad Universitaria - Urb. Los Pinos Mz. B s/n - Chimbote
Cel. 990579937
Email: lmsyem@usanpedro.edu.pe



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..... | 196.284 | lts/m ³ |
| Agregado fino..... | 886.511 | kg/m ³ |
| Agregado grueso..... | 1057.790 | kg/m ³ |

PROPORCIONES EN PESO

$$\frac{282.16}{282.16} : \frac{886.511}{282.16} : \frac{1057.79}{282.16}$$

$$1 : 3.14 : 3.75 : 29.57 \text{ lts / bolsa}$$

PROPORCIONES EN VOLUMEN

$$1 : 2.83 : 3.92 : 29.57 \text{ lts / bolsa}$$



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

Jorge Montañez Reyes
Ing. Jorge Montañez Reyes
JEFE

ANEXO N°14: ANALISIS QUIMICO DE LA MEDICION DEL PH DE PATRON Y COMBINACIONES.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE TRUJILLO
LABORATORIO DE PROCESAMIENTO DE MINERALES



ANALISIS DE LABORATORIO

SOLICITADO POR : PEREZ MANTILLA YENNER
ASUNTO : MEDICION DE PH
PROCEDENCIA : CAJAMARCA
FECHA DE RECEPCION : 03/06/2017
FECHA DE ENTREGA : 10/06/2019

| Descripción | Rango pH | Observaciones |
|---|----------|---|
| Ceniza de tronco de Eucalipto | 11.8 | (50 g de material + 300 ml de agua destilada) |
| Cemento Forland tipo 1 | 12.3 | (50 g de material + 400 ml de agua destilada) |
| Combinación de cemento + ceniza de tronco de Eucalipto 6% | 11.36 | (50 g de material + 100 ml de agua destilada) |
| Combinación de cemento + ceniza de tronco de Eucalipto 4% | 11.26 | (50 g de material + 400 ml de agua destilada) |

Trujillo, 10 de Junio de 2017



Ing. Juan Vega González
Jefe de Laboratorio
CIP 70616

Ciudad Universitaria Av. Juan Pablo II 574 Urb. San Andrés Teil. 200295

ANEXO N° 15: ANÁLISIS DE LABORATORIO EN LA UNT DE
CALCINACIÓN DE CENIZA TRONCO DE EUCALIPTO

UNIVERSIDAD NACIONAL DE TRUJILLO
LABORATORIO DE PROCESAMIENTO DE MINERALES



ANÁLISIS DE LABORATORIO

SOLICITADO POR : PEREZ MANTILLA YENNER
ASUNTO : CALCINACION
PROCEDENCIA : CAJAMARCA
FECHA DE RECEPCION : 12/05/2017
FECHA DE ENTREGA : 16/05/2016

| Descripción | Proceso | Temperatura (C°) | Tiempo (horas) | Peso inicial (Kg) | Peso final (Kg) |
|-------------------------------|-------------|------------------|----------------|-------------------|-----------------|
| Ceniza de tronco de Eucalipto | Calcinación | 400 | 2 | 4.5 | 2.87 |

Trujillo, 16 de mayo de 2017



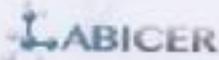
Ing. Juan Vega González
Jefe de Laboratorio
CIP 79515

Ciudad Universitaria Av. Juan Pablo II S/N Urb. San Andrés Telf. 208295

ANEXO N°16: ANÁLISIS QUÍMICO DE ESPECTOMETRIA DE FLUORECENCIA DE RAYOS X REALIZADA EN LA UNI.



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



INFORME TÉCNICO N° 0734 - 17 - LAB. 12

1. DATOS DEL SOLICITANTE
 - 1.1 NOMBRE : YENNER PEREZ MANTILLA
 - 1.2 DNI : 48140214
2. CRONOGRAMA DE FECHAS
 - 2.1 FECHA DE RECEPCIÓN : 26 / 05 / 2017
 - 2.2 FECHA DE ENSAYO : 31 / 05 / 2017
 - 2.3 FECHA DE EMISIÓN : 02 / 06 / 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 TRONCO DE EUCALIPTO "RESISTENCIA DE UN CONCRETO FC=210 SUSTITUYENDO AL CEMENTO EN 4% Y 8% POR LAS CENZAS DE TRONCO DE EUCALIPTO (EUCALIPTUS GLOBULUS)"
 - 4.2 TESIS :
5. LUGAR DE RECEPCIÓN : LABORATORIO LABICER - FACULTAD DE CIENCIAS
6. CONDICIONES AMBIENTALES : Temperatura: 25 °C; Humedad relativa: 61%
7. EQUIPO UTILIZADO : Espectrómetro de Fluorescencia de Rayos X SHIMADZU, EDX 600-HE
8. RESULTADOS
 - 8.1 RESULTADOS DE LA COMPOSICIÓN QUÍMICA DE CENZAS DE TRONCO DE EUCALIPTO

| COMPOSICIÓN QUÍMICA | RESULTADO (%) | MÉTODO UTILIZADO |
|---------------------|---------------|--|
| Calcio (Ca) | 72.568 | Espectrometría de Fluorescencia de Rayos X (EDX) |
| Silicio (Si) | 11.732 | |
| Azufre (S) | 6.301 | |
| Magnesio (Mg) | 5.090 | |
| Manganeso (Mn) | 2.175 | |
| Hierro (Fe) | 0.759 | |
| Aluminio (Al) | 0.547 | |
| Bario (Ba) | 0.473 | |
| Fósforo (P) | 0.066 | |
| Zinc (Zn) | 0.028 | |
| Cobre (Cu) | 0.020 | |
| Cromo (Cr) | 0.004 | |




INFORME TÉCNICO N° 0734 - 17 - LAB. 12

Página 1 de 1

Av. Túpac Amaru 210 Lima 31, Perú. Teléfono directo LABICER: 382 0500. E-mail: otc@uni.edu.pe

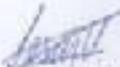
3.2 RESULTADOS DE LA COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LAS CENIZAS EXPRESADO COMO ÓXIDOS

| COMPOSICIÓN QUÍMICA | RESULTADO (%) | MÉTODO UTILIZADO |
|--|---------------|--|
| Óxido de Calcio (CaO) | 64.609 | Espectrometría de Fluorescencia de Rayos X (EDX) |
| Óxido de Silicio (SiO ₂) | 15.918 | |
| Trisulfato de Azufre (SO ₃) | 9.927 | |
| Óxido de Magnesio (MgO) | 5.352 | |
| Óxido de Manganeso (MnO) | 1.754 | |
| Trisulfato de Aluminio (Al ₂ O ₃) | 1.312 | |
| Trisulfato de Hierro (Fe ₂ O ₃) | 0.819 | |
| Óxido de Bario (BaO) | 0.335 | |
| Pentóxido de Fósforo (P ₂ O ₅) | 0.191 | |
| Óxido de Zinc (ZnO) | 0.022 | |
| Óxido de Cobre (CuO) | 0.016 | |
| Trisulfato de Cromo (Cr ₂ O ₃) | 0.008 | |

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

9. VALIDEZ DEL INFORME TÉCNICO

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


 Quím. Jesús Utano
 Analista Químico
 LABICER - UNI


 MSc. Ordo Acha de la Cruz
 Responsable de Análisis
 Jefe de Laboratorio
 CQP 202

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

ANEXO



FIGURA Nº1. FOTOGRAFÍA DE LA MUESTRA



FIGURA Nº2. FOTOGRAFÍA DEL ESPECTRÓMETRO DE FLUORESCENCIA DE RAYOS X



FIGURA 3. MUESTRA COLOCADA EN EL ESPECTRÓMETRO DE FLUORESCENCIA DE RAYOS X



ANEXO N°17: ANÁLISIS QUÍMICO DE ESPECTOMETRIA DE ENERGIA
DISPERSIVA REALIZADA EN LA UNI.



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



INFORME TÉCNICO N° 0734 - 17 - LAB. 12

1. DATOS DEL SOLICITANTE
 - 1.1 NOMBRE : YENNER PEREZ MANTILLA
 - 1.2 DNI : 48140214
2. CRONOGRAMA DE FECHAS
 - 2.1 FECHA DE RECEPCIÓN : 26 / 05 / 2017
 - 2.2 FECHA DE ENSAYO : 31 / 05 / 2017
 - 2.3 FECHA DE EMISIÓN : 02 / 06 / 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 TRONCO DE EUCALIPTO "RESISTENCIA DE UN CONCRETO F'C=210 SUSTITUYENDO AL CEMENTO EN 4% Y 8% POR LAS CENIZAS DE TRONCO DE EUCALIPTO"
 - 4.2 TESIS :
5. LUGAR DE RECEPCIÓN : LABORATORIO LABICER - FACULTAD DE CIENCIAS
6. CONDICIONES AMBIENTALES : Temperatura: 25 °C; Humedad relativa: 61%
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 TRONCO DE EUCALIPTO

| COMPOSICIÓN QUÍMICA | RESULTADO (%) | MÉTODO UTILIZADO |
|---------------------|---------------|--|
| Calcio (Ca) | 72.868 | ESPECTROSCOPIA DE ENERGÍA DISPERSIVA (EDS) |
| Silicio (Si) | 11.732 | |
| Azufre (S) | 6.301 | |
| Magnesio (Mg) | 5.090 | |
| Manganeso (Mn) | 2.178 | |
| Hierro (Fe) | 0.759 | |
| Aluminio (Al) | 0.547 | |
| Bario (Ba) | 0.473 | |
| Fosforo (P) | 0.066 | |
| Zinc (Zn) | 0.028 | |
| Cobre (Cu) | 0.020 | |
| Cromo (Cr) | 0.004 | |



Olivia Acha

INFORME TÉCNICO N° 0638 -17- LAB. 12 Página 1 de 3

Av. Túpac Amaru 210 Lima 31, Perú. Teléfono directo LABICER: 382 0500. E-mail: otilia@uni.edu.pe

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

| COMPOSICIÓN QUÍMICA | RESULTADO (%) | MÉTODO UTILIZADO |
|--|---------------|--|
| Óxido de Calcio (CaO) | 64.659 | ESPECTROSCOPIA DE ENERGÍA DISPERSIVA (EDS) |
| Dióxido de Silicio (SiO ₂) | 15.916 | |
| Trióxido de Azufre (SO ₃) | 9.977 | |
| Óxido de Magnesio (MgO) | 5.352 | |
| Óxido de Manganeso (MnO) | 1.784 | |
| Trióxido de Aluminio (Al ₂ O ₃) | 1.312 | |
| Trióxido de Hierro (Fe ₂ O ₃) | 0.619 | |
| Óxido de Bario (BaO) | 0.335 | |
| Pentóxido de Fósforo (P ₂ O ₅) | 0.191 | |
| Óxido de Zinc (ZnO) | 0.022 | |
| Óxido de Cobre (CuO) | 0.016 | |
| Trióxido de Cromo (Cr ₂ O ₃) | 0.008 | |

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

9. VALIDEZ DEL INFORME TÉCNICO

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


 Quím. Yemerson Bartolo
 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 N°11: ANÁLISIS TÉRMICO DIFERENCIAL (UNT).

|  | UNIVERSIDAD NACIONAL DE TRUJILLO Departamento de Ingeniería de Materiales | FACULTAD DE INGENIERÍA Laboratorio de Polvos | | | | | | | | |
|---|---|--|------------------------------|-------------|---|---------|---------|-------|--|--|
| | | Trujillo, 24 de Mayo del 2017 | | | | | | | | |
| | | INFORME N° 64 - MAY 17 | | | | | | | | |
| Solicitante: | Pérez Mastilla Yenny - Universidad San Pedro | | | | | | | | | |
| RUC/DNI: | | | | | | | | | | |
| Supervisor: | | | | | | | | | | |
| 1. MUESTRA: Polvo de eucalipto (1 gr) | | | | | | | | | | |
| <table border="1"><thead><tr><th>N° de Muestras</th><th>Código de Muestra</th><th>Cantidad de muestra ensayada</th><th>Procedencia</th></tr></thead><tbody><tr><td>1</td><td>TEM-64M</td><td>14.1 mg</td><td>.....</td></tr></tbody></table> | N° de Muestras | Código de Muestra | Cantidad de muestra ensayada | Procedencia | 1 | TEM-64M | 14.1 mg | | | |
| N° de Muestras | Código de Muestra | Cantidad de muestra ensayada | Procedencia | | | | | | | |
| 1 | TEM-64M | 14.1 mg | | | | | | | | |
| 2. ENSAYOS A APLICAR | | | | | | | | | | |
| <ul style="list-style-type: none">• Análisis térmico por calorimetría diferencial de barrido DSC/ Análisis térmico Diferencial DTA.• Análisis Termogravimétrico TGA. | | | | | | | | | | |
| 3. EQUIPO EMPLEADO Y CONDICIONES | | | | | | | | | | |
| <ul style="list-style-type: none">• Analizador Térmico simultáneo TG_DTA_DSC Cap. Máx. 1600°C SeSys_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: 14.1 mg. | | | | | | | | | | |
| Jefe de Laboratorio: | Ing. Danny Chávez Novoa |  | | | | | | | | |
| Analista responsable: | Ing. Danny Chávez Novoa | | | | | | | | | |
| Tel.: +51 0226 2100000 ext. 2222 www.untrujillo.edu.pe Av. San Pedro de Ayta - Ciudad Universitaria, Trujillo - Perú | | | | | | | | | | |




Trujillo, 24 de Mayo del 2017


INFORME N° 64 - MAY 17

4. Resultados:

I- Curva de pérdida de masa - Análisis Termogravimétrico.



II- Curva Calorimétrica ATD



[Signature]
Diana M. Olivares Hoyer



Trujillo, 24 de Mayo del 2017

INFORME N° 64 - MAY 17

5. CONCLUSION:

1. Según el análisis Termogravimétrico se muestra la pérdida de masa en función a la temperatura indicando dos regiones donde se indica las pérdidas más importantes, la primera en un rango entre 80 y 120°C y la segunda entre 250 y 350°C, posteriormente la pérdida es gradual, mostrando un comportamiento anómalo entre 530 y 680°C. El material llega a perder un aproximado de 96 % 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 110°C y a 205°C y posteriormente un ligero pico endotérmico a 410°C y un pico de gran intensidad a 900°C lo que demuestra gran posibilidad de existir algún cambio estructural del material.

Trujillo, 23 de Mayo del 2017



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

Danny M. Chávez Novos

Panel fotográfico:

Figura N° 12: La zona elegida fue el caserío Plan Miraflores, C.P. Otuzco a 35.00 minutos de Cajamarca con dirección a Manzanamayo (localización geográfica).




Figura N° 13: Ubicación geográfica de la materia prima extraída.






Figura N° 14: La zona de producción silvestre de la planta de eucalipto empieza desde los 2700 msnm hasta los 3000 msnm la zona que se trabajo fue la señalada.






Figuras N° 15: Abundancia de la materia prima.



Figuras N° 16: Características del eucalipto y talación.



Figuras N° 17: El tronco de eucalipto fue talado con motosierra y rajado en trozos con ayuda de hachas y cuñas obteniendo trozos más pequeños para un óptimo secado.



Figuras N° 18: Los troncos (leña) fueron secados y fueron calcinados en un caldero, casi similar al de un horno de ladrillo, para evitar la contaminación con la tierra o materia orgánica.



Figuras N° 19: Obtenido ya la ceniza fue tamizada para una mayor trabajabilidad. Tamizado con un harnero (semejante a la malla 40).



Figuras N° 20: Análisis Térmico Diferencial (DTA), en la UNT.



Figuras N° 21: Calcination de la ceniza a 400 °C en la UNT, según el Análisis Térmico Diferencial (DTA).



Figuras N° 21: Se llevó una pequeña muestra a la Universidad Nacional de Ingeniería para obtener todos sus componentes químicos en la facultad de **Ingeniería Química**.



Figuras N° 22: localización geográfica de la Cantera Vesique.



Figuras N° 23: Cantera Rubén.



Figuras N° 24: Recolección de los agregados





Figuras N° 25: Determinando la granulometría de los agregados finos y gruesos según la norma ASTM C 136; NPT 400.012.



Figuras N° 26: hallando la Absorción y contenido de humedad de los agregados fino y grueso según Norma ASTM C-556 / NTP 339.185.



Figuras N° 27: Ensayo del agregado fino y grueso para encontrar el peso específico.



Figuras N° 28: Elaboración de mezclas de concreto.



Figuras N° 25: Elaboración de SLUMP de patrón y experimentales (4% - 8%).



Figuras N° 25: Llenado de probetas patrón y experimentales.



Figuras N° 25: combinación de la ceniza con el cemento al 4% y 8 %.



Figuras N° 25: Curado y desencofrado de probetas.



Figuras N° 25: Ensayo de compresión en la USP.

