



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Propiedades del concreto $f'c = 210 \text{kg/cm}^2$ en estado fresco al adicionarle
biocarbon de aserrín en 5%, 7.5% y 10%, Chimbote – 2019

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Civil

AUTOR:

Diaz Garcia, Jozsef Albrecht (ORCID: 0000-0001-8493-8183)

ASESORES:

Mgr. Muñoz Arana, José Pepe (ORCID: 0000-0002-9488-9650)

Mgr. Naveda Sarmiento, Juan Enrique (ORCID: 0000-0002-9402-3291)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN :

Diseño Sísmico y Estructural

CHIMBOTE - PERÚ

2019

Dedicatoria

Dedico esta tesis principalmente a Dios por darme fuerza para poder seguir adelante.

A mis padres por ser el motivo y siempre estar en todo momento conmigo, forjándome a ser la persona que, en el día de hoy, obteniendo mis objetivos propuestos al iniciar mi carrera

A mis asesores, Mgtr. Enrique Naveda y Mgtr. José Muñoz, por su orientación y apoyo en la elaboración de la presente investigación

Díaz García Jozsef Albrecht

Agradecimiento

Agradecemos a Dios por habernos guiado de manera correcta nuestra carrera universitaria.

Gracias a nuestros padres por siempre confiar en nosotros, por sus consejos de manera constructiva, que nos servirán para poder ser un buen profesional y salir adelante con esfuerzo y dedicación.

Agradecemos al asesor Mgtr. Juan Enrique Naveda Sarmiento, por habernos brindado sus enseñanzas y aconsejándonos de manera constructiva para nuestra vida universitaria.

Díaz García Jozsef Albrecht

Página del Jurado

Declaratoria de autenticidad

Declaratoria de autenticidad

Yo, Jozsef Albrecht Díaz García con DNI N° 71917671 a efecto de cumplir con las disposiciones vigentes consideradas en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería, Escuela de Ingeniería Civil, declaramos bajo juramento que toda la documentación que acompaño es veraz y autentica.

Así mismo, declaramos también bajo juramento que todos los datos e información que se muestra en la presente tesis son auténticos y veraces.

En tal sentido asumimos la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de la información aportada por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas de Universidad César Vallejo.

Nuevo Chimbote, 13 de Diciembre del 2019.



Jozsef Albrecht Díaz García.

DNI N° 78463827

ÍNDICE

| | |
|---|-----------|
| Carátula..... | i |
| Dedicatoria | ii |
| Agradecimiento | iii |
| Página del Jurado | iv |
| Declaratoria de autenticidad..... | v |
| RESUMEN..... | vii |
| ABSTRACT..... | viii |
| I. INTRODUCCIÓN..... | 1 |
| II. MÉTODO..... | 13 |
| 2.1.Tipo y Diseño de investigación..... | 13 |
| 2.2.Variable, Operacionalización | 13 |
| 2.3.Población y Muestra..... | 17 |
| 2.4.Técnicas e Instrumentos | 17 |
| 2.5.Procedimiento..... | 18 |
| 2.6.Análisis de datos..... | 19 |
| 2.7.Aspectos éticos..... | 19 |
| III. RESULTADOS..... | 20 |
| IV. DISCUSIÓN..... | 35 |
| V. CONCLUSIONES..... | 37 |
| VI. RECOMENDACIONES..... | 38 |
| REFERENCIAS..... | 39 |
| ANEXOS | |

RESUMEN

La presente investigación tuvo por objetivo determinar las propiedades del Concreto $F'_{C}=210\text{kg}/\text{Cm}^2$ en estado fresco en el al adicionarle Biocarbon de Aserrín en 5%, 7.5 % y 10%.; para la determinación de las propiedades químicas del concreto se analizan en base al análisis químico de sus componentes en la mezcla (agua, agregados, cemento y biocarbon), a fin de garantizar la efectividad de la mezcla; en lo que respecta a la determinación de la propiedades físicas y mecánicas ello fue determinado en base al diseño experimental, determinando el slump y la densidad como indicadores de las propiedades físicas, respectivamente aplicadas tanto a la mezcla patrón como a las adiciones; para el caso de las propiedades mecánicas, se realizaron ensayos de compresión, según las normas técnicas peruanas, haciendo observaciones a 7, 14 y 28 días. De los resultados, se concluyó que: Las propiedades mecánicas del concreto, se ven mejoradas al 5% de adición realizada al cemento por el biocarbon de aserrín; así mismo a mayor tiempo, mayor resistencia, siendo esto explicable, dada la existencia del material cementante (metacaolín) en las probetas con adición al biocarbon de aserrín, cuyos óxidos ácidos, tales como la sílice amorfa (SiO_2) y la alúmina (Al_2O_3), incluido el óxido de hierro (Fe_2O_3), al reaccionar con el hidróxido de calcio producido en la hidratación del cemento, dan lugar a la formación del silicato de calcio hidratado (CSH) y aluminato de calcio hidratado (C_4AH_13), siendo dichos compuestos los que generarían la alta resistencia.

Palabras claves: concreto, adición, biocarbon, aserrín

ABSTRACT

The objective of this research was to determine the properties of Concrete $F'_{C} = 210\text{kg} / \text{Cm}^2$ in the fresh state in the addition of Sawdust Biocarbon at 5%, 7.5% and 10%. For the determination of the chemical properties of the concrete are analyzed based on the chemical analysis of its components in the mixture (water, aggregates, cement and biocarbon), a chemical fin the texture of the mixture; in respect to the determination of the physical and mechanical properties that are determined based on the experimental design, determining the decrease and density as indicators of the physical properties, respectively applications both to the standard mixture and to the additions; In the case of mechanical properties, compression tests were performed, according to Peruvian technical standards, making observations at 7, 14 and 28 days. From the results, it was concluded that: The mechanical properties of the concrete are improved to 5% of the modifications made to the cement by the sawdust biocarbon; likewise, at a greater time, greater resistance, being this explainable, given the existence of the cementing material (metacaolin) in the probes with additions to the sawdust biocarbon, our acid oxides, tales such as amorphous silica (SiO_2) and alumina (Al_2O_3) , including iron oxide (Fe_2O_3), by reacting with the calcium hydroxide produced in the cement hydration, lead to the formation of hydrated calcium silica (CSH) and hydrated calcium aluminum (C_4AH_13), said components being They would generate high resistance.

Keywords: concrete, additional, biochar, sawdus

I. INTRODUCCIÓN

Una de las principales necesidades en la construcción es el concreto que es un elemento de composición principalmente de agua, agregados y cemento. A menudo, se incluyen aditivos y refuerzos en la mezcla para obtener las cualidades físicas deseadas del material terminado. Cuando estos ingredientes se mezclan, forman una masa fluida que se moldea fácilmente en forma. Con el tiempo, el cemento forma una matriz dura que une el resto de los ingredientes en un material duradero similar a la piedra con muchos usos.

En distintos países y universidades se realizan estudios e investigaciones científicas y/o tecnológicas acerca de la adaptación de materiales de residuos agrícolas y urbanos, ya que la ansiedad del mejoramiento del medio en que vivimos, ha dispuesto a especialistas en el estado a descubrir soluciones del material de desperdicio (Navarro, 2005, p 60).

Esta investigación se estudiará las diversas características de los materiales de concreto, concreto plástico y concreto endurecido, que consiente el diseño de una combinación de hormigón para una resistencia y durabilidad particulares. El diseño de la mezcla de concreto no es una tarea simple debido a las propiedades ampliamente variables de los materiales constituyentes, las condiciones que prevalecen en el sitio de trabajo, en particular la condición de exposición y las condiciones que se exigen para un trabajo particular para el cual la mezcla se diseñara (kosmatk, 2004, p: 185). El diseño de la mezcla de concreto requiere un conocimiento completo de las diversas propiedades de estos materiales constituyentes, las implicaciones en caso de cambio en estas condiciones en el sitio, el impacto de las características del hormigón fresco en el concreto endurecido y la complicada interrelación entre las variables. Todo esto hace que la tarea de diseño de mezclas sea más compleja y difícil (Sánchez, 2001, p: 19). El diseño de la mezcla de hormigón no solo necesita el conocimiento de las propiedades del material y las propiedades del concreto en condiciones frescas, sino que también necesita un conocimiento y experiencia más amplios del concreto. Incluso entonces, la proporción de los materiales de hormigón descubiertos en el laboratorio requiere modificaciones y reajustes para adaptarse a las condiciones del campo (Troxell y Davis, 1968, p. 95).

En la actualidad el concreto se usa ampliamente para hacer estructuras arquitectónicas, cimientos, paredes de ladrillo / bloque, pavimentos, puentes / pasos elevados, carreteras, pistas, estructuras de estacionamiento, presas, piscinas / depósitos, tuberías, zapatas para puertas, cercas y postes e incluso botes. El hormigón se usa en grandes cantidades en casi todos los lugares donde la humanidad necesita infraestructura. La cantidad de concreto utilizado en todo el mundo, tonelada por tonelada, es dos veces mayor que el acero, la madera, los plásticos y el aluminio combinados. El uso del concreto en el mundo moderno solo es superado por el del agua natural.

A nivel internacional Rojas (2015), En su tesis titulada “Adición de la fibra de coco en el hormigón y su incidencia en la resistencia a compresión” tuvo como objetivo general Comprobar que la adición de la fibra de coco en el hormigón incide la compresión a la resistencia (p. 20). Y teniendo la conclusión de que los ensayos realizados se demuestra que los hormigones con la adición de la fibra no han llegado al 100% de la resistencia esperada, puesto que el valor alcanzado fue de 205.73 kg/, porque este tipo de hormigón se los puede utilizar para realizar rellenos o también en la construcción de aceras y bordillos dentro de una obra.

Asimismo, Gonzales (2016), en su tesis titulada” Comportamiento y diseño de hormigones estructurales con áridos siderúrgicos EAF” teniendo como objetivo determinar la friabilidad del agregado barita mientras el desarrollo de mezcla y su dominio en las propiedades del concreto fresco y endurecido (p. 30). Se investigaron tres tipos de materiales: barita (en dos estados, seca y mojada), piedra caliza y EAF escoria, Los resultados manifiesta que el desarrollo de mezcla varia la curva granulométrica de la barita en una dimensión superior que en el caso de los otros materiales. Esto también tiene consecuencia en las características del concreto, que muestra superior sencillez de trabajo, así como reducción de la resistencia a la compresión y módulo de elasticidad. El estudio proporciona puntos considerables para el diseño, la realización y el empleo de barita como un material para el concreto.

A nivel nacional Pérez (2017), en su investigación titulada “Resistencia del concreto $f'c=210$ kg/cm² sustituyendo al cemento en 4% y 8% por la ceniza de tronco de Eucalipto (Eucaliptus Globulus)” en su trabajo de investigación nos habla sobre el

reemplazo del cemento será por la composición de ceniza de tronco de eucalipto, luego las propiedades del concreto de cemento-arena con dosificaciones según la Norma Técnica Peruana 339.051 (2013), seguido se realizaron probetas de cemento-ceniza de troco de eucalipto-agregados (arena y piedra). Y uno de sus objetivos es determinar la resistencia de compresión que alcanzada del concreto $f'c$ 210 Kg/cm², al sustituir al cemento en un 4% y 8% por la combinación de cenizas de eucalipto, tuvo como conclusión que si 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. Así mismo encontramos el Calcio en mayor porcentaje lo cual influye positivamente en el concreto ya que tienen un valor del calor de la hidratación del concreto debido a que la ceniza es un elemento cementante.

A nivel local Evaristo (2017), en su investigación titulado “Resistencia de concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$ con adición de ceniza de viruta de madera- Huaraz” tuvo como objetivo general determinar la resistencia a compresión del concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$ adicionando ceniza de viruta de madera tornillo en 1%, 2% y 3% en la ciudad de Huaraz. Tuvo la conclusión de que la resistencia a la compresión incrementa con la añadidura de ceniza de viruta de madera tornillo en 1%, 2% y 3% siendo la que tuvo un resultado óptimo que tuvo la del 2%.y la constitución química de la ceniza de viruta de madera tornillo, nos orienta que este material no llega a ser puzolánicas, ya que los valores no permiten estimar la actividad puzolánica de este material bajo el estándar de la ASTM C- 618 lo cual no llega al 70% sumando las siguientes componentes como, Dióxido de Silicio (SiO_2) 3.760%, Dióxido de Aluminio (Al_2O_3) 9.225%, óxido de Calcio (Cao) 40.078% y Óxido de Hierro (Fe_2O_3) 1.177%,

Para Pasquel (1993), El concreto tiene una conformación de los agregados, cemento y agua que tiene forma una viscosidad para alcanzar un material con características aislantes y resistentes, con estas propiedades es eficiente para una edificación (p. 13).

Según la Investigación de la Universidad Estatal de Washington, Pullman, han creado una alternativa sostenible al concreto tradicional que utiliza cenizas volantes, un producto de desecho de la generación de electricidad a base de carbón. El avance aborda un par de problemas ambientales importantes a la vez haciendo uso de los

desechos de producción de carbón y disminuyendo relativamente el impacto ambiental de la producción de concreto (USA Today, 2019). En representación de Xianming Shi, profesor encargado en el área de Ingeniería Civil y Ambiental, y el estudiante graduado Gang Xu han desarrollado un concreto fuerte y duradero que utiliza cenizas volantes como aglutinante y elimina el uso de cemento ambientalmente intensivo. Para la producción de concreto tradicional, que se realiza combinando cemento con arena y grava, contribuye entre el cinco y el ocho por ciento de las transiciones de gases de impacto invernadero en todo el planeta. Esto se debe a que el cemento, el ingrediente clave en el concreto, requiere altos grados y una gran parte de energía para producir. En la actualidad las cenizas volantes es el material que queda después de quemar el polvo de carbón, se ha convertido en un problema importante de gestión de residuos en los EE. UU. Más del 50% termina en vertederos, donde puede filtrarse fácilmente en el entorno cercano (Holcin, 2017)

Si bien algunos investigadores han utilizado cenizas volantes en el concreto, no han podido eliminar los métodos de calentamiento intenso que tradicionalmente se necesitan para hacer un material fuerte (Blas, 2012, p. 72). En otra investigación nos da a conocer, "Nuestro método de producción no requiere calentamiento ni el uso de ningún cemento". El equipo utilizó óxido de grafeno, un nanomaterial recientemente descubierto, para manipular la reacción de las cenizas volantes con agua y convertir las cenizas volantes activadas en un material fuerte similar al cemento. El óxido de grafeno reordena átomos y moléculas en una solución de cenizas volantes y activadores químicos como el silicato de sodio y el óxido de calcio (Lasanta, 2013, p.9). El proceso crea una cadena de moléculas de hidrato de silicato de calcio y silicato con átomos fuertemente unidos que forman una red de polímeros inorgánicos más duradera que el cemento (hidratado). (USA Today, 2019)

El equipo diseñó el concreto de cenizas volantes para que sea permeable, lo que significa que el agua puede pasar a través de él para reponer el agua subterránea y mitigar el potencial de inundación (ASTM C618-15) Las principales peculiaridades del concreto fresco son:

La trabajabilidad es la suficiencia de una mezcla de concreto fresco (plástico) para completar el molde favorablemente con el trabajo ansiado (vibración) y sin minorar la

propiedad del concreto. La trabajabilidad está sometida del contenido de agua, el agregado (repartición de tamaño y forma), el volumen de cemento y la edad (nivel de hidratación) y puede modificarse agregando aditivos químicos, como el superplastificante (Abanto, 1997, p. 47). Al aumentar el contenido de agua o agregar aditivos químicos aumenta la trabajabilidad del hormigón. La superabundancia de agua conduce a un mayor sangrado (agua visible) y / o segregación de materiales (cuando el cemento y los agregados comienzan a separarse), con el concreto resultante con una condición reducida (Bustamante, 2017, p.15). La utilización de un material con una gradación indeseable puede dar como resultado un diseño de mezcla muy duro con un asentamiento muy bajo, que no se puede hacer más factible mediante la adición de dosificaciones razonables de agua. (technical learning college, 2013)

Se discutió anteriormente que la trabajabilidad del concreto es una propiedad compleja. Así como elude toda definición precisa, también elude las mediciones precisas. Muchos investigadores han realizado numerosos intentos para medir cuantitativamente esta propiedad importante y vital del concreto. Pero ninguno de estos métodos es satisfactorio para medir o expresar con precisión esta propiedad para resaltar su significado completo (Chaco, 2016, p. 58). Algunas de las pruebas miden los parámetros muy cercanos a la trabajabilidad y proporcionan información útil. Las siguientes pruebas se emplean comúnmente para medir la trabajabilidad. Algunas de las pruebas son las siguientes: la prueba de asentamiento, Prueba de factor de compactación, Prueba de flujo, Prueba de bola de Kelly y por último la prueba de consistómetro Vee Bee.

La depresión normalmente se calcula llenando un "cono Abrams" con un ejemplar de un lote nuevo de concreto. El cono se pone con el borde ancho hacia abajo encima un área nivelada y no absorbente. Luego se llena en tres capas de igual volumen, y cada capa se apisona con una barra de acero para estabilizar la capa. En el tiempo que el cono se levanta con cuidado, el material cerrado se desploma una cierta cantidad, debido a la gravedad. Una prueba relativamente seca cae muy poco, con un valor de caída de una o dos pulgadas (25 o 50 mm) de un pie (305 mm). Una modelo de hormigón relativamente húmeda puede caer hasta ocho pulgadas. La trabajabilidad también se puede medir mediante la prueba de la tabla de flujo.

El asentamiento se puede aumentar mediante la adición de aditivos químicos como plastificantes o súper plastificantes sin cambiar la relación agua-cemento. Algunos otros aditivos, especialmente los aditivos de formación de aire, pueden aumentar la caída de una mezcla.

Por otra parte, Huamán (2016) habla sobre la Estabilidad es el desplazamiento o flujo que se produce en el concreto sin intervenir la aplicación de fuerzas externas. La cual se cuantifica por medio de la exudación y la segregación, evaluada con métodos standard que permiten igualar dichas características entre varios diseños, siendo elemental que se debe indagar lograr los valores mínimos. Es interesante observar que ambos fenómenos no dependen estresantemente de la exuberancia de agua en la mezcla sino del contenido de finos y de las propiedades adherentes de la pasta. (p.1)

Así como la Compactibilidad es la proporción de la sencillez con que puede comprimir el concreto fresco. Se encontraron varias maneras que se determinan consistencia a la mayor o menor facilidad del concreto fresco para deformarse o adaptarse en una forma específica

Por otro lado, la segregación se puede definir como la separación de los materiales constituyentes del hormigón. Un buen concreto es aquel en el que todos los ingredientes se distribuyen adecuadamente para hacer una mezcla homogénea. Si una muestra de concreto exhibe una tendencia a la separación de, por ejemplo, el agregado grueso del resto de los ingredientes, entonces se dice que esa muestra la tendencia a la segregación. Tal concreto no solo va a ser débil; la falta de homogeneidad también inducirá todas las propiedades indeseables en el concreto endurecido.

En consiguiente la Exudación es la Propiedad por la cual una parte del agua de mezcla se sube a la superficie del concreto. Debido a la sedimentación en que los sólidos se asientan adentro de la masa plástica. Este proceso se inicia después que el concreto ha sido colocado y consolidado en el encofrado y continua hasta que se inicia el fraguado de la mezcla y termina cuando la pasta ha endurecido lo suficiente

Por lo tanto, El hormigón sufre contracción plástica y contracción por secado como resultado de lo cual el hormigón se contrae. Cuando se restringe la contracción, se desarrollan tensiones que dan como resultado la formación de grietas. Para evitar estas

grietas, se proporcionan juntas de contracción. Normalmente, el intervalo en el que se proporcionan estas juntas variará de 5 a 10 metros. Las articulaciones de contracción a veces se denominan articulaciones ficticias o articulaciones de control. Las juntas de contracción no serán necesarias si se proporciona suficiente refuerzo para soportar las tensiones de contracción. Las juntas de contracción generalmente se proporcionan en pisos y pavimentos no reforzados.

Las juntas de contracción se hacen al momento de colocar el concreto incrustando un tablón de madera de suficiente profundidad y espesor requerido. Esto se elimina posteriormente cuando el hormigón se endurece. A veces, las placas de acero de suficiente espesor y ancho se golpean en el concreto fresco y luego se retiran cuando el concreto se endurece. En tercer lugar, la junta de contracción de ancho y profundidad estipulados se corta empleando una máquina de sierra de juntas. Serrar la articulación es una práctica muy común en los últimos tiempos (Technical learning college, 2013).

Según (Irving Kett, 2000). Cualquier material que se pueda hacer plástico y que se endurezca gradualmente para formar un material artificial similar a una piedra se denomina material cementoso. Los cementos hidráulicos, concretamente portland y naturales, junto con las cuales son los principales materiales de cementación utilizados en las estructuras. Se vuelven plásticos por la adición de agua y luego la mezcla se endurece. El otro tipo principal de agentes de cementación son los asfaltos que se hacen de plástico, ya sea por calentamiento, emulsión o por la adición de un agente de reducción. Su proceso de endurecimiento es totalmente diferente al de una sustancia hidráulica que requiere un mecanismo de hidratación para endurecerse. El primer cemento conocido fue el cemento puzolánico, que fue utilizado por primera vez por los romanos hace más de 2000 años. Se produjo mezclando cal con una ceniza volcánica llamada puzolana que se encuentra cerca de la ciudad de Pozzuoli, Italia. El cemento natural en tiempos más recientes se produjo al quemar una piedra caliza rica en arcilla y magnesia para expulsar el ácido carbónico y luego moler el clínker hasta obtener un polvo fino (Cagiao, 2010). En comparación con el cemento Portland, el cemento natural posee menor resistencia a la tracción, gana resistencia más lentamente y es menos uniforme. El cemento Portland se fabricó por primera vez en Portland, Inglaterra, de donde deriva su nombre por Joseph Aspdin en 1824. Se puede producir

mediante un proceso húmedo o seco. En el método húmedo, las materias primas se mezclan y muelen en una suspensión. En el proceso seco las operaciones se llevan a cabo con los materiales en estado seco. Los ajustes a los componentes se realizan mediante la adición de arcilla o piedra de características conocidas. El cemento Portland se obtiene de la pulverización fina de clínker producido por calcinación a fusión incipiente de materiales arcillosos y calcáreos adecuadamente proporcionados (INEI, 2017). Los componentes y propiedades finales del cemento portland se controlan con mucho cuidado durante la fabricación. El cemento Portland viene en cinco tipos básicos y una variedad de variedades especiales para cumplir con diferentes requisitos físicos y químicos. Los cementos más utilizados son

Por consiguiente (S. CHAND. COMPANY LTD, 2014) Hace mención a que los agregados son las partículas inertes que están unidas por el agente cementante (como el cemento Portland) para formar un mortero o un concreto. El mortero es una mezcla de agregado fino, un material de cementación y agua. Una mezcla de solo cemento y agua se conoce como "cemento puro". El concreto se compone de los ingredientes del mortero más agregados gruesos. La definición del tamaño límite de los agregados finos es aquella que pasa un tamiz de 5 mm (# 4). Los tamaños de partículas de agregado grueso son aquellos que se retienen en una abertura de tamiz de 5 mm (# 4). No existe un agregado de tamaño máximo real, pero en la mayoría de los hormigones para pavimentos y estructuras, el límite superior suele ser de 5 cm (2 pulgadas), pero puede ser mayor. Los agregados gruesos se obtienen de grava o piedra triturada, escoria de alto horno u hormigón reciclado. Las trampas de rocas, granito, calizas y areniscas son satisfactorias para la piedra triturada. Los agregados finos se derivan de las mismas fuentes, excepto que, en el lugar de la grava, se usa arena natural. Todos los agregados deben estar compuestos de partículas duras y libres de cantidades perjudiciales de arcilla, marga y materia vegetal. Las características principales de los agregados que afectan la resistencia, durabilidad y trabajabilidad de un concreto son la limpieza, la clasificación, la dureza y la forma. Por lo general, los agregados son más fuertes que el concreto del que están hechos. Una capa de suciedad o polvo en el agregado reducirá la resistencia del concreto porque evita que las partículas se adhieran correctamente al mortero. Una mezcla agregada bien graduada es esencial para obtener un concreto económico de buena calidad. Si los agregados sanos, mal

calificados, incluso limpios, requerirán agua excesiva para la trabajabilidad, lo que resulta en una menor resistencia, o la mezcla requerirá una cantidad excesiva de cemento para desarrollar una resistencia dada. La designación de ASTM define la especificación ASTM para la clasificación y calidad de los agregados para concreto de peso normal: C 33. Hay siete aberturas de tamiz estándar para agregado fino y hasta 13 tamaños de tamiz para agregados gruesos.

El agua empleada para el hormigón debe estar limpia y libre de suciedad o materia orgánica. El agua que contiene incluso pequeñas cantidades de ácido puede tener un efecto nocivo grave sobre el hormigón. La presencia de aceite dará como resultado la desaceleración del conjunto y la reducción de la resistencia. En términos generales, si el agua es potable, es satisfactoria para la producción de un buen hormigón. (S. CHAND COMPANY LTD, 2014)

(Irving Kett, 2000) Menciona que, el concreto puede considerarse compuesto de cuatro ingredientes básicos separados: cemento, agregados gruesos, agregados finos y agua. Otra forma de ver el hormigón es la de una mezcla graduada de materiales finos y gruesos unidos por cemento humedecido. Otra forma de ver el concreto es que los agregados gruesos se mantienen unidos por un mortero compuesto de cemento, agregados finos y agua.

Según Sánchez (2001) dice que los requisitos del hormigón son complejos, pero el objetivo final es producir las combinaciones más económicas de materiales de hormigón que satisfagan los requisitos de rendimiento y las especificaciones (p.25). Una mezcla de concreto diseñada adecuadamente debe poseer las siguientes propiedades físicas: Cuando todavía está en estado plástico, debe ser adecuadamente viable, debe cumplir con los parámetros de resistencia requeridos, durabilidad para poder resistir fuerzas y elementos impuestos, tales como la abrasión del tráfico para un pavimento de concreto y otras propiedades que pueden variar en importancia con la ubicación del concreto en una estructura son la permeabilidad y la apariencia.(Rivva, 1992, p.62)

Para (Pasquel Carbajal, 1993). Un diseño de mezcla de hormigón puede ser proporcionado a causa de datos estadísticos existentes utilizando los mismos materiales, proporciones y condiciones de hormigonado. Cuando no hay registros

existentes o son insuficientes, la mezcla de concreto debe determinarse mediante mezclas de prueba. En una situación de clase de laboratorio, no se supone que exista ninguna experiencia de campo con los materiales. En las proporciones concretas por el método de mezclas de prueba, ciertos objetivos de diseño deben establecerse de antemano. Estos son los siguientes: Resistencia a la compresión requerida de 28 días, para algún otro parámetro de resistencia, como el módulo de ruptura. Teniendo un contenido de cemento Portland basado en la correlación agua / cemento (w / c) y bajo ciertas condiciones el volumen mínimo de cemento especificado, con una relación máxima permitida de agua / cemento, con tamaño máximo de los grandes agregados y teniendo rango aceptable de asentamientos y el porcentaje de aire para un concreto arrastrado por aire. (Porreros, 2009, p. 96)

Una vez que se han establecido estos parámetros, se pueden formular mezclas de prueba y preparar las muestras

(Jackson y Dhir, 1996) Definieron los aditivos como sustancias introducidas en un lote de concreto, durante o inmediatamente antes de su mezcla, para alterar o mejorar las características del concreto fresco o endurecido o ambos. Los materiales utilizados por los fabricantes de cemento para modificar las propiedades del cemento se describen normalmente como aditivos. Estos efectos se producen por la influencia de la mezcla sobre la hidratación, la liberación de calor, la formación de poros y el desarrollo de la estructura del gel. Dado que los aditivos también pueden tener un efecto perjudicial, su idoneidad para un concreto en particular debe evaluarse cuidadosamente antes de su uso. Su uso debe basarse en el conocimiento de sus principales ingredientes activos en los datos de rendimiento disponibles y en las mezclas de concreto. Esto también formó las bases para el presente trabajo. Es importante tener en cuenta que los aditivos no pretenden reemplazar las buenas prácticas de hormigonado y no deben usarse indiscriminadamente .de acuerdo (ACI 305,2007)

(La British Standard Institution, 1881) Declaró que la mayoría de las características mecánicas, como la resistencia a la compresión de la madera sazonada, varían con los cambios en el contenido de humedad. Estas propiedades de las maderas pueden hacer que afecten al concreto de manera diferente. Un área o investigación importante es hacer concreto rentable sin comprometer la integridad estructural y durabilidad del

material, ya que se sabe que dura toda la vida

(David, J. and Galliford, 2000). Se ha examinado el efecto de varios desechos industriales y domésticos en el concreto a este respecto. Por ejemplo, (Yumping, Et Al, 2004) mostraron que los plásticos reciclados pueden usarse como un sustituto parcial del material en el concreto.

Uno de los principales insumos para esta investigación es la madera ya que es el material es el más usado por las personas a lo largo del tiempo. Según (Villalba, 2014) las características de la madera varían de unos a otros sin embargo de forma general, las maderas presentan las siguientes características: por la disminución de densidad: Suelen ser menos compactas que el agua (de ahí que floten).

Por otro lado, el aserrín es un derivado de la madera ya que es un material de desecho de la madera que se genera en efecto de los diferentes procesos por los que pasa la madera y se presenta en dos tipos de grano, fino y grueso, resultados obtenidos sometido al tipo de mecanismo y las sierras. Se trabajará con el aserrín de madera tornillo:

El biocarbon es un carbón vegetal permanente y altamente poroso obtenido mediante la separación térmica de materia orgánica bajo un entorno con suministro de oxígeno limitado (O_2) y ante temperaturas medias ($<700^\circ C$) (Lehmann, 2009)

Desde el punto de vista químico, el biochar es más complicado de precisar debido a que puede ser elaborado a partir de barios de materias primas orgánicas y bajo una gran variedad de condiciones de carbonización (variaciones en la temperatura de pirolisis, velocidad de reacción, etc.), que le otorgan características químicas particulares. La estructura del biochar puede variar en complejidad, desde estructuras tipo grafito hasta anillos aromáticos de alto peso molecular que son conocidos por persistir en el suelo durante miles a millones de años (Valtierra, 2016)

La ceniza es la parte no orgánica del biochar libre de humedad. En usos finales determinados, la cantidad y la composición de ceniza puede influir sobre ciertas características deseadas en el biochar. El contenido de cenizas del biochar es un indicador de la concentración de nutrientes. Por lo general, los principales minerales

son silicio (Si), calcio (Ca), magnesio (Mg), potasio (K), sodio (Na), y cantidades más pequeñas de azufre (S), manganeso (Mn), fósforo (P), hierro (Fe), y de aluminio (Al). Estos elementos se encuentran en sus formas de óxidos, silicatos, carbonatos, sulfatos, cloruros y fosfatos en el biochar. (Ortega, 2011, p.16)

Ensayos Relacionados a la siguiente investigación, se procederá a describir fugazmente en el cual tiene el fin de algunos de los ensayos que se realizaran para este proyecto de investigación detallando que norma de los ensayos.

La Granulometría: En el manual de ensayos de materiales podemos encontrar la norma de análisis granulométrico “MTC E 107” el propósito de este ensayo es el de determinar de dimensiones cuantitativa de la magnitud de las partículas del material para a estudiar que pasan por los distintos tipos de tamices que se requiera utilizar hasta el tamiz N° 200.

Tiempo de fraguado: El tiempo que acontece desde la añadidura del agua de mezcla a una mezcla cementico, hasta que la mezcla logre el grado de rigidez especificado, medido por una técnica especificado (Norma Técnica Peruana NTP 339.047, 2006).

Para la resistencia a la compresión se determina como la máxima resistencia mediante un prototipo de concreto a la carga axial. Habitualmente se mide en kilogramos por centímetro cuadrado (kg/cm²) a un tiempo de 28 días, se le designa con el símbolo f'_c la resistencia del concreto a la compresión es una cualidad física fundamental, y es usualmente se empleada en los cálculos para diseño de estructuras (ASTM C 685, 2017)

Para la investigación presentada se formuló el problema siguiente: ¿Qué propiedades proviene del Concreto $f'_c=210\text{kg/Cm}^2$ en estado fresco al adicionar de biocarbon de Aserrín en 5%, 7.5 % y 10%?, Así mismo, la presente investigación justifica este estudio el uso de biocarbon de aserrín para el beneficio que proporciona es la utilización del aserrín como un adiconarte para así poder mejorar las propiedades del concreto que es el material más usado en la construcción.

Dentro de la investigación la hipótesis plateada es que las propiedades del Concreto $f'_c=210\text{kg/Cm}^2$ en estado fresco aumentara si se adiciona Biocarbon de Aserrín en

5%, 7.5 % y 10%,

Como objetivo general de la investigación se busca Determinar las propiedades del Concreto $F'_{C}=210\text{kg}/\text{Cm}^2$ en estado fresco en el al adicionarle Biocarbon de Aserrín en 5%, 7.5 % y 10%. Y como objetivo específico; Determinar de grado y tiempo de calcinación del biocarbon y Determinar los componentes químicos del biocarbon, Determinar las propiedades del concreto 210 kg/cm^2 en estado fresco al adicionarle biocarbon de aserrín en 5%, 7.5 % y 10% y realizar la comparación, Determinar el diseño de mezcla del concreto convencional y experimental, Determinar la resistencia del concreto convencional y experimental.

II. MÉTODO

2.1. Tipo y Diseño de investigación

La investigación es una investigación experimental que tiene un diseño cuasi experimental. Porque es un proceso en el cual se estudió el diseño convencional del concreto en comparación con el nuevo diseño elaborado, con adición de biocarbon de aserrín en 5%, 7.5% y 10%

- **Campo control**



M1: Prototipo de probetas

Xi: Proporción de biocarbon de aserrín

O1: Resultados de probetas

Yi: concreto convencional

- **Campo experimental**



M2: Prototipo de probetas

Yii: Proporción de biocarbon de aserrín

O2: Resultados de probetas

Yii: Propiedades del concreto.

2.2. Variable, Operacionalización

2.2.1. Variable

Teniendo como variable dependiente las propiedades del concreto en estado fresco. Y como variables independientes el biocarbon de aserrín. Siendo un total de 36 probetas en donde 9 serán de probetas de concreto convencional, 9 serán de probetas adicionando 5% de biocarbon de aserrín, 9 serán de probetas adicionando 7.5% de biocarbon de aserrín, 9 serán de probetas adicionando 10% de biocarbon de aserrín.

2.2.2. Operacionalización De Variable

Tabla 1: Operacionalización de la Variable

| VARIABLE | DEFINICIÓN CONCEPTUAL | DEFINICIÓN OPERACIONAL | DIMENSIÓN | INDICADOR | ESCALA DE MEDICIÓN |
|--|--|---|--------------------------------------|--|--------------------|
| Variable Independiente: Biocarbon de Aserrín | Biocarbon de aserrín es un producto rico en carbono, que resulta del calentamiento de biomasa Se puede producir de varias formas, desde hoyos en el suelo hasta sofisticados hornos industriales de pirolisis (McHenry, 2011, p.38). | La variable concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$ se va a determinar mediante los indicadores de cada uno de las dimensiones; proporciones del biocarbon de aserrín. | Temperatura y tiempo de calcinación | Grado(C°) y tiempo de calcinación | Razón |
| | | | componentes químicos | Fluorescencia de rayos X | Razón |
| | | | Proporciones de biocarbon de aserrín | 5.0% | Nominal |
| | | | | 7.5% | Nominal |
| Variable Dependiente: Propiedades del concreto en estado fresco. | El concreto en estado fresco parece una masa que a su vez es blando y puede ser trabajado en diferentes formas. Y así de conserva en la colocación y compactación en donde es trabajable y cuando el concreto se va endureciendo se conoce como fraguado (Kosmatka,1992, p.65) | Para la obtención de la muestra del estudio de fraguado de cemento y durabilidad del concreto se realizará en con el cemento tipo I y materiales de la cantera indicadas y adicionando el biocarbon en porcentajes establecidas. Se ensayarán las propiedades del concreto en estado fresco, realizando muestra patrón y la muestra con la adicionando de biocarbon de aserrín sustituyendo al 5%,7.5% y 10% referente al cemento. | Propiedades mecánicas | Resistencia a la compresión | Razón |
| | | | Propiedades físicas | Peso unitario del concreto. Medición de asentamiento de hormigón | Razón |

Fuente: Elaboración propia

2.3. Población y Muestra

Para la población y muestra: El estudio de la población de esta investigación es el concreto y la muestra se utilizará las probetas de concreto a elaborarse acuerdo a la norma técnica peruana (NTP 339.034).

Tabla 2: Población y Muestra de estudio.

| N° | ÍTEMS | CARACTERÍSTICA | | TOTAL DE ENSAYOS |
|------------------|--|-------------------------|----------------|------------------|
| | | Resistencia al concreto | | |
| | | Días | N° de probetas | |
| 1 | Diseño de mezcla de concreto $f'c=210$ kg/cm ² | 7 | 3 | 9 |
| | | 14 | 3 | |
| | | 28 | 3 | |
| 2 | Diseño de mezcla de concreto + 5% de biocarbon de aserrín | 7 | 3 | 9 |
| | | 14 | 3 | |
| | | 28 | 3 | |
| 3 | Diseño de mezcla de concreto + 7.5% de biocarbon de aserrín | 7 | 3 | 9 |
| | | 14 | 3 | |
| | | 28 | 3 | |
| 4 | Diseño de mezcla de concreto + 10% de biocarbon de aserrín | 7 | 3 | 9 |
| | | 14 | 3 | |
| | | 28 | 3 | |
| TOTAL DE ENSAYOS | | | | 36 |

Fuente: Elaboración propia

Por lo tanto, se tiene una muestra de 36 probetas para realizar el ensayo de resistencia de compresión, igualmente, al realizar el concreto con cemento Portland Tipo I y biocarbon de aserrín como adición en proporciones de 5%, 7.5% y 10% en relación al cemento de la dimensión total de un diseño de mezcla. Se realizará el diseño de mezcla para una resistencia a la compresión de $f'c=210$ kg/cm², esta resistencia de diseño tanto para el concreto patrón, así como como los concretos con porcentaje de biocarbon de aserrín.

2.4. Técnicas e Instrumentos

2.4.1. Técnica

La técnica a utilizar es en campo y gabinete; en campo se necesitará diversas herramientas que nos permita recolectar la recolección de datos por medio de los

ensayos y en gabinete se usara el manejo de fuentes bibliográficas realizando indagaciones en revistas, libros normas, sitios web e investigaciones, que sirvieron para ordenar el marco teórico de la investigación

2.4.2. Instrumento

Los instrumentos de recolección de datos se emplearon normas para cada uno de los ensayos son: Diseño de mezcla (comité de diseño 211 ACI). Análisis Granulométrico (Norma ASTM C33), Gravedad Específica y Absorción Agregado Fino (ASTM C-128/ NTP 400.022), Ensayo de Peso Unitario Suelto y Varillado (ASTM C- 29/ NTP 400.017), Contenido de Humedad (ASTM- C566), Ensayo de resistencia a la compresión (Norma ASTM C39). Ensayo de durabilidad del concreto (Norma ASTM C293). Ensayo de fraguado al cemento (Slump - ASTM C143).

2.4.3. Validez y confiabilidad

Los instrumentos que se emplearon en la recolección de datos de la investigación que se desarrolla en el presente informe, fueron protocolos que se emplean en los laboratorios al momento de la realización del ensayo, asimismo, los procedimientos a seguir responden a los ensayos descritos por las Normas NTP.

2.5. Procedimiento

Para el Procedimiento de Exploración de campo Se trabajará con las canteras de Dulong para el agregado grueso ubicada en la altura del cerro de la paz a 10 minutos de la vía de acceso al centro turístico Cerro de la Paz y de la cantera San Pedrito para el agregado fino estando ubicado a la altura de panamericana norte km 411 a 5 minutos del AA.HH. San Pedrito. Y para el método de explotación se realiza a cielo abierto con zarandas estática de 3/4" (piedra), (arena).

Para el biocarbon de aserrín se procedió a la recolección del material a emplear, el aserrín fue de madera tornillo se recolectaron en la maderera Alex, en lo cual se realizó el ensayo de ATD para hallar el grado de calcinación. Teniendo esos datos se llevó a calcinar el material. Teniendo el material calcinado se realizó el ensayo de FRX para poder hallar las propiedades químicas del biocarbon de aserrín.

Para los agregados se llevó al laboratorio para los ensayos correspondientes para el diseño de mezcla. En donde al cemento se adiciono el biocarbon de aserrín en los porcentajes de 5%, 7.5% y 10%. Teniendo el diseño de mezcla se efectuó la elaboración de la mezcla para las probetas patrón y experimental. En donde se realizó el ensayo de resistencia a la compresión a los 7 días, 14 días y 28 días

2.6. Análisis de datos

Para el Método de análisis de datos de acuerdo a las escalas de las variables de estudio (nominal), se procedió a calcular los datos en tablas de frecuencias o gráficos de barras o circular según sea la naturaleza de los resultados.

2.7. Aspectos éticos.

Se considerará que la realización de esta investigación se basa en diversos aspectos éticos, donde todos los resultados tendrán criterios necesarios para obtener datos reales, sin ser manipulados o alterados, se ha tomado como datos antecedentes y marco teórico de distintos libros, tesis y normas debidamente citados y se ejercerá el respeto de sus autorías. Los datos de esta investigación son confiables por el investigador.

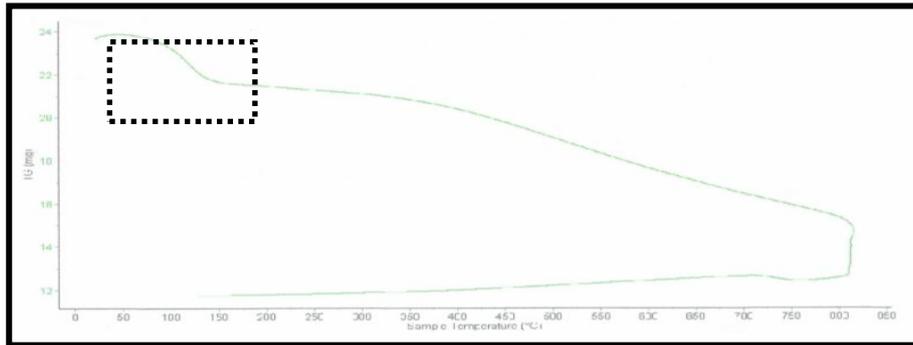
III. RESULTADOS

Los resultados obtenidos en diversos laboratorios, se muestran a continuación:

3.1 Primer Objetivo

- Determinar de grado y tiempo de calcinación del biocarbon: Para lograr este objetivo se realizó el ensayo de ATD obteniendo los siguientes resultados:

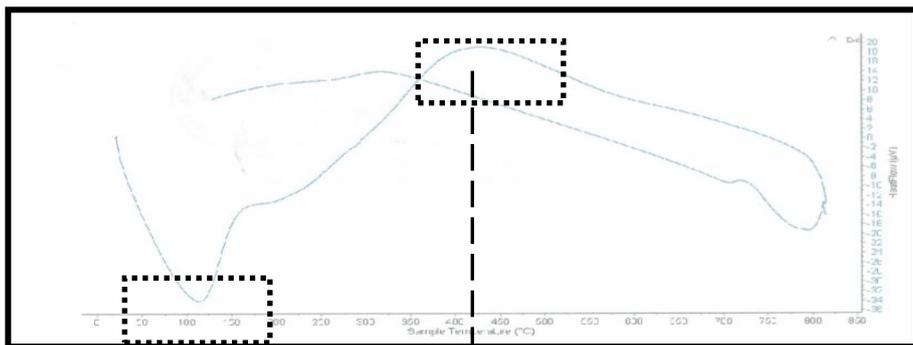
Figura N°1: Análisis termo gravimétrico del aserrín de madera tornillo.



Fuente: Laboratorio de polímeros de la UNT

Interpretación: En la gráfica se puede apreciar una importante pérdida de masa que se da alrededor de los 80° C hasta 130° C y donde el material empieza a degradarse, desde ahí se da una pérdida de masa más lenta. En donde perdió un total de 38% de su masa inicial aproximadamente.

Figura N° 2: Curva calorimétrica DSC del aserrín de madera tornillo



Fuente: Laboratorio de polímeros de la UNT

Interpretación: La grafica muestra dos picos endotérmicos el primero en torno a 120° C aproximadamente el cual al absorber calor produce calentamiento como consecuencia se produce un proceso de evaporación, también muestra un pico más ligero a 430°C indicando un posible cambio estructural y cambio en la característica del material.

- Determinar los componentes químicos que tiene el biocarbon de aserrín para una óptima adición en el concreto

Tabla N° 3: Composición química del biocarbon de aserrín

| Composición química | Resultados (%) | Método utilizado |
|---------------------------|----------------|--|
| Óxido de silicio (SiO) | 9.12 | Espectrometría de fluorescencia de Rayos x |
| Óxido de fosforo (P2O5) | 1.62 | |
| Óxido de azufre (SO3) | 0.21 | |
| Óxido de potasio (K2O) | 52.91 | |
| Óxido de calcio (CaO) | 19.96 | |
| Dióxido de titanio (TiO2) | 0.91 | |
| Óxido de manganeso (MnO) | 0.88 | |
| Óxido de hierro (Fe2O3) | 14.16 | |
| Óxido de zinc (ZnO) | 0.10 | |
| Óxido de estroncio (SrO) | 0.12 | |

Fuente: Laboratorio de química de la UNI

Interpretación: Con el dispositivo EDX-800HS nos permite encontrar principalmente los componentes cementases conforman el 43 % de los componentes de biocarbon siendo estos el Óxido de Calcio (CaO), el Óxido de Hierro y Óxido de Silicio, con un límite de detección de 0.002% (20ppm) en un lapso estimado de 200 segundos por cada modelo, siendo el porcentaje de error del dispositivo ± 0.02 . Potencial Hidrogeno

3.2. Segundo Objetivo

Para el diseño de mezcla se obtuvo los materiales de la cantera San pedrito para el agregado fino y la cantera Dulong para el agregado grueso procediendo a realizar los ensayos para obtener un diseño de mezcla con los ensayos de granulometría, peso específico, absorción guiándonos de reglamento, normas y ensayos establecidos

Tabla N° 4: Contenido de humedad agregado fino (MTC E108)

| Procedimiento | Tara No | | |
|--------------------------------|---------|-------|-------|
| | 4 | 17 | 2 |
| Peso tara, [gr] | 290.2 | 195 | 187 |
| Peso tara + suelo húmedo, [gr] | 590.2 | 536.4 | 624.5 |
| Peso tara + suelo seco, [gr] | 585 | 530 | 617.5 |
| Peso agua, [gr] | 5.2 | 6.4 | 7 |
| Peso suelo seco, [gr] | 294.8 | 335 | 430.5 |
| Contenido de humedad, [%] | 1.76 | 1.91 | 1.63 |
| | 1.77 | | |

Fuente: Laboratorio Mecánica de Suelos de UCV

Interpretación: La Tabla N° 4 muestra los resultados del ensayo de contenido de humedad obteniendo un resultado de 1.77%

Tabla N° 5: Contenido de humedad agregado grueso (MTC E108)

| Procedimiento | Tara No | | |
|--------------------------------|---------|--------|---------|
| | 6 | 4 | 3 |
| Peso tara, [gr] | 101.60 | 198.80 | 205.40 |
| Peso tara + suelo húmedo, [gr] | 1102.00 | 865.90 | 1052.60 |
| Peso tara + suelo seco, [gr] | 1098.00 | 862.90 | 1049.40 |
| Peso agua, [gr] | 4.00 | 3.00 | 3.20 |
| Peso suelo seco, [gr] | 996.40 | 664.10 | 844.00 |
| Contenido de humedad, [%] | 0.40 | 0.45 | 0.38 |
| | 0.41 | | |

Fuente: Laboratorio Mecánica de Suelos de UCV

Interpretación: La Tabla N° 5 muestra los resultados del ensayo de contenido de humedad obteniendo un resultado de 0.41 %

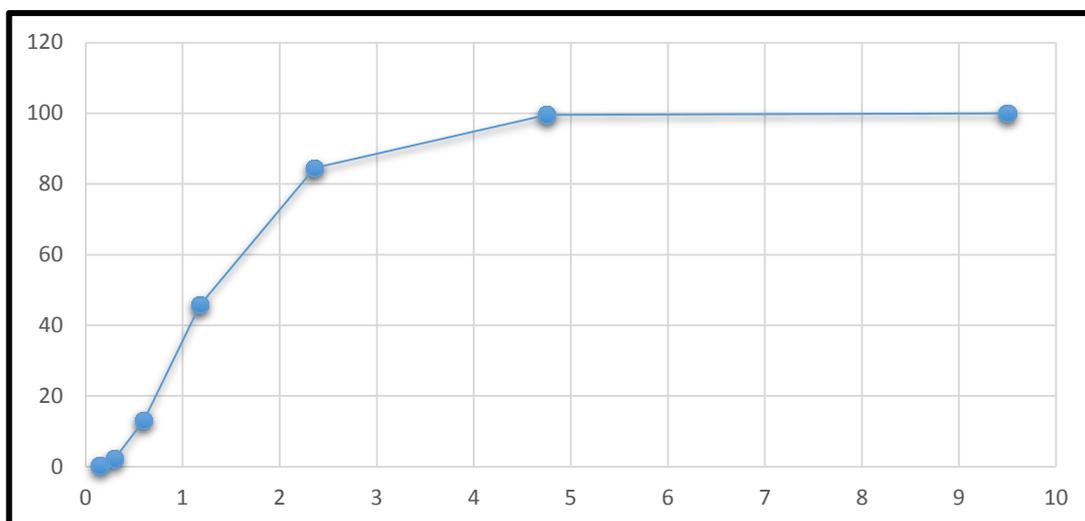
Tabla N° 6: Granulometría del agregado fino

| ABERTURA (mm) | TAMIZ | CONTENIDO (gr) | RETENIDO PARCIAL % | RETENIDO ACUMULADO % | % PASA |
|---------------|--------|----------------|--------------------|----------------------|--------|
| 9.5 | 3/8 | 3.2 | 0.11 | 0.11 | 99.89 |
| 4.75 | N° 4 | 12.7 | 0.42 | 0.53 | 99.47 |
| 2.36 | N°8 | 451.5 | 15.05 | 15.58 | 84.42 |
| 1.18 | N° 16 | 1160.6 | 38.69 | 54.27 | 45.73 |
| 0.6 | N° 30 | 981.5 | 32.72 | 86.99 | 13.01 |
| 0.3 | N° 50 | 326.8 | 10.89 | 97.88 | 2.12 |
| 0.15 | N° 100 | 58 | 1.93 | 99.81 | 0.19 |
| | FONDO | 5.7 | 0.19 | 100 | |

Fuente: Laboratorio Mecánica de Suelos de UCV

Interpretación: En la Tabla N° 6 se puede dar información de los porcentajes que pasan y los porcentajes acumulados, asimismo los diámetros de las mallas correspondientes, en el cual el módulo de finura es de 3.551 de relación a la suma de los porcentajes acumulados de los tamices N° 4, 8, 16, 30, 50, 100 dividido la suma de todos estos entre 100.

Figura N° 3: Granulometría del agregado fino.



Fuente: Elaboración Propia

Interpretación: La curvatura granulométrica representa los porcentajes de arena gruesa que pasan de relación a las aberturas de los tamices.

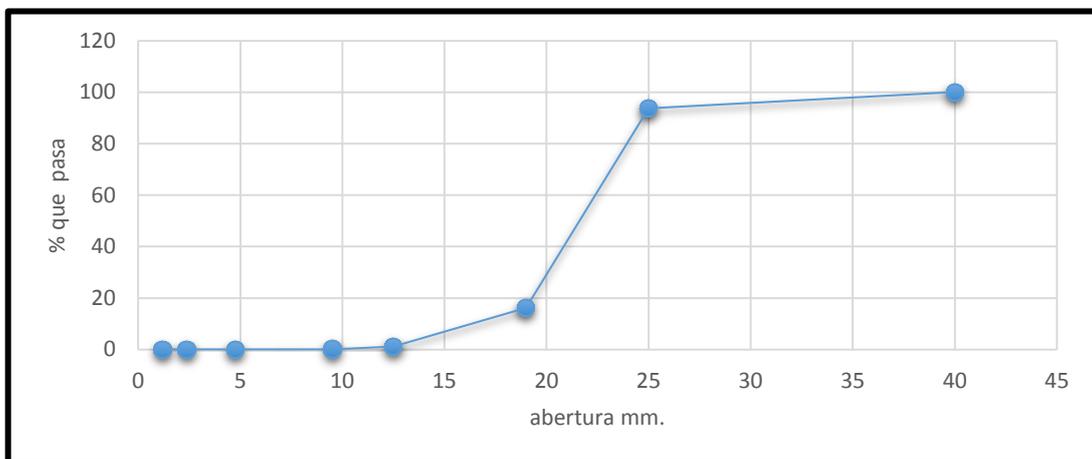
Tabla N° 7: Granulometría del agregado grueso

| ABERTURA (mm) | TAMIZ | CONTENIDO (gr) | RETENIDO PARCIAL % | RETENIDO ACUMULADO % | % PASA |
|---------------|-------|----------------|--------------------|----------------------|--------|
| 40 | 1 1/2 | 0 | 0.00 | 0.00 | 100 |
| 25 | 1" | 186.5 | 6.31 | 6.31 | 93.69 |
| 19 | 3/4 | 2291.8 | 77.56 | 83.87 | 16.13 |
| 12.5 | 1/2 | 445.5 | 15.08 | 98.94 | 1.06 |
| 9.5 | 3/8 | 27.5 | 0.93 | 99.87 | 0.13 |
| 4.75 | N° 04 | 3.7 | 0.13 | 100.00 | 0 |
| 2.36 | N° 08 | 0 | 0.00 | 100.00 | 0 |
| 1.19 | N° 16 | 0 | 0.00 | 100.00 | 0 |
| | FONDO | 0 | 0.00 | 100.00 | |

Fuente: Laboratorio Mecánica de Suelos de UCV

Interpretación: En la Tabla N° 7 se puede dar relación de los porcentajes que penetran y los porcentajes aglomerado, así mismo la dimensión máxima nominal que en este suceso sería del 1" a 3/4 ya que en esas mallas se quedaron la mayor cantidad de agregado.

Figura N° 4: Granulometría del agregado grueso.



Fuente: Elaboración Propia

Interpretación: La curvatura granulométrica representa los porcentajes de piedra de 3/4" de pulg que pasan de relación a las aberturas de los tamices.

Tabla N° 8: Peso Específico y Absorción Agregado Fino (Según Norma ASTM C-128)

| | | | |
|--|----|------|--------|
| Peso en el aire de la muestra secada en horno | | 494 | gr |
| Peso de la fiola llena de agua a la marca de calibración | | 1254 | gr |
| Peso de la fiola con la muestra y el agua | | 1570 | gr |
| P. Especifico Saturado con Superficie Seca | Pe | 2.69 | gr/cm3 |
| P. Especifico de Masa | Pe | 2.72 | gr/cm3 |
| P. Especifico Aparente | Pe | 2.78 | gr/cm3 |
| Absorción | Ab | 1.21 | % |

Fuente: Laboratorio Mecánica de Suelos de UCV

Interpretación: Para el agregado fino se obtuvo un peso específico de masa de 2.72 gr/cm³ y una absorción de 1.21 %

Tabla N° 9: Peso Específico y Absorción Agregado Grueso (Según Norma ASTM C-127)

| | | | |
|--|----|------|--------|
| Peso en el aire de la muestra secada en horno | | 3794 | gr |
| Peso de la fiola llena de agua a la marca de calibración | | 3831 | gr |
| Peso de la fiola con la muestra y el agua | | 2466 | gr |
| P. Especifico Saturado con Superficie Seca | Pe | 2.81 | gr/cm3 |
| P. Especifico de Masa | Pe | 2.78 | gr/cm3 |
| P. Especifico Aparente | Pe | 2.86 | gr/cm3 |
| Absorción | Ab | 1 | % |

Fuente: Laboratorio Mecánica de Suelos de UCV

Interpretación: La Tabla N° 9 indica los resultados del ensayo de peso específico conseguido un resultado de 2.86 y ensayo de absorción obteniendo un resultado de 1 %,

Tabla N° 10: Peso Unitario compactado

| AGREGADO GRUESO | | | |
|--|---------|--------|------------|
| | | SUELTO | COMPACTADO |
| PESO UNITARIO SUELTO (Kg/m ³): | 1504.51 | 14.46 | 16.17 |
| PESO UNITARIO COMPACTADO (Kg/m ³): | 1700 | 14.53 | 16.39 |
| | | 14.34 | 16.4 |

Fuente: Laboratorio Mecánica de Suelos de UCV

Interpretación: La Tabla N° 10 indica los resultados del ensayo de peso unitario suelto conseguido un resultado de 1504.51 kg/m³ y del ensayo de peso unitario compactado obteniendo un resultado de 1700 kg/m³.

Tabla N° 11: Peso Unitario compactado

| AGREGADO FINO | | | |
|--|---------|--------|------------|
| | | SUELTO | COMPACTADO |
| PESO UNITARIO SUELTO (Kg/m ³): | 1510.76 | 14.86 | 15.35 |
| PESO UNITARIO COMPACTADO (Kg/m ³): | 1630.56 | 14.36 | 15.86 |
| | | 14.29 | 15.75 |

Fuente: Laboratorio Mecánica de Suelos de UCV

Interpretación: La Tabla N° 11 muestra los resultados del ensayo de peso unitario suelto conseguido un resultado de 1510.76 kg/m³ y del ensayo de peso unitario compactado obteniendo un resultado de 1630.56 kg/m³

- **DOSIFICACIÓN DE MATERIALES:** para el diseño de mezcla se tuvo una dosificación de 1 bolsa de cemento, 2.60 bolsas de agregado fino, 3.00 bolsas de agregado grueso y 23.94 litros de agua.

Tabla N° 12: Diseño de mezcla de hormigón patrón

| DESCRIPCIÓN | CEMENTO (Kg) | AGUA (Lt) | Ag. Fino (Kg) | AG. Grueso (Kg) |
|-----------------|--------------|-----------|---------------|-----------------|
| Patrón (1 und.) | 1.88 | 1.06 | 4.90 | 5.65 |
| Patrón (3 und.) | 5.64 | 3.18 | 14.70 | 16.95 |
| Patrón (6 und.) | 11.28 | 6.36 | 29.40 | 33.90 |
| Patrón (9 und.) | 16.92 | 9.54 | 44.10 | 50.85 |

Fuente: Laboratorio Mecánica de Suelos de UCV

Interpretación: Para los porcentajes con adición de ceniza de aserrín de madera tornillo se realizaron los cálculos respecto al peso del cemento del concreto patrón.

Tabla N° 13: Diseño de mezcla de hormigón experimental con el 5% de biocarbon de aserrín

| DESCRIPCIÓN | Cemento (Kg) | Biocarbon 5% | Agua (Lt) | Ag. Fino (Kg) | AG. Grueso (Kg) |
|-----------------|--------------|--------------|-----------|---------------|-----------------|
| Patrón (1 und.) | 1.88 | 0.09 | 1.06 | 4.90 | 5.65 |
| Patrón (3 und.) | 5.64 | 0.28 | 3.18 | 14.70 | 16.95 |
| Patrón (6 und.) | 11.28 | 0.56 | 6.36 | 29.40 | 33.90 |
| Patrón (9 und.) | 16.92 | 0.85 | 9.54 | 44.10 | 50.85 |

Fuente: Laboratorio Mecánica de Suelos de UCV

Interpretación: Para los porcentajes con adición de ceniza de aserrín de madera tornillo en 5% se realizaron los cálculos respecto al peso del cemento del concreto patrón en donde se adicionará un total de 0.850 kg. de biocarbon.

Tabla N° 14: Diseño de mezcla de hormigón experimental con el 7.5% de biocarbon de aserrín.

| DESCRIPCIÓN | Cemento (Kg) | Biocarbon 7.5% | Agua (Lt) | Ag. Fino (Kg) | AG. Grueso (Kg) |
|-----------------|--------------|----------------|-----------|---------------|-----------------|
| Patrón (1 und.) | 1.88 | 0.14 | 1.06 | 4.90 | 5.65 |
| Patrón (3 und.) | 5.64 | 0.42 | 3.18 | 14.70 | 16.95 |
| Patrón (6 und.) | 11.28 | 0.85 | 6.36 | 29.40 | 33.90 |
| Patrón (9 und.) | 16.92 | 1.27 | 9.54 | 44.10 | 50.85 |

Fuente: Laboratorio Mecánica de Suelos de UCV

Interpretación: Cómo podemos apreciar en la Tabla N° 13 la mezcla para muestra adición de 7.5% de biocarbon, se realizó en 9 probetas: Con cantidades de 16.92 Kg de cemento y 1.27 kg de biocarbon.

Tabla N° 15: Diseño de mezcla de hormigón experimental con el 10 % de biocarbon de aserrín.

| DESCRIPCIÓN | Cemento (Kg) | Biocarbon 10% | Agua (Lt) | Ag. Fino (Kg) | AG. Grueso (Kg) |
|-----------------|--------------|---------------|-----------|---------------|-----------------|
| Patrón (1 und.) | 1.88 | 0.19 | 1.06 | 4.90 | 5.65 |
| Patrón (3 und.) | 5.64 | 0.56 | 3.18 | 14.70 | 16.95 |
| Patrón (6 und.) | 11.28 | 1.13 | 6.36 | 29.40 | 33.90 |
| Patrón (9 und.) | 16.92 | 1.69 | 9.54 | 44.10 | 50.85 |

Fuente: Laboratorio Mecánica de Suelos de UCV

Interpretación: Para el porcentaje de 10% de adición de ceniza de aserrín de madera tornillo, se realizó los cálculos respecto al peso del cemento del concreto patrón. En donde se adicono un total de 1.69 kg. de biocarbon

Tabla N° 15: Cantidad de materiales a utilizar para diseño de mezcla.

| DESCRIPCIÓN | Cemento (Kg) | Biocarbon (kg) | Agua (Lt) | Ag. Fino (Kg) | AG. Grueso (Kg) |
|---------------|--------------|----------------|-----------|---------------|-----------------|
| Patrón | 16.92 | 0.00 | 9.54 | 44.10 | 50.85 |
| Patrón + 5% | 16.92 | 0.85 | 9.54 | 44.10 | 50.85 |
| Patrón + 7.5% | 16.92 | 1.27 | 9.54 | 44.10 | 50.85 |
| Patrón + 10% | 16.92 | 1.69 | 9.54 | 44.10 | 50.85 |
| total a usar | 67.68 | 3.81 | 38.16 | 176.40 | 203.40 |

Fuente: Elaboración propia

Interpretación: Para los porcentajes con adición de ceniza de aserrín de madera tornillo se realizaron los cálculos respecto al peso del cemento del concreto patrón. En donde se utilizó un total de 3.81 kg, de biocarbon de aserrín

3.3 Tercer Objetivo

Las propiedades del concreto $F'c=210$ adicionando biocarbon de aserrín se realizó en estado fresco con una prueba patrón y las muestras adicionando el biocarbon de aserrín llegando a los estándares establecidos para el ensayo del cono de Abrams con dicha normativa recoge cualitativamente las siguientes consistencias en función del asiento del cono (en cm)

Tabla N° 16: Resultados del cono de Abrams

| DESCRIPCIÓN | Ensayo de Abrams (Pulg.) | Consistencia |
|---------------|--------------------------|--------------|
| Patrón | 3.0" | Plástica |
| Patrón + 5% | 1.87" | Seca |
| Patrón + 7.5% | 1.69" | Seca |
| Patrón + 10% | 1.57" | Seca |

Fuente: Elaboración propia

Interpretación: Cómo podemos apreciar en la Tabla N° 16 la mezcla patrón está en una consistencia plástica mientras las mezclas experimental está en un rango de consistencia seca según la Norma Técnica Peruana (NTP 339.035), esto dificulta la trabajabilidad del concreto.

3.4 Cuarto Objetivo

Determinar la resistencia del concreto convencional y experimental.

➤ ENSAYO A LA COMPRESIÓN PARA LA MUESTRA PATRÓN

Tabla N° 17: Resistencia a la compresión a los 7 días

| DESCRIPCIÓN | ÁREA (Cm ²) | TIEMPO | LECTURA (Kgf) | f'ce (kg/cm ²) | F'c en % |
|-------------|-------------------------|--------|---------------|----------------------------|----------|
| MUESTRA 1 | 181 | 7 | 26090.7 | 143.8 | 68.5% |
| MUESTRA 2 | 181 | 7 | 26575.6 | 146.5 | 69.7% |
| MUESTRA 3 | 181 | 7 | 25458.2 | 140.3 | 66.8% |
| PROMEDIO | | | | 143.5 | 68.3% |

Fuente: Laboratorio Mecánica de Suelos de UCV

Interpretación: Cómo podemos apreciar en la Tabla N° 17 la resistencia promedio de la muestra patrón que es 143.5 kg/cm². Referido valor es el 68.3 % de la resistencia absoluto, superando el porcentaje mínimo de resistencia a los 7 días. Según la norma NTP 339.034 nos dice el porcentaje mínimo para probetas en la edad de 7 días es de 65%

Tabla N° 18: Resistencia a la compresión a los 14 días

| DESCRIPCIÓN | ÁREA (Cm ²) | TIEMPO | LECTURA (Kgf) | f'ce (kg/cm ²) | f'c en % |
|-------------|-------------------------|--------|---------------|----------------------------|----------|
| MUESTRA 1 | 181 | 14 | 33050.7 | 182.1 | 86.7% |
| MUESTRA 2 | 181 | 14 | 33631.3 | 185.3 | 88.3% |
| MUESTRA 3 | 181 | 14 | 34084.3 | 187.8 | 89.4% |
| PROMEDIO | | | | 185.1 | 88.1% |

Fuente: Laboratorio Mecánica de Suelos de UCV

Interpretación: Cómo podemos apreciar en la Tabla N° 17 la resistencia promedio de la muestra patrón que es 185.1 kg/cm². Referido valor es el 88.1 % de la resistencia absoluto, superando el porcentaje mínimo de resistencia a los 14 días. Según la norma NTP 339.034 nos dice el porcentaje mínimo para probetas en la edad de 14 días es de 90% en donde no cumple el ensayo realizado ya que puede ser un factor el biocarbon

Tabla N° 19: Resistencia a la compresión a los 28 días

| DESCRIPCIÓN | ÁREA (Cm ²) | TIEMPO | LECTURA (Kgf) | f'ce (kg/cm ²) | f'c en % |
|-------------|-------------------------|--------|---------------|----------------------------|----------|
| MUESTRA 1 | 181 | 28 | 38619.8 | 212.8 | 101.3% |
| MUESTRA 2 | 181 | 28 | 38328.5 | 211.2 | 100.6% |
| MUESTRA 3 | 181 | 28 | 9081.8 | 215.4 | 102.6% |
| PROMEDIO | | | | 213.1 | 101.5% |

Fuente: Laboratorio Mecánica de Suelos de UCV

Interpretación: Cómo podemos apreciar en la Tabla N° 19 la resistencia promedio de la muestra patrón que es 213.1 kg/cm². Referido valor es el 101.5 % de la resistencia absoluto, superando el porcentaje mínimo de resistencia a los 28 días. Según la norma NTP 339.034 nos dice el porcentaje mínimo para probetas en la edad de 28 días es de 100% en donde si cumple el ensayo

➤ **ENSAYO A LA COMPRESIÓN PARA LA MUESTRA + 5% DE ADICIÓN DE BIOCARBÓN DE ASERRÍN**

Tabla N° 20: Resistencia a la compresión a los 7 días

| DESCRIPCIÓN | ÁREA (Cm ²) | TIEMPO | LECTURA (Kgf) | f'ce (kg/cm ²) | f'c en % |
|----------------|-------------------------|--------|---------------|----------------------------|----------|
| MUESTRA 1+ 5 % | 181 | 7 | 29966.8 | 165.1 | 78.6% |
| MUESTRA 2+ 5 % | 181 | 7 | 28547 | 157.3 | 74.9% |
| MUESTRA 3+ 5 % | 181 | 7 | 29530.8 | 162.7 | 77.5% |
| PROMEDIO | | | | 161.7 | 77.0% |

Fuente: Laboratorio Mecánica de Suelos de UCV

Interpretación: Cómo podemos apreciar en la Tabla N° 20 la resistencia promedio de la muestra más el 5% de biocarbon que es 161.7 kg/cm². Referido valor es el 77.0 % de la resistencia absoluto, superando el porcentaje mínimo de resistencia a los 7 días. Según la norma NTP 339.034 nos dice el porcentaje mínimo para probetas en la edad de 7 días es de 65%

Tabla N° 21: Resistencia a la compresión a los 14 días

| DESCRIPCIÁN | ÁREA (Cm ²) | TIEMPO | LECTURA (Kgf) | f'ce (kg/cm ²) | f'c en % |
|---------------|-------------------------|--------|---------------|----------------------------|----------|
| MUESTRA 1+5 % | 181 | 14 | 36971.6 | 203.7 | 97.0% |
| MUESTRA 2+5 % | 181 | 14 | 36218.4 | 199.6 | 95.0% |
| MUESTRA 3+5 % | 181 | 14 | 36067.7 | 198.8 | 94.7% |
| PROMEDIO | | | | 200.7 | 95.6% |

Fuente: Laboratorio Mecánica de Suelos de UCV

Interpretación: Cómo podemos apreciar en la Tabla N° 21 la resistencia promedio de la muestra más el 5% de biocarbon que es 200.7 kg/cm². Referido valor es el 95.6 % de la resistencia absoluto, superando el porcentaje mínimo de resistencia a los 14 días. Según la norma NTP 339.034 nos dice el porcentaje mínimo para probetas en la edad de 14 días es de 90%.

Tabla N° 22: Resistencia a la compresión a los 28 días.

| DESCRIPCIÓN | ÁREA (Cm2) | TIEMPO | LECTURA (Kgf) | f'ce (kg/cm2) | f'c en % |
|---------------|------------|--------|---------------|---------------|----------|
| MUESTRA 1+ 5% | 181 | 28 | 41612.9 | 229.3 | 109.2% |
| MUESTRA 2+ 5% | 181 | 28 | 40936.5 | 225.6 | 107.4% |
| MUESTRA 3+ 5% | 181 | 28 | 41388.4 | 228.1 | 108.6% |
| PROMEDIO | | | | 227.7 | 108.4% |

Fuente: Laboratorio Mecánica de Suelos de UCV

Interpretación: Cómo podemos apreciar en la Tabla N° 22 la resistencia promedio de la muestra más el 5% de biocarbon que es 227.7 kg/cm². Referido valor es el 108.4 % de la resistencia absoluto, superando el porcentaje mínimo de resistencia a los 28 días. Según la norma NTP 339.034 nos dice el porcentaje mínimo para probetas en la edad de 28 días es de 100%.

➤ **ENSAYO A LA COMPRESIÓN PARA LA MUESTRA + 7.5%**

Tabla N° 23: Resistencia a la compresión a los 7 días.

| DESCRIPCIÓN | ÁREA (Cm2) | TIEMPO | LECTURA (Kgf) | f'ce (kg/cm2) | f'c en % |
|-----------------|------------|--------|---------------|---------------|----------|
| MUESTRA 1+ 7.5% | 181 | 7 | 27682 | 152.6 | 72.6% |
| MUESTRA 2+ 7.5% | 181 | 7 | 27253 | 150.2 | 71.5% |
| MUESTRA 3+ 7.5% | 181 | 7 | 28133 | 155.0 | 73.8% |
| PROMEDIO | | | | 152.6 | 72.7% |

Fuente: Laboratorio Mecánica de Suelos de UCV

Interpretación: cómo podemos apreciar en la Tabla N° 23 la resistencia promedio de la muestra más el 7.5% de biocarbon que es 153.6 kg/cm². Referido valor es el 72.7 % de la resistencia absoluto, superando el porcentaje mínimo de resistencia a los 7 días. Según la norma NTP 339.034 nos dice el porcentaje mínimo para probetas en la edad de 7 días es de 65%

Tabla N° 24: Resistencia a la compresión a los 14 días.

| DESCRIPCIÓN | ÁREA (Cm2) | TIEMPO | LECTURA (Kgf) | f'ce (kg/cm2) | f'c en % |
|----------------|------------|--------|---------------|---------------|----------|
| MUESTRA 1+7.5% | 181 | 14 | 34736.8 | 191.4 | 91.2% |
| MUESTRA 2+7.5% | 181 | 14 | 34072.3 | 187.8 | 89.4% |
| MUESTRA 3+7.5% | 181 | 14 | 34405.5 | 189.6 | 90.3% |
| PROMEDIO | | | | 189.6 | 90.3% |

Fuente: Laboratorio Mecánica de Suelos de UCV

Interpretación: Cómo podemos apreciar en la Tabla N° 24 la resistencia promedio de la muestra más el 7.5% de biocarbon que es 189.6 kg/cm². Referido valor es el 90.3% de la resistencia absoluto, superando el porcentaje mínimo de resistencia a los 14 días. Según la norma NTP 339.034 nos dice el porcentaje mínimo para probetas en la edad de 14 días es de 90%

Tabla N° 25: Resistencia a la compresión a los 28 días.

| DESCRIPCIÓN | ÁREA (Cm2) | TIEMPO | LECTURA (Kgf) | f'ce (kg/cm2) | f'c en % |
|----------------|------------|--------|---------------|---------------|----------|
| MUESTRA 1+7.5% | 181 | 28 | 39491.8 | 217.6 | 103.6% |
| MUESTRA 2+7.5% | 181 | 28 | 39938.8 | 220.1 | 104.8% |
| MUESTRA 3+7.5% | 181 | 28 | 40580.3 | 223.6 | 106.5% |
| PROMEDIO | | | | 220.4 | 105.0% |

Fuente: Laboratorio Mecánica de Suelos de UCV

Interpretación: cómo podemos apreciar en la Tabla N° 25 la resistencia promedio de la muestra más el 7.5% de biocarbon que es 220.4 kg/cm². Referido valor es el 105 % de la resistencia absoluto, superando el porcentaje mínimo de resistencia a los 28 días. Según la norma NTP 339.034 nos dice el porcentaje mínimo para probetas en la edad de 28 días es de 100%.

➤ **ENSAYO A LA COMPRESIÓN PARA LA MUESTRA + 10%**

Tabla N° 26: Resistencia a la compresión a los 7% días.

| DESCRIPCIÓN | ÁREA (Cm2) | TIEMPO | LECTURA (Kgf) | f'ce (kg/cm2) | f'c en % |
|---------------|------------|--------|---------------|---------------|----------|
| MUESTRA 1+10% | 181 | 7 | 25800.4 | 142.2 | 67.7% |
| MUESTRA 2+10% | 181 | 7 | 26953.7 | 148.5 | 70.7% |
| MUESTRA 3+10% | 181 | 7 | 26633.5 | 146.8 | 69.9% |
| PROMEDIO | | | | 145.8 | 69.4% |

Fuente: Laboratorio Mecánica de Suelos de UCV

Interpretación: Cómo podemos apreciar en la Tabla N° 26 la resistencia promedio de la muestra más el 10% de biocarbon que es 145.8 kg/cm2. Referido valor es el 69.4 % de la resistencia absoluto, superando el porcentaje mínimo de resistencia a los 7 días. Según la norma NTP 339.034 nos dice el porcentaje mínimo para probetas en la edad de 7 días es de 65%

Tabla N° 27: Resistencia a la compresión a los 14% días

| DESCRIPCIÓN | ÁREA (Cm2) | TIEMPO | LECTURA (Kgf) | f'ce (kg/cm2) | f'c en % |
|---------------|------------|--------|---------------|---------------|----------|
| MUESTRA 1+10% | 181 | 14 | 33032.7 | 182.0 | 86.7% |
| MUESTRA 2+10% | 181 | 14 | 32954.9 | 181.6 | 86.5% |
| MUESTRA 3+10% | 181 | 14 | 33499.6 | 184.6 | 87.9% |
| PROMEDIO | | | | 182.7 | 87.0% |

Fuente: Laboratorio Mecánica de Suelos de UCV

Interpretación: Cómo podemos apreciar en la Tabla N° 27 la resistencia promedio de la muestra más el 10% de biocarbon que es 182.7 kg/cm2. Referido valor es el 87.0 % de la resistencia absoluto, superando el porcentaje mínimo de resistencia a los 14 días. Según la norma NTP 339.034 nos dice el porcentaje mínimo para probetas en la edad de 14 días es de 90%.

Tabla N° 28: Resistencia a la compresión a los 28% días

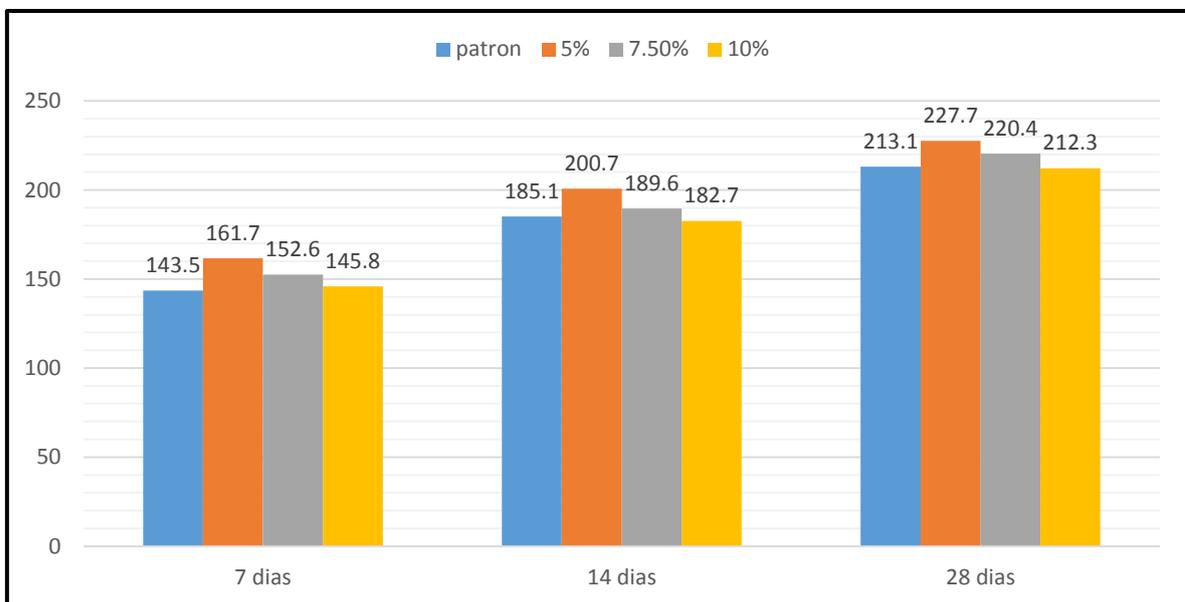
| DESCRIPCIÓN | ÁREA (Cm2) | TIEMPO | LECTURA (Kgf) | f'ce (kg/cm2) | f'c en % |
|---------------|------------|--------|---------------|---------------|----------|
| MUESTRA 1+10% | 181 | 28 | 39083.8 | 215.4 | 102.6% |
| MUESTRA 2+10% | 181 | 28 | 38529 | 212.3 | 101.1% |
| MUESTRA 3+10% | 181 | 28 | 37945.4 | 209.1 | 99.6% |
| PROMEDIO | | | | 212.3 | 101.1% |

Fuente: Laboratorio Mecánica de Suelos de UCV

Interpretación: cómo podemos apreciar en la tabla la resistencia promedio de la muestra más el 10% de biocarbon que es 212.3 kg/cm2. Referido valor es el 101.1 % de la resistencia absoluto, superando el porcentaje mínimo de resistencia a los 28 días. Según la norma NTP 339.034 nos dice el porcentaje mínimo para probetas en la edad de 28 días es de 100%

➤ RESUMEN DE ENSAYOS

Gráfico N°1: Comportamiento de las probetas por edades



Fuente: Laboratorio Mecánica de Suelos de UCV

Interpretación: El gráfico evidencia una relación de los resultados obtenidos a través de los ensayos a la compresión de las probetas, expresado a través de diagrama de barras en relación al tiempo.

IV. DISCUSIÓN

La presente investigación tuvo como objetivo específico determinar el grado y tiempo de calcinación del biocarbon de aserrín, los resultados muestran un grado de temperatura de calcinación de 430°C y un tiempo estimado de 3 horas y media lo que se contradice con los resultados del autor Evaristo (2017), en su investigación sobre la utilización de la ceniza de viruta de madera presenta que los resultados de la ceniza de viruta de madera en el ensayo de ATD su grado de temperatura de calcinación es de 650°C y por un tiempo de estimado de cuatro horas, siendo las diferencias de temperatura debido al tamaño de las partículas que posee cada ensayo como se puede saber que la viruta son de partículas de mayor dimensión y el aserrín de menor tamaño

Por medio del análisis de espectrometría de rayos X los componentes químicos que posee el aserrín de madera tornillo tuvo como resultados un 9.12% Óxido de Silicio (SiO_2), 14.16% Óxido de Hierro (Fe_2O_3) y 19.96% Oxido de Calcio (Cao) lo que se contradice con los resultados del autor Evaristo Alberto (2017) que tuvo como resultados de espectrometría de los componentes químicos que muestra la ceniza de viruta de madera tornillo teniendo los porcentajes en los componentes químicos: Óxido de Aluminio (Al_2O_3) 9.225%, Óxido de Silicio (SiO_2) 3.760%, Óxido de Hierro (Fe_2O_3) 1.177% y Oxido de Calcio (Cao) 40.078% y para Pérez (2017) tuvo como resultados de espectrometría de los componentes químicos que muestra la ceniza de viruta de madera tornillo teniendo los porcentajes en los componentes químicos: Óxido de Aluminio (Al_2O_3) 1.31%, Óxido de Silicio (SiO_2) 15.92%, Óxido de Hierro (Fe_2O_3) 9.98% y Oxido de Calcio (Cao) 64.66%, pudiendo influir los diferentes porcentajes para cada oxido el lugar en donde procedencia y el tipo de suelo.

Para el diseño de mezcla en la tesis de Evaristo se obtuvo una dosificación de 1:1.43:3.26 con una relación agua-cemento de 0.57 y para los autores Contreras y Peña obtuvo la dosificación de 1:2.82:3.25 con 0.55 de proporción agua-cemento, lo cual es diferente a la investigación ya que en mi tesis obtuvimos una dosificación de 1: 2.60: 3.0 con una relación agua-cemento de 0.56.

La resistencia a la compresión para esta investigación se obtuvo que los resultados para la muestra patrón a los 28 días tuvo la resistencia de 213.1kg/cm², y la muestra con una mejor resistencia fue la muestra al adicionarle el 5% de biocarbon en donde su

resistencia a los 28 días es de 227.7kg/cm². Teniendo un porcentaje de 108.4 % a la muestra patrón en los 28 días lo que es confirmado por los resultados del autor Evaristo (2017) menciona en su investigación realizada con cenizas de viruta de madera teniendo una comparación entre la probeta patrón con la probeta adicionado en donde tiene el mayor resultado el de 2%. Para la muestra patrón a los 28 días tuvo la resistencia de 219.276 kg/cm² y para la muestra de adición de 2% de ceniza a los 28 días tuvo la resistencia de 227.7kg/cm².mientras en mi investigación se tuvo la misma resistencia a la compresión con la adición de biocarbon de aserrín del porcentaje de 5 %

De esta forma con los resultados de las investigaciones planteadas se afirma que la adición de ceniza aumenta la resistencia del concreto ya que pueden soportar mayores cargas.

V. CONCLUSIONES

1. Se concluye con el Análisis Térmico Diferencial (ATD), que la temperatura óptima de calcinación por un periodo de 3 horas y media del biocarbon de aserrín es de 430°C, presentando en su composición química resultados inferiores para clasificarlo como un material puzolanico, según los estándares de la ASTM C (valor mínimo 70% en la suma de los componentes químicos), además la composición química del biocarbon de aserrín está compuesta por un 43% de elementos cementantes como el Óxido de Calcio (CaO), el Óxido de Hierro y el Óxido de Silicio.
2. Se realizó el diseño de mezcla con el método ACI 211 considerando la relación a/c a 0.56, también se consideró el contenido de vacíos de 1.5% con un asentamiento slump de 3" a 4" pulg. de consistencia plástica determinando la dosificación en volumen de 1: 2.60: 3.00: 23.94.
3. La propiedad del concreto en estado fresco se realizó con el ensayo de abrams en donde la muestra patrón tuvo un asentamiento de 3", un valor aceptable para clasificarlo como tipo consistencia plástica según la norma ACI 211.1, que especifica que de 0"-2" de asentamiento es de consistencia seca y de 3"-4" de consistencia plástica y de 5" a más de consistencia blanda, en la muestra adicionando el 5% de biocarbon se obtuvo un asentamiento de 1.87", adicionando el 7.5% de biocarbon se tuvo un asentamiento de 1.69" y finalmente adicionando el 10% de biocarbon se obtuvo un asentamiento de 1.57", clasificando todas las muestras con un tipo de consistencia seca.
4. La resistencia a la compresión del concreto a los 28 días en la muestra patrón fue de $f'_{ce}=213.1 \text{ kg/cm}^2$, adicionando el 5% de biocarbon la resistencia fue de $f'_{ce}=227.7 \text{ kg/cm}^2$, adicionando el 7.5% de biocarbon se obtuvo una resistencia de $f'_{ce}=220.4 \text{ kg/cm}^2$ y adicionando el 10% de biocarbon se logró una resistencia de $f'_{ce}=212.3 \text{ kg/cm}^2$. Todas las muestras experimentales mostraron una mejor resistencia respecto a la muestra patrón teniendo un mejor resultado la adición de biocarbon de aserrín con el 5%.
5. Las propiedades del Concreto $F'C=210 \text{ kg/Cm}^2$ en estado fresco aumenta si se

adiciona Biocarbon de Aserrín en 5%, 7.5 % y 10%, a pesar de que todas las muestras experimentales presentan una mala trabajabilidad y una consistencia seca.

VI. RECOMENDACIONES

1. Para las futuras investigaciones deben de tener en cuenta la composición química del biocarbon para clasificarlo, según la norma la ASTM C618 son material puzolanico la suma de los componentes químicos con un valor mínimo 70%, además los componentes químicos que tiene el cemento según la NTP 334.009(2007) son el óxido de calcio, oxido de aluminio, oxido de silicio y óxido de hierro.
2. Se recomienda distribuir cada material en recipientes distintos, según la dosificación de diseño de mezcla; mezclar el cemento y los agregados, luego se adiciona agua por proporciones y a la vez se bate hasta obtener una consistencia homogénea. Se tiene muestra para aplicar el cono de abrams para obtener la consistencia y trabajabilidad del concreto, luego se tiene muestras para las probetas con la finalidad de obtener la resistencia a los 7, 14 y 28 días.
3. El biocarbon de aserrín derivado de la madera tornillo es un elemento que ayuda a obtener una mayor resistencia a la $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$, por lo cual se recomienda a utilizarla en otros tipos de investigaciones.

VII. REFERENCIAS

1. ABANTO Castillo, Flavio.. Tecnología Del Concreto. Peru: Universidad Mayor de San Marcos, 1997. 242 pp.
ISBN: 978-612-302-060-6.
2. ASTM C618–15: Especificación normalizada para Ceniza Volante de Carbón y Puzolana Natural en Crudo o Calcinada para Uso en Concreto. Pensilvania: 2003
3. ASTM C 685M. Standard Specification of Concrete Made by Volumetric Batching and Continuous Mixing. 2017.
4. BLAS, Melissari. Comportamiento de Cenizas y su Impacto en Sistemas de Combustión de Biomasa (Título en Ingeniería química). Lima: Universidad Nacional de ingeniería, Lima, Perú, 2012.72 pp.
5. BUSTAMANTE, I. Estudio de la correlación entre la relación agua/cemento y la permeabilidad al agua de concretos usuales en Perú (Tesis pregrado). Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima, Perú, 2017, 102 pp.
6. CAGIAO, Juan, et al. Huella ecológica del cemento [en línea]. Junio de2010 [fecha de consulta: 12 de septiembre de 2019]. Disponible en: <http://www.lis.edu.es/uploads/640bc719c07146e486fc8632bc5b6c0c.pdf>
SBN: 978-84-651-0034-5
7. CHACO, V., & Lechuga, T. Análisis comparativo de las propiedades de trabajabilidad, tiempo de fragua, segregación y costos de fabricación del concreto, sustituyendo el agregado fino por caucho granulado en volumen en la ciudad del cusco (Tesis pregrado). Universidad Andina del Cusco, Perú: 2016, 118 pp.
8. COMITÉ ACI 305. Specification for Hot Weather Concreting. 1-8. U.S.A, 2007.
ISBN: 978-0-87031-242-7.
9. INEI, Consumo interno de cemento, [en línea]. 1 de Agosto de 2017. [Fecha de consulta: 30 de Septiembre del 2019].
Disponible en: <https://www.inei.gov.pe/prensa/noticias/consumo-interno-decemento-crecio-345-en-junio-de-2017-9883>

10. EVARISTO Alberto , Franz Matheus. Resistencia de concreto $f_c=210\text{kg/cm}^2$ con adición de ceniza de viruta de madera- Huaraz - 2017. tesis (Tesis de Ingeniero Civil). Huaraz, Peru: Universidad San Pedro, 2017. 116 pp.
11. GONZALES Ortega, Martha Alejandra.. Influencia de la friabilidad de la barita en el proceso de mezcla y propiedades mecanicas del cocnreto. España- 2015. 175 pp.
12. HERNANDEZ, Fernandez, & Baptista. Metodología de la investigación. Bogotá: Mc Graw HILL 2003.
13. HOLCIN. (2017). Concretos y morteros. Colombia. [en línea]. 1 de Agosto de 2017. [Fecha de consulta: 30 de Septiembre del 2019].
Disponible en: <https://www.holcim.com.co/productos-y-servicios/concretos-y-morteros>
ISSN: S/N
14. IIAP, Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana. Programa De Investigación En Biodiversidad Amazónica. Iquitos, 2009.
disponible en: <http://www.iiap.org.pe/upload/Transparencia/Actualizaciones%202011-2013/TRANSP437/PIBA/15.pdf>
ISSN: S/N
15. JAMES David. and Galliford.. Bridge construction at Hudersfield narrow canal. Concrete. London s.n., 2000.
Disponible en: <http://jeteas.scholarlinkresearch.com/articles/Some%20Flexural%20Behaviour.pdf>
16. KOSMATKA, S., & Panarese, W. Diseño y Control de mezclas de concreto. México (1992).
17. IRVING Kett. ENGINEERED CONCRETE. LONDON: CRC Press, 1999. 248 pp.
ISBN: 0849322774, 9780849322778
18. Jackson y Dhir. Civil engineering materials. 5ª ed. Londres : Palgrave macmillan. 534 pp, 1996.
19. La British Standard Institution. Structural use of concrete. london: BS, 1881. part 1 CP

20. LASANTA, Isabel. Estudio de adiciones de bismuto en aleaciones zinc-aluminio (doctorado en ciencias química). España: Universidad complutense de Madrid, Facultad de ciencias químicas, 2013 .9pp.
21. Lehmann, Johannes. 2009. reacciones del biochar en el suelo. s.l. : Earthscan, 2009. 978-1-84407-658-1.
22. NTP 339.034. (2015). CONCRETO. Ensayo normalizado para determinar la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas. . Perú.
23. NTP 339.035. (2015). CONCRETO. Método de ensayo para la medición del asentamiento del concreto de cemento portland. Perú.
24. NTP 339.183. (2013). practica normalizada para la elaboración y curado de especímenes de concreto en el laboratorio (2ª ed.). Lima: Indecopi.
25. NTP 339.185. (2013). AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para contenido de humedad total evaporable de agregados por secado. Perú
26. ORTEGA, Giselle. “análisis termogravimétrico y térmico diferencial de diferentes biomásas vegetales” (Titulo en Ingeniería Química). Cuba: Universidad de oriente, Facultad de Ingeniería, 2011.36pp
27. Pasquel Carbajal, Enrique. 1993. topicos de tecnologia del concreto en el peru. lima : colegios de ingenieros, 1993. Vol. segunda.
28. PEREZ Mantilla, Yenner.“Resistencia del concreto $f'c=210$ kg/cm² sustituyendo al cemento en 4% y 8% por la ceniza de tronco de Eucalipto (Eucaliptus Globulus)” tesis (ingeniero civil). chimbote : Universidad San Pedro, Escuela de Ingenieria civil, 2017.
29. PORREROS, Joaquí. Manual del Concreto Estructural: “Proyecto y Diseño de Obras en Concreto Estructural”. Venezuela: 2009Impresos Minipres, C.A. 245pp.
30. RIVVA Lopez, Enrique.. DISEÑO DE CONCRETO. Peru : Instituto de la construcción y gerencia, 1992, 250 pp.

ISBN: S/N

31. ROJAS Torres, Angel Modesto. Adición de la fibra de coco en el hormigón y su incidencia en la incidencia . ambato : s.n., 2015.
32. SÁNCHEZ de Guzmán Diego. Tecnología del concreto y del mortero, Bhandar Editorial: Bogotá, 2001. 341 pp. ISBN: 9589247040
33. S. CHAND . COMPANY LTD. 2014. CONCRETE TECNOLOGY. RAMNAGAR : S. CHAND . COMPANY LTD, 2014.
34. technical learning college. 2013. technical learning college. technical learning college.13 de noviembre de 2013. [Citado el: 24 de setiembre de 2019.]
Disponible en <http://www.abctlc.com/PDF/ConcreteAss.pdf> .
35. TRESIERRA, Alvaro. 2010. Metodología de la investigación científica. Trujillo: Biociencia; 161 pp.
36. Troxell, G., Davis, H., & Kelly, J. (1968). Composition and Properties of Concrete. New York: McGraw Hill Book Company .
37. USA Today. 2019. "Desechos de carbón utilizados para crear hormigón". [revista] washington : USA Today, junio de 2019. A591848043.
38. Valderrama, S. (2013). Pasos para elaborar proyectos de investigación Científica, cuantitativa, cualitativa y mixta. Lima, Perú: San Marcos
39. Valtierra Pacheco esteban. Biocarbón (biochar) I: Naturaleza, historia, fabricación y uso en el suelo, 2016 disponible en: https://www.researchgate.net/publication/308735277_Biocarbon_biochar_I_Naturaleza_historia_fabricacion_y_uso_en_elsuelo
40. Yumping, Et Al. 2004. Utilization of solid wastes (waste glass and. Beijing : s.n., 2004.
41. Zamora, Carlos. 2014. Influencia del uso de fibras de polipropileno fibromac en la resistencia a la compresión del concreto $f'_{c}=21$ o kg/cm², Tesis (Pregrado). Cajamarca: Universidad Nacional de Cajamarca.
Disponible en: <http://repositorio.unc.edu.pe/bitstream/handle/UNC/352/T%20693.5>

Anexos

**ANEXO N° 01:
MATRIZ DE CONSISTENCIA**

TÍTULO:

Fraguado y Durabilidad del Concreto $F'_{C}=210\text{kg}/\text{Cm}^2$ al adicionarle Biocarbon de Aserrín en 5%, 7.5 % y 10% Chimbote- 2019

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño Sísmico y Estructural

DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA:

Las edificaciones ubicadas en el distrito de Chimbote tienen a tener serios problemas a causa de la corrosión, reacciones químicas de los agregados y la agresividad del ambiente a que esta sometida

| FORMULACIÓN DEL PROBLEMA | OBJETIVOS | HIPÓTESIS | DIMENSIONES | INDICADORES | JUSTIFICACIÓN |
|---|--|--|--|---|---|
| <p>¿Cómo influye en el fraguado y durabilidad del Concreto F´C=210kg/Cm2 la adición de biocarbon de Aserrín en 5%, 7.5 % y 10%?</p> | <p>General: Determinar las propiedades del Concreto F´C=210kg/Cm2 en estado fresco en el al adicionarle Biocarbon de Aserrín en 5%, 7.5 % y 10%</p> <p>Específicos: Determinar de grado y tiempo de calcinación del biocarbon y Determinar los componentes químicos del biocarbon Determinar las propiedades del concreto 210 kg/cm2 en estado fresco al adicionarle biocarbon de aserrín en 5%, 7.5 % y 10% y realizar la comparación, Determinar el diseño de mezcla del concreto convencional y experimental. Determinar la resistencia del concreto convencional y experimental.</p> | <p>Con la adición de biocarbon de aserrín en la elaboración del concreto, será factible aumentar el fraguado y la resistencia a la compresión.</p> | <p>Temperatura y tiempo de calcinación, componentes químicos, Proporciones de biocarbon de aserrín, Propiedades del concreto en estado fresco,</p> | <p>Grado(C°) y tiempo de calcinación, Fluorescencia de rayos X, 5.0%, 7.5%, 10.0%, trabajabilidad y consistencia. Resistencia a la compresión, Durabilidad.</p> | <p>Este trabajo se justifica en dar a conocer la durabilidad de concreto sustituyendo una parte del agregado fino por biocarbon de aserinn con la finalidad de determinar la durabilidad del concreto.</p> <p>En la actualidad no existe trabajos de durabilidad del concreto con biocarbon de aserin</p> |

**ANEXO N° 02:
NORMAS TÉCNICAS**

El Concreto en la Práctica

¿Qué, Por qué y cómo?



Activar
NRMCA

Ve a Co

CIP 11 - Curado del concreto en el lugar

¿QUÉ es el curado?

El curado es el mantenimiento de un adecuado contenido de humedad y temperatura en el concreto a edades tempranas, de manera que éste pueda desarrollar las propiedades para las cuales fue diseñada la mezcla. El curado comienza inmediatamente después del vaciado (*colado*) y el acabado, de manera que el concreto pueda desarrollar la resistencia y la durabilidad deseada.

Sin un adecuado suministro de humedad, los materiales cementantes en el concreto, no pueden reaccionar para formar un producto de calidad. El secado puede eliminar el agua necesaria para esta reacción química denominada *hidratación* y por lo cual el concreto no alcanzará sus propiedades potenciales.

La temperatura es un factor importante en un curado apropiado, basándose en la velocidad de hidratación y por lo tanto, el desarrollo de resistencias es mayor a más altas temperaturas. Generalmente, la temperatura del concreto debe ser mantenida por encima de los 50°F (10°C) para un ritmo adecuado de desarrollo de resistencias. Además debe mantenerse una temperatura uniforme a través de la sección del concreto, mientras está ganando resistencia, para evitar las grietas por choque térmico.

Para el concreto expuesto, la humedad relativa y las condiciones del viento son también importantes; ellas contribuyen al ritmo de pérdida de humedad en el concreto y pueden dar como resultado agrietamiento, una pobre calidad y durabilidad superficial. Las medidas de protección para el control de la evaporación de humedad de las superficies del concreto antes de que fragüe, son esenciales para evitar la fisuración por retracción plástica (Ver el CIP 5).

¿POR QUÉ se cura?

Varias razones importantes son:

- Una ganancia de resistencia predecible.** Los ensayos de laboratorio muestran que el concreto en un ambiente seco puede perder tanto como un 50 por ciento de su resistencia potencial, comparado con un concreto similar que es curado en condiciones húmedas. El concreto vaciado bajo condiciones de alta temperatura ganará una resistencia temprana rápidamente, pero después las resistencias pueden ser reducidas. El concreto vaciado en clima frío tomará más tiempo para ganar resistencia, demorará la remoción del encofrado y la construcción subsecuente.
- Durabilidad mejorada.** El concreto bien curado tiene mejor dureza superficial y resistirá mejor el desgaste superficial y la abrasión. El curado también hace al concreto más impermeable al agua, lo que evita que la humedad y las sustancias químicas disueltas en agua entren dentro del



Aplicación de un compuesto formador de membrana (*curador*) con aspersor manual.



Losa cubierta con láminas plásticas (*lonas*) impermeables para curado.

concreto, en consecuencia incrementa la durabilidad y la vida en servicio.

- Mejores condiciones de servicio y apariencia.** Una losa de concreto a la que se le ha permitido que se seque demasiado temprano, tendrá una superficie frágil con pobre resistencia al desgaste y la abrasión. El curado apropiado reduce el resquebrajamiento o cuarteo, la pulverización y el descascaramiento.

¿CÓMO se cura?

Requerimientos de humedad para el curado. El concreto debe ser protegido de la pérdida de humedad hasta concluir el acabado empleando métodos adecuados como las barreras de viento, los atomizadores (*aspersores*) de agua y otros para evitar la fisuración por retracción plástica. Después del acabado

final la superficie del concreto debe permanecer continuamente humedecida o sellada para evitar la evaporación por un período de como mínimo varios días después del acabado. Ver la tabla con ejemplos.

Sistemas para mantener húmedo el concreto:

- Mantas o esteras de algodón o yute humedecidas con una manguera o un aspersor. Debe tenerse cuidado de no dejar que se queden secas y que le absorban agua al concreto. Los bordes de las mantas deben solaparse o superponerse y con contrapesos para que no sean levantadas por el viento.
- Paja que sea rociada con agua regularmente. La paja puede ser fácilmente levantada por el viento, y si está seca se puede incendiar. Las capas de paja deben ser de 6 pulgadas de espesor (15,2 cm) y deberán estar cubiertas con una lona.
- La tierra, la arena o el aserrín húmedos se pueden utilizar para curar elementos planos (*especialmente pisos*). En los materiales utilizados no deberán haber contaminantes orgánicos o con residuos de hierro.
- La aspersión con agua de forma continua es adecuada si la temperatura del aire está bien por encima de la congelación. No se debe permitir que el concreto se seque entre humedecimientos, pues ciclos alternativos de humedecimiento y secado no son una práctica aceptable de curado.
- Crear un estanque de agua sobre una losa es un excelente método de curado. El agua no debe estar 20° F (11° C) más fría que el concreto y el murete de contención alrededor del estanque debe ser asegurado contra escapes o salideros.

Materiales para retener la humedad:

- Los compuestos curadores de membrana deben estar conformes con la ASTM C 309. Se aplican a la superficie del concreto alrededor de una hora después del acabado. No se aplica al concreto que aún está exudando o que tiene un brillo visible de agua sobre la superficie. A pesar de que se puede utilizar un líquido claro, un pigmento blanco aporta propiedades reflectivas y permite efectuar la inspección visual sobre el cubrimiento de la superficie. Puede ser adecuada una capa sencilla, pero donde sea posible es deseable para un mejor cubrimiento aplicar una segunda capa en dirección perpendicular a la primera. Si el concreto será pintado o cubierto con enchapado de vinilo o cerámica, entonces deberá ser utilizado un compuesto líquido que no sea reactivo con la pintura o los adhesivos, o utilice un compuesto que se pueda sacar (*retirar*) con cepillo o lavado. En los pisos, la superficie debe ser protegida del tráfico con papel a prueba de rasguños después de la aplicación del compuesto de curado.
- Láminas plásticas, ya sean claras, blancas (*reflectivas*) o pigmentadas. Los plásticos deben estar conformes a la ASTM C 171, tener como mínimo 4 milésimas de pulgada (0.1 mm) de espesor y preferiblemente estar reforzadas con fibra de vidrio. Las láminas coloreadas oscuras son recomendables cuando la temperatura ambiente está por debajo de los 60° F (15° C) y las láminas reflectivas deben ser utilizadas cuando las temperaturas exceden de 85° F (30° C). Los plásticos deben ser puestos en contacto directo con la superficie de concreto tan pronto como sea posible sin estropear la superficie. Los bordes de las láminas deben solaparse, fijarse con una cinta adhesiva impermeable y tener contrapesos para evitar que el viento se introduzca por debajo del plástico. El plástico puede formar bandas oscuras siempre que una arruga toque el concreto, por lo que el plástico no debe ser utilizado en concretos donde es importante la apariencia. Los plásticos algunas veces se utilizan sobre las mantas húmedas para

EJEMPLO DE PERÍODO MÍNIMO DE CURADO PARA ALCANZAR EL 50% DE LA RESISTENCIA ESPECIFICADA*

| Cemento Tipo I | Cemento Tipo II | Cemento Tipo III |
|------------------------------------|-----------------|------------------|
| Temperatura – 50° F (10° C) | | |
| 6 días | 9 días | 3 días |
| Temperatura – 70° F (21° C) | | |
| 4 días | 6 días | 3 días |

* Los valores son aproximados y están basados en ensayos de resistencia de cilindros de prueba. Se pueden establecer valores específicos para materiales y mezclas específicas. De la Referencia 7.

retener la humedad.

- El papel impermeable es utilizado como las láminas plásticas, pero no mancha la superficie. Este papel consiste generalmente en dos capas de papel kraft cementadas juntas y reforzadas con fibra. El papel deberá estar conforme a la ASTM C171.

Note que los productos que se venden como retardadores de la evaporación son utilizados para reducir el ritmo de evaporación de las superficies del concreto fresco antes de que fragüe, para prevenir la fisuración por retracción plástica. Estos materiales no deben ser utilizados para el curado final.

Control de la temperatura:

En clima frío no permita que el concreto se enfríe a un ritmo más rápido que 5° F (3° C) por hora para las primeras 24 horas. El concreto debe ser protegido de la congelación, utilizando materiales aislantes, hasta que alcance una resistencia a compresión de 500 libras por pulgada cuadrada como mínimo (3.5 MPa). Cuando las temperaturas de congelación se prevén, deben ser utilizados los métodos de curado que retienen la humedad, mejor que el curado húmedo. Hay que proteger el concreto contra los cambios rápidos de temperatura después de quitar las medidas de protección. Se dan guías al respecto en la Referencia 7.

En clima caliente, una temperatura de curado inicial más alta dará como resultado una ganancia rápida de resistencia y resistencias últimas más bajas. Agua de curado y aspersión pueden ser utilizadas para lograr bajar la temperatura de curado en verano. Debe protegerse contra temperaturas extremas nocturnas, que permitan un enfriamiento más rápido que 5° F (3° C) por hora, durante las primeras 24 horas.

Referencias

- Effect of Curing Condition on Compressive Strength of Concrete Test Specimens*, NRMCA Publication No. 53, National Ready Mixed Concrete Association, Silver Spring, MD.
- How to Eliminate Sealing*, Concrete International, February 1980. American Concrete Institute, Farmington Hills, MI.
- ASTM C309, *Specifications for Liquid Membrane Forming Compounds for Curing Concrete*, American Society for Testing Materials, West Conshohocken, PA.
- ASTM C 171, *Specifications for Sheet Materials for Curing Concrete*, American Society for Testing Materials, West Conshohocken, PA.
- Standard Practice for Curing Concrete*, ACI 308, American Concrete Institute, Farmington Hills, MI.
- Standard Specification for Curing Concrete*, ACI 308.1, American Concrete Institute, Farmington Hills, MI.
- Cold Weather Concreting*, ACI 306R, American Concrete Institute, Farmington Hills, MI.

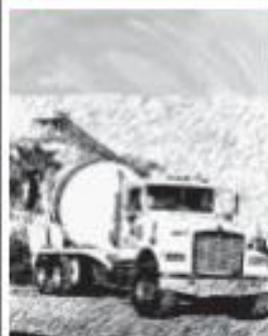


Información Técnica preparada por la National Ready Mixed Concrete Association, 900 Spring St., Silver Spring, MD 20910. www.nrmca.org. Si existen dudas sobre la terminología utilizada en el presente documento, está disponible un glosario de términos en nuestra página web www.nrmca.org para su consulta. © National Ready Mixed Concrete Association. Todos los derechos reservados. Ninguna parte de esta publicación puede ser reproducida de cualquier forma, incluyendo el fotocopiado u otro medio electrónico, sin el permiso por escrito de la National Ready Mixed Concrete Association.

Traducción en convenio con la



Federación Iberoamericana del Hormigón Preesfaldado

**NRMCA**

¿Qué, por qué y cómo?

Adiciones al cemento

EL CONCRETO EN LA PRÁCTICA**CIPes 30**

¿QUÉ son las adiciones al cemento?

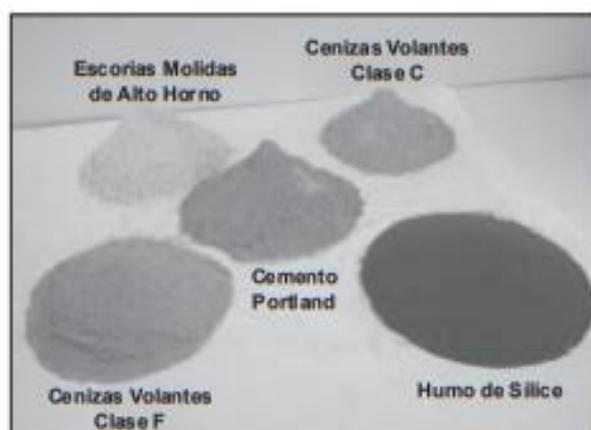
En su forma básica, el concreto (*hornigón*) es una mezcla de cemento portland, arena, agregado grueso y agua. El principal material cementante en el concreto es el cemento portland. Hoy en día la mayoría de las mezclas de concreto contienen adiciones al cemento que constituyen una porción del material cementante en el concreto. Estos materiales son generalmente subproductos de otros procesos o materiales de origen natural. Ellos pueden o no ser procesados antes de ser utilizados en los concretos. Algunos de estos materiales son denominados puzolanas, que por sí mismos no tienen propiedades cementantes, pero cuando se utilizan con el cemento portland, reaccionan para formar componentes cementantes. Otros materiales, como las escorias si exhiben propiedades cementantes.

Para su uso en el concreto, las adiciones al cemento, algunas veces son referidos como adiciones minerales, necesitan cumplir los requerimientos de las normas establecidas. Ellos pueden ser utilizados individualmente o en combinación en el concreto. Pueden ser añadidos a la mezcla de concreto como un cemento que contenga la adición (*blended*) o como un ingrediente dosificado separadamente en la planta de concreto premezclado.

A continuación se observan algunos ejemplos de estos materiales.

Las **Cenizas volantes** son un subproducto de los hornos que emplean carbón mineral como combustible para la generación de energía y constituyen en sí las partículas no combustibles removidas de las chimeneas de gases. Las cenizas volantes utilizadas en el concreto deben tener conformidad con la norma ASTM C618. La cantidad de ceniza volante en el concreto puede variar entre el 5 y el 65% en peso de los materiales cementantes, según la fuente y la composición de la ceniza volante y del desempeño requerido al concreto. Las características de la ceniza volante pueden variar significativamente según la fuente del carbón mineral que se quema. Las cenizas de Clase F son normalmente producidas de la quema de la antracita o de carbones bituminosos y generalmente poseen un contenido bajo de calcio. Las cenizas de Clase C son producidas cuando se queman carbones sub-bituminosos y poseen típicamente propiedades puzolánicas.

Las **Escorias molidas de alto horno** (GGBFS) son subproductos no metálicos producidos en un alto horno cuando el mineral de hierro es reducido a hierro dulce. La escoria líquida es enfriada rápidamente para formar gránulos, que son molidos hasta una finura similar a la del cemento portland. Las



escorias molidas de alto horno utilizadas como un material cementante deben tener conformidad con la norma ASTM C989. En esta especificación se definen tres grados de escorias: 80, 100 y 120, donde el grado más alto contribuye más a la resistencia potencial. Las escorias molidas de alto horno tienen por sí mismas propiedades cementantes pero éstas son mejoradas cuando se utilizan con cemento portland. Las escorias se utilizan entre el 20 y el 70% en peso de los materiales cementantes.

El **Humo de sílice** es un material puzolánico de alta reactividad y es un subproducto de la producción de metal silíceo o ferro-silíceo. Se recolecta de la chimenea de gases de los hornos de arco eléctrico. El humo de sílice es un polvo extremadamente fino, con partículas alrededor de 100 veces más pequeñas que un grano promedio de cemento. El humo de sílice está disponible como un polvo densificado o en forma de material acuoso. La norma para el humo de sílice es la ASTM C1240. Generalmente se utiliza entre el 5 y el 12% en peso de los materiales cementantes para las estructuras de concreto que necesitan alta resistencia o una permeabilidad significativamente reducida al agua. Debido a su extrema finura, deberán garantizarse procedimientos especiales para la manipulación, el vaciado y el curado del concreto con este material.

Puzolanas naturales. Varios materiales naturales poseen, o pueden ser procesados para poseer propiedades puzolánicas. Estos materiales están también cubiertos por la especificación normativa ASTM C618. Las puzolanas naturales tienen generalmente un origen volcánico y estos materiales silíceos tienden a ser reactivos si son enfriados rápidamente. En los Estados Unidos las puzolanas naturales comercialmente disponibles incluyen el **Metacaolín** y las **Arcillas o esquistos calci-**

nados. Estos materiales son producidos mediante la calcinación controlada de minerales de origen natural. El Metacaolín es producido a partir de arcillas caoliniticas relativamente puras y se emplean entre el 5 y el 15% en peso de los materiales cementantes. Las arcillas o esquistos calcinados son utilizados a mayores porcentajes en peso. Otras puzolanas naturales son **los cristales volcánicos, s zeolíticos, ceniza de cáscara de arroz y tierra de diatomeas.**

¿POR QUÉ son utilizadas las adiciones al cemento?

Pueden ser utilizados para el mejoramiento del desempeño del concreto en su estado fresco y endurecido. Son principalmente utilizados para mejorar la trabajabilidad, la durabilidad y la resistencia. Estos materiales le permiten al productor de concreto diseñar y modificar la mezcla de concreto para satisfacer la aplicación deseada. Las mezclas de concreto con elevados contenidos de cemento portland son susceptibles a la fisuración y a una mayor generación de calor. Estos efectos pueden ser controlados en un alguna medida mediante la utilización de adiciones al cemento.

Los materiales cementantes suplementarios tales como las cenizas volantes, las escorias y el humo de sílice le permiten a la industria del concreto utilizar centenares de millones de toneladas de subproductos que de otra forma serían vertidos en el terreno como desechos. Por otro lado su utilización reduce el consumo de cemento portland por unidad de volumen de concreto. El cemento portland tiene un elevado consumo de energía y de emisiones asociadas con su producción. Este consumo energético se disminuye cuando se reduce la cantidad de cemento portland utilizada en el concreto.

¿CÓMO afectan las propiedades del concreto la utilización de adiciones?

Concreto fresco: En general, las adiciones al cemento mejoran la **consistencia** y la **trabajabilidad** del concreto fresco, porque se le añade un volumen adicional de finos a la mezcla. El concreto con humo de sílice es utilizado típicamente con bajos contenidos de agua con aditivos reductores de agua de alto rango y estas mezclas tienden a ser cohesivas y más viscosas que el concreto corriente. Las cenizas volantes y las escorias generalmente reducen la demanda de agua para el asentamiento (*reventimiento*) requerido del concreto. El **tiempo de fraguado** del concreto puede ser retardado con algunas adiciones utilizadas en porcentajes elevados. Esto puede ser beneficioso en clima caliente. El retardo es eliminado en invierno reduciendo el porcentaje de las adiciones al cemento en el concreto. Debido a los fines adicionales, la cantidad y la tasa de la **exudación (sangrado)** en estos concretos es frecuentemente baja. Esto es especialmente significativo cuando se utiliza humo de sílice. Una exudación baja, conjuntamente con el retardo del fraguado pueden causar fisuración por retracción plástica y por esto se pueden hacer necesarias algunas precauciones especiales durante el vaciado y el acabado (*Vea el CIP 5*).

Resistencia – Las mezclas de concreto pueden ser dosificadas para producir la resistencia requerida y la velocidad de ganancia de resistencia que sea requerida para la aplicación. Con las adiciones que no sean humo de sílice, la velocidad de ganancia de resistencia puede ser más baja inicialmente, pero la ganancia de resistencia es continuada por un periodo de tiempo más largo comparado con las mezclas que sólo poseen cemento portland, lo que frecuentemente da como resultado resistencias últimas más elevadas.

El humo de sílice es comúnmente utilizado para producir resistencias por encima de las 10 000 libras por pulgada cuadrada (70 MPa). El concreto que contiene adiciones generalmente necesita consideraciones adicionales para el curado tanto para el ensayo de los cilindros de ensayo como de la estructura para asegurar que sean alcanzadas las propiedades esperadas.

Durabilidad – Las adiciones al cemento pueden ser utilizadas para reducir el calor asociado con la hidratación del cemento y reducir el potencial de fisuración térmica en elementos estructurales masivos. Estos materiales modifican la microestructura del concreto y reducen su permeabilidad por lo que consecuentemente reducen la penetración de agua y sales disueltas en el concreto. La impermeabilidad del concreto reducirá varias formas de deterioro del mismo, tales como la corrosión del acero de refuerzo y el ataque químico. La mayoría de las adiciones al cemento reducen la expansión interna del concreto debido a reacciones químicas tales como la reacción álcali y el ataque de sulfatos.

La resistencia a los ciclos de congelación y deshielo requiere el empleo de un concreto con aire incorporado. El concreto con un apropiado sistema de vacíos de aire y resistencia tendrá un óptimo desempeño en estas condiciones.

La combinación óptima de materiales variará para diferentes requisitos de desempeño y para el tipo de adición. El productor de concreto premezclado, con conocimiento de los materiales disponibles localmente, puede establecer las proporciones de la mezcla para el desempeño requerido. Las restricciones prescriptivas sobre las proporciones de la mezcla pueden inhibir la optimización y la economía. Si bien se discutieron anteriormente varias posibles mejoras de las propiedades del concreto, estas no son mutuamente excluyentes y la mezcla debe ser dosificada para los requerimientos de desempeño más críticos de trabajo con los materiales disponibles.

Referencias

1. ASTM Standards C 618, C 989, C 1240, Volume 04.02, American Society of Testing and Materials, West Conshohocken, PA.
2. *Use of Natural Pozzolans in Concrete*, ACI 232.1R, American Concrete Institute, Farmington Hills, MI.
3. *Use of Fly Ash in Concrete*, ACI 232.2R, American Concrete Institute, Farmington Hills, MI.
4. *Ground Granulated Blast Furnace Slag as a Cementitious Constituent in Concrete*, ACI 233R, American Concrete Institute, Farmington Hills, MI.
5. *Guide for the Use of Silica Fume in Concrete*, ACI 234R, American Concrete Institute, Farmington Hills, MI.
6. *Pozzolanic and Cementitious Materials*, V.M. Malhotra and P. Kumar Mehta, Gordon and Breach Publishers



Información Técnica preparada por
National Ready Mixed Concrete Association
900 Spring Street
Silver Spring, Maryland 20910

Si desea datos sobre la tecnología utilizada en este artículo por correo electrónico, está disponible en línea o en formato impreso en nuestra página web: www.nrmca.org, por correo electrónico.

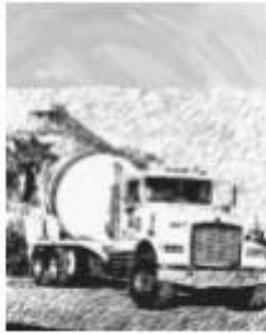
©National Ready Mixed Concrete Association
Todos los derechos reservados.

Ninguna parte de esta publicación puede ser reproducida de cualquier forma, incluyendo el fotocopiado u otro medio electrónico, sin el permiso por escrito de la National Ready Mixed Concrete Association.

Toda información es confidencial



Federación Interamericana del Hormigón Premezclado



NRMCA

¿Qué, por qué y cómo? Resistencia del concreto en la estructura

EL CONCRETO EN LA PRÁCTICA

CIPes 10

¿QUÉ es la resistencia del concreto en la estructura?

Las estructuras de concreto (*hormigón*) son diseñadas para soportar cargas vivas y muertas durante el periodo de construcción y de servicio. Durante la construcción se obtienen muestras de concreto y los procedimientos de las normas ASTM son utilizados para medir la resistencia potencial del concreto que es entregado. Se moldean cilindros de ensayo (*probetas*) y se curan a temperaturas de 60 a 80°F (17 a 27°C) durante un día y posteriormente se curan de forma húmeda en el laboratorio hasta que son rotos en un ensayo a compresión, normalmente a una edad de 7 y 28 días.

La resistencia del concreto en la estructura no será equivalente a lo medido sobre los cilindros de ensayo normalizados. Las buenas prácticas de trabajo para la manipulación, el vaciado (*colado*), la compactación y el curado del concreto en la estructura deben asegurar un adecuado porcentaje de esa resistencia potencial en la estructura. Los principios del diseño estructural reconocen esto y el Código ACI de la Edificación, el ACI 318, cuenta con un proceso de aseguramiento de la seguridad estructural de la construcción de concreto.

Los medios de medición, estimación o comparación de la resistencia del concreto en la estructura incluyen: El martillo de rebote (*esclerómetro*), la prueba de penetración, la prueba de arrancamiento (*pullout*), los cilindros de ensayo elaborados en el lugar, el ensayo de testigos (*núcleos extraídos, corazones*) y las pruebas de carga del elemento estructural.

Los núcleos extraídos o testigos de la estructura son uno de los medios para evaluar si la capacidad estructural de un miembro de concreto es adecuada y la ACI 318 aporta una guía para esta evaluación. Los núcleos extraídos dan resultados de ensayo más bajos que los cilindros de ensayo normalizados adecuadamente fabricados y ensayados de 6 x 12 pulgadas (150 x 300 mm). Esto se aplica a todo el concreto estructural moldeado. Pueden ocurrir excepciones en el caso de testigos de un concreto colocado sobre una subbase de elevada absorción o en el caso de testigos de un concreto masivo, pobre, de baja resistencia. El Código ACI de la edificación reconoce que bajo las prácticas corrientes de diseño, la construcción de concreto puede ser considerada estructuralmente adecuada si el promedio de tres testigos del área de estudio cuestionada es igual o excede el 85 por ciento de la resistencia especificada, f'_c , y que ningún testigo individual sea inferior al 75 por ciento de f'_c .



- A - Prueba de resistencia a la penetración (ASTM C 803)
- B - Prueba de rebote (ASTM C 805)
- C - Prueba de extracción de núcleos (corazones) (ASTM C 42)

¿POR QUÉ se mide la resistencia en la estructura?

Los ensayos del concreto en la estructura pueden ser necesarios cuando las resistencias de los cilindros de ensayo normalizados son bajas y no cumplen con la especificación tal como está indicado en el ACI 318. Sin embargo, no evalúe la estructura sin chequear primero para estar seguro que:

- Las resistencias del concreto fallaron al no cumplir lo previsto en la especificación.
- Las bajas resistencias no son atribuibles a prácticas de ensayo defectuosas
- La resistencia especificada es realmente necesaria. (Ver el CIP-9 sobre Baja Resistencia de los cilindros de ensayo de concreto)

En muchos casos, el concreto puede ser aceptado para el uso deseado sin efectuar ensayos en la estructura.

Hay muchas otras situaciones que pueden requerir la investigación de la resistencia en la estructura. Estas incluyen: apuntalamiento y remoción del encofrado, postensado, o aplicación temprana de cargas; investigación de daños debidos a congelamiento, fuego, o situación de cura-

do adversa; evaluación de estructuras viejas; y cuando un concreto diseñado de más baja resistencia es vaciado en un elemento por error. Cuando los testigos u otros ensayos efectuados en la estructura fallan al asegurar la adecuación estructural, un curado adicional de la estructura puede garantizar la resistencia necesaria. Esto es particularmente posible con un concreto que contenga cemento de endurecimiento lento, cenizas volantes, o escorias.

¿CÓMO se investiga la resistencia en la estructura?

Si sólo una serie de cilindros de ensayo da bajo, frecuentemente la pregunta puede ser dirimida comparando el martillo de rebote o los resultados sobre el concreto en áreas representadas por cilindros de ensayo con resultados aceptables. Donde la posibilidad de baja resistencia es tal, que un gran volumen tiene que ser investigado, será necesario un estudio bien organizado.

Establezca un cuadrícula y obtenga lecturas sistemáticas incluyendo áreas buenas y cuestionadas. Tabule las lecturas del martillo o del sondeo. Si ciertas áreas parecen estar bajas, extraiga núcleos tanto de las áreas bajas como altas. Si los testigos confirman los resultados del martillo o el sondeo, la necesidad de aumentar la cantidad de testigos se reduce en gran medida.

Resistencia de los núcleos (corazones, testigos) ASTM C-42. Si es necesario la extracción de núcleos, hay que observar las siguientes precauciones:

- Ensaye un mínimo de 3 núcleos para cada sección de concreto cuestionado;
- Obtenga núcleos con un diámetro mínimo de 3 ½ pulgada (85 mm). Obtenga núcleos más grandes para un concreto con un tamaño de agregado mayor de 1 pulgada (25 mm);
- Trate de obtener una longitud de como mínimo 1 ½ veces el diámetro (relación L/D);
- Recorte para eliminar el acero garantizando que se mantenga una relación mínima de 1 ½ L/D;
- Recorte los bordes a escuadra con una sierra de diamante (*cortadora*) con alimentación automática.
- Cuando ensaye, mantenga un refrentado (*cabeceo*) con espesor por debajo de 1/8 pulgada (3 mm);
- Utilice un material de refrentado de alta resistencia; no deben utilizarse almohadillas de neopreno;
- Verifique la planicidad del refrentado y de los bloques de carga;
- No perforo núcleos desde las capas superiores de las columnas, losas, muros, o cimientos, que serán de un 10 a un 20% más débiles que los testigos de la parte media o de las porciones más bajas; y
- Ensaye los testigos después de un secado durante 7 días si la estructura estará seca en servicio; en caso contrario humedezca los núcleos 40 horas antes del ensayo. Revise las recomendaciones para el acondicionamiento de los testigos en las versiones actualizadas del ACI 318 y de la ASTM C 42.

Resistencia a la penetración, ASTM C803. Un pistón impulsado hacia adentro del concreto (*disparo*) puede ser utilizado para estudiar las variaciones en la calidad del concreto:

- Diferentes dimensiones de pistón o un cambio en la fuerza de impulsión pueden ser necesarios para grandes diferencias en resistencia o peso unitario;
- Se requiere una medición precisa de la longitud expuesta del pistón;
- Los disparos pueden estar espaciados como mínimo a 7 pulgadas y no estar cercanos al borde del concreto.
- Los disparos que no están firmemente embebidos en el concreto deben ser rechazados; y
- Desarrolle una curva de calibración para los materiales y condiciones bajo investigación.

Martillo de rebote (esclerómetro), ASTM C 805. Observe estas precauciones:

- Humedezca todas las superficies por varias horas o durante la noche porque el secado afecta el número de rebote;
- No compare las lecturas sobre el concreto vaciado sobre diferentes materiales de encofrado, el concreto de variado contenido de humedad, las lecturas de diferentes direcciones de impacto, sobre miembros de diferente masa, o resultados utilizando diferentes martillos;
- No desbaste la superficie a menos que sea débil, terminada o texturada;
- Ensaye las losas estructurales por el fondo; y
- No ensaye el concreto congelado.

Planificación por adelantado. Cuando se conoce por adelantado que se requieren ensayos en la estructura, como para el apuntalamiento y remoción del encofrado, pueden ser considerados otros métodos como: cilindros de ensayo elaborados en el lugar y técnicas de medición de la resistencia al arrancamiento (*pullout*) cubiertas por las ASTM C873 y C900.

Referencias

- In-Place methods to estimate concrete strength*, ACI 228.1R, American Concrete Institute, Farmington Hills, MI.
- Nondestructive Tests*, V.M. Malhotra, Chapter 30 in ASTM STP 169C, American Society for Testing and Materials, West Conshohocken, PA.
- Guide to Nondestructive Testing of Concrete*, G.I. Crawford, Report FHWA-SA-97-105, Sept. 1997, Federal Highway Administration, Washington, DC.
- In-Place Strength Evaluation – A Recommended Practice*, NRMCA Publication 133, NRMCA, Silver Spring, MD.
- Understanding Concrete Core Testing*, Bruce A. Suprenant, NRMCA Publication 185, NRMCA, Silver Spring, MD.
- ASTM C31, C39, C42, C805, C803, C873, C900, ASTM Book of Standards, Vol. 04.02, American Society for Testing and Materials, West Conshohocken, PA.
- Building Code Requirements for Structural Concrete*, ACI 318, American Concrete Institute, Farmington Hills, MI.



Información Técnica preparada por
National Ready Mixed Concrete Association
900 Spring Street
Silver Spring, Maryland 20910

Si existe algún duda sobre la tecnología utilizada en este documento, está disponible en español en el idioma en nuestra página web www.nrmca.org, por correo electrónico.

©National Ready Mixed Concrete Association
Todos los derechos reservados.

Ninguna parte de esta publicación puede ser reproducida de cualquier forma, incluyendo el fotocopiado u otro medio electrónico, sin el permiso por escrito de la National Ready Mixed Concrete Association.



Federación Interamericana
del Hormigón Premezclado

Dirección de Normalización - INACAL
Calle Las Camelias 815, San Isidro (Lima 27)
Lima, Perú

CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas

Concrete Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens

Esta Norma Técnica Peruana adoptada por el INACAL está basada en la Norma ASTM C 39/C 39M: 2015

Standard test method for compressive strength of cylindrical concrete specimens, Derecho de autor de ASTM International, 100 Barr Harbor Drive, West Conshohocken, PA 19428, USA. - Reimpreso por autorización de ASTM International

2015-12-22
4ª Edición

R.N°015-2015-INACAL/DN. Publicada el 2015-12-31
19 páginas I.C.S.: 91.100.30

Precio basado en
ESTA NORMA ES

RECOMENDABLE Descriptores: Hormigón, concreto, resistencia a la compresión, muestras cilíndricas

© ASTM 2015

Todos los derechos son reservados. A menos que se especifique lo contrario, ninguna parte de esta publicación podrá ser reproducida o utilizada por cualquier medio, electrónico o mecánico, incluyendo fotocopia o publicándolo en el Internet o intranet, sin permiso por escrito del INACAL, representante en territorio peruano.

© INACAL
2015

Todos los derechos son reservados. A menos que se especifique lo contrario, ninguna parte de esta publicación podrá ser reproducida o utilizada por cualquier medio, electrónico o mecánico, incluyendo fotocopia o publicándolo en el Internet o intranet, sin permiso por escrito del INACAL.

INACAL

Calle Las Camelias 815, San
Isidro
Lima- Perú
Tel.: +51 1 640-8820
[administracion@inacal.gob.](mailto:administracion@inacal.gob.pe)
[pe www.inacal.gob.pe](http://www.inacal.gob.pe)

ÍNDICE

| | página |
|----------------------------------|---------------|
| ÍNDICE | ii |
| PREFACIO | iii |
| 1. OBJETO | 1 |
| 2. REFERENCIAS NORMATIVAS | 1 |
| 3. CAMPO DE APLICACIÓN | 3 |
| 4. SÍNTESIS DEL MÉTODO DE ENSAYO | 3 |
| 5. SIGNIFICADO Y USO | 3 |
| 6. APARATOS | 4 |
| 7. ESPECIMENES | 11 |
| 8. PROCEDIMIENTO | 12 |
| 9. CÁLCULOS | 14 |
| 10. REPORTE | 15 |
| 11. PRECISIÓN Y SESGO | 17 |
| 12. ANTECEDENTES | 19 |

PREFACIO

A. RESEÑA HISTÓRICA

A.1 La presente Norma Técnica Peruana ha sido elaborada por el Comité Técnico de Normalización de Agregados, concreto, concreto armado y concreto pretensado, mediante el Sistema 2 u Ordinario, durante los meses de julio a setiembre de 2015, utilizando como antecedente a la Norma ASTM C 39/C 39M:2015 Standard test method for compressive strength of cylindrical concrete specimens.

A.2 El Comité Técnico de Normalización de Agregados, concreto, concreto armado y concreto pretensado, presentó a la Dirección de Normalización –DN-, con fecha 2015-10-01, el PNTP 339.034:2015, para su revisión y aprobación, siendo sometido a la etapa de discusión pública el 2015-10-23. No habiéndose presentado observaciones fue oficializada como Norma Técnica Peruana **NTP 339.034:2015 CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas**, 4ª Edición, el 31 de diciembre de 2015.

A.3 Esta Norma Técnica Peruana reemplaza a la NTP 339.034:2008 (revisada el 2013), ed. 3.0 y fue tomada en su totalidad de la ASTM C 39/C 39M:2015. La presente Norma Técnica Peruana presenta cambios editoriales referidos principalmente a terminología empleada propia del idioma español y ha sido estructurada de acuerdo a las Guías Peruanas GP 001:1995 y GP 002:1995.

B. INSTITUCIONES QUE PARTICIPARON EN LA ELABORACIÓN DE LA NORMA TÉCNICA PERUANA

| | |
|------------|---|
| Secretaría | Asociación de Productores de Cemento - ASOCEM |
| Presidente | Manuel Gonzáles de la Cotera Scheirmüller |
| Secretario | Juan Avalo Castillo |

| ENTIDAD | REPRESENTANTE |
|--|---------------------------------------|
| CEMENTOS PACASMAYO S.A.A. | Rosaura Vásquez A. |
| CORPORACION ACEROS AREQUIPA S.A | Ricardo Gutierrez L. |
| SUPERMIX S.A. | Helard Adrián Oviedo V. |
| UNICON | José Álvarez C. |
| CONSULTOR INDEPENDIENTE | Ana Biondi S. |
| MTC – DIRECCION DE ESTUDIOS ESPECIALES | Cesar Augusto Ferreyros C. |
| MINISTERIO DE VIVIENDA, CONSTRUCCION Y SANEAMIENTO | Carlos Carbajal C. |
| EMPRESA SIDERÚRGICA DEL PERÚ S.A. | Luis Cubas B. Heidy Zelada C. |
| SENCICO | Vanna Guffanti P. |
| ARPL TECNOLOGÍA INDUSTRIAL S.A. | Miguel Sandoval D. |
| FIRTH INDUSTRIES PERU S.A. | Juan Harman Canalle Patricia Bayón |
| PUCP - Facultad Ingeniería Civil | Juan Francisco Ginocchio C. |
| UNI – Facultad Ingeniería Civil | Rafael Cachay H. |
| URP – Facultad Ingeniería Civil | Enriqueta Pereyra S. |
| MOTA ENGIL PERU S.A. | Jorge Felipe Ribeiro Dos Santos |
| SIKA PERU S.A. | Jimmy Andrade Patricio Arellano |

CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas

1. OBJETO

Esta Norma Técnica Peruana establece la determinación de la resistencia a la compresión en especímenes cilíndricos de concreto y extracciones diamantinas de concreto. Está limitado al concreto que tiene una masa unitaria mayor de 800 kg/m^3 .

2. REFERENCIAS NORMATIVAS

Las siguientes normas contienen disposiciones que al ser citadas en este texto constituyen requisitos de esta Norma Técnica Peruana. Las ediciones indicadas estaban en vigencia en el momento de esta publicación. Como toda norma está sujeta a revisión, se recomienda a aquellos que realicen acuerdos en base a ellas, que analicen la conveniencia de usar las ediciones recientes de las normas citadas seguidamente. El Organismo Peruano de Normalización posee la información de las Normas Técnicas Peruanas en vigencia en todo momento.

2.1 Normas Técnicas Peruanas

- | | | |
|-------|------------------|--|
| 2.1.1 | NTP 339.033:2009 | HORMIGON (CONCRETO). Práctica normalizada para la elaboración y curado de especímenes de concreto en campo |
| 2.1.2 | NTP 339.059:2011 | CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la obtención y ensayo de corazones diamantinos y vigas seccionadas de concreto |

- 2.1.3 NTP 339.183:2013 CONCRETO. Práctica normalizada para la elaboración y curado de especímenes de concreto en el laboratorio
- 2.1.4 NTP 339.037:2008 (revisada el 2013) HORMIGON (CONCRETO). Práctica normalizada para el refrentado de testigos cilíndricos de hormigón (concreto)
- 2.1.5 NTP 339.214:2007 HORMIGÓN (CONCRETO). Método de ensayo normalizado para resistencias a la compresión en cilindros de concreto elaborados en el lugar en moldes cilíndricos
- 2.1.6 NTP 339.216:2007 HORMIGÓN (CONCRETO). Método para la utilización de cabezales con almohadillas de neopreno en el ensayo de resistencias a la compresión en cilindros de concreto endurecido

2.2 Normas Técnicas de Asociación

- 2.2.1 ASTM C 670:2013 La práctica normalizada para la preparación de declaraciones de precisión y sesgo para métodos de ensayo para materiales de construcción
- 2.2.2 ASTM E 74:2013 Práctica normalizada de Calibración de Instrumentos de medición de fuerza para la Verificación de la indicación de la Fuerza de Máquinas de ensayos
- 2.2.3 ASTM C 1077:20115 Práctica normalizada para Agencias de ensayo de Concreto y agregados del hormigón para el uso en la construcción y Criterios para la Evaluación de la Agencia de ensayo
- 2.2.4 ASTM E 4:2014 Práctica normalizada para la Verificación de Fuerza en Máquinas de ensayos

3. CAMPO DE APLICACIÓN

Esta Norma Técnica Peruana se aplica a concretos con pesos unitarios mayores de 800 kg/m³.

4. SÍNTESIS DEL MÉTODO DE ENSAYO

4.1 El método consiste en aplicar una carga de compresión axial a los cilindros moldeados o extracciones diamantinas a una velocidad que se encuentra en un rango prescrito hasta la falla. La resistencia a la compresión del espécimen es calculado por división de la carga máxima alcanzada durante el ensayo, entre el área de la sección transversal del espécimen.

5. SIGNIFICADO Y USO

5.1 Se deberá tener cuidado en la interpretación del significado de las determinaciones de resistencias a la compresión por este método de ensayo, considerando que la resistencia no es una propiedad fundamental o intrínseca del concreto fabricado con los materiales dados. Los valores obtenidos dependerán del tamaño y forma del espécimen, dosificación, proceso de mezclado, método de muestreo, moldeo y elaboración, edad, temperatura y condiciones de humedad durante el curado.

5.2 Este método de ensayo es usado para determinar la resistencia a la compresión de especímenes cilíndricos preparados y curados de conformidad con las NTP 339.033, NTP 339.183, NTP 339.037 y NTP 339.216 y los métodos de ensayo de las NTP 339.059 y NTP 339.214.

5.3 Los resultados de este método de ensayo son usados como una referencia para el control de calidad del concreto, proporciones, mezclado y operaciones de colocación; determinación del cumplimiento con las especificaciones; control para la evaluación de la efectividad de los aditivos; y usos similares.

5.4 El personal que ensaya los cilindros de concreto deberá cumplir los requisitos técnicos requeridos de la ASTM C 1077, incluyendo un examen requerido de demostración de desarrollo del ensayo evaluado por un examinador independiente.

NOTA 1: La Certificación equivalente a las guías mínimas para Técnico de Laboratorio de Concreto del ACI Nivel I o Técnico de Ensayo de Resistencia del Concreto satisface este requisito.

6. APARATOS

6.1 Máquina de ensayo: La máquina de ensayo será de un tipo con capacidad conveniente suficiente y capaz de proveer una velocidad de carga indicada en el apartado 8.5.

6.1.1 La verificación de la calibración de las máquinas de ensayo será de conformidad con la ASTM E 4, excepto que el rango de verificación de la carga será como lo indicado en el apartado 6.3. La verificación requerida será bajo las siguientes condiciones:

6.1.1.1 Al menos anualmente, pero no debe exceder los 13 meses.

6.1.1.2 Sobre una instalación original o inmediatamente después de una reubicación.

6.1.1.3 Inmediatamente después de reparaciones o ajustes que afectan la operación del sistema de aplicación de fuerzas o los valores mostrados sobre el sistema de indicación de carga, excepto por ajuste de cero que es compensado por los bloques de ensayo o la espécimen o ambos, o

6.1.1.4 Cuando haya razón para dudar de la aproximación de las cargas indicadas.

6.1.2 Diseño: El diseño de la máquina deberá incluir los siguientes factores:

6.1.2.1 La máquina deberá ser operada por energía (no manual) y aplicar la carga continua sin intermitencia, ni detenimiento. Si tiene una sola velocidad de carga (cumpliendo el requisito del apartado 8.5), deberá estar provisto con un medio suplementario para cargar a una velocidad conveniente para su verificación. Este medio suplementario de carga puede ser operado por energía o manualmente.

6.1.2.2. El espacio previsto para las especímenes de ensayo será bastante grande para acomodar, en posición idónea, un dispositivo elástico de calibración suficiente capacidad para cubrir el rango potencial de cargas de la máquina de ensayo y que cumpla con los requisitos de la ASTM E 74.

NOTA 2: Los tipos de dispositivos elásticos de calibración, generalmente disponibles, más comúnmente usados para estos propósitos son el anillo circular de prueba y la celda de carga.

6.1.3 Exactitud: La exactitud de la máquina de ensayo será de conformidad con las siguientes provisiones:

6.1.3.1 El porcentaje de error para las cargas dentro del rango de uso propuesto de la máquina de ensayo no excederá $\pm 1,0$ % de la carga indicada.

6.1.3.2 La exactitud de la máquina de ensayo será verificada por aplicación de 5 ensayos de carga en 4 incrementos aproximadamente iguales en orden ascendente. La diferencia entre cualquiera de 2 cargas de ensayo sucesivas no excederá un tercio de la diferencia entre las cargas de ensayo máxima y mínima.

6.1.3.3 La carga de ensayo como la indicada por la máquina y la carga aplicada evaluada de las lecturas del dispositivo de verificación serán registradas en cada punto de ensayo. Calcular el error, E, y el porcentaje de error, E_p . Para cada punto de esta data como sigue:

$$E = A - B \quad (1)$$

$$EP = 100 \frac{(A - B)}{A}$$

Dónde:

- A Carga, kN indicada por la máquina que está siendo verificada.
- B Carga aplicada, kN como lo determinado por el dispositivo de calibración.

6.1.3.4 El reporte sobre la verificación de una máquina de ensayo, indicará el rango de carga en que se encontró para para que cumpla los requisitos de las especificaciones; más que informar una aceptación o rechazo. En ningún caso el rango de cargas será indicado como la inclusión de cargas debajo de 100 veces el menor cambio de carga sobre el mecanismo de indicación de carga de la máquina de ensayo o cargas, dentro la porción de rango debajo del 10 % de su capacidad máxima.

6.1.3.5 En ningún caso el rango de cargas será fijado incluyendo cargas fuera del rango aplicado durante la verificación del ensayo.

6.1.3.6 La carga indicada de una máquina de ensayo no será corregida por cálculos o por el uso de un diagrama de calibración para obtener valores dentro del requisito de variación permisible.

6.2 La máquina de ensayo será equipada con dos bloques de apoyo de acero con caras resistentes (Nota 3), una de las cuales se asentará sobre una rótula, que le permita acomodarse a la superficie superior del espécimen y el otro sobre un sólido bloque en el que se asienta el espécimen. Las caras de los bloques tendrán una dimensión mínima de al menos 3 % mayor que el diámetro de los especímenes a ser ensayados. Excepto para los círculos concéntricos descritos más adelante, las caras no se apartarán de un plano o superficie horizontal por más de 0,02 mm en cualesquiera 150 mm de los bloques de 150 mm de diámetro o mayor, o por más que 0,02 mm en el diámetro de cualquier bloque más pequeño; los bloques nuevos serán fabricados dentro la mitad de esta tolerancia. Cuando el diámetro de la cara del bloque que se asienta en la esfera excede el diámetro del espécimen por más de 13 mm, se inscribirán círculos concéntricos, para facilitar un apropiado centrado, de no más de 0,8 mm de profundidad y no más de 1 mm de ancho.

NOTA 3: Es deseable que las caras de los bloques usados en ensayos de resistencia a la compresión del concreto tengan una dureza Rockwell de no menos de 55 HRC.

6.2.1 Los bloques de las bases deben cumplir con los siguientes requerimientos:

6.2.1.1 El bloque de base es especificado para el propósito de proveer una superficie fácilmente mecanizable para el mantenimiento de las condiciones de superficie (Nota 4). Las superficies superior e inferior serán paralelas una con la otra. Si la máquina de ensayo es diseñada de manera que el plato posee las condiciones superficiales especificadas, un bloque base no es requerido. Su menor dimensión horizontal será al menos un 3 % mayor que el diámetro del espécimen a ser ensayado. Los círculos concéntricos como los descritos en 6.2 son opcionales en el bloque de base.

NOTA 4: El bloque puede ser sujetado al cabezal de la máquina de ensayo.

6.2.1.2 El centrado final debe ser hecho con referencia al bloque esférico superior. Cuando el bloque inferior es usado para el centrado del espécimen, el centro del círculo concéntrico, cuando se provee o, el centro del bloque deberá estar directamente debajo del centro de la rótula superior. Las provisiones serán hechas sobre la placa de la máquina para asegurar esta posición.

6.2.1.3 El bloque de base de rotura tendrá al menos un espesor de 25 mm cuando es nuevo, y al menos 22,5 mm de espesor después de cualquier operación de tratamiento superficial.

6.2.2 El bloque superior deberá cumplir con los siguientes requerimientos:

6.2.2.1 El máximo diámetro del bloque de apoyo de la base esférica suspendida no excederá los valores indicados a continuación:

TABLA 1 - Diámetros máximos de especímenes de ensayo

| Diámetro de espécimen de ensayo, mm | Máximo diámetro mm |
|--|-------------------------------|
| 50 | 105 |
| 75 | 130 |
| 100 | 165 |
| 150 | 255 |
| 200 | 280 |

NOTA 5: Las caras rectangulares son permisibles, pero el diámetro del círculo inscrito más grande posible no excederá los diámetros anteriores.

6.2.2.2 El centro de la rótula coincidirá con la superficie de la cara de rotura con una tolerancia de $\pm 5\%$ del radio de la rótula. El diámetro de la rótula será de al menos el 75 % del diámetro del espécimen a ser ensayado.

6.2.2.3 La rótula y el soporte serán diseñados de tal forma que el acero en el área de contacto no se deformará permanentemente cuando esté cargado a la capacidad de la máquina de ensayo.

NOTA 6: El área de contacto preferida en la forma de un anillo (descrito como área preferente de contacto) como lo mostrado en la Figura 1.

6.2.2.4 Por lo menos cada seis meses, o según lo especificado por el fabricante de la máquina de ensayo, se debe limpiar y lubricar las superficies del soporte y la porción esférica. El lubricante deberá ser un aceite de petróleo tal como el aceite de motor convencional.

NOTA 7: Para asegurar un asentamiento uniforme la cabeza del asiento esférico estará diseñado para inclinarse libremente, ya que entra en contacto en forma libre con el espécimen. Después del contacto, es indeseable la rotación adicional. La fricción entre el soporte y la porción esférica superior proporciona retención contra la rotación adicional durante la carga. El aceite de petróleo ha demostrado que permite el desarrollo de la fricción necesaria. Las grasas de presión pueden reducir el desarrollo de la fricción necesaria y permitir la rotación no deseada de la cabeza esférica; por lo que no debe utilizarse a menos que sea recomendada por el fabricante de la máquina de ensayo.

6.2.2.5 Si el radio de la rótula es menor que el radio del espécimen más grande a ser ensayado, la porción de la cara de rotura extendida más allá de la rótula tendrá un espesor no menor que la diferencia entre el radio de la rótula y el radio de la espécimen. La menor dimensión de la cara de rotura será al menos de la misma dimensión que el diámetro de la rótula (Véase Figura 1).



* Se deben tomar precauciones para sostener la rótula esférica y para sostener la unidad entera en la máquina de prueba

FIGURA 1 – Presentación esquemática de un bloque de asiento esférico típico

6.2.2.6 La porción móvil del bloque de rotura, estará sometida en forma estrecha en el asiento esférico, pero el diseño será tal que dicha cara de apoyo pueda rotar libremente e inclinarse al menos 4° en cualquier dirección.

6.2.2.7 Si la parte esférica del bloque superior es un diseño compuesto de dos piezas, una porción esférica y la placa de rotura, se proveerá de un medio mecánico para asegurar que la porción esférica esté fijada y centrada a la placa de apoyo.

6.3 Indicación de carga

6.3.1 Si la carga de una máquina de compresión usada en ensayos de concreto es registrada sobre un dial, el dial será provisto con una escala graduada legible al menos con una aproximación de 0,1 % de la escala total de carga (Nota 8). El dial será legible dentro el 1 % de la carga indicada a cualquier nivel de carga dado dentro el rango de carga. En ningún caso el rango de cargas de un dial sería considerado para incluir cargas debajo del valor que es 100 veces el menor cambio de carga que pueda ser leída en la escala. La escala estará provista con una línea de graduación igual a cero y será numerada. El indicador del dial será de suficiente longitud para alcanzar las marcas de graduación; el ancho del terminal del indicador no excederá la distancia libre entre las graduaciones más pequeñas. Cada dial será equipado con un ajuste de cero ubicado fuera del origen y fácilmente accesible desde el frente de la máquina, donde se observará la marca cero y el terminal del dial. Cada dial será equipado con un accesorio sustituto que todas las veces, mientras se resetea, indicará dentro el 1 % de aproximación la máxima carga aplicada a la espécimen.

NOTA 8: Se considera que la legibilidad es 0,5 mm a lo largo del arco descrito por el terminal del indicador. También, una mitad del intervalo de escala es legible con razonable certeza cuando el espacio sobre el mecanismo indicador de carga está entre 1 mm y 2 mm. Cuando el espacio está entre 2 mm y 3 mm, un tercio del intervalo de escala es legible con razonable certeza. Cuando el espacio es de 3 mm o más, un cuarto del intervalo de escala es legible con razonable certeza.

6.3.2 Si la carga de la máquina de ensayo es indicada en forma digital, la observación numérica en la pantalla deberá ser apropiada para que la lectura se haga sin dificultad. El incremento numérico debe ser igual o menor que 0,10 % de la carga a escala completa para un rango de campo dado. En ningún caso sería verificado el rango de cargas incluyendo cargas menores que el mínimo incremento numérico multiplicado por 100. La aproximación de la carga indicada deberá estar en el 1 % para cualquier valor mostrado dentro del rango de carga verificado. Las provisiones serán hechas para indicar el verdadero cero al cero de carga. Además se proveerá de un máximo indicador de carga que, mientras se vuelve a cero carga el sistema, indicará dentro el 1 % la carga máxima aplicada al espécimen.

6.4 La documentación de la calibración y mantenimientos de la máquina de ensayo debe estar de acuerdo con la especificación ASTM C 1077.

7. ESPECÍMENES

7.1 Los especímenes no serán ensayados si cualquier diámetro individual de un cilindro difiere de cualquier otro diámetro del mismo cilindro por más del 2 % .

NOTA 9: Esto puede ocurrir cuando el uso de un molde simple ha sido dañado o deformado durante el transporte, cuando se usan moldes simples flexibles estos se deforman durante el moldeo o cuando una extracción es defectuosa o en cambios durante la extracción.

7.2 Antes del ensayo, ninguna base de los especímenes de ensayo se apartarán de la perpendicularidad a los ejes por más de $0,5^\circ$ (aproximadamente equivalente a 1 mm en 100 mm). Las bases de compresión de los especímenes que no sean planas dentro los 0,050 mm, serán cortadas o cepilladas para cumplir la tolerancia indicada, o capeadas de conformidad con la NTP 339.037 o cuando se permita, la NTP 339.216 . El diámetro usado para el cálculo del área de la sección recta del espécimen de ensayo será determinado con aproximación de 0,25 mm por el promedio de 2 diámetros medidos en ángulo recto uno del otro y cerca de la altura media del espécimen.

7.3 El número de cilindros individuales medidos para la determinación del diámetro promedio, no está prohibido de ser reducido, será de uno por cada diez especímenes o tres especímenes por día, el que sea mayor, si se conoce que todos los cilindros son hechos de un lote de moldes re-usables o de uso simple, que consistentemente producen cilindros con diámetros promedio dentro el rango de 0,5 mm . Cuando el diámetro promedio no está en el rango anteriormente descrito o cuando los cilindros no son hechos de un simple lote de moldes, cada cilindro de ensayo deberá ser medido y el valor debe ser usado en calcular la resistencia a la compresión de ese espécimen. Cuando los diámetros son medidos a frecuencias reducidas, las áreas de la sección transversal de todos los cilindros ensayados en el mismo día serán computadas del promedio de los diámetros de tres o más cilindros representativos del grupo ensayados ese día.

7.4 Si el cliente que solicita los servicios de ensayo requiere mediciones de densidad de los especímenes, determinar la masa de las mismas antes del capeado. Retirar cualquier humedad superficial con una toalla y medir la masa del cilindro usando una balanza con aproximación de 0,3 % de la masa que se está midiendo. Medir la longitud del espécimen con aproximación a 1 mm en tres espacios separados equidistantemente alrededor de la circunferencia. Evaluar la longitud promedio y registrarla con aproximación de 1 mm . Alternativamente determinar la densidad del cilindro por peso del mismo en el aire y también sumergido en el agua a $23.0\text{ }^\circ\text{C} \pm 2,0\text{ }^\circ\text{C}$ y hallar el volumen de conformidad con 9.3.1.

7.5 Cuando la determinación de densidad no es requerida y la relación de longitud a diámetro es menor que 1,8 o mayor que 2,2; medir la longitud del espécimen con aproximación de 0,05 D.

8. PROCEDIMIENTO

8.1 Los ensayos de compresión de especímenes curados en húmedo serán hechos tan pronto como sea práctico luego de retirarlos del almacenaje húmedo.

8.2 Los cilindros serán protegidos de la pérdida de humedad por cualquier método conveniente durante el periodo entre el retiro del almacenaje de humedad y el ensayo. Los cilindros serán ensayados en condición húmeda.

8.3 Todos los cilindros de ensayo para una determinada edad de ensayo serán fracturados dentro el tiempo permisible de tolerancias prescritas como sigue:

TABLA 2 – Edades de ensayo y tolerancias permisibles

| Edad de ensayo | Tolerancia permisible |
|-----------------------|------------------------------|
| 24 h | ± 0,5 h ó 2,1 % |
| 3 d | ± 2 h ó 2,8 % |
| 7 d | ± 6 h ó 3,6 % |
| 28 d | ± 20 h ó 3,0 % |
| 90 d | ± 48 h ó 2,2% |

8.4 Colocación del espécimen: Colocar el bloque de rotura inferior. Con la cara endurecida hacia arriba, sobre la mesa o platina de la máquina de ensayo directamente debajo del bloque de apoyo del asiento esférico (superior). Limpiar las caras de contacto de los bloques superior e inferior y las del espécimen de ensayo y colocar el espécimen sobre el bloque inferior de rotura. Si se emplean almohadillas, limpiar las superficies del cojinete del anillo de retención y centrar la almohadilla o almohadillas sobre el espécimen. Cuidadosamente alinear los ejes del espécimen con el centro de empuje de la rótula del bloque de asiento esférico.

8.4.1 Verificación del cero y asiento del bloque: Antes de ensayar el espécimen, verificar que el indicador de carga esté en cero. En caso el indicador no esté colocado en cero, ajustar el indicador (Nota 10). Después de colocar el espécimen en la máquina, pero previo a la aplicación de la carga, inclinar manual y suavemente la parte móvil del bloque de asiento esférico, de modo que la superficie de apoyo sea paralela a la parte superior del espécimen de ensayo.

NOTA 10: La técnica usada para la verificación y ajuste del indicador de carga a cero variará dependiendo del fabricante de la máquina. Consulte con su propio manual o calibrador de máquinas de compresión para una técnica apropiada.

8.4.2 Verificación de la alineación al utilizarse almohadillas: Si se utilizan almohadillas, verificar la alineación del espécimen después de la aplicación de la carga, pero antes de alcanzar al 10% de la resistencia anticipada del espécimen. Comprobar que el eje del cilindro no se aparte de la vertical en más de $0,5^\circ$ (Nota 11) y que los extremos del cilindro se centren en los anillos de retención. Si la alineación del cilindro no cumple con estos requisitos, liberar la carga y recentrar cuidadosamente el espécimen. Volver a aplicar la carga y comprobar el centro del espécimen y la alineación. Es permitido un lapso en la aplicación de la carga para comprobar la alineación.

NOTA 11: Un ángulo de $0,5^\circ$ es igual a una pendiente de aproximadamente 1 mm en 100 mm .

8.5 Velocidad de carga: Aplicar la carga continuamente y sin impacto.

8.5.1 La carga será aplicada a una velocidad de movimiento medida desde la platina a la cruceta correspondiendo a una velocidad de esfuerzo sobre la espécimen de $0,25 \pm 0,05$ MPa/s (Véase Nota 12). La velocidad de movimiento diseñada será mantenida al menos durante la mitad final de la fase de carga anticipada.

NOTA 12: Para una máquina de ensayo de tornillo o de desplazamiento controlado, preliminarmente al ensayo será necesario establecer la velocidad requerida de movimiento para alcanzar la velocidad de esfuerzo especificado. La velocidad requerida de movimiento dependerá del tamaño del espécimen de ensayo, el módulo de elasticidad del concreto y de la solidez de la máquina de ensayo.

8.5.2 Durante la aplicación de la primera mitad de la fase de la carga anticipada, una alta velocidad de carga será permitida. La alta velocidad de carga será aplicada de manera controlada, para que el espécimen no se someta a cargas de choque.

8.5.3 No hacer ajustes en la velocidad de movimiento desde la platina a la cruceta cuando la carga final está siendo alcanzada y la velocidad de esfuerzo decrece debido a la fractura del espécimen.

8.6 Aplicar la carga de compresión mientras el indicador muestra que la carga disminuye constantemente y el espécimen muestra un patrón de fractura bien definido (Tipos del 1 al 4 en la Figura 2). Para una máquina de ensayo, equipada con un detector de rotura del espécimen, el cierre automático de la máquina de ensayo está prohibido hasta que la carga haya caído a un valor menor del 95 % de la carga máxima. Cuando se ensayan con almohadillas, una fractura en la esquina similar a los patrones tipos 5 o 6 mostrados en la Figura 2, puede ocurrir antes que la capacidad última del espécimen haya sido alcanzada. Registrar la carga máxima alcanzada por el espécimen durante el ensayo, y anotar el tipo de patrón de fractura de conformidad con la Figura 2, esquematizar y describir el patrón de fractura brevemente. Si el patrón de fractura no es ninguno de los patrones típicos mostrados en la figura 2, bosquejar y describir brevemente el patrón de fractura. Si la resistencia medida es menor a lo esperado, examinar la fractura del concreto y notar la evidencia de segregación, y la presencia de grandes vacíos de aire; si las fracturas pasan predominantemente alrededor o a través de las partículas del agregado grueso, y verificar si el refrentado se realizó de conformidad con las NTP 339.037 o NTP 339.216.

9. CÁLCULOS

9.1 Calcular la resistencia a la compresión del espécimen dividiendo la carga máxima alcanzada por el espécimen durante el ensayo entre el área promedio de la sección transversal determinada como se describe en el Capítulo 7.

9.2 Si la relación de la longitud del espécimen al diámetro es 1,75 o menor, corregir el resultado obtenido en 9.1 multiplicando por un factor apropiado de corrección mostrado en la siguiente tabla (Nota 13):

TABLA 3 – Relación longitud a diámetro del espécimen

| | | | | |
|--|------|------|------|------|
| L/D ^A | 1,75 | 1,50 | 1,25 | 1,00 |
| Factor | 0,98 | 0,96 | 0,93 | 0,87 |
| ^A Use la interpolación para determinar los factores de corrección para los valores L/D indicados en la tabla. | | | | |

NOTA 13: Los factores de corrección dependen de varias condiciones como son: humedad, nivel de resistencia, y módulo de elasticidad. Los valores promedio están indicados en la tabla. Estos factores de corrección se aplican a concretos de baja densidad que pesan entre 1600 kg/m³ y 1920 kg/m³ y a concreto de densidad normal. Ellos son aplicables a concretos secos o humedecidos al tiempo de carga y para concretos con resistencia nominal de 14 MPa a 42 MPa. Para mayores resistencias que 42 MPa los factores de corrección pueden ser mayores que los listados anteriormente.

9.3 Cuando sea requerido, calcular la densidad del espécimen con aproximación de 10 kg/m³ como sigue:

$$\text{Densidad} = W / V \quad (2)$$

Dónde:

W Masa del espécimen, kg y
V Volumen del espécimen determinado del diámetro promedio y longitud promedio o del peso del cilindro en el aire y sumergido en el agua, m³

9.3.1 Cuando el volumen del cilindro es determinado del peso sumergido, calcular el volumen como sigue:

$$\text{Volumen} = \frac{W - W_s}{\gamma_a} \quad (3)$$

Dónde:

W_s Masa aparente del espécimen sumergido, kg
 γ_a Densidad del agua a 23 °C = 997,5 kg/m³

10. REPORTE

10.1 Reportar la siguiente información:

10.1.1 Número de identificación.

- 10.1.2 Diámetro promedio medido (longitud medida, si está fuera del rango de 1,8 D a 2,2 D), en mm .
- 10.1.3 Área de la sección transversal, mm²
- 10.1.4 Carga máxima, KN
- 10.1.5 Resistencia a la compresión calculado con aproximación a 0,1 MPa .
- 10.1.6 Cuando se informa el promedio de dos o más especímenes ensayadas de la misma edad, calcular la resistencia promedio a la compresión utilizando los valores de resistencia a la compresión individuales no redondeados.
- 10.1.7 Tipo de fractura, si es diferente al cono usual (Véase Figura 2).
- 10.1.8 Defectos en el espécimen o en el refrentado.
- 10.1.9 Edad del espécimen.
- 10.1.10 Cuando sea requerida, la densidad con aproximación a 10 kg/m³.

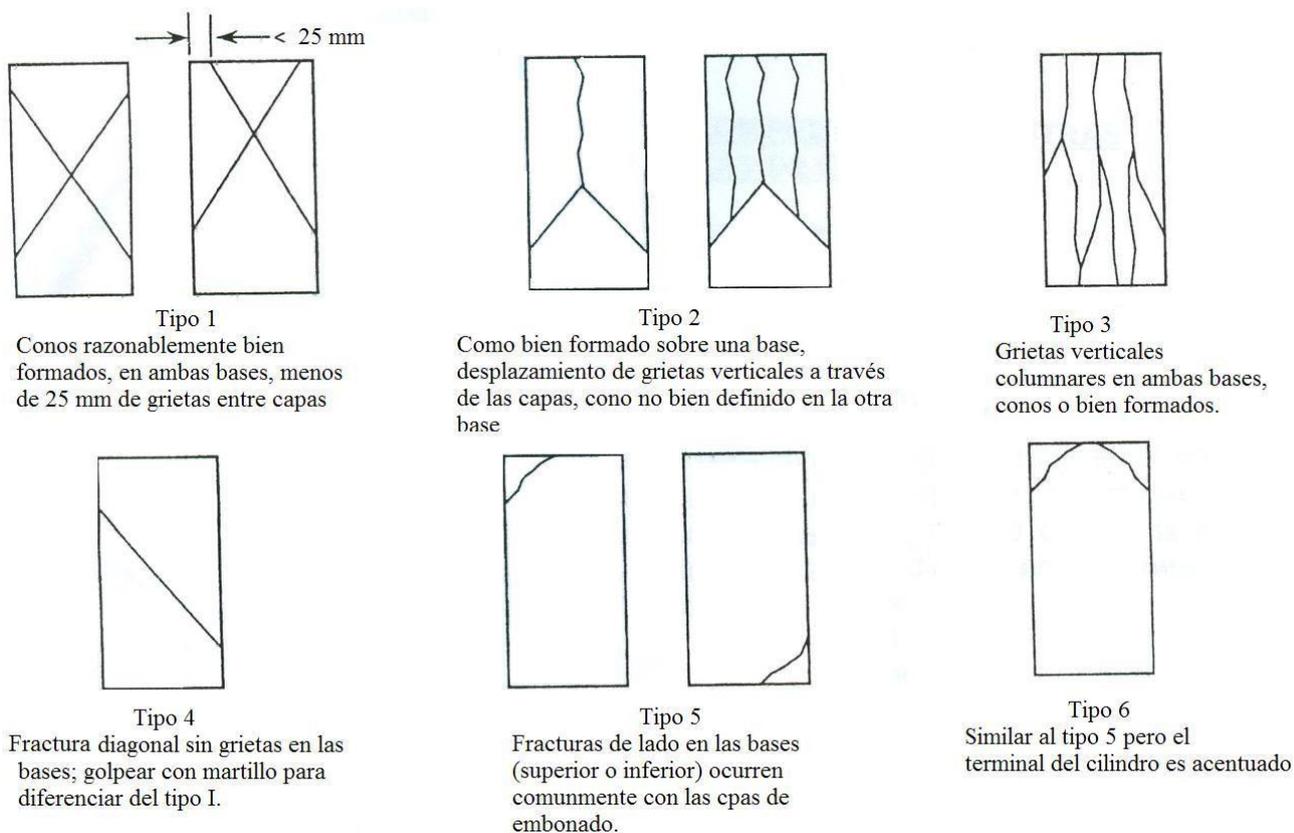


FIGURA 2 - Esquema de los patrones de tipos de fracturas

11. PRECISIÓN Y SESGO*

11.1 Precisión

11.1.1 Precisión dentro del ensayo: La tabla siguiente provee la precisión de repetibilidad de cilindros de ensayo de 150 mm por 300 mm y de 100 mm por 200 mm hechos de una muestra de concreto bien elaborada bajo condiciones de laboratorio y obra (Véase 11.1.2).

*Los resultados obtenidos usando este método de ensayo corresponden a la Norma ASTM C39/C39 M – 15a.

TABLA 4 - Precisión

| | Coeficiente de variación | Rango aceptable de resistencia de cilindros individuales | |
|------------------------------|--------------------------|--|-------------|
| | | 2 Cilindros | 3 Cilindros |
| Cilindros de 150 mm x 300 mm | | | |
| Condiciones de laboratorio | 2,4 % | 6,6 % | 7,8 % |
| Condiciones de Obra | 2,9 % | 8,0 % | 9,5 % |
| Cilindros de 100 mm y 200 mm | | | |
| Condiciones de laboratorio. | 3,2 % | 9,0 % | 10,6 % |

11.1.2 El coeficiente de variación dentro del ensayo representa la variación esperada de mediciones de resistencia en cilindros preparadas de una misma muestra de concreto y ensayadas por un laboratorio a una misma edad. Los valores indicados para el coeficiente de variación en el laboratorio para cilindros de 150 x 300 mm del año 2000 son aplicables para resistencia a la compresión entre 15 MPa y 55 MPa y para cilindros de 100 mm x 200 mm son aplicables para resistencias a la compresión entre 17 MPa y 32 MPa. Los coeficientes de variación dentro del ensayo de cilindros de 150 mm x 300 mm son obtenidos de los datos de las muestras de competencia del concreto. CCRL (Cement and concrete Reference Laboratory) para las condiciones de laboratorio y una compilación de 1265 informes de ensayos de 225 laboratorios comerciales de ensayo en 1978. El coeficiente de variación dentro del ensayo de cilindros de 100 mm x 200 mm es obtenido de los datos de las muestras de competencia del concreto CCRL para condiciones de laboratorio.

11.1.3 Precisión multi-laboratorio: El coeficiente de variación de multi-laboratorio para resultados de ensayos de resistencia a la compresión en cilindros de 150 mm x 300 mm ha sido fijado en 5,0 %*; de ahí que, los resultados de ensayos apropiadamente conducidos por dos laboratorios sobre especímenes preparados de una misma muestra de concreto no se espera que difieran en más del 14 %* del promedio (Véase Nota 14). Un resultado de ensayo de resistencias es el promedio de 2 cilindros ensayados a una misma edad.

NOTA 14: La precisión multi-laboratorio no incluye variaciones asociadas con la preparación de especímenes para el ensayo de rotura por diferentes operadores o muestras divididas o independientes de concreto. Estas variaciones son causales del incremento del coeficiente de variación en reproducibilidad.

*Estos números representan respectivamente el (15 %) y (d 2 s %) como los límites descritos en la práctica C 670.

11.1.4 La data del multi-laboratorio fue obtenida de un programa organizado de 6 ensayos de resistencia donde los especímenes cilíndricos de 150 mm x 300 mm fueron preparados en un mismo lugar y ensayados en diferentes laboratorios. El rango del promedio de resistencias de este programa fue de 17,0 MPa a 90 MPa.

11.2 Sesgo: Desde que no es aceptado ningún material de referencia, no existe a la fecha un estadístico sobre sesgo.

12. ANTECEDENTES

- 12.1 NTP 339.034:2008 (revisada el 2013) HORMIGON (CONCRETO). Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas
- 12.2 ASTM C 39/C 39M:2015 Standard test method for compressive strength of cylindric

ANEXO N° 03:
INSTRUMENTO DE
RECOLECCIÓN DE DATOS



ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

(NORMA TÉCNICA PERUANA NTP 339.034, ASTM C39)

TESIS :

TESISTA :

ASUNTO :

LUGAR :

UNIDAD :

TABLA: CÁLCULO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

| N° Prob. | Estructura o Identificación | Edad (Días) | Carga Max. (Kg) | Sección (cm ²) | Res. Obt. (Kg/cm ²) | Promedio (Kg/cm ²) |
|-------------|--------------------------------|----------------|--------------------|-------------------------------|------------------------------------|-----------------------------------|
| | | | | | | |
| | | | | | | |

Observaciones:

La resistencia mínima alcanzada al ensayar las probetas (en Kg/cm²) con cemento Tipo MS debe ser de la siguiente manera:

A los 07 días: 60%

A los 14 días: 85%

A los 28 días: 100%

Nota:

Las muestras fueron elaboradas por el solicitante en el laboratorio.

**ANEXO N°04:
RESULTADOS DE ENSAYOS**

ENSAYO DE ANÁLISIS TÉRMICO



Trujillo, 30 de setiembre del 2019

INFORME N° 54 - SET -19

Solicitante: Jozef Diaz Garcia. – Universidad César Vallejo

RUC/DNI:

Supervisor:

1. MUESTRA: Aserrín (1.0 gr)

| N° de Muestras | Código de Muestra | Cantidad de muestra ensayada | Procedencia |
|----------------|-------------------|------------------------------|-------------|
| 1 | AM-54S | 24 mg | |

2. ENSAYOS A APLICAR

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

3. EQUIPO EMPLEADO Y CONDICIONES

- Analizador Térmico simultáneo TG_DTA_DSC .Cap. Máx.: 1600°C SetSys_Evolution, cumple con normas ASTM ISO 11357, ASTM E967, ASTM E968, ASTM E793, ASTM D3895, ASTM D3417, ASTM D3418, DIN 51004, DIN 51007, DIN 53765.
- Tasa de calentamiento: 20 °C/min
- Gas de Trabajo - Flujo: Nitrógeno, 10 ml/min
- Rango de Trabajo: 25 – 800 °C.
- Masa de muestra analizada: 24 mg.

Jefe de Laboratorio:

Ing. Danny Chávez Novoa

Analista responsable:

Ing. Danny Chávez Novoa



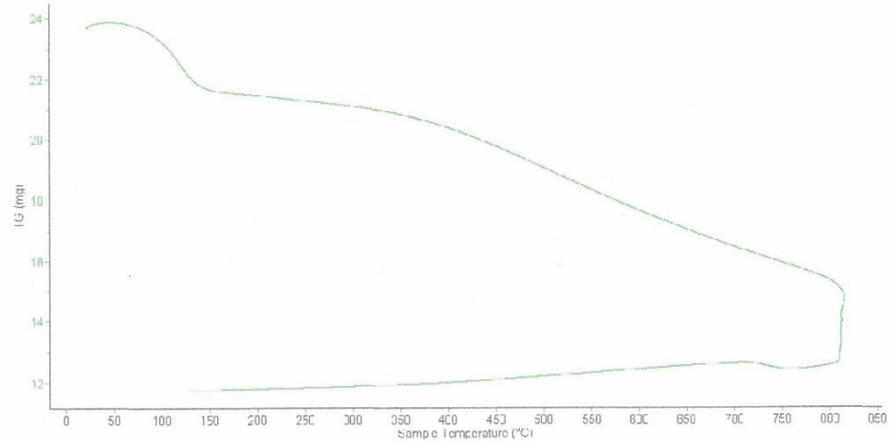


Trujillo, 30 de setiembre del 2019

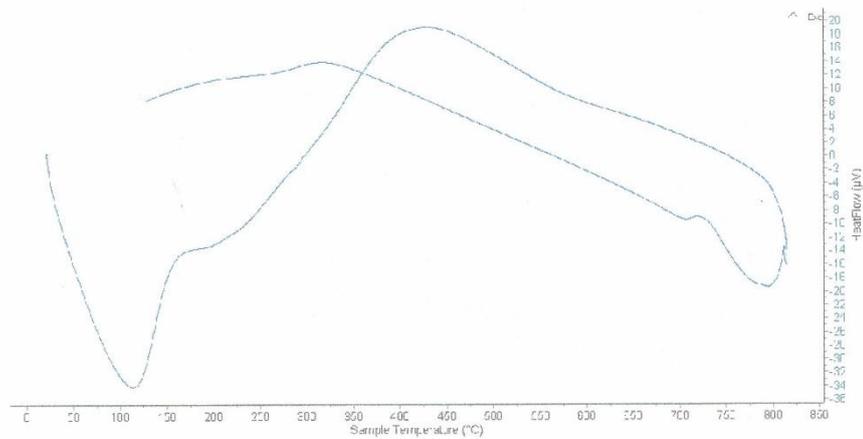
INFORME N° 54 - SET -19

4. Resultados:

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



II- Curva Calorimétrica ATD



Tel.: 44-208510/949790880/958869003 danchavez@hotmail.com / Av. Juan Pablo II s/n - Ciudad Universitaria / Trujillo - Perú

LABORATORIO DE POLIMEROS DEPTO. I.MAT
JEFATURA
[Signature]



Trujillo, 30 de setiembre del 2019

INFORME N° 54 - SET -19

5. CONCLUSION:

1. Según el análisis Termo gravimétrico se muestra dos caídas de la masa, la primera caída se da en un rango entre 80 y 130°C, y otra más prolongada aunque más progresiva y lenta que se da hasta completar la máxima temperatura de ensayo, llegando a perder un total de 38% de su masa inicial aproximadamente.
2. De acuerdo al análisis calorimétrico, se puede mostrar un pico endotérmico a 120°C, posteriormente, se muestra un amplio pico de liberación térmica a 430°C que es una temperatura de posible cambio estructural y de las características del material.

Trujillo, 30 de setiembre del 2019

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

**ENSAYO ANÁLISIS
QUÍMICO CON FRX**



INFORME TÉCNICO N° 2180 – 19 – LABICER

1. DATOS DEL SOLICITANTE
 - 1.1 NOMBRE DEL SOLICITANTE : JOSZEF DÍAZ GARCÍA
 - 1.2 DNI : 71917671
2. CRONOGRAMA DE FECHAS
 - 2.1 FECHA DE RECEPCIÓN : 03 / 12 / 2019
 - 2.2 FECHA DE ENSAYO : 04 / 12 / 2019
 - 2.3 FECHA DE EMISIÓN : 04 / 12 / 2019
3. ANÁLISIS SOLICITADO : COMPOSICIÓN QUÍMICA POR ESPECTROMETRÍA DE FLUORESCENCIA DE RAYOS X
4. DATOS REFERENCIALES DE LA MUESTRA SEGÚN SOLICITANTE DEL ENSAYO
 - 4.1 IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA : 01 MUESTRA DE ASERRÍN
 - 4.2 TESIS : "PROPIEDADES DEL CONCRETO F' C=210 kg/cm² EN ESTADO FRESCO AL ADICIONARLE BIOCARBÓN DE ASERRÍN EN 5 %, 7.5 % Y 10 % CHIMBOTE – 2019"
5. LUGAR DE RECEPCIÓN : LABORATORIO LABICER - FACULTAD DE CIENCIAS
6. CONDICIONES AMBIENTALES : Temperatura: 22.0 °C; Humedad relativa: 65%
7. EQUIPO UTILIZADO : Espectrómetro de Fluorescencia de Rayos X. SHIMADZU, EDX 800HS.
8. RESULTADOS
 - 8.1 RESULTADO DE COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LA MUESTRA EXPRESADO EN FORMA ELEMENTAL

| ELEMENTO | RESULTADOS ⁽¹⁾ (%) | MÉTODO UTILIZADO |
|---------------|-------------------------------|--|
| Calcio, Ca | 35.72 | Espectrometría de Fluorescencia de Rayos X |
| Potasio, K | 25.71 | |
| Hierro, Fe | 16.64 | |
| Silicio, Si | 14.18 | |
| Azufre, S | 2.72 | |
| Fósforo, P | 1.61 | |
| Titanio, Ti | 1.52 | |
| Manganeso, Mn | 1.19 | |
| Zinc, Zn | 0.37 | |
| Estroncio, Sr | 0.34 | |

(1) Resultados del análisis elemental por espectrometría de fluorescencia de rayos X (Barrido del sodio al uranio).



8.2 RESULTADO DE COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LA MUESTRA EXPRESADO EN ÓXIDOS

| COMPUESTO | RESULTADOS ⁽¹⁾ (%) | MÉTODO UTILIZADO |
|--|-------------------------------|---|
| - Óxido de potasio, K ₂ O | 52.91 | Espectrometría de Fluorescencia de Rayos X |
| - Óxido de calcio, CaO | 19.96 | |
| - Óxido de hierro, Fe ₂ O ₃ | 14.16 | |
| - Óxido de silicio, SiO ₂ | 9.12 | |
| - Óxido de de fósforo, P ₂ O ₅ | 1.62 | |
| - Óxido de titanio, TiO ₂ | 0.91 | |
| - Óxido de manganeso, MnO | 0.88 | |
| Óxido de azufre, SO ₃ | 0.21 | |
| - Óxido de estroncio, SrO | 0.12 | |
| - Óxido de zinc, ZnO | 0.10 | |

(1) Balance de resultados de óxidos calculados del análisis elemental por fluorescencia de rayos X.

9. VALIDEZ DEL INFORME TÉCNICO

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


Bach. Kevin Sullca
Analista
LABICER -UNI


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

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

ANEXO

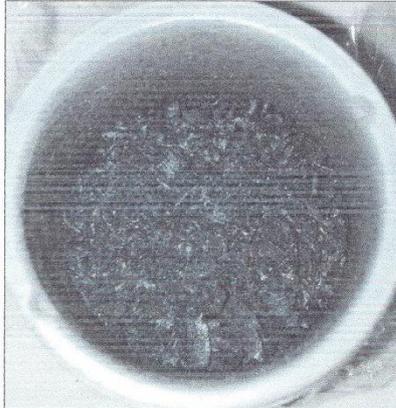


FIGURA 1. FOTOGRAFÍA DE LA MUESTRA DE ASERRÍN.



FIGURA 2. FOTOGRAFÍA DEL EQUIPO DE ESPECTROFOTOMETRÍA DE FLUORESCENCIA DE RAYOS X.



**ANEXO N°06:
ENSAYO DE RESISTENCIA A
COMPRESIÓN**



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

INFORME TÉCNICO DE ENSAYOS REALIZADOS EN LABORATORIO



PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

**“PROPIEDADES DEL CONCRETO $f'c = 210$ KG/CM² EN ESTADO FRESCO AL ADICIONARLE
BIOCARBON DE ASERRÍN LOS PORCENTAJES EN 5%, 7.5% Y 10% CHIMBOTE - 2019”**

Autor:

- Diaz Garcia Jozsef Albrecht

OCTUBRE DE 2019



Ing. Víctor Herrera Lazaro
CIP 276087 Jefe de Laboratorio

I. GENERALIDADES

1.1. OBJETIVOS

II. LABORATORIO

2.1. ENSAYOS DE LABORATORIO

III. RESUMEN DE RESULTADOS

IV. CONCLUSIONES

ANEXO

ANEXO I : ENSAYOS DE LABORATORIO


Ing. Víctor Herrera Lázaro
CIP 216087 Jefe de Laboratorio



CAMPUS CHIMBOTE
Mz. H LT. 1 Urb. Buenos Aires
Av. Central Nuevo Chimbote
Tel.: (043) 483 030 Anx.: 4000

fb/ucv.peru
@ucv_peru
#saliradelante
ucv.edu.pe



I. GENERALIDADES

1.1. OBJETIVOS

El presente informe tiene por objetivo determinar las propiedades físico - mecánicas de los materiales empleados para el Proyecto de Investigación "PROPIEDADES DEL CONCRETO $f'c = 210 \text{ KG/CM}^2$ EN ESTADO FRESCO AL ADICIONARLE BIOCARBON DE ASERRÍN LOS PORCENTAJES EN 5%, 7.5% Y 10% CHIMBOTE - 2019", la evaluación fue realizado por medio de trabajos de ensayos de laboratorio; necesarios para definir la calidad de materiales a emplear.

Para alcanzar el objetivo principal, previamente se requiere lograr los siguientes objetivos secundarios:

- ✦ Realización de los ensayos estándares de laboratorio de mecánica de suelos y ensayos especiales.
- ✦ Elaboración de diseño de mezcla.
- ✦ Interpretación de los resultados de los ensayos de laboratorio.

II. LABORATORIO

2.1. ENSAYOS DE LABORATORIO

Los ensayos se realizaron según normas:

- Ensayos especiales de laboratorio de mecánica de suelos:
 - 02 Análisis Granulométrico de Agregado Grueso y Fino
 - 02 Pesos Unitarios de Agregado Grueso y Fino
 - 02 Pesos Especifico de Agregado Grueso y Fino
 - 02 Contenido de Humedad
 - 02 Absorción de Agregado Grueso y Fino
 - 01 Diseño Mezcla – Método ACI
 - 36 Ensayo de Resistencia a la Compresion

III. RESUMEN DE RESULTADOS

De los ensayos realizados en laboratorio, obtenemos los siguientes resultados:

- *Diseño de Mezcla*: se consideró una relación $a/c = 0.56$; un contenido de aire total del 1.5%; una resistencia de $f'c 210 \text{ kg/cm}^2$; un asentamiento de 3" a 4"; obteniendo así una dosificación en peso de 1 : 2.60 : 3.00 : 0.40.

CAMPUS CHIMBOTE
Mz. H LT. 1 Urb. Buenos Aires
Av. Central Nuevo Chimbote
Tel.: (043) 483 030 Anx.: 4000



Ing. Víctor Herrera Lazaro
CIP 215687 Jefe de Laboratorio



fb/ucv.peru
@ucv_peru
#saliradelante
ucv.edu.pe

CUADRO N° 04: Ensayo de muestra patrón

| ENSAYO RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN | | | |
|------------------------------------|---------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|
| Muestra | 7 días (kg/cm ²) | 14 días (kg/cm ²) | 28 días (kg/cm ²) |
| Muestra 1 | 143.8 | 182.1 | 212.8 |
| Muestra 2 | 146.5 | 185.3 | 211.2 |
| Muestra 3 | 140.3 | 187.8 | 215.4 |
| Promedio | 164.3 | 199.1 | 213.1 |

CUADRO N° 05: Ensayo con adición de 5% de Biocarbón de Aserrín

| ENSAYO RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN | | | |
|------------------------------------|---------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|
| Muestra | 7 días (kg/cm ²) | 14 días (kg/cm ²) | 28 días (kg/cm ²) |
| Muestra 1 | 165.1 | 203.7 | 229.3 |
| Muestra 2 | 157.3 | 199.6 | 225.6 |
| Muestra 3 | 162.7 | 198.8 | 228.1 |
| Promedio | 161.7 | 200.7 | 227.7 |

CUADRO N° 06: Ensayo con adición de 7.5% de Biocarbón de Aserrín

| ENSAYO RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN | | | |
|------------------------------------|---------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|
| Muestra | 7 días (kg/cm ²) | 14 días (kg/cm ²) | 28 días (kg/cm ²) |
| Muestra 1 | 152.6 | 191.4 | 217.6 |
| Muestra 2 | 150.2 | 187.8 | 220.1 |
| Muestra 3 | 155.0 | 189.6 | 223.6 |
| Promedio | 152.6 | 189.6 | 220.5 |

CAMPUS CHIMBOTE
 Mz. H LT. 1 Urb. Buenos Aires
 Av. Central Nuevo Chimbote
 Tel.: (043) 483 030 Anx.: 4000



Ing. Victor Herrera Lazaro
 CIP 276087 Jefe de Laboratorio



fb/ucv.peru
 @ucv_peru
 #saliradelante
 ucv.edu.pe



CUADRO N° 07: Ensayo con adición de 10% de Biocarbón de Aserrín

| ENSAYO RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN | | | |
|------------------------------------|---------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|
| Muestra | 7 días (kg/cm ²) | 14 días (kg/cm ²) | 28 días (kg/cm ²) |
| Muestra 1 | 142.2 | 182.0 | 215.4 |
| Muestra 2 | 148.5 | 181.6 | 212.3 |
| Muestra 3 | 146.8 | 184.6 | 209.1 |
| Promedio | 145.8 | 182.8 | 212.3 |

IV. CONCLUSIONES

Basándose en los ensayos de laboratorio y el análisis correspondiente, se puede concluir lo siguiente:

➤ Diseño de Mezcla (Método ACI 211)

- Se realizó el diseño de mezcla con la relación a/c de 0.40.
- Se consideró el contenido de vacíos de 3% y con un asentamiento slump de 1" a 2" de consistencia plástica para este diseño.
- Se realizó el diseño con una resistencia de 130 kg/cm².
- Se determinó la siguiente dosificación en volumen de 1 : 2.60 : 3.00 : 23.94 .

| Cemento bls | Arena pie ³ | Piedra pie ³ | Agua lt/bls |
|----------------|---------------------------|----------------------------|----------------|
| 1 | 2.60 | 3.00 | 23.94 |

➤ Ensayo de Resistencia a la Compresión

- *Muestra Patrón*: obteniendo una resistencia promedio a 7 días de curado de 164.3 kg/cm²; a los 14 días de curado de 199.1 kg/cm² y a los 28 días de curado de 213.1 kg/cm².
- *Muestra con Adición de 5% de Biocarbón de Aserrín*: obteniendo una resistencia promedio a 7 días de curado de 161.7 kg/cm²; a los 14 días de curado de 200.7 kg/cm² y a los 28 días de curado de 227.7 kg/cm².

CAMPUS CHIMBOTE
Mz. H LT. 1 Urb. Buenos Aires
Av. Central Nuevo Chimbote
Tel.: (043) 483 030 Anx.: 4000



Ing. Víctor Herrera Lázaro
CIP 246087 Jefe de Laboratorio



fb/ucv.peru
@ucv_peru
#saliradelante
ucv.edu.pe



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

- *Muestra con Adición de 7.5% de Biocarbón de Aserrín:* obteniendo una resistencia promedio a 7 días de curado de 152.6 kg/cm²; a los 14 días de curado de 189.6 kg/cm² y a los 28 días de curado de 220.5 kg/cm².
- *Muestra con Adición de 10% de Biocarbón de Aserrín:* obteniendo una resistencia promedio a 7 días de curado de 145.8 kg/cm²; a los 14 días de curado de 182.8 kg/cm² y a los 28 días de curado de 212.3 kg/cm².

El análisis de los resultados se basó en los reglamentos vigentes.

- Norma Técnica de Edificación E.070 Albañilería.
- Manual de Ensayos de Materiales (MTC-2016)



Ing. Víctor Herrera Lázaro
CIP 216087 Jefe de Laboratorio



CAMPUS CHIMBOTE
Mz. H LT. 1 Urb. Buenos Aires
Av. Central Nuevo Chimbote
Tel.: (043) 483 030 Anx.: 4000

fb/ucv.peru
@ucv_peru
#saliradelante
ucv.edu.pe



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

ANEXO I ENSAYOS DE LABORATORIO


Ing. Victor Herrera Lazaro
CIP 216087 Jefe de Laboratorio



CAMPUS CHIMBOTE
Mz. H LT. 1 Urb. Buenos Aires
Av. Central Nuevo Chimbote
Tel.: (043) 483 030 Anx.: 4000

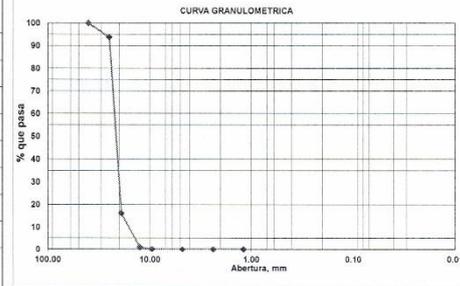
fb/ucv.peru
@ucv_peru
#saliradelante
ucv.edu.pe

ENSAYO DE ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE AGREGADO GRUESO
NTP-400-037

PROYECTO: PROPIEDADES DEL CONCRETO $f_c = 210$ KG/CM² EN ESTADO FRESCO AL ADICIONARLE BIOCARBON DE ASERRIN
REGISTRO N°: TS-AGA-02
SOLICITA: LOS PORCENTAJES EN 5%, 7.5% Y 10% CHIMBOTE - 2019
PÁGINA N°: 01 de 01
UBICACIÓN: Distrito: Nuevo Chimbote - Provincia: Santa - Departamento: Ancash
CANTERA: Dulong
FECHA: 02/09/2019

| | |
|-------------------------|---------|
| Peso Inicial Seco (gr) | 2955.00 |
| Peso Lavado y Seco (gr) | 2955.00 |

| ABERTURA (mm) | TAMIZ | CONTENIDO (gr) | RETENIDO PARCIAL % | RETENIDO ACUMULADO % | % PASA |
|---------------|--------|----------------|--------------------|----------------------|--------|
| 40.00 | 1 1/2" | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 100.00 |
| 25.00 | 1" | 186.50 | 6.31 | 6.31 | 93.69 |
| 19.00 | 3/4" | 2281.80 | 77.56 | 83.87 | 16.13 |
| 12.50 | 1/2" | 445.50 | 15.08 | 98.94 | 1.06 |
| 9.50 | 3/8" | 27.50 | 0.93 | 99.87 | 0.13 |
| 4.75 | N°04 | 3.70 | 0.13 | 100.00 | 0.00 |
| 2.36 | N°08 | 0.00 | 0.00 | 100.00 | 0.00 |
| 1.19 | N°16 | 0.00 | 0.00 | 100.00 | 0.00 |
| | FONDO | 0.00 | 0.00 | 100.00 | |



OBSERVACIONES: El ensayo fue realizado por el solicitante.


Ing. Victor Herrera Lazaro
 CIP 216087 Jefe de Laboratorio



Somos la universidad de los
que quieren salir adelante.



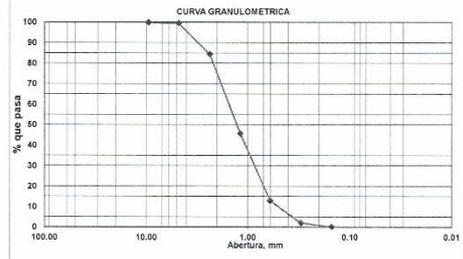
UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

ENSAYO DE ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE AGREGADO FINO
NTP-400-037

| | | | |
|-------------------|--|---------------------|-------------|
| PROYECTO: | PROPIEDADES DEL CONCRETO $f_c = 210 \text{ KG/CM}^2$ EN ESTADO FRESCO AL ADICIONARLE BIOCARBON DE ASERRÍN LOS PORCENTAJES EN 5%, 7.5% Y 10% CHIMBOTE - 2019 | REGISTRO N°: | TS-AGA-01 |
| SOLICITA: | DIAZ GARCIA JOZSEF ALBRECHT | PÁGINA N°: | 01 de 01 |
| UBICACIÓN: | Distrito: Nuevo Chimbote - Provincia: Santa - Departamento: Ancash | CANTERA: | San Pedrito |
| | | FECHA: | 02/09/2019 |

| | |
|-------------------------|---------|
| Peso Inicial Seco (gr) | 3000.00 |
| Peso Lavado y Seco (gr) | 2994.30 |

| ABERTURA (mm) | TAMIZ | CONTENIDO (gr) | RETENIDO PARCIAL % | RETENIDO ACUMULADO % | % PASA |
|---------------|--------|----------------|--------------------|----------------------|--------|
| 9.500 | 3/8" | 3.20 | 0.11 | 0.11 | 99.89 |
| 4.750 | N° 4 | 12.70 | 0.42 | 0.53 | 99.47 |
| 2.360 | N° 8 | 451.50 | 15.05 | 15.58 | 84.42 |
| 1.180 | N° 16 | 1160.60 | 38.69 | 54.27 | 45.73 |
| 0.600 | N° 30 | 981.50 | 32.72 | 86.98 | 13.02 |
| 0.300 | N° 50 | 326.80 | 10.89 | 97.88 | 2.12 |
| 0.150 | N° 100 | 58.00 | 1.93 | 99.81 | 0.19 |
| | FONDO | 5.70 | 0.19 | 100.00 | |



M. Fineza: 3.55

OBSERVACIONES: El ensayo fue realizado por el solicitante.


Ing. Victor Herrera Lazaro
CIP 216087 Jefe de Laboratorio



CAMPUS CHIMBOTE
Mz. H LT. 1 Urb. Buenos Aires
Av. Central Nuevo Chimbote
Tel.: (043) 483 030 Anx.: 4000

fb/ucv.peru
@ucv_peru
#saliradelante
ucv.edu.pe

| ENSAYO DE CONTENIDO DE HUMEDAD | | |
|---------------------------------------|--|--------------------------------|
| MTC E108 | | |
| PROYECTO : | PROPIEDADES DEL CONCRETO $f'c = 210$ KG/CM2 EN ESTADO FRESCO AL ADICIONARLE BIOCARBÓN DE ASERRÍN LOS PORCENTAJES EN 5%, 7.5% Y 10% CHIMBOTE - 2019 | REGISTRO N° : TS-CHU-01 |
| SOLICITA : | DIAZ GARCIA JOZSEF ALBRECHT | PAGINA N° : 01 de 01 |
| UBICACIÓN : | Departamento: Ancash; Provincia: Santa; Distrito: Nuevo Chimbote | FECHA : 02/09/2019 |

AGREGADO FINO

| Procedimiento | Tara No | | |
|-----------------------------------|---------|-------------|--------|
| | 4 | 17 | 2 |
| 1. Peso Tara, [gr] | 290.20 | 195.00 | 187.00 |
| 2. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr] | 590.20 | 536.40 | 624.50 |
| 3. Peso Tara + Suelo Seco, [gr] | 585.00 | 530.00 | 617.50 |
| 4. Peso Agua, [gr] | 5.20 | 6.40 | 7.00 |
| 5. Peso Suelo Seco, [gr] | 294.80 | 335.00 | 430.50 |
| 6. Contenido de Humedad, [%] | 1.76 | 1.91 | 1.63 |
| | | 1.77 | |

Observación: El ensayo fue realizado por el solicitante.



Ing. Víctor Herra Lazaro
CIP 219097 Jefe de Laboratorio



Somos la universidad de los
que quieren salir adelante.



ucv.edu.pe

| ENSAYO DE CONTENIDO DE HUMEDAD | | | |
|--------------------------------|--|---------------|------------|
| MTC E108 | | | |
| PROYECTO : | PROPIEDADES DEL CONCRETO $f_c = 210$ KG/CM ² EN ESTADO FRESCO AL ADICIONARLE BIOCARBON DE ASERRÍN LOS PORCENTAJES EN 5%, 7.5% Y 10% CHIMBOTE - 2019 | REGISTRO N° : | TS-CHU-02 |
| SOLICITA : | DIAZ GARCÍA JOZSEF ALBRECHT | PAGINA N° : | 01 de 01 |
| UBICACIÓN : | Distrito: Nuevo Chimbote - Provincia: Santa - Departamento: Ancash | FECHA : | 02/09/2019 |

A. GRUESO

| Procedimiento | Tara No | | |
|-----------------------------------|---------|-------------|---------|
| | 6 | 4 | 3 |
| 1. Peso Tara, [gr] | 101.60 | 198.80 | 205.40 |
| 2. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr] | 1102.00 | 865.90 | 1052.60 |
| 3. Peso Tara + Suelo Seco, [gr] | 1098.00 | 862.90 | 1049.40 |
| 4. Peso Agua, [gr] | 4.00 | 3.00 | 3.20 |
| 5. Peso Suelo Seco, [gr] | 996.40 | 684.10 | 844.00 |
| 6. Contenido de Humedad, [%] | 0.40 | 0.45 | 0.38 |
| | | 0.41 | |

Observación: El ensayo fue realizado por el solicitante.



Ing. Victor Herrera Lazaro
CIP 716087 Jefe de Laboratorio



Somos la universidad de los
que quieren salir adelante.

| ENSAYO PESO ESPECIFICO Y ABSORCION DEL AGREGADO FINO (ASTM - C128) | | | |
|---|--|---------------|------------|
| PROYECTO : | PROPIEDADES DEL CONCRETO $f'c = 210$ KG/CM ² EN ESTADO FRESCO AL ADICIONARLE BIOCARBON DE ASERRÍN LOS PORCENTAJES EN 5%, 7.5% Y 10% CHIMBOTE - 2019 | REGISTRO N° : | TS-PEA-01 |
| SOLICITA : | DIAZ GARCIA JOZSEF ALBRECHT | PAGINA N° : | 01 de 01 |
| UBICACIÓN : | Departamento: Ancash; Provincia: Santa; Distrito: Nuevo Chimbote | FECHA : | 02/09/2019 |

Información de Muestra

Cantera : San Pedrito Muestra : 500 gr. Saturación : 24 hrs.

| | | | |
|--|--------------|-------------|--------------------|
| Peso en el aire de la muestra secada en horno | | 494 | gr. |
| Peso de la fiola llena de agua a la marca de calibración | | 1254 | gr. |
| Peso de la fiola con la muestra y el agua | | 1570 | gr. |
| P. Especifico Saturado con Superficie Seca | $P_{e_{ss}}$ | 2.69 | gr/cm ³ |
| P. Especifico de Masa | P_{e_m} | 2.72 | gr/cm ³ |
| P. Especifico Aparente | P_{e_a} | 2.78 | gr/cm ³ |
| Absorción | Ab | 1.21 | % |

Observación: El ensayo fue realizado por el solicitante.


Ing. Victor Herrera Lazaro
 CIP 214087 / Jefe de Laboratorio



Somos la universidad de los
que quieren salir adelante.

| ENSAYO PESO ESPECIFICO Y ABSORCION DEL AGREGADO GRUESO (ASTM - C127) | | |
|---|--|---|
| PROYECTO : | PROPIEDADES DEL CONCRETO $f'c = 210$ KG/CM ² EN ESTADO FRESCO AL ADICIONARLE BIOCARBON DE ASERRIN LOS PORCENTAJES EN 5%, 7.5% Y 10% CHIMBOTE - 2019 | REGISTRO N° : TS-PEA-02 PAGINA N° : 01 de 01 |
| SOLICITA : | DIAZ GARCIA JOZSEF ALBRECHT | FECHA : 02/09/2019 |
| UBICACIÓN : | Departamento: Ancash; Provincia: Santa; Distrito: Nuevo Chimbote | |

Información de Muestra

| | | | | | |
|---|---------------|-----------|-----------------|--------------|--------------------|
| Cantera : | <u>Dulong</u> | Muestra : | <u>Chancada</u> | Saturación : | <u>24 hrs.</u> |
| Peso en el aire de la muestra seca en horno | | | | 3794 | gr. |
| Peso de muestra saturada superficialmente seca en el aire | | | | 3831 | gr. |
| Peso de la muestra en agua | | | | 2466 | gr. |
| P. Especifico Saturado con Superficie Seca | $P_{e_{ss}}$ | | | 2.81 | gr/cm ³ |
| P. Especifico de Masa | P_{e_m} | | | 2.78 | gr/cm ³ |
| P. Especifico Aparente | P_{e_a} | | | 2.86 | gr/cm ³ |
| Absorción | Ab | | | 1.0 | % |

Observación: El ensayo fue realizado por el solicitante.



Ing. Víctor Herrera Lazaro
CIP 214587 Jefe de Laboratorio



Somos la universidad de los
que quieren salir adelante.

| ENSAYO PESO UNITARIO SUELTO Y COMPACTADO | | | |
|--|--|--------------|------------|
| MTC E203 | | | |
| PROYECTO: | PROPIEDADES DEL CONCRETO $f_c = 210$ KG/CM ² EN ESTADO FRESCO AL ADICIONARLE BIOCARBON DE ASERRÍN LOS PORCENTAJES EN 5%, 7.5% Y 10% CHIMBOTE - 2019 | REGISTRO N°: | TS-PU-01 |
| SOLICITA: | DÍAZ GARCÍA JOZSEF ALBRECHT | PAGINA N°: | 01 de 01 |
| UBICACIÓN: | Distrito: Nuevo Chimbote - Provincia: Santa - Departamento: Ancash | FECHA: | 02/09/2019 |

A. GRUESO (Cantera San Pedrito)

| | |
|--|----------------|
| PESO UNITARIO SUELTO (Kg/m ³): | 1504.51 |
| PESO UNITARIO COMPACTADO (Kg/m ³): | 1700.00 |

| SUELTO | VARILLADO |
|--------|-----------|
| 14.460 | 16.170 |
| 14.530 | 16.390 |
| 14.340 | 16.400 |

A. FINO (Cantera Dulong)

| | |
|--|----------------|
| PESO UNITARIO SUELTO (Kg/m ³): | 1510.76 |
| PESO UNITARIO COMPACTADO (Kg/m ³): | 1630.56 |

| SUELTO | VARILLADO |
|--------|-----------|
| 14.860 | 15.350 |
| 14.360 | 15.860 |
| 14.290 | 15.750 |

Observación: El ensayo fue realizado por el solicitante.



Ing. Victor Herrera Lazaro
CIP 216887 Jefe de Laboratorio



Somos la universidad de los que quieren salir adelante.



| | | | |
|-----------|--|--------------|------------|
| OBRA | : PROPIEDADES DEL CONCRETO $f'c = 210$ KG/CM2 EN ESTADO FRESCO AL ADICIONARLE ADICIONARLE BIOCARBON DE ASERRÍN LOS PORCENTAJES EN 5%, 7.5% Y 10% CHIMBOTE - 2019 | REGISTRO N°: | TS-DM-01 |
| | | PAGINA N°: | 01 de 04 |
| CLIENTE | : DIAZ GARCIA JOZSEF ALBRECHT | | |
| UBICACIÓN | : Distrito: Nuevo Chimbote - Provincia: Santa - Departamento: Ancash | FECHA: | 04/09/2019 |

DISEÑO DE MEZCLA $f'c = 210$ Kg/cm²
Comité de Diseño 211 ACI

Información de Muestra y Ensayo

| | | | |
|-----------|-------------------|-----------|-----------------|
| | <u>Aq. Grueso</u> | | <u>Aq. Fino</u> |
| Cantera : | Dulong | Cantera : | San Pedrito |
| Muestra : | Piedra Chancada | Muestra : | arena Gruesa |

ELEMENTO:

- Sardinel, Veredas y Graderías

CEMENTO:

- Cemento Portland Tipo I
- Peso específico 3.10 gr/cm³

SELECCIÓN DEL ASENTAMIENTO:

TABLA N°1
ASENTAMIENTOS RECOMENDADOS PARA VARIOS
TIPOS DE CONSTRUCCIÓN

| TIPOS DE CONSTRUCCIÓN | MÁXIMO | MÍNIMO |
|---|--------|--------|
| - Zapatas y Muros de cimentación reforzados | 3" | 1" |
| - Zapatas simples , cajones y muros de subestr. | 3" | 1" |
| - Vigas y Muros reforzados | 4" | 1" |
| - Columnas de edificios | 4" | 1" |
| - Pavimentos y losas | 3" | 1" |
| - Concreto ciclópeo | 2" | 1" |

Por condiciones de colocacion se requiere de una mezcla plástica , con un asentamiento de 3" a 4"

SELECCIÓN DEL TAMAÑO MÁXIMO DEL AGREGADO:

Los concretos con mayor tamaño de agregados , requieren menos mortero por unidad de volumen de concreto que tamaños menores.

El tamaño máximo del agregado deberá ser el mayor que sea económicamente compatible con las dimensiones de la estructura :en la medida en que el tamaño máximo del agregado grueso (piedra) nunca será mayor de:

- 1/5 de la dimensión más angosta entre caras del encofrado.
- 1/3 del espesor de las losas.
- 3/4 de la distancia libre entre barras o paquetes de barras o cables pretensores.

En el caso en que la trabajabilidad y los métodos de consolidación sean lo suficientemente buenos como para que el concreto sea colocado sin cangrejeras, las 3 limitaciones anteriores pueden ser más flexibles. Para una relación agua-cemento dada , la reducción en el tamaño máximo del agregado nos lleva a un incremento en la resistencia del concreto.

Agregado Grueso: A) 3/8" - B) 1/2" - C) 3/4" - D) 1" - E) 1,1/2" - F) 2" - G) 3" - H) 6"

| TAMAÑO MÁXIMO DE AGREGADO | D |
|---------------------------|---|
|---------------------------|---|

Somos la universidad de los que quieren salir adelante.



Ing. Victor Herrera Lazaro
CIP 215087 - Jefe de Laboratorio



ucv.edu.pe

| | | | |
|------------------|--|---------------------|------------|
| OBRA | : PROPIEDADES DEL CONCRETO $f_c = 210$ KG/CM2 EN ESTADO FRESCO AL ADICIONARLE ADICIONARLE BIOCARBON DE ASERRIN LOS PORCENTAJES EN 5%, 7.5% Y 10% CHIMBOTE - 2019 | REGISTRO N°: | TS-DM-01 |
| | | PAGINA N°: | 02 de 04 |
| CLIENTE | : DIAZ GARCIA JOZSEF ALBRECHT | | |
| UBICACIÓN | : Distrito: Nuevo Chimbote - Provincia: Santa - Departamento: Ancash | FECHA: | 29/08/2019 |

Resistencia Promedio

$$f_{cp} = \frac{f_c}{1-tv}$$

ingresar datos:

$f_c =$ Resistencia a la compresión especificada por el proyectista en kg/cm2.

$v =$ Coeficiente de variación prevista según grado de control, expresado en forma decimal.

$t =$

Cuando no hay datos disponibles

Menos de 210 Kg/cm2 $f_c + 70$
 210 Kg/cm2 a 345Kg/cm2 $f_c + 84$
 Mas de 345Kg/cm2 $f_c + 98$

| | |
|--|---|
| Resultado | |
| $f_{cp} =$ | <input type="text" value="294"/> kg/cm2 |
| Resistencia promedio necesaria en obra | |

| Tabla 7 Valores de "v" | |
|---------------------------|-------------------------------|
| GRADO DE CONTROL | COEFICIENTE DE VARIACIÓN v |
| - Ensayos de laboratorio | 5% |
| - Excelente en obra | 10% a 12% |
| - Bueno | 15% |
| - Regular | 18% |
| - Inferior | 20% |
| - Malo | 25% |

| Tabla 8 valores de "t" | | | |
|---------------------------|--|--------|---------|
| N° de muestras | Posibilidades de caer debajo del limite inferior | | |
| | menos 1 | 1 en 5 | 1 en 10 |
| 1 | 1.376 | 3.078 | 6.314 |
| 2 | 1.061 | 1.886 | 2.920 |
| 3 | 0.978 | 1.638 | 2.353 |
| 4 | 0.941 | 1.533 | 2.132 |
| 5 | 0.920 | 1.476 | 2.015 |
| 6 | 0.906 | 1.440 | 1.943 |
| 7 | 0.896 | 1.415 | 1.895 |
| 8 | 0.889 | 1.397 | 1.86 |
| 9 | 0.883 | 1.383 | 1.838 |
| 10 | 0.879 | 1.372 | 1.812 |
| 15 | 0.866 | 1.341 | 1.753 |
| 20 | 0.860 | 1.325 | 1.725 |
| 25 | 0.856 | 1.316 | 1.708 |
| 30 | 0.854 | 1.310 | 1.697 |
| >30 | 0.842 | 1.282 | 1.645 |

TABLA N°3
 CONCRETOS NORMALES
 RELACION AGUA - CEMENTO Y RESISTENCIA A LA
 COMPRESIÓN DEL CONCRETO

| RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN A LOS 28 DÍAS (f_{cp}) kg/cm2 | RELACION AGUA - CEMENTO DE DISEÑO EN PESO | |
|--|---|------------------------------|
| | CONCRETO SIN AIRE INCORPORADO | CONCRETO CON AIRE INCORPORA. |
| 450 KG/CM2 | 0.38 | ---- |
| 400 KG/CM2 | 0.43 | ---- |
| 350 KG/CM2 | 0.48 | 0.40 |
| 300 KG/CM2 | 0.55 | 0.46 |
| 250 KG/CM2 | 0.62 | 0.53 |
| 200 KG/CM2 | 0.70 | 0.61 |
| 150 KG/CM2 | 0.80 | 0.71 |

Somos la universidad de los que quieren salir adelante.


Ing. Victor Herrera Lazaro
 CIP 218867 Jefe de Laboratorio



| | | |
|------------------|--|------------------------------|
| OBRA | : PROPIEDADES DEL CONCRETO $f'_{cp} = 210$ KG/CM2 EN ESTADO FRESCO AL ADICIONARLE ADICIONARLE BIOCARBON DE ASERRÍN LOS PORCENTAJES EN 5%, 7.5% Y 10% CHIMBOTE - 2019 | REGISTRO N°: TS-DM-01 |
| CLIENTE | : DIAZ GARCIA JOZSEF ALBRECHT | PAGINA N°: 03 de 04 |
| UBICACIÓN | : Distrito: Nuevo Chimbote - Provincia: Santa - Departamento: Ancash | FECHA: 29/08/2019 |

CÁLCULO DE LA RELACIÓN AGUA CEMENTO:

Con el valor de la resistencia promedio requerida f'_{cp} de la tabla N°3 obtenemos la relación agua - cemento para concretos normales; si el concreto esta sometido a condiciones severas se utilizara la tabla N°4 para asumir la relación agua - cemento.

$f'_{cp} =$ kg/cm² Resistencia promedio requerida

Interpolación valores de tabla N°3

| f'_{cp} (kg/cm ²) | a/c relación |
|------------------------------------|-----------------|
| 300 | 0.55 |
| 294 | 0.56 |
| 250 | 0.62 |

Resultado Relación agua - cemento

INGRESAR:

Exposición severa a la solución de sulfatos

CÁLCULO DEL CONTENIDO DE CEMENTO:

Contenido de cemento (en kg/m³) =

Cont. Cemento = $\frac{193}{0.56}$ kg/m³

Cont. Cemento = kg/m³ = Bls/m³

DATOS GENERALES DE LOS AGREGADOS:

| Descripción | Ingresar datos | |
|--------------------------|--|--|
| | Ag. fino | Ag. grueso |
| Peso específico | <input type="text" value="2.78"/> gr/cm ³ | <input type="text" value="2.86"/> gr/cm ³ |
| Peso Unitario suelto | <input type="text" value="1511"/> kg/m ³ | <input type="text" value="1505"/> kg/m ³ |
| Peso Unitario compactado | <input type="text" value="1631"/> kg/m ³ | <input type="text" value="1700"/> kg/m ³ |
| Contenido de humedad | <input type="text" value="1.77"/> % | <input type="text" value="0.41"/> % |
| Porcentaje de absorción | <input type="text" value="1.21"/> % | <input type="text" value="1.00"/> % |
| Módulo de fineza | <input type="text" value="3.55"/> | <input type="text" value="----"/> |

Somos la universidad de los que quieren salir adelante.


Ing. Victor Herrera Lazaro
CIP 216687 Jefe de Laboratorio





| | | |
|------------------|--|------------------------------|
| OBRA | : PROPIEDADES DEL CONCRETO $f_c = 210$ KG/CM2 EN ESTADO FRESCO AL ADICIONARLE ADICIONARLE BIOCARBON DE ASERRÍN LOS PORCENTAJES EN 5%, 7.5% Y 10% CHIMBOTE - 2019 | REGISTRO N°: TS-DM-01 |
| CLIENTE | : DIAZ GARCIA JOZSEF ALBRECHT | PAGINA N°: 04 de 04 |
| UBICACIÓN | : Distrito: Nuevo Chimbote - Provincia: Santa - Departamento: Ancash | FECHA: 29/08/2019 |

AJUSTE POR CONTENIDO DE HUMEDAD DE LOS AGREGADOS:

| | | Agregado Grueso | Agregado fino |
|----------------|----|-----------------|---------------|
| Húm. total | W% | 0.41 % | 1.77 % |
| % de absorción | A% | 1 % | 1.21 % |

AJUSTES DE MATERIALES POR HUMEDAD

| | Pesos materiales/m ³ sin corrección | Pesos materiales/m ³ corregidas |
|-----------|---|---|
| Cemento | 344.6 kgs | 344.6 kgs |
| A. Fino | 888.0 kgs | 903.7 kgs |
| A. Grueso | 1033.6 kgs | 1037.8 kgs |
| Agua | 193 kgs o lts | 194.1 lts |

Nota: Los ajustes por humedad se realizan en los agregados finos y gruesos y en el volumen unitario de agua de mezclado.

EXPRESIONES DE LAS PROPORCIONES EN PESO:

Por cada kg de cemento se usará:

| | | | | | | | | |
|----------------|-------|---|------|--|------------------|--------|---|------|
| Cemento | 344.6 | = | 1 | | A. grueso | 1037.8 | = | 3.01 |
| | 344.6 | | | | | 344.6 | | |
| A. Fino | 903.7 | = | 2.62 | | Agua | 194.1 | = | 0.56 |
| | 344.6 | | | | | 344.6 | | |

Lo anterior se expresa de la siguiente manera:

| | | | | | | |
|---|---|------|---|------|---|------|
| 1 | : | 2.62 | : | 3.01 | / | 0.56 |
|---|---|------|---|------|---|------|

CANTIDAD DE MATERIALES POR SACO DE CEMENTO:

Bolsas de cemento: 1

| | | | | | | |
|-----------------|------|---|------|---|--------|------|
| Cemento | 1 | x | 42.5 | = | 42.50 | Kgs. |
| Agregado fino | 2.62 | x | 42.5 | = | 111.44 | Kgs. |
| Agregado grueso | 3.01 | x | 42.5 | = | 127.98 | Kgs. |
| Agua efectiva | 0.56 | x | 42.5 | = | 23.94 | lts. |

EXPRESIONES DE LAS PROPORCIONES EN VOLUMEN:

| | | |
|-----------------|-------|------------------|
| Cemento | 1 | pie ³ |
| Agregado fino | 2.60 | pie ³ |
| Agregado grueso | 3.00 | pie ³ |
| Agua efectiva | 23.94 | Lts/Bls |

| | | | | | | |
|---|---|------|---|------|---|-------|
| 1 | : | 2.60 | : | 3.00 | / | 23.94 |
|---|---|------|---|------|---|-------|

Somos la universidad de los que quieren salir adelante.

Ing. Victor Herrera Lazaro
CIP 216087 Jefe de Laboratorio



f | t | i | y | ucv.edu.pe

| ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (ASTM - C39, MTC E704) | | | | | | | | | | | | |
|---|---|------------------|-------------|---------------|-------------------------|--------------|----------------|------------------------------|-------------|---|-------------------------------|------|
| PROYECTO: PROPIEDADES DEL CONCRETO $f'_c = 210 \text{ KG/CM}^2$ EN ESTADO FRESCO AL ADICIONARLE BIOCARBON DE ASERRÍN LOS PORCENTAJES EN 5%, 7.5% Y 10% CHIMBOTE - 2019 | | | | | | | | | | REGISTRO N°: TS-ERC-01 PÁGINA N°: 01 de 01 | | |
| SOLICITA: DIAZ GARCIA JOZSEF ALBRECHT | | | | | | | | | | FECHA ROTURA: 12/09/2019 | | |
| UBICACIÓN: Distrito: Nuevo Chimbote - Provincia: Santa - Departamento: Ancash | | | | | | | | | | | | |
| Item | Identificación y Características del Elemento | | | | | | | | | Ensayo de Rotura | | |
| | Estructura Vaclada | Fecha de Vaciado | Altura (cm) | Diámetro (cm) | Área (cm ²) | Relación L/D | Factor Correc. | f'_c (Kg/cm ²) | Edad (días) | Lectura (Kgf) | f'_ce (Kg/cm ²) | % |
| 01 | MUESTRA PATRON N°01 | 05/09/2019 | 30.10 | 15.10 | 181 | 1.99 | 1 | 210 | 7 | 26090.7 | 143.8 | 68.5 |
| 02 | MUESTRA PATRON N°02 | 05/09/2019 | 30.00 | 15.20 | 181 | 1.97 | 1 | 210 | 7 | 26575.6 | 146.5 | 69.7 |
| 03 | MUESTRA PATRON N°03 | 05/09/2019 | 30.20 | 15.00 | 181 | 2.01 | 1 | 210 | 7 | 25458.2 | 140.3 | 66.8 |
| Promedio | | | | | | | | | | | 143.5 | 68.3 |

Observación: Las muestras fueron elaboradas por el solicitante.



Ing. Victor Herrera Lazaro
CIP 217867 Jefe de Laboratorio



Somos la universidad de los
que quieren salir adelante.

| ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (ASTM - C39, MTC E704) | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|--|-------------|---------------|-------------------------|--------------|----------------|------------------------------|-------------|---------------|-------------------------------|------|------------|--|
| PROYECTO: | | PROPIEDADES DEL CONCRETO $f'_c = 210 \text{ KG/CM}^2$ EN ESTADO FRESCO AL ADICIONARLE BIOCARBON DE ASERRÍN LOS PORCENTAJES EN 5%, 7.5% Y 10% CHIMBOTE - 2019 | | | | | | | | REGISTRO N°: | | | TS-ERC-02 | |
| SOLICITA: | | DÍAZ GARCÍA JOZSEF ALBRECHT | | | | | | | | PÁGINA N°: | | | 01 de 01 | |
| UBICACIÓN: | | Distrito: Nuevo Chimbote - Provincia: Santa - Departamento: Ancash | | | | | | | | FECHA ROTURA: | | | 19/09/2019 | |
| Item | Identificación y Características del Elemento | | | | | | | | | | Ensayo de Rotura | | | |
| | Estructura Vaclada | Fecha de Vaciado | Altura (cm) | Diámetro (cm) | Área (cm ²) | Relación L/D | Factor Correc. | f'_c (Kg/cm ²) | Edad (días) | Lectura (Kgf) | f'_ce (Kg/cm ²) | % | | |
| 01 | MUESTRA PATRON N°01 | 05/09/2019 | 30.00 | 15.00 | 181 | 2.00 | 1 | 210 | 14 | 33050.7 | 182.1 | 86.7 | | |
| 02 | MUESTRA PATRON N°02 | 05/09/2019 | 31.00 | 15.50 | 181 | 2.00 | 1 | 210 | 14 | 33631.3 | 185.3 | 88.3 | | |
| 03 | MUESTRA PATRON N°03 | 05/09/2019 | 30.50 | 15.50 | 181 | 1.97 | 1 | 210 | 14 | 34084.3 | 187.8 | 89.4 | | |
| Promedio | | | | | | | | | | | 185.1 | 88.1 | | |

Observación: Las muestras fueron elaboradas por el solicitante.



Ing. Victor Herrera Lazaro
CIP 216987 Jefe de Laboratorio



Somos la universidad de los
que quieren salir adelante.

| ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN | | | | | | | | | | | | |
|---|---|------------------|-------------|---------------|-------------------------|--------------|----------------|---------------------------------|-------------|------------------|--------------------------------|-------|
| (ASTM - C39, MTC E704) | | | | | | | | | | | | |
| PROYECTO: PROPIEDADES DEL CONCRETO $f_c = 210$ KG/CM ² EN ESTADO FRESCO AL ADICIONARLE BIOCARBON DE ASERRÍN LOS PORCENTAJES EN 5%, 7.5% Y 10% CHIMBOTE - 2019 | | | | | | | | REGISTRO N°: TS-ERC-03 | | | | |
| SOLICITA: DIAZ GARCIA JOZSEF ALBRECHT | | | | | | | | PÁGINA N°: 01 de 01 | | | | |
| UBICACIÓN: Distrito: Nuevo Chimbote - Provincia: Santa - Departamento: Ancash | | | | | | | | FECHA ROTURA: 03/10/2019 | | | | |
| Item | Identificación y Características del Elemento | | | | | | | | | Ensayo de Rotura | | |
| | Estructura Vaciada | Fecha de Vaciado | Altura (cm) | Diámetro (cm) | Área (cm ²) | Relación L/D | Factor Correc. | f_c (Kg/cm ²) | Edad (días) | Lectura (Kgf) | f_{ce} (Kg/cm ²) | % |
| 01 | MUESTRA PATRON N°01 | 05/09/2019 | 30.60 | 15.50 | 181 | 1.97 | 1 | 210 | 28 | 38619.8 | 212.8 | 101.3 |
| 02 | MUESTRA PATRON N°02 | 05/09/2019 | 31.50 | 15.00 | 181 | 2.10 | 1 | 210 | 28 | 38328.5 | 211.2 | 100.6 |
| 03 | MUESTRA PATRON N°03 | 05/09/2019 | 30.50 | 15.00 | 181 | 2.03 | 1 | 210 | 28 | 39081.8 | 215.4 | 102.6 |
| Promedio | | | | | | | | | | | 213.1 | 101.5 |

Observación: Las muestras fueron elaboradas por el solicitante.



Ing. Victor Herrera Lazaro
CIP 236457 Jefe de Laboratorio



Somos la universidad de los
que quieren salir adelante.

| ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (ASTM - C39; MTC E704) | | | | | | | | | | | | |
|--|---|------------------|-------------|---------------|-------------------------|--------------|----------------|-----------------------------|-------------|--------------------------|--------------------------------|------|
| PROYECTO: PROPIEDADES DEL CONCRETO $f_c = 210$ KG/CM ² EN ESTADO FRESCO AL ADICIONARLE BIOCARBON DE ASERRÍN LOS PORCENTAJES EN 5%, 7.5% Y 10% CHIMBOTE - 2019 | | | | | | | | | | REGISTRO N°: TS-ERC-04 | | |
| SOLICITA: DIAZ GARCIA JOZSEF ALBRECHT | | | | | | | | | | PÁGINA N°: 01 de 01 | | |
| UBICACIÓN: Distrito: Nuevo Chimbote - Provincia: Santa - Departamento: Ancash | | | | | | | | | | FECHA ROTURA: 12/09/2019 | | |
| Item | Identificación y Características del Elemento | | | | | | | | | Ensayo de Rotura | | |
| | Estructura Vaciada | Fecha de Vaciado | Altura (cm) | Diámetro (cm) | Área (cm ²) | Relación L/D | Factor Correc. | f_c (Kg/cm ²) | Edad (días) | Lectura (Kgf) | f_{ce} (Kg/cm ²) | % |
| 01 | MUESTRA N°01 CON 5% DE ADICIÓN | 05/09/2019 | 30.60 | 15.40 | 181 | 1.99 | 1 | 210 | 7 | 29966.8 | 165.1 | 78.6 |
| 02 | MUESTRA N°02 CON 5% DE ADICIÓN | 05/09/2019 | 31.50 | 15.60 | 181 | 2.02 | 1 | 210 | 7 | 28547.0 | 157.3 | 74.9 |
| 03 | MUESTRA N°03 CON 5% DE ADICIÓN | 05/09/2019 | 30.50 | 15.00 | 181 | 2.03 | 1 | 210 | 7 | 29530.8 | 162.7 | 77.5 |
| Promedio | | | | | | | | | | | 161.7 | 77.0 |

Observación: Las muestras fueron elaboradas por el solicitante.



Ing. Victor Herrera Lazaro
CIP 215687 Jefe de Laboratorio



Somos la universidad de los
que quieren salir adelante.

| ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN | | | | | | | | | | | | |
|--|---|------------------|-------------|---------------|-------------------------|--------------|----------------|-----------------------------|-------------|--------------------------|--------------------------------|------|
| (ASTM - C39, MTC E704) | | | | | | | | | | | | |
| PROYECTO: PROPIEDADES DEL CONCRETO $f_c = 210$ KG/CM ² EN ESTADO FRESCO AL ADICIONARLE BIOCARBON DE ASERRÍN LOS PORCENTAJES EN 5%, 7.5% Y 10% CHIMBOTE - 2019 | | | | | | | | | | REGISTRO N°: TS-ERC-05 | | |
| SOLICITA: DIAZ GARCIA JOZSEF ALBRECHT | | | | | | | | | | PÁGINA N°: 01 de 01 | | |
| UBICACIÓN: Distrito: Nuevo Chimbote - Provincia: Santa - Departamento: Ancash | | | | | | | | | | FECHA ROTURA: 19/09/2019 | | |
| Item | Identificación y Características del Elemento | | | | | | | | | Ensayo de Rotura | | |
| | Estructura Vaciada | Fecha de Vaciado | Altura (cm) | Diámetro (cm) | Área (cm ²) | Relación L/D | Factor Correc. | f_c (Kg/cm ²) | Edad (días) | Lectura (Kgf) | f_{ce} (Kg/cm ²) | % |
| 01 | MUESTRA N°01 CON 5% DE ADICIÓN | 05/09/2019 | 30.20 | 15.00 | 181 | 2.01 | 1 | 210 | 14 | 36971.6 | 203.7 | 97.0 |
| 02 | MUESTRA N°02 CON 5% DE ADICIÓN | 05/09/2019 | 30.00 | 15.00 | 181 | 2.00 | 1 | 210 | 14 | 36218.4 | 199.6 | 95.0 |
| 03 | MUESTRA N°03 CON 5% DE ADICIÓN | 05/09/2019 | 30.10 | 15.20 | 181 | 1.98 | 1 | 210 | 14 | 36067.7 | 198.8 | 94.7 |
| Promedio | | | | | | | | | | | 200.7 | 95.6 |

Observación: Las muestras fueron elaboradas por el solicitante.



Ing. Victor Herrera Lazaro
CIP 211087 Jefe de Laboratorio



Somos la universidad de los
que quieren salir adelante.

| ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (ASTM - C39, MTC E704) | | | | | | | | | | | | |
|--|---|------------------|-------------|---------------|-------------------------|--------------|----------------|-----------------------------|-------------|------------------|--------------------------------|-------|
| PROYECTO: PROPIEDADES DEL CONCRETO $f_c = 210$ KG/CM ² EN ESTADO FRESCO AL ADICIONARLE BIOCARBON DE ASERRÍN LOS PORCENTAJES EN 5%, 7.5% Y 10% CHIMBOTE - 2019 | | | | | | | | REGISTRO N°: TS-ERC-06 | | | | |
| SOLICITA: DIAZ GARCIA JOZSEF ALBRECHT | | | | | | | | PÁGINA N°: 01 de 01 | | | | |
| UBICACIÓN: Distrito: Nuevo Chimbote - Provincia: Santa - Departamento: Ancash | | | | | | | | FECHA ROTURA: 03/10/2019 | | | | |
| Item | Identificación y Características del Elemento | | | | | | | | | Ensayo de Rotura | | |
| | Estructura Vaciada | Fecha de Vaciado | Altura (cm) | Diámetro (cm) | Área (cm ²) | Relación L/D | Factor Correc. | f_c (Kg/cm ²) | Edad (días) | Lectura (Kg) | f_{oe} (Kg/cm ²) | % |
| 01 | MUESTRA N°01 CON 5% DE ADICIÓN | 05/09/2019 | 30.00 | 15.10 | 181 | 1.99 | 1 | 210 | 28 | 41612.9 | 229.3 | 109.2 |
| 02 | MUESTRA N°02 CON 5% DE ADICIÓN | 05/09/2019 | 30.10 | 15.20 | 181 | 1.98 | 1 | 210 | 28 | 40936.5 | 225.6 | 107.4 |
| 03 | MUESTRA N°03 CON 5% DE ADICIÓN | 05/09/2019 | 30.40 | 15.10 | 181 | 2.01 | 1 | 210 | 28 | 41388.4 | 228.1 | 108.6 |
| Promedio | | | | | | | | | | | 227.7 | 108.4 |

Observación: Las muestras fueron elaboradas por el solicitante.



Ing. Victor Herrera Lazaro
CIP 216087 - Jefe de Laboratorio



Somos la universidad de los
que quieren salir adelante.

| ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (ASTM - C39, MTC E704) | | | | | | | | | | | | |
|--|---|------------------|-------------|---------------|-------------------------|--------------|----------------|-----------------------------|-------------|--------------------------|--------------------------------|------|
| PROYECTO: PROPIEDADES DEL CONCRETO $f_c = 210$ KG/CM2 EN ESTADO FRESCO AL ADICIONARLE BIOCARBON DE ASERRÍN LOS PORCENTAJES EN 5%, 7.5% Y 10% CHIMBOTE - 2019 | | | | | | | | | | REGISTRO N°: TS-ERC-07 | | |
| SOLICITA: DIAZ GARCIA JOZSEF ALBRECHT | | | | | | | | | | PÁGINA N°: 01 de 01 | | |
| UBICACIÓN: Distrito: Nuevo Chimbote - Provincia: Santa - Departamento: Ancash | | | | | | | | | | FECHA ROTURA: 12/09/2019 | | |
| Item | Identificación y Características del Elemento | | | | | | | | | Ensayo de Rotura | | |
| | Estructura Vacuada | Fecha de Vaciado | Altura (cm) | Diámetro (cm) | Área (cm ²) | Relación L/D | Factor Correc. | f_c (Kg/cm ²) | Edad (días) | Lectura (Kgf) | f_{ce} (Kg/cm ²) | % |
| 01 | MUESTRA N°01 CON 7.5% DE ADICIÓN | 05/09/2019 | 30.50 | 15.10 | 181 | 2.02 | 1 | 210 | 7 | 27682.0 | 152.6 | 72.6 |
| 02 | MUESTRA N°01 CON 7.5% DE ADICIÓN | 05/09/2019 | 30.10 | 15.20 | 181 | 1.98 | 1 | 210 | 7 | 27253.0 | 150.2 | 71.5 |
| 03 | MUESTRA N°01 CON 7.5% DE ADICIÓN | 05/09/2019 | 30.00 | 15.10 | 181 | 1.99 | 1 | 210 | 7 | 28133.0 | 155.0 | 73.8 |
| Promedio | | | | | | | | | | | 152.6 | 72.7 |

Observación: Las muestras fueron elaboradas por el solicitante.



Ing. Victor Herrera Lazaro
CIP 216687 Jefe de Laboratorio



Somos la universidad de los
que quieren salir adelante.



ucv.edu.pe

| ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (ASTM - C39, MTC E704) | | | | | | | | | | | | |
|---|---|--|-------------|---------------|-------------------------|-------------|----------------|-----------------------------|-------------|---------------------------------|---------------------------------|------|
| PROYECTO: | | PROPIEDADES DEL CONCRETO $f_c = 210$ KG/CM2 EN ESTADO FRESCO AL ADICIONARLE BIOCARBON DE ASERRÍN LOS PORCENTAJES EN 5%, 7.5% Y 10% CHIMBOTE - 2019 | | | | | | | | REGISTRO N°: TS-ERC-08 | | |
| SOLICITA: | | DIAZ GARCIA JOZSEF ALBRECHT | | | | | | | | PÁGINA N°: 01 de 01 | | |
| UBICACIÓN: | | Distrito: Nuevo Chimbote - Provincia: Santa - Departamento: Ancash | | | | | | | | FECHA ROTURA: 19/09/2019 | | |
| Item | Identificación y Características del Elemento | | | | | | | | | | Ensayo de Rotura | |
| | Estructura Vacuada | Fecha de Vaciado | Altura (cm) | Diámetro (cm) | Área (cm ²) | Relación LD | Factor Correc. | f_c (Kg/cm ²) | Edad (días) | Lectura (Kgf) | f'_{ce} (Kg/cm ²) | % |
| 01 | MUESTRA N°01 CON 7.5% DE ADICIÓN | 05/09/2019 | 30.30 | 15.10 | 181 | 2.01 | 1 | 210 | 14 | 34736.8 | 191.4 | 91.2 |
| 02 | MUESTRA N°01 CON 7.5% DE ADICIÓN | 05/09/2019 | 30.00 | 15.20 | 181 | 1.97 | 1 | 210 | 14 | 34072.3 | 187.8 | 89.4 |
| 03 | MUESTRA N°01 CON 7.5% DE ADICIÓN | 05/09/2019 | 30.20 | 15.20 | 181 | 1.99 | 1 | 210 | 14 | 34405.5 | 189.6 | 90.3 |
| Promedio | | | | | | | | | | | 189.6 | 90.3 |

Observación: Las muestras fueron elaboradas por el solicitante.



Ing. Victor Herrera Lazaro
CIP 214067 Jefe de Laboratorio



Somos la universidad de los que quieren salir adelante.

| ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (ASTM - C39, MTC E704) | | | | | | | | | | | | |
|--|---|------------------|-------------|---------------|-------------------------|--------------|----------------|-----------------------------|-------------|--------------------------|--------------------------------|-------|
| PROYECTO: PROPIEDADES DEL CONCRETO $f_c = 210$ KG/CM ² EN ESTADO FRESCO AL ADICIONARLE BIOCARBON DE ASERRÍN LOS PORCENTAJES EN 5%, 7.5% Y 10% CHIMBOTE - 2019 | | | | | | | | | | REGISTRO N°: TS-ERC-09 | | |
| SOLICITA: DIAZ GARCIA JOZSEF ALBRECHT | | | | | | | | | | PÁGINA N°: 01 de 01 | | |
| UBICACIÓN: Distrito: Nuevo Chimbote - Provincia: Santa - Departamento: Ancash | | | | | | | | | | FECHA ROTURA: 03/10/2019 | | |
| Item | Identificación y Características del Elemento | | | | | | | | | Ensayo de Rotura | | |
| | Estructura Vaciada | Fecha de Vaciado | Altura (cm) | Diámetro (cm) | Área (cm ²) | Relación L/D | Factor Correc. | f_c (Kg/cm ²) | Edad (días) | Lectura (Kgf) | f_{oe} (Kg/cm ²) | % |
| 01 | MUESTRA N°01 CON 7.5% DE ADICIÓN | 05/09/2019 | 30.00 | 15.20 | 181 | 1.97 | 1 | 210 | 28 | 39491.8 | 217.6 | 103.6 |
| 02 | MUESTRA N°01 CON 7.5% DE ADICIÓN | 05/09/2019 | 30.10 | 15.30 | 181 | 1.97 | 1 | 210 | 28 | 39938.8 | 220.1 | 104.8 |
| 03 | MUESTRA N°01 CON 7.5% DE ADICIÓN | 05/09/2019 | 30.20 | 15.10 | 181 | 2.00 | 1 | 210 | 28 | 40580.3 | 223.6 | 106.5 |
| Promedio | | | | | | | | | | | 220.5 | 105.0 |

Observación: Las muestras fueron elaboradas por el solicitante.



Ing. Victor Herrera Lazaro
CIP 219087 Jefe de Laboratorio





| ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (ASTM - C39, MTC E704) | | | | | | | | | | | | |
|---|---|--|-------------|---------------|-------------------------|--------------|----------------|------------------------------|--------------------------|------------------|---------------------------------|------|
| PROYECTO: | | PROPIEDADES DEL CONCRETO $f'_c = 210 \text{ KG/CM}^2$ EN ESTADO FRESCO AL ADICIONARLE BIOCARBON DE ASERRÍN LOS PORCENTAJES EN 5%, 7.5% Y 10% CHIMBOTE - 2019 | | | | | | | REGISTRO N°: TS-ERC-10 | | | |
| SOLICITA: | | DIAZ GARCIA JOZSEF ALBRECHT | | | | | | | PÁGINA N°: 01 de 01 | | | |
| UBICACIÓN: | | Distrito: Nuevo Chimbote - Provincia: Santa - Departamento: Ancash | | | | | | | FECHA ROTURA: 12/09/2019 | | | |
| Item | Identificación y Características del Elemento | | | | | | | | | Ensayo de Rotura | | |
| | Estructura Vaciada | Fecha de Vaciado | Altura (cm) | Diámetro (cm) | Área (cm ²) | Relación L/D | Factor Correc. | f'_c (Kg/cm ²) | Edad (días) | Lectura (Kgf) | f'_{ce} (Kg/cm ²) | % |
| 01 | MUESTRA N°01 CON 10% DE ADICIÓN | 05/09/2019 | 30.50 | 15.50 | 181 | 1.97 | 1 | 210 | 7 | 25800.4 | 142.2 | 67.7 |
| 02 | MUESTRA N°02 CON 10% DE ADICIÓN | 05/09/2019 | 30.40 | 15.20 | 181 | 2.00 | 1 | 210 | 7 | 26953.7 | 148.5 | 70.7 |
| 03 | MUESTRA N°03 CON 10% DE ADICIÓN | 05/09/2019 | 30.20 | 15.30 | 181 | 1.97 | 1 | 210 | 7 | 26533.5 | 148.8 | 69.9 |
| Promedio | | | | | | | | | | | 145.8 | 69.4 |

Observación: Las muestras fueron elaboradas por el solicitante.


Ing. Victor Herrera Lazaro
 CIP 215607 Jefe de Laboratorio



Somos la universidad de los
que quieren salir adelante.



ucv.edu.pe

| ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (ASTM - C39; MTC E704) | | | | | | | | | | | | |
|---|---|------------------|-------------|---------------|-------------------------|--------------|----------------|------------------------------|-------------|--------------------------|---------------------------------|------|
| PROYECTO: PROPIEDADES DEL CONCRETO $f'_c = 210$ KG/CM ² EN ESTADO FRESCO AL ADICIONARLE BIOCARBON DE ASERRÍN LOS PORCENTAJES EN 5%, 7.5% Y 10% CHIMBOTE - 2019 | | | | | | | | | | REGISTRO N°: TS-ERC-11 | | |
| SOLICITA: DIAZ GARCIA JOZSEF ALBRECHT | | | | | | | | | | PÁGINA N°: 01 de 01 | | |
| UBICACIÓN: Distrito: Nuevo Chimbote - Provincia: Santa - Departamento: Ancash | | | | | | | | | | FECHA ROTURA: 19/09/2019 | | |
| Item | Identificación y Características del Elemento | | | | | | | | | Ensayo de Rotura | | |
| | Estructura Vaciada | Fecha de Vaciado | Altura (cm) | Diámetro (cm) | Área (cm ²) | Relación L/D | Factor Correc. | f'_c (Kg/cm ²) | Edad (días) | Lectura (Kgf) | f'_{ce} (Kg/cm ²) | % |
| 01 | MUESTRA N°01 CON 10% DE ADICIÓN | 05/09/2019 | 30.20 | 15.10 | 181 | 2.00 | 1 | 210 | 14 | 33032.7 | 182.0 | 86.7 |
| 02 | MUESTRA N°02 CON 10% DE ADICIÓN | 05/09/2019 | 30.50 | 15.20 | 181 | 2.01 | 1 | 210 | 14 | 32954.9 | 181.6 | 86.5 |
| 03 | MUESTRA N°03 CON 10% DE ADICIÓN | 05/09/2019 | 30.40 | 15.00 | 181 | 2.03 | 1 | 210 | 14 | 33499.6 | 184.6 | 87.9 |
| Promedio | | | | | | | | | | | 182.8 | 87.0 |

Observación: Las muestras fueron elaboradas por el solicitante.



Ing. Victor Herrera Lazaro
CIP 217987 Jefe de Laboratorio



Somos la universidad de los que quieren salir adelante.

| ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (ASTM - C39; MTC E704) | | | | | | | | | | | | |
|--|---|------------------|-------------|---------------|-------------------------|--------------|----------------|-----------------------------|-------------|--------------------------|--------------------------------|-------|
| PROYECTO: PROPIEDADES DEL CONCRETO $f_c = 210$ KG/CM ² EN ESTADO FRESCO AL ADICIONARLE BIOCARBON DE ASERRÍN LOS PORCENTAJES EN 5%, 7.5% Y 10% CHIMBOTE - 2019 | | | | | | | | | | REGISTRO N°: TS-ERC-12 | | |
| SOLICITA: DIAZ GARCIA JOZSEF ALBRECHT | | | | | | | | | | PÁGINA N°: 01 de 01 | | |
| UBICACIÓN: Distrito: Nuevo Chimbote - Provincia: Santa - Departamento: Ancash | | | | | | | | | | FECHA ROTURA: 03/10/2019 | | |
| Item | Identificación y Características del Elemento | | | | | | | | | Ensayo de Rotura | | |
| | Estructura Vaciada | Fecha de Vaciado | Altura (cm) | Diámetro (cm) | Área (cm ²) | Relación L/D | Factor Correc. | f_c (Kg/cm ²) | Edad (días) | Lectura (Kgf) | f_{ce} (Kg/cm ²) | % |
| 01 | MUESTRA N°01 CON 10% DE ADICIÓN | 05/09/2019 | 31.00 | 15.80 | 181 | 1.96 | 1 | 210 | 28 | 39083.6 | 215.4 | 102.6 |
| 02 | MUESTRA N°02 CON 10% DE ADICIÓN | 05/09/2019 | 30.20 | 15.40 | 181 | 1.96 | 1 | 210 | 28 | 38529.0 | 212.3 | 101.1 |
| 03 | MUESTRA N°03 CON 10% DE ADICIÓN | 05/09/2019 | 30.50 | 15.20 | 181 | 2.01 | 1 | 210 | 28 | 37945.4 | 209.1 | 99.6 |
| Promedio | | | | | | | | | | | 212.3 | 101.1 |

Observación: Las muestras fueron elaboradas por el solicitante.



Ing. Victor Herrera Lazaro
CIP 218067 Jefe de Laboratorio



Somos la universidad de los
que quieren salir adelante.

ANEXO N° 07:
Panel Fotográfico

RECOLECCIÓN DE AGREGADOS



Se utilizó agregado grueso de la cantera la Dulong (carretera a cerro de la paz))



Se utilizó agregado fino de la cantera San Pedrito (cerca al AA.HH. San Pedrito)

Ensayos en el laboratorio



Análisis granulométrico del agregado grueso y fino



Peso unitario suelto y compactado de agregado fino y grueso

Ensayos en el laboratorio



Peso específico y absorción de los agregados



Elaboración de mezcla para concreto y llenado de probetas

Rotura de probeta



Rotura de probetas patrón y experimentales