



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Caracterización física – mecánica de concreto adicionando aserrín de madera y ceniza de cascarilla de arroz en la ciudad de san Ignacio – Cajamarca.

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Civil

AUTORES:

Pintado Gonzaga, Joel Humberto (ORCID: 0000 – 0000 – 1343 – 2908)

Siesquen Delgado, Jaime Cesar (ORCID: 0000 – 0002 – 8834 – 8583)

ASESOR:

Mg. Alzamora Román, Hermer Ernesto (ORCID: 0000-0002-2634-7710)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño sísmico estructural

CHICLAYO - PERÚ

2021

Dedicatoria

En primer lugar, agradecer a Dios por su infinita bendición y protección del día a día y guiarme por el buen camino, en segundo lugar, agradecerles a mis padres y hermanos y familiares quienes han sido motivo de inspiración para lograr este objetivo y con la esperanza de que en un futuro sea ejemplo para ellos, en tercer lugar, a mi esposa quien me ha brindado su apoyo incondicional y emocional para poder culminar este proyecto.

JOEL HUMBERTO PINTADO GONZAGA

Dale gracias a mis padres por encontrarse en los instantes más difíciles de mi vida y mediante su lucha constante y sacrificio diario me ha permitido cumplir con este importante objetivo, además a enseñarme a no decaer y que siempre luchemos por los objetivos planteados, a mis abuelos que guían mis pasos y cada vez que miro hacia el cielo los recuerdo en cada momento y que en vida me formaron para triunfar y lograr mis objetivos, a mi esposa por su ayuda absoluta que me brinda en todo momento para poder culminar mi profesión y a mi hijo por ser el motivo más importante de mi vida y la razón para poder salir adelante.

JAIME CESAR SIESQUEN DELGADO

Agradecimiento

A la Universidad Cesar Vallejo, y en particular a la escuela profesional de Ingeniería Civil, que me refugio en sus diferentes aulas a lo largo de mi formación académica, a todos los docentes que nos inculcaron valores y conocimientos necesarios para formarnos como profesionales, a mis compañeros de estudio por cada momento compartido.

A mis padres, hermanos y parientes por ser el sostén y acompañarme en esta causa de mi vida, a mi esposa por su ayuda incondicional en todo momento de mi carrera profesional.

A nuestro asesor MG. ALZAMORA ROMÁN HERMER ERNESTO, por compartir sus conocimientos y disponer de su tiempo para la asesoría del desarrollo de tesis.

Índice de contenidos

Carátula	i
Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Índice de contenidos	iv
Índice de Tablas	v
Índice de figuras	viii
Resumen	x
Abstract	xi
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO.....	4
III. METODOLOGÍA.....	19
3.1. Tipo y Diseño de Investigación	19
3.2. Variables	21
3.3. Población, Muestra y Muestreo.....	21
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.	22
3.5. Procedimiento	23
3.6. Método de análisis de datos	24
3.7. Aspectos éticos.....	24
IV. RESULTADOS	25
4.1. Análisis de Granulometría – NTP 400.012.....	25
4.2. Diseño de mezcla para concreto 210 kg/cm ² patrón y modificado	32
4.3. Ensayos de Resistencia o Esfuerzo a la Compresión del Concreto ...	34
4.4. Ensayos de la resistencia a la flexión del concreto.....	48
V. DISCUSIÓN	51
VI. CONCLUSIONES.....	58
VII. RECOMENDACIONES	60
REFERENCIAS.....	61
ANEXOS	65

Índice de Tablas

Tabla 1: Componentes Químicos del Cemento.....	7
Tabla 2: Denominación de los agregados por su tamaño de sus partículas.	7
Tabla 3: Tamices empleados para un análisis de granulometría.	8
Tabla 4: Mínimo y máximo del Agregado Fino	9
Tabla 5: Mínimo y máximo del Agregado Grueso	9
Tabla 6: Propiedades que tiene la ceniza de cascarilla de arroz al ser calcinada.	18
Tabla 7: Diseño de ensayos preliminares del esfuerzo a la compresión.	19
Tabla 8: Diseño de ensayos definitivos del esfuerzo a la compresión.	19
Tabla 9: Diseño de ensayos definitivos del esfuerzo a la flexión.....	20
Tabla 10: Probetas preliminares según edades y diseño – resistencia a esfuerzo de compresión.....	21
Tabla 11: Especímenes definitivas según sus edades y diseño – ($F'c$)	22
Tabla 12: Probetas definitivas según las edades y diseño – ($M'r$)	22
Tabla 13: Análisis Granulométrico del Agregado Fino	25
Tabla 14: Análisis Granulométrico del Agregado Grueso.....	26
Tabla 15: Peso Específico y Porcentaje de Absorción – Agregado Grueso.....	27
Tabla 16: Peso Específico y Porcentaje de Absorción – Agregado Fino.....	28
Tabla 17: Peso Volumétrico para Agregado Fino.....	28
Tabla 18: Peso Volumétrico para Agregado Grueso	29
Tabla 19: Contenido de Humedad - Agregado Fino.	29
Tabla 20: Contenido de Humedad - Agregado Grueso.	30
Tabla 21: Resistencia a la Abrasión - Agregado Grueso y Fino.....	30
Tabla 22: Equivalente de Arena	31
Tabla 23: Propiedades físicas del agregado fino y grueso – cantera Rio Chinchipe.	31
Tabla 24: Cantidad de materiales (kg/m^3) – $F'c = 210 Kg/cm^2$ – Concreto patrón.	32
Tabla 25: Cantidad de materiales (kg/m^3) – $F'c = 210 Kg/cm^2$ – Concreto modificado.....	32
Tabla 26: Dosificación recomendada en peso (kg) – concreto patrón.....	32

Tabla 27: Dosificación recomendada en volumen (pie3) – concreto patrón.....	33
Tabla 28: Dosificación recomendada en peso (kg) - concreto modificado	33
Tabla 29: Dosificación recomendada en volumen (pie3) - concreto modificado	33
Tabla 30: Resultados Preliminares a la Resistencia a la Compresión y Asentamiento de probetas patrón.	34
Tabla 31: Resultados Preliminares de Resistencia a la Compresión y Asentamiento adicionando el 2% de Aserrín de Madera.....	35
Tabla 32: Resultados Preliminares de Resistencia a la Compresión y Asentamiento adicionando el 5% de Aserrín de Madera.....	35
Tabla 33: Resultados Preliminares a la Resistencia a la Compresión y Asentamiento adicionando el 7% de Aserrín de Madera.....	36
Tabla 34: Resultados preliminares de Resistencia a la Compresión y Asentamiento adicionando el 10% de Aserrín de Madera.....	36
Tabla 35: Resultados preliminares a la Resistencia a la Compresión y Asentamiento adicionando el 12% de Aserrín de Madera.....	37
Tabla 36: Resultados Preliminares de Resistencia a la Compresión y Asentamiento adicionando el 15% de Aserrín de Madera.....	38
Tabla 37: Resultados Preliminares de Resistencia a la Compresión y Asentamiento adicionando el 2% de CCA.....	38
Tabla 38: Resultados Preliminares de Resistencia a la Compresión y Asentamiento adicionando el 5% de CCA.....	39
Tabla 39: Resultados Preliminares de Resistencia a la Compresión y Asentamiento adicionando el 7% de CCA.....	39
Tabla 40: Resultados Preliminares de Resistencia a la Compresión y Asentamiento adicionando el 10% de CCA.....	40
Tabla 41: Resultados Preliminares de Resistencia a la Compresión y Asentamiento adicionando el 12% de CCA.....	40
Tabla 42: Resultados Preliminares de Resistencia a la Compresión y Asentamiento adicionando el 15% de CCA.....	41
Tabla 43: Resumen de Resultados Preliminares de Resistencia a la Compresión y Asentamiento del concreto patrón y modificado con aserrín – Edad: 28 días.	42

Tabla 44: Resumen de Resultados Preliminares de Resistencia a la Compresión y Asentamiento del concreto patrón y modificado con CCA – Edad: 28 días...	43
Tabla 45: Resultados definitivos de resistencia a la compresión y asentamiento de probetas patrón.	45
Tabla 46: Resultados definitivos de Resistencia a la Compresión y Asentamiento adicionando el 2% de Aserrín de Madera más el 2% de CCA.	46
Tabla 47: Resultados definitivos de Resistencia a la Compresión y Asentamiento del concreto patrón y modificado con adición combinado de aserrín de madera más CCA – Edad: 28 días.	46
Tabla 48: Resultados definitivos de Resistencia a la flexión y asentamiento de concreto patrón.	48
Tabla 49: Resultados Definitivos de Resistencia a la flexión y asentamiento a concreto patrón y modificado con adición combinado de Aserrín y CCA.	49
Tabla 50: Cuadro comparativo de la resistencia a la flexión de concreto patrón y modificado.	49

Índice de figuras

Figura 1: Límite de la Curva de Granulometría del Agregado Fino.	9
Figura 2: Límite de la Curva de Granulometría del Agregado Grueso.	10
Figura 3: Procedimiento para elaborar el ensayo del asentamiento.....	12
Figura 4: Clasificación del Concreto según su Consistencia.	13
Figura 5: Aplicación de la norma ASTM C31 en la fabricación de especímenes cilíndricos de concreto.....	15
Figura 6: Aplicación de la norma ASTM C78 y ASTM C293 para hallar el esfuerzo a la flexión.	16
Figura 7: Curva Granulométrica Agregado Fino.....	26
Figura 8: Curva Granulométrica Agregado Grueso	27
Figura 9: Gráfico de barras de resistencia a la compresión de concreto patrón y modificado con adición de aserrín de madera - preliminar.....	42
Figura 10: Curva de resistencia a la compresión de concreto patrón y modificado con adición de aserrín de madera a la edad 28 días – $F'c=210\text{kg/cm}^2$	43
Figura 11: Gráfico de barras de resistencia a la compresión de concreto patrón y modificado con adición de CCA - preliminar.....	44
Figura 12: Curva de resistencia a la compresión de concreto patrón y modificado con adición CCA a la edad 28 días – $F'c=210\text{kg/cm}^2$	44
Figura 13: Gráfico de barras de resistencia a la compresión de concreto patrón y modificado con adición combinado de aserrín de madera y CCA.	47
Figura 14: Curva Comparativa de la Resistencia a la Compresión Patrón y Modificado con Adición de 2% Aserrín más 2% de CCA.	47
Figura 15: Resistencia a la Flexión del concreto patrón y modificado – $F'c=210\text{kg/cm}^2$	50
Figura 16: Comportamiento en % del concreto modificado con adición de aserrín – $F'c=210\text{kg/cm}^2$	52
Figura 17: Comportamiento en % del concreto modificado con adición de CCA – $F'c=210\text{kg/cm}^2$	54
Figura 18: Comportamiento en % del concreto patrón y modificado con adición combinado de aserrín de madera y CCA para el esfuerzo a la compresión. – $F'c=210\text{kg/cm}^2$	55

Figura 19: Comportamiento en % del concreto patrón y modificado con adición combinado de aserrín de madera y CCA para el esfuerzo a la flexión – $F'_c=210\text{kg/cm}^2$ 56

Resumen

En el actual proyecto de investigación se tuvo como objetivo estudiar las características físicas y mecánicas de concreto, incorporando aserrín de madera y CCA.

Los elementos usados son: cemento portland tipo I, aserrín de madera, CCA, agregado fino y grueso y agua potable. Se diseñó la mezcla para un concreto $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, procediéndose a elaborar y ensayar probetas preliminares con adición de aserrín de madera y de CCA, (2%, 5%, 7%, 10%, 12%, 15%) con relación al peso del cemento, obteniendo como resultado preliminar a la edad de 28 días que la adición del 2% de cada material aumenta la resistencia del concreto. Finalmente se realizaron especímenes definitivos combinando 2% de aserrín de madera y 2% de CCA, los cuales fueron ensayados a la resistencia a la compresión y flexión, dando como resultados a los 28 días $F'c = 229.88 \text{ kg/cm}^2$ y $M'r = 48.18 \text{ kg/cm}^2$ respectivamente, en base a un concreto patrón ($F'c = 217.76 \text{ kg/cm}^2$ y $M'r = 45.86 \text{ kg/cm}^2$). Se concluye que al adicionar el 2% de aserrín de madera y 2% de CCA combinado, aumentar la resistencia a la compresión y flexión en 5.57% y 5.0% respectivamente con relación al concreto patrón.

Palabras claves: concreto, aserrín de madera, ceniza de cascarilla de arroz, resistencia a la compresión, resistencia a la flexión.

Abstract

The current research project aimed to study the physical and mechanical characteristics of concrete, incorporating wood sawdust and CCA.

The elements used are: type I portland cement, wood sawdust, CCA, fine and coarse aggregate and potable water. The mixture was designed for a concrete $F'c = 210 \text{ kg / cm}^2$, proceeding to elaborate and test preliminary specimens with the addition of wood sawdust and CCA, (2%, 5%, 7%, 10%, 12%, 15 %) in relation to the weight of the cement, obtaining as a preliminary result at the age of 28 days that the addition of 2% of each material increases the strength of the concrete. Finally, definitive specimens were made combining 2% of wood sawdust and 2% of CCA, which were tested for resistance to compression and flexion, giving as results at 28 days $F'c = 229.88 \text{ kg / cm}^2$ and $M'r = 48.18 \text{ kg / cm}^2$ respectively, based on a concrete standard ($F'c = 217.76 \text{ kg / cm}^2$ and $M'r = 45.86 \text{ kg / cm}^2$). It is concluded that by adding 2% of wood sawdust and 2% of combined CCA, the compressive and flexural strength increases by 5.57% and 5.0% respectively in relation to the standard concrete.

Keywords: concrete, wood sawdust, rice husk ash, compressive strength, flexural strength.

I. INTRODUCCIÓN

En el Perú, el concreto es el elemento principal que se usa en las obras de construcción. Para alcanzar óptimas propiedades de tipo mecánico y físico depende mucho de los elementos que lo componen al concreto, teniendo en cuentas la norma técnica ASTM y la NTP.

En la actualidad los efectos contaminantes del ambiente, es una de las problemáticas que afecta a todo el mundo, y nuestro país no es ajeno a ello, habiendo como ejemplo el acopio de grandes cantidades de desechos orgánicos e inorgánicos producidos por las fábricas y empresas como los aserraderos de madera y las apiladoras de arroz (Aquiles, 2019).

El crecimiento y desarrollo de un país ha dependido principalmente del avance de la tecnología, el cual ha facilitado la explotación exagerada de los recursos naturales, entre estos se encuentran los residuos forestales obtenidos por restos de ebanistería y aserríos. Según (Guaches, y otros, 2016), menciona que “El aserrín es uno de los residuos forestales que se acumulan grandes cantidades en las carpinterías y aserraderos. En el año 2009, la ciudad más importante de Cuba produjo más de 112 toneladas de residuos forestales, el cual fue arrojado a la intemperie y luego quemado (...)”, por tal razón sería necesario reutilizar estos residuos para disminuir la contaminación ambiental.

Según la revista Constructivo, en la noticia (Los Residuos de Madera se Utilizan ahora como Aditivos para el Concreto, 2019), argumenta que “el país de Singapur en el año 2016 produjo más de 533,000 toneladas de aserrín provenientes de las fábricas de muebles, el cual eran depositados en vertederos y luego calcinados ocasionando gran contaminación del medio ambiente (...)”, esto ha llevado a convertir el aserrín en aditivo para mejorar la impermeabilidad y endurecimiento de las estructuras de viviendas y edificios, disminuyendo así el tiempo de desencofrado y costos en el proceso constructivo.

Según estudios realizados en la ciudad de Lima “(...) el 89.29% del aserrín es proveniente de las fábricas que se dedica a la elaboración de pisos de madera” (Bobadilla Zárata, y otros, 2016). Por lo tanto, se plantea un manejo adecuado de

estos residuos para su aprovechamiento en el área de la construcción y con ello beneficiar en cuidar el ambiente.

De igual manera, (Mattey , y otros, 2015 pág. 2) menciona que: “la cáscara del grano de arroz es un residuo de desperdicio que indica aproximadamente el 20% de la productividad del grano de arroz a nivel mundial, en el año 2011 alcanzó los 700,000 kilos, convirtiéndose el mayor residuo que se obtiene a partir de producir granos (...)”. También menciona que: “a consecuencia de esta producción, se obtiene cerca de 300 millones de toneladas de cascarilla de arroz a manera residual, el cual, por medio de un procedimiento de quemar con control, lo que origina aproximadamente 100 millones de toneladas de CCA que presenta una elevada cantidad de sílice (...)”.

El Ministerio de Agricultura y Riego (MINAGRI, 2020 pág. 01) menciona que: “(...) en el Perú la producción de arroz ha ascendido a una tasa promedio anual de 2.8% durante los últimos 20 años, siendo 3.2 millones de toneladas de arroz cáscara, del cual, 1.9 millones de toneladas es arroz pilado”, esto quiere decir que 1.3 millones de toneladas representa a la cascarilla de arroz, el cual es arrojado a botaderos y posteriormente quemado ocasionando gran contaminación en los ríos, lagos, quebradas, mares, suelo. Sin embargo, al ser quemada esta cascarilla se obtiene una ceniza con alto porcentaje de sílice, transformándose en una opción en el uso en la fabricación de concreto debido a sus propiedades puzolánicas.

En la ciudad de san Ignacio, región de Cajamarca, el cultivo y producción de arroz, es uno de las tareas que se realiza diariamente, por ello se genera gran cantidad de desechos de cascarilla de arroz el cual son arrojados a botaderos clandestinos y posteriormente calcinados. De la misma manera esta provincia, se caracteriza por ser una zona maderera extensa, en el cual existen aserraderos y carpinterías dedicadas a la fabricación de diferentes tipos de muebles u otros trabajos a fines, que originan gran cantidad de desechos de aserrín, virutas, entre otros.

En este contexto, esta investigación pretende utilizar estos materiales de desechos (aserrín de madera y la ceniza de cáscara de arroz), los cuales serán adicionados al concreto tradicional en porcentajes determinados en relación al peso del cemento

para determinar sus propiedades de tipo físico y mecánico, y así obtener una alternativa de construcción que reduzca los costos de producción del concreto.

La formulación del problema a realizar es ¿Cuáles son las características físicas y mecánicas del concreto al adicionar aserrín de madera y CCA?

La justificación de investigación del presente proyecto se detalla a continuación:

Justificación social. – Lo que posibilitará darle un mejor uso al aserrín de madera y a la ceniza de cascarilla de arroz aportando nuevos conocimientos confiables, y a la vez reducir la contaminación que ofrecen estos desechos a ser acopiados en lugares inadecuados.

Justificación técnica. - Esta investigación se justifica técnicamente pues posibilitará ejecutar un análisis para mejorar las cualidades de tipo físico y mecánico del concreto sin y con adiciones de aserrín de madera y CCA.

Justificación económica. - Usando residuos de aserrín de madera y CCA en la fabricación del hormigón o concreto mejorando sus propiedades, se reducirá costos en materiales y costos en proceso constructivos.

La hipótesis planteada es: “La adición de aserrín de madera y CCA mejorará las propiedades físicas y mecánicas del concreto”.

Objetivo principal del estudio a continuación es:

Analizar las características o propiedades físicas y mecánicas que presenta el concreto al adicionarse aserrín de madera y CCA.

Los objetivos específicos son:

1. Determinar las cualidades físicas de los agregados finos y gruesos de la cantera río Chinchipe – Sector Huaquillo.
2. Elaborar las dosificaciones de mezclas del concreto patrón y concreto modificado
3. Determinar las cualidades físicas y mecánica del concreto patrón y modificado en estado plástico y rígido.

II. MARCO TEÓRICO

Existen investigaciones internacionales, nacionales, regionales y locales semejantes al presente proyecto como se describen a continuación:

En el proyecto de investigación titulado: “Hormigón de Aserrín”, se tuvo como objetivo medir a distintas edades (7,14,28 días) la resistencia o esfuerzo del concreto a la compresión y resistencia o esfuerzo a la flexión, en mezclas preparadas adicionando aserrín, cemento, agua y cal, llegando a la conclusión que según el pasar del tiempo de cura del hormigón va adquiriendo mayor resistencia, esto debido a una lenta hidratación del cemento, de la misma manera menciona que en los primeros días de curado la resistencia aumenta rápidamente a un 90% de su valor final y conforme va pasando el tiempo el aumento de la resistencia disminuye (Garcés , 2004 págs. 4, 70).

Según las investigadoras (Rodríguez , y otros, 2019 pág. 06), en su trabajo de investigación titulado “**Evaluación de la Ceniza de Cáscara de Arroz como Suplemento al Cemento en Concreto Hidráulico**”, tuvieron como objetivo obtener las propiedades fisicoquímicas de la CCA, realizar el diseño o dosificación de mezcla patrón y el diseño o dosificación de mezcla incorporando CCA y determinar las características físico y mecánicas del concreto normal y modificado. Arribaron y concluyeron que la CCA está compuesto por óxido de silicio y también presenta material puzolánico que al agregarse al cemento y agua reaccionen químicamente, además las muestras obtenidas incorporando CCA en un 3% y 5% presenta resistencia inferior a la muestra patrón con diferencias de 2% y 1% respectivamente en tanto la trabajabilidad y contenido de aire no hay ninguna diferencia.

(Sánchez García, 2017 págs. 18, 66), en su proyecto de investigación titulado “**Comportamiento del Aserrín sobre el Esfuerzo a la Compresión, Asentamiento, Densidad y Absorción para Bloques de Concreto**”, tuvo como objetivo investigar el comportamiento donde sustituye la arena gruesa por aserrín de madera en un 10%, 20% 30%, 40% y 50% para comprobar y analizar su esfuerzo a la compresión, densidad, absorción y asentamientos para muros de mampostería con una dosificación de mortero de 70 kg/cm² y aplicando la NTP para cada

ensayo, llegando a la conclusión para un diseño de mezcla patrón sin aserrín obtuvieron un $f'c = 108 \text{ kg/cm}^2$, un asentamiento 6.9 cm, absorción del concreto de 6.1%, y una densidad del concreto de $2,124 \text{ kg/cm}^3$; y la dosificación de la mezcla de mortero con mejores resultados se da sustituyendo un 30% de aserrín por arena, el cual se obtiene un $f'c = 72 \text{ kg/cm}^2$, asentamiento 2.5 cm, densidad del mortero $1,916 \text{ kg/cm}^3$ y absorción del mortero de 9.5% (Sánchez García, 2017).

De la misma manera, (Jaime, y otros, 2018 págs. 22, 112) en su estudio denominado **“Influencia de la CCA sobre el Esfuerzo a la Compresión del Concreto no Estructural”**, tuvieron como principal objetivo establecer la adherencia de la CCA en el esfuerzo a la compresión del hormigón o concreto a los 7, 14, 28 días de curado, y determinar qué porcentaje de CCA es recomendable para sustituir el cemento y obtener mejores resultados en la elaboración de bloques de concreto no reforzado, llegando a la conclusión que la CCA optimiza las cualidades mecánicas del concreto y que al remplazar el 8% con cemento esto alcanza una $F'c = 231 \text{ kg/cm}^2$ a la edad de 28 días para un concreto patrón $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ y no altera de forma negativa la consistencia o trabajabilidad del concreto cuando está en estado plástico o fresco.

(Arévalo Torres , y otros, 2020) en su proyecto de investigación titulado **“Adición de CCA para Obtener Mejores Cualidades del Concreto en el departamento de San Martín”** tuvieron como objetivo realizar ensayos granulométricos de los agregados utilizados en su proyecto de investigación, realizar pruebas sometiendo al concreto en estado rígido a esfuerzos a la compresión y flexión de un diseño patrón de $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$ y $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ y hallar el porcentaje ideal de CCA para mejorar la resistencia o esfuerzo a la flexión y compresión luego de haberle incorporado CCA, concluyendo que el agregado de significativo grosor empleado si cumplen con los parámetros de granulometrías mientras que el agregado fino tuvieron que estabilizarlo con agregado fino triturado proveniente del proceso de triturado de la piedra chancada para que cumpla con los parámetros de pruebas granulométricas dadas por las normativas de construcción, así mismo realizaron probetas patrón de $f'c = 176.53 \text{ kg/cm}^2$ y $f'c = 210.35 \text{ kg/cm}^2$, y agregando CCA en un 2% el concreto genera resultados positivos sobrepasando la resistencia patrón en un 0.65% y 1.65% respectivamente.

Por otro lado, el investigador (Velásquez Sinche, 2020 pág. 08), en su proyecto de investigación titulado “**Análisis Comparativo de Resistencia a Esfuerzos a Flexión y Compresión entre un Concreto Tradicional y Añadiendo Aserrín al 5%, 10% y 15%**”, tuvo como objetivo analizar de forma comparativa la resistencia a flexión y compresión del hormigón o concreto tradicional y con incorporación de 5%, 10% y 15% de aserrín en peso de cemento, el cual llegó a la conclusión que el concreto añadido en un 5% y 10% de aserrín tuvo un incremento significativo de la resistencia cuando flexiona, en cambio a la resistencia cuando comprime no se obtuvo algún incremento en ninguno de los tres porcentajes, de tal manera finaliza recomendando el uso del aserrín de madera para la fabricación de concreto en estructuras no reforzadas y que estén expuestas a esfuerzos de flexionarse.

Así mismo, en esta investigación que se han considerado algunas teorías importantes relacionadas al tema, las cuales se detallan a continuación:

Concreto.

Según (Niño Hernández, 2010) en su libro “**Tecnología de los Materiales**”, define:

Producto que se obtiene de la mezcla de cemento con agregado fino y grueso más agua y para algunas veces aditivos, que al endurecer resiste grandes esfuerzos mecánicos. En la actualidad es el insumo más usado en todos los países en el área de construcción por su dureza y costo bajo de producción.

Componentes del concreto.

Cemento.

(Cemento, el principal conglomerante de la construcción, 2020), lo define como:

Material que aglutina, posee cualidades de cohesión y adherencia que permite la combinación de partículas minerales entre sí creando un elemento sólido, éste se obtiene de la “combinación de ingredientes calcáreos y compuestos de arcilla u los demás materiales que poseen sílice, alúmina u óxido de hierro que pasó por proceso en temperatura elevada y mezclado con yeso (...)”.

Los componentes químicos del cemento se explican en la tabla 1.

Tabla 1: Componentes Químicos del Cemento

COMPOSICIÓN QUÍMICA DE UN CEMENTO			
Nombre	Composición	Proporción (%)	
		Clínker	Cemento
Sílice	SiO ₂	21,4	19,9
Alúmina	Al ₂ O ₃	5,5	5,1
Hierro	Fe ₂ O ₃	3,8	3,5
Cal combinada	CaO	66,4	64,0
Magnesia	MgO	1,4	1,3
Azufre	SO ₃	0,3	3,6
Pérdida al fuego	P.F.	0,2	1,6
Cal libre	CaO	1,0	0,9
Residuo insoluble	R.I.	0,1	0,1
Alcalis	Na ₂ O + K ₂ O	0,9	0,8

Fuente: Materiales de Construcción (Polanco Medraza, y otros).

Agregado Fino (arena).

Según (Gracia Vega, 2018), nos dice:

Es aquel material desintegrado naturalmente o artificialmente, que se extrae de los ríos, quebradas o canteras de cerros, presentando el mayor número de sus partículas inferiores a 5 mm y pasan del 95% al 100% por el tamiz N°4, estas partículas deben ser resistentes y durables, de la misma manera deben estar libres de elementos químicos u orgánicos que afecten la adherencia e hidratación del cemento al momento de ser mezclado.

Agregado Grueso (piedra Chancada).

(Arévalo Torres , y otros, 2020 pág. 11), describe que “Es aquel material desintegrado o triturado de las rocas de rio o de cantera de cerro, el cual al ser tamizado se retiene en la malla N° 4, estas partículas deben estar limpias y libres de material orgánico o químico que afecten y alteren sus propiedades físicas (...)”.

Tabla 2: Denominación de los agregados por su tamaño de sus partículas.

TAMAÑO EN mm.	DENOMINACIÓN MÁS COMÚN	CLASIFICACIÓN	USO COMO AGREGADO DE MEZCLAS
< 0,002	Arcilla	Fracción muy fina	No recomendable
0,002 – 0,074	Limo	Fracción fina	No recomendable
0,074 – 4,76 #200 - #4	Arena	Agregado fino	Material apto para mortero o concreto
4,76 – 19,1 #4 – ¾"	Gravilla	Agregado grueso	Material apto para concreto
19,1 – 50,8 ¾" – 2"	Grava		Material apto para concreto
50,8 – 152,4 2" – 6"	Piedra		
> 152,4 6"	Rajón, Piedra bola		Concreto ciclópeo

Fuente: (Quingaluisa Sáes , 2014 pág. 8)

Características Físicas de los Agregados

Granulometría.

De acuerdo a (Quingaluisa Sáes , 2014 pág. 9) nos dice que:

Es el análisis que se realiza a los agregados clasificándolos por tamaños, utilizando tamices estandarizados por la norma ASTM C 33, las cuales van puestos de mayor a menor consiguiendo la masa retenida en todas las mallas con el fin de establecer que se distribuyan todas sus partículas. De la misma manera (NTP 400.011, 2013) nos dice que los agregados que se utilizan para la fabricación de concreto deben ser tamizado siguiendo los pasos que detalla la norma y utilizando los tamices que se detallan a continuación en la tabla 3.

Tabla 3: Tamices empleados para un análisis de granulometría.

DESIGNACION ICONTEC	DESIGNACION A.S.T.M.
---	6"
---	5"
---	4 ½"
* 101,6 mm	4"
* 90,5 mm	3 ½"
76,1 mm	3"
* 64,0 mm	2 ½"
* 50,8 mm	2"
38,1 mm	1 ½"
* 25,4 mm	1"
19,0 mm	¾"
* 12,7 mm	½"
9,51 mm	3/8"
4,76 mm	No. 4
2,38 mm	No. 8
1,19 mm	No. 16
595 µm	No. 30
297 µm	No. 50
149 µm	No. 100
74 µm	No. 200
* Tamices que no cumplen la relación 1:2.	

Fuente: Libro de Concreto Simple (ing. Rivera pág. 57)

En las tablas 4 y 5, se muestra los mínimos y máximos que pasan los agregados por cada tamiz tanto finos y gruesos según la norma ASTM C33.

Tabla 4: Mínimo y máximo del Agregado Fino

Mallas	Especificaciones Técnicas ASTM C-33	
	Mínimo	Máximo
3/8"	-	100
N° 4	95	100
N° 8	80	100
N° 16	50	85
N° 30	25	60
N° 50	10	30
N° 100	2	10
<N° 100	0	0

Fuente: ASTM C 33

Tabla 5: Mínimo y máximo del Agregado Grueso

Mallas	Especificaciones Técnicas ASTM C-33 HUSO 467	
	Mínimo	Máximo
2"	-	100
1 1/2"	90	100
1"	90	100
3/4"	40	85
1/2"	10	40
3/8"	0	15
N° 4	0	5
< N° 4	0	0

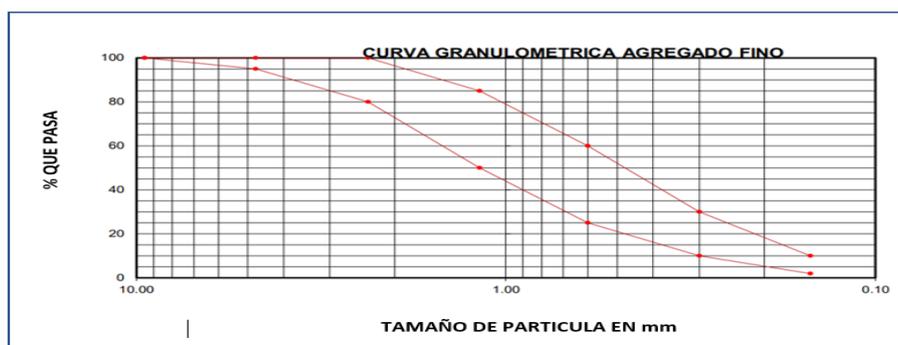
Fuente: ASTM C33

Curva Granulométrica.

Según (ing. Rivera pág. 58), menciona que “para interpretar mejor los resultados de granulometría se debe representar gráficamente en una curva llamada granulométrica (...)”.

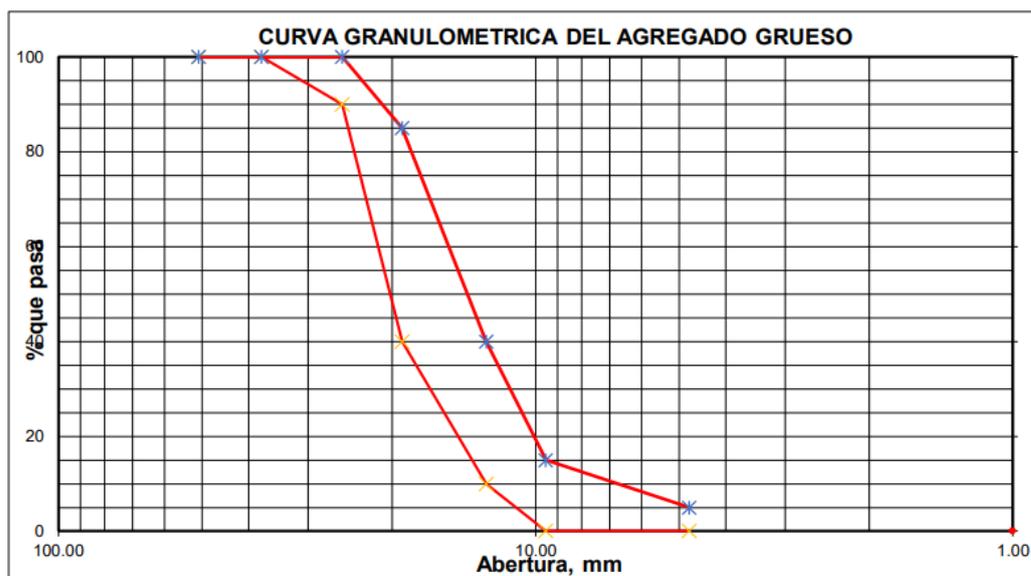
En la Figura 1 y 2 se muestra los límites de la curva de granulometría de los agregados.

Figura 1: Límite de la Curva de Granulometría del Agregado Fino.



Fuente: Arévalo torres

Figura 2: Límite de la Curva de Granulometría del Agregado Grueso.



Fuente: Arévalo torres

Peso Unitario

Según (Pasquel C, 1992 pág. 74), nos dice que el peso unitario de cada agregado tanto fino como grueso “resulta de la división de su peso entre su volumen de sus componentes incluyendo los espacios vacíos. El valor del peso está entre 1500 y 1700 Kg/m³.”

Peso Específico o Densidad

El peso específico o densidad de los agregados “resulta de la división de su peso entre su volumen de sus partículas sin considerar los espacios vacíos formados entre sí (...)” (NTP 400.012, 2012). Para obtener los parámetros a utilizar en los cálculos hay que multiplicar el resultado de lo anterior con la densidad del agua.

Absorción.

De la misma manera (Pasquel C, 1992 pág. 75), define como absorción del concreto “(...) es la capacidad de incorporar agua en los poros de las partículas de los agregados, este fenómeno se produce por capilaridad, por quedar aire atrapado y no llenándose absolutamente todos los poros”.

Porosidad.

Según (Sánchez, 2001 pág. 95}), lo define como: “volumen de espacios vacíos en la parte interna de cada partícula incorporados, éstos vacíos pueden obtener aire, agua u otro líquido según el tamaño de sus poros”.

Humedad natural.

Según (Garavito Isaza, 2020), menciona que: “la humedad natural es la cantidad de líquido (agua) que se retiene superficialmente en las partículas de componentes que se agregan en un momento determinado”.

De la misma manera (ing. Rivera pág. 65), menciona que “es importante saber la humedad de los agregados para calcular el volumen de agua en el diseño de dosificación de mezcla y así no modificar el vínculo agua - cemento”.

Agua

(Osorio, 2020), nos dice que el agua es:

La sustancia encargada de la hidratación las partículas del cemento con el fin que ellas incrementen sus cualidades aglutinantes, el agua tendrá que encontrarse límpida y libre de sustancias o partículas nocivas que afecten al concreto. De la misma manera nos dice que los morteros con abundante agua mejoran la trabajabilidad y la adherencia, pero afecta y baja la resistencia del concreto endurecido.

Propiedades del concreto fresco

Trabajabilidad

Según (Niño Hernández , 2010 pág. 100), nos dice que es “la capacidad de fluidez que posee el hormigón o mortero para ser puesto y compactado sin que elabore segregados entre sí”, y está determinado por lo siguiente:

La compactadad: es la facilidad del concreto para compactarse o consolidarse y disminuir el aire atrapado y los vacíos.

La cohesión: es la postura que posee el concreto en estado fresco para conservarse a modo de una masa firme y sin separación.

La plasticidad: es la postura que tiene el concreto en estado fresco que le permite alterarse sin fisurarse.

La consistencia: es la destreza del concreto fresco para fluir y formarse según sus encofrados.

Los agentes que repercuten en la trabajabilidad son las siguientes:

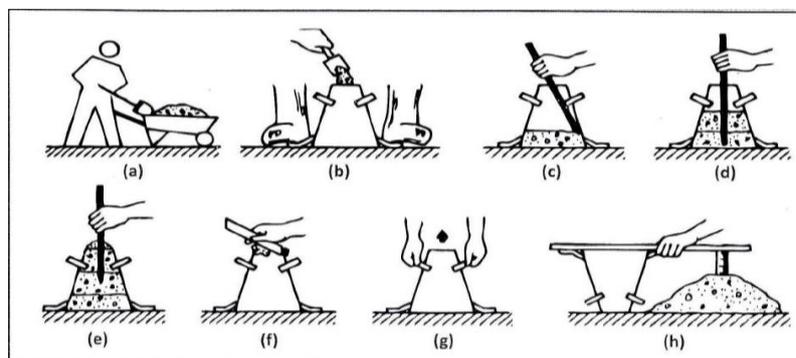
Contenido de agua de mezclado: esto afecta al concreto ya que del 15% de agua que se coloca al concreto el 5% es para la hidratación y el 10% restante se evapora, y si se coloca más del 15% esto hace que aumente su fluidez y permita una mayor absorción de humedad de los agregados (Niño Hernández , 2010 pág. 100).

Contenido de aire: “(...) esto afecta al concreto al ser incorporado arterialmente o naturalmente, ya que produce disminución de adiciónamiento de agua y por ende el incremento de la cohesión” (Pérez Alamá, 1990).

Propiedades físicas de los Agregados: “(...) la absorción, la densidad, textura y forma de las partículas, contenido de finos y material orgánico son las propiedades físicas que afectan al concreto en estado plástico o fresco” (Pérez Alamá, 1990).

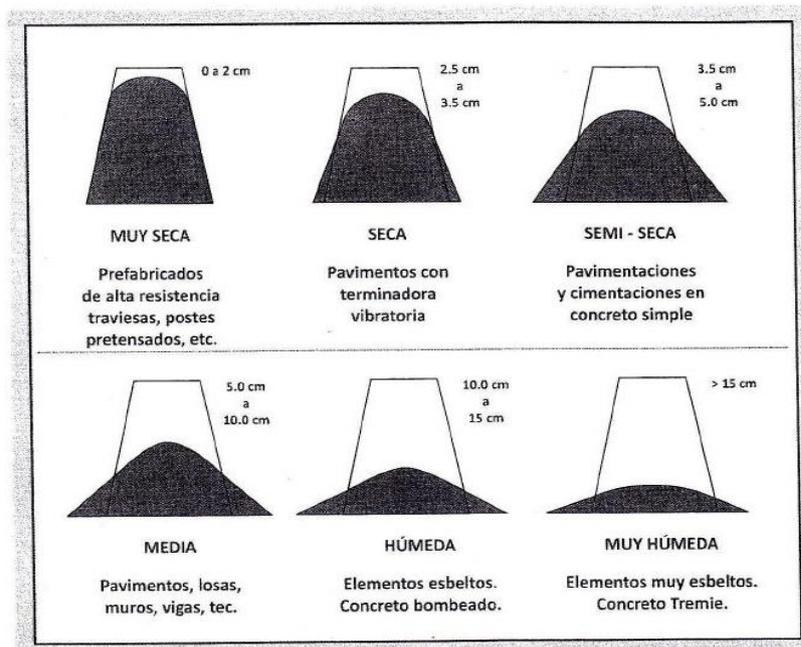
Ensayo de la Consistencia o Asentamiento: este es el ensayo que se practica al concreto en estado plástico o fresco con el fin de establecer y conocer su consistencia antes de verter a su sitio final para que endurezca (ASTM C-143), se realiza con el Cono de Abrams bajo la norma ASTM C143 siguiendo los procedimientos de la Figura 3, y se clasifica según su consistencia lo que se evidencia en la Figura 4.

Figura 3: Procedimiento para elaborar el ensayo del asentamiento.



Fuente: Tecnología del concreto - Niño Hernández

Figura 4: Clasificación del Concreto según su Consistencia.



Fuente: "Tecnología del concreto" - Niño Hernández

Masa Unitario del Concreto Fresco

Según (IMCYC, 2012), nos dice que:

"El peso o masa unitaria del concreto en estado fresco es de acuerdo mucho de la granulometría, tamaño máximo y densidad de los agregados, además del cemento, agua y aire atrapado o incorporado (...)".

Para determinar la masa unitaria del "(...) concreto se consigue por medio del cociente de la masa neta del concreto y el volumen de la vasija. El valor neto se establece disminuyendo la tara de la vasija a la masa del concreto añadido el recipiente".

$$V = \frac{W1}{W}$$

Donde:

- V = Volumen producido. (m³)
- W1 = Masa total de materiales. (kg)
- W = Masa unitaria real. (kg)

“La masa total de los materiales en mezcla donde la masa del cemento, los agregados y agua son incluidos (los agregados humedecidos con que se usaron).

Contenido de Aire.

(NTG 41017 h7, 2015), el aire es un elemento que está presente en el concreto de forma de burbujas en los poros no saturables, este puede ser aire atrapado naturalmente o haya sido incorporado por medio de aditivos. Según (Niño Hernández , 2010 pág. 112), menciona que “el aire en el concreto representa el 1% y 2% del volumen del concreto (...)”. “Los factores que repercuten la cantidad de aire son los agregados que pasan por el tamiz N° 200 y la materia orgánica (...)”.

Los ensayos para determinar el contenido de aire son tres, pero el más usado es el Método Gravimétrico, este proceso conlleva el mismo equipo empleado para el ensayo que se emplea en determinar el rendimiento del concreto fresco, y representa el contenido de aire a modo de cantidad del volumen total del concreto a manera que se muestra en la ecuación siguiente (Villegas, 2014):

$$A = \frac{P - W}{P} \times 100$$

Donde:

A = Contenido de aire en el concreto, (% de vacíos)

P = Masa teórica del hormigón o concreto calculada como si estuviera libre de aire, (kg/m³)

W = Densidad real en kg/m³

Tanto las cantidades como densidades de los materiales de mezcla deben conocerse con gran exactitud, por lo contrario, los resultados serán erróneos.

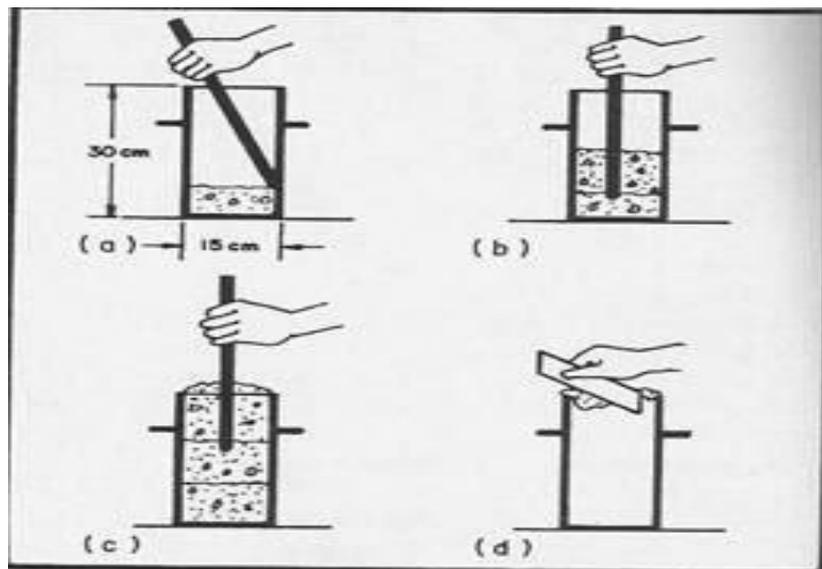
Propiedades del concreto endurecido

Esfuerzo a la Compresión (F_c).

Según la revista CEMEX en su artículo (¿Por qué se Determina la Resistencia a la Compresión en el Concreto?, 2019) lo define como:

El esfuerzo que soporta un cargamento o presión por unidad de área, su unidad de medida se da en MPa o kg/cm². Las pruebas de esfuerzo a compresión se emplea de manera fundamental en saber que la mezcla de concreto utilizada contenga los parámetros que resisten requeridas en una estructura establecida, estas pruebas se elaboran bajo la norma ASTM C31 (método estandarizado para fabricación y curado de especímenes en campo para exámenes de resistencia a la compresión) estos exámenes o ensayos se trabajan bajo la norma ASTM C39 (método estandarizado de ensayo a probetas cilíndricas de concreto para análisis de resistencia a la compresión), según la norma (NTP 339.034 , 2011), la edad para evaluar la resistencia del concreto se da a los 7, 14, 28 días, la cual se realiza tres pruebas por cada edad y por todos los diseños de mezcla con lo que se obtenga la resistencia promedio.

Figura 5: Aplicación de la norma ASTM C31 en la fabricación de especímenes cilíndricos de concreto.



Fuente: concreto simple – Ing. Rivera Gerardo

Esfuerzo a la Flexión (M_r).

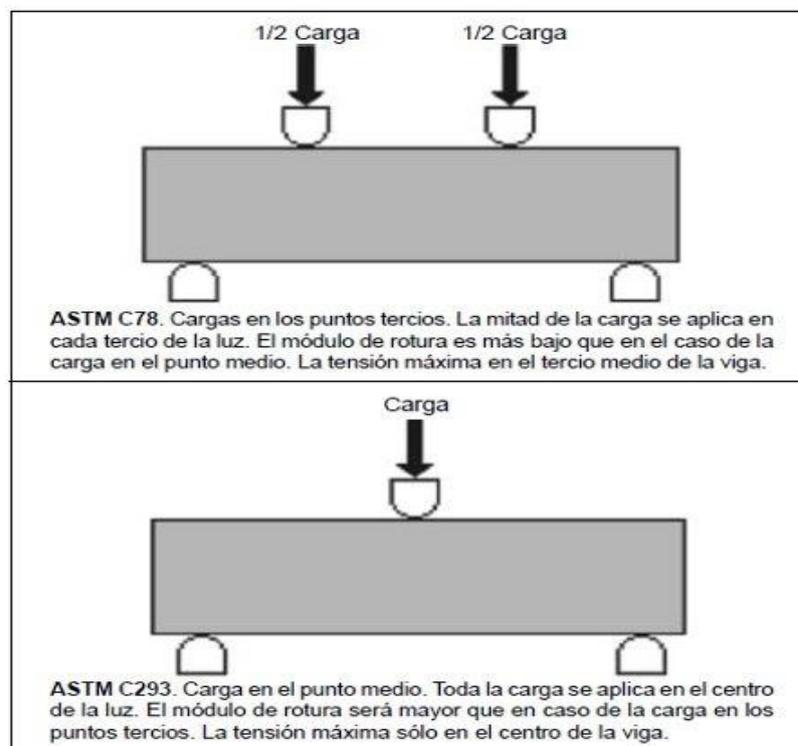
(NRMCA, 2017 págs. 1, 2) lo define como:

Medición del esfuerzo a la falla en un tiempo determinado de un bloque prismático de concreto o viga sin acero de refuerzo. El esfuerzo flexionarse se denomina Módulo de Rotura (M_r) y se mide en MPa o Kg/cm², se define mediante la norma

ASTM C293 (carga aplicada en la parte media) o la norma ASTM C78 (carga en las partes tercias del testigo), esta prueba se realiza aplicando cargas vivas a bloques llamadas vigas de concreto con medidas de 6 por 6 pulg de sección transversal y con una distancia de luz libre que tenga por lo menos el triple su espesor.

(Peña Diaz, y otros, 2019), el módulo de rotura cuya oscilación se da de 10% al 20% del resultado a la resistencia a compresión depende de los componentes, volumen y tipo de agregado grueso utilizado el este ensayo es utilizado mayormente para concretos no estructurales, por ejemplo, para aceptación de pavimentos rígidos. Las vigas de 6" por 6" deben ser elaboradas cuidadosamente en obra, las mezclas de concreto para pavimento rígidos deben ser secas, con pruebas de asentamiento de $\frac{1}{2}$ " a $2\frac{1}{2}$ ", el cual debe ser consolidado por vibración teniendo en cuenta la norma ASTM C31, golpeándose las esquinas retirando el aire atrapado, luego sumergir en abundante agua con cal durante 24 horas antes de ser ensayada, su edad para los ensayos se realiza a los 7, 14,28 días de su fabricación.

Figura 6: Aplicación de la norma ASTM C78 y ASTM C293 para hallar el esfuerzo a la flexión.



(Fuente: concreto simple – Ing. Rivera Gerardo)

Aserrín de Madera.

El aserrín es un residuo orgánico resistente a la degradación, proveniente de la madera.

Según (Cigueñas Cabrera , 2020 pág. 22), nos dice que:

El aserrín está compuesto fundamentalmente de fibras de celulosa junto a la lignina. Su composición química es un 2% de nitrógeno (N), un 6% de hidrógeno (H), 42% de oxígeno (O) y un 50% de carbono (C), estas fibras al incorporarse en el concreto reducen las grietas por encogimiento plástico, mejorando su impermeabilidad del concreto.

Por otro lado, (MSc. Giselle Giralt, 2016), nos dice el aserrín proveniente del cedro tiene una humedad de 9.73% y carbono fijo de 15.68%, mientras que el algarrobo tiene una humedad de 8.54% y carbono fijo de 17.27%.

Ceniza de Cascarilla de Arroz (CCA)

(Juárez Quevedo , 2012), menciona que “el residuo de la cáscara de arroz es el desecho de la productividad de arroz (...)”, los cuales son almacenados a la intemperie dando origen a una alta contaminación del medio ambiente”.

De la misma manera (Aliaga Mendoza, y otros, 2018), afirma que “la CCA posee un nivel elevado de sílice que conforma la puzolana (91.39%), esta sustancia reacciona al ser mezclado con cal y agua, fraguando y endureciendo como un cemento (...)”.

Por otro lado (Serrano, 2016), tipifica a los insumos puzolánicas en:

- Puzolanas naturales: son cenizas producidas por actividad volcánica.
- Puzolanas artificiales: resulta de los subproductos de tipo industrial y materiales agrícolas tratados térmicamente.

Calcinación de la Ceniza de Cáscara de Arroz.

(Juárez Quevedo , 2012), manifiesta lo siguiente:

Las distintas investigaciones de tipo experimental han reflejado que si la temperatura de calcinación de la cascarilla de arroz es poca y el periodo de tiempo

de la temperatura se conserva, las sílices en las cenizas retenida muestran con característica amorfa, además, con el incremento del tiempo y la temperatura de calcinación, la sílice formada en la CCA se convierte en forma cristalina como la tridimita y cristobalita.

En la siguiente tabla 6 se indica las formas de la calcinación, y sus consecuencias en las propiedades químicas de la CCA.

Tabla 6: Propiedades que tiene la ceniza de cascarilla de arroz al ser calcinada.

Temperatura de Combustión °C	Tiempo de Combustión	Propiedades de entorno	Propiedades de la ceniza	
			Cristalización	Área superficial m ² /s
500-600	1 min	Moderadamente oxidante	No cristalina	122
500-600	30 min	Moderadamente oxidante	No cristalina	97
500-600	2 h	Moderadamente oxidante	No cristalina	76
700-800	15 min – 1 h	Moderadamente oxidante	No cristalina	100
700-800	15 min – 1h	Altamente Oxidante	Parcialmente cristalina	6-10
>800	> 1 h	Altamente Oxidante	Cristalina	<5

Fuente: (Arévalo Torres , y otros, 2020 pág. 26)

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y Diseño de Investigación

Tipo de investigación

La investigación como estudio que a continuación se desarrolla es de tipo experimental (Niño Rojas, 2011), porque se determinará los caracteres físico-mecánicos del concreto adicionando aserrín y CCA.

Diseño de investigación

Tabla 7: Diseño de ensayos preliminares del esfuerzo a la compresión.

ESFUERZO A LA COMPRESIÓN ($F'_{C}=210\text{KG}/\text{CM}^2$)													
ENSAYOS PRELIMINARES													
DIAS	Pp	DOSIFICACIÓN CON ASERRÍN						DOSIFICACIÓN CON CCA					
		P _{A1}	P _{A2}	P _{A3}	P _{A4}	P _{A5}	P _{A6}	P _{CCA1}	P _{CCA2}	P _{CCA3}	P _{CCA4}	P _{CCA5}	P _{CCA6}
7	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
14	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
28	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
ST	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9
TOTAL, DE MUESTRAS (PROBETAS)												117	
EVALUACIÓN DEL MEJOR RESULTADO DE CADA DOSIFICACIÓN													

Fuente: Elaboración propia

Tabla 8: Diseño de ensayos definitivos del esfuerzo a la compresión.

ENSAYOS DEFINITIVOS		
DIAS	Pp	DOSF. AS + CCA
		P _(AX+CX)
7	3	3
14	3	3
28	3	3
ST	9	9
TOTAL, DE MUESTRAS DEFINITIVAS		18
COMBINACIÓN DE LAS MEJORES DOSIFICACIONES		

Fuente: Elaboración propia

Donde:

Pp: Probetas patrón

PA1, PA2, PA3, PA4, PA5, PA6: Dosificación preliminar con porcentajes de 2%, 5%, 7%, 10%, 12% y 15% de adición de aserrín de madera.

PCCA1, PCCA2, PCCA3, PCCA4, PCCA5, PCCA6: Dosificación preliminar con porcentajes de 2%, 5%, 7%, 10%, 12% y 15% de adición de CCA.

P(AX+CX): Dosificación definitiva con porcentajes combinados de la mejor dosificación de aserrín de madera más CCA.

Tabla 9: Diseño de ensayos definitivos del esfuerzo a la flexión.

ESFUERZO A LA FLEXIÓN ($M_r=KG/CM^2$)

ENSAYOS DEFINITIVOS				
DIAS	Mp	MAX	MCX	DOSIF. AS + CCA
				M(AX+CX)
7	3	3	3	3
14	3	3	3	3
28	6	6	6	6
ST	12	12	12	12
TOTAL, DE MUESTRAS (PRISMAS)				48

Fuente: Elaboración propia

Donde:

Mp: Muestra patrón

MAX: Muestra con la mejor dosificación del aserrín de madera.

MCX: Muestra con la mejor dosificación de la CCA.

AS: aserrín de madera

CCA: ceniza de cáscara de arroz

M(AX+CX): Muestra con la dosificación combinado del aserrín de madera más la CCA.

Mr: Módulo de rotura

3.2. Variables

Las variables independientes de esta investigación, son las siguientes:

- Aserrín de madera
- Ceniza de cáscara de arroz

Las variables dependientes de esta investigación, son las siguientes:

- Características físicas del concreto
- Características mecánicas del concreto

3.3. Población, Muestra y Muestreo

Población

La población es, “El concreto $F'c=210$ kg/cm² incorporando aserrín de madera y ceniza de cascarilla de arroz”.

Muestra y Muestro

- 135 probetas o testigos de concreto con y sin incorporación de aserrín de madera y CCA, para ser ensayadas a esfuerzos de compresión, tal como se detalla en las tablas 10 y 11
- 24 especímenes prismáticos de concreto con y sin adición de aserrín de madera y CCA, para ser ensayadas a esfuerzos de flexión (M_r), tal como se detalla en la tabla 12.

Tabla 10: Probetas preliminares según edades y diseño – resistencia a esfuerzo de compresión.

Ensayo preliminar de resistencia o esfuerzo a la compresión de especímenes cilíndricos ($F'c=210$ kg/cm ²)													
Edad (días)	Pp o%	Adición % aserrín de madera						Adición % CCA					
		2%	5%	7%	10%	12%	15%	2%	5%	7%	10%	12%	15%
7	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
14	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
28	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
St	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9
Total	117 probetas												

Fuente. Elaboración propia

Tabla 11: Especímenes definitivas según sus edades y diseño – (F´c)

Ensayos definitivos con porcentajes adecuados de adición de aserrín de madera y CCA para hallar la resistencia máxima a la compresión.		
Edad cilindros	Patrón (o%)	Adición combinada de % adecuado aserrín de madera y CCA.
		% adecuado de aserrín + % adecuado de CCA
7 días	3	3
14 días	3	3
28 días	3	3
St	9	9
Total		18 probetas

Fuente. Elaboración propia

Tabla 12: Probetas definitivas según las edades y diseño – (M´r)

Ensayos definitivos con porcentajes adecuados de adición de aserrín de madera y CCA para hallar la resistencia máxima a la flexión.		
Edad cilindros	Patrón (o%)	Adición combinada de % adecuado aserrín de madera y CCA.
		% adecuado de aserrín
7 días	3	3
14 días	3	3
28 días	6	6
St	12	12
Total		24 muestras

Fuente. Elaboración propia

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.

Las técnicas empleadas en la recolección de datos de esta investigación, son las siguientes:

- Técnica de observación directa
- Ficha técnica.

Los Instrumentos de recolección de datos empleado en esta investigación, son los equipos de laboratorio y formatos de las normas ASTM y NTP, brindados por los laboratorios donde se desarrollaron las pruebas, las cuales se usarán para tomar datos de los siguientes análisis y ensayos:

- Análisis de granulometría de los agregados (NTP 400.012)
- Peso específico de los agregados (ASTM C-127 y 128)
- Humedad natural de los agregados (ASTM D-2216)
- Peso volumétrico de los agregados (suelto y compactado)
- Resistencia a la abrasión de los agregados
- Equivalente de arena
- Diseño la mezcla para concreto $F'c=210\text{kg/cm}^2$ (ACI-211)
- Ensayo del asentamiento (ASTM C143)
- Ensayo al esfuerzo a la compresión (ASTM C39)
- Ensayo al esfuerzo a la flexión (ASTM C 78)

3.5. Procedimiento

Las muestras de aserrín de madera fue tomado directamente del aserradero y luego fue tamizado en el tamiz N° 100 para eliminar impurezas orgánicas de otro material, las muestras de CCA fue tomada directamente del lugar donde es calcinada, el cual fue tamizado en el tamiz N° 100 para eliminar impurezas orgánicas de otro material, no se le dio ningún otro tipo de tratamiento debido a que implica un proceso de industrialización, que aumentaría el costo para obtenerla y ya no sería favorable para su uso en concretos, las muestras de agregados fueron tomadas directamente de la planta de procesamiento de la cantera. Estas muestras fueron llevados a laboratorio SUELOS–GOCONTROL S.R.L donde se realizaron las pruebas y ensayos correspondientes.

La caracterización física y mecánica del concreto se realizó en dos etapas.

- Etapa preliminar. Se realizó probetas cilíndricas y prismáticas de concreto patrón y modificado para verificar y determinar cuál porcentaje de adición de aserrín de madera y ceniza de cascarilla de arroz mejora la consistencia del concreto en estado fresco y la resistencia a la compresión en estado endurecido.

- Etapa definitiva. Habiendo obtenido el mejor resultado del concreto incorporando aserrín de madera y ceniza de cascarilla de arroz se realizó probetas definitivas combinando el mejor resultado preliminar de concreto con adición de aserrín de madera y concreto con adición de ceniza de cascarilla de arroz para determinar su consistencia y resistencia a la compresión y flexión.

Estos ensayos preliminares y definitivos se realizaron con las herramientas y equipos necesarios, y los datos obtenidos se procesaron en gabinete utilizando el programa de EXCEL.

3.6. Método de análisis de datos

Analizando los resultantes de las pruebas se usará: figuras, tablas y gráficos de barras, que permitan detallar, la explicación y entender de forma imparcial los resultados.

3.7. Aspectos éticos

Los datos obtenidos en los laboratorios y por los instrumentos utilizados se respetarán, las cuales, por ningún motivo serán modificados.

IV. RESULTADOS

4.1. Análisis de Granulometría – NTP 400.012

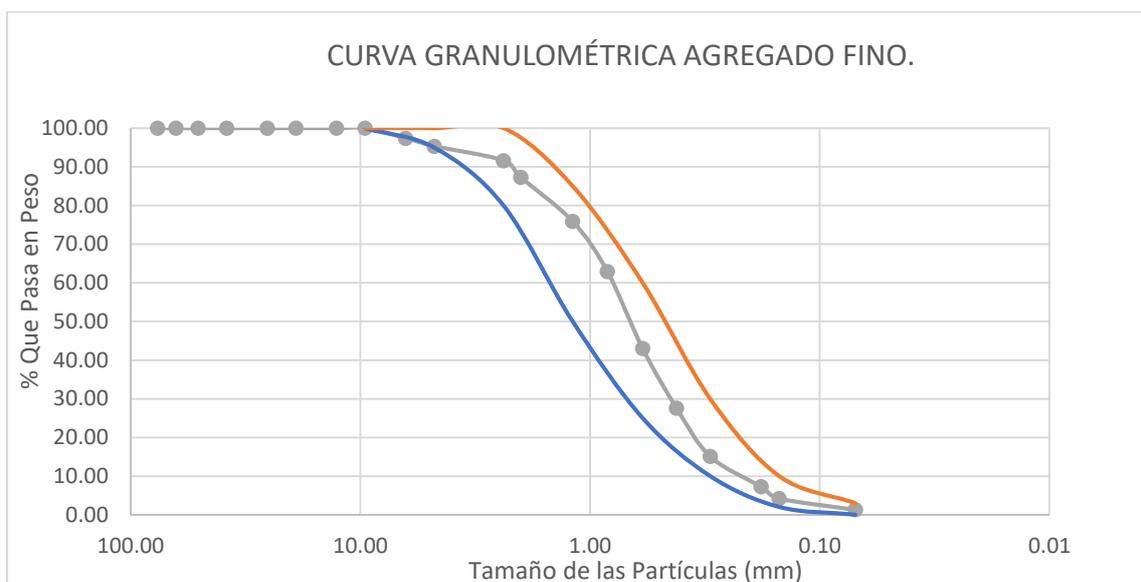
Agregado Fino de Cantera Rio Chinchipe – Sector Huaquillo.

Tabla 13: Análisis Granulométrico del Agregado Fino

Abertura Malla		Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumul	% Que Pasa	Especif.	CLASIFICACIÓN
Pulg.	mm.						SUCS
3"	76.20						AGREGADO FINO
2 1/2"	63.50						
2"	50.80						
1 1/2"	38.10						
1"	25.40						L.L. :
3/4"	19.05						L.P. :
1/2"	12.70						I.P. :
3/8"	9.53				100.00	100	CLASIFICACIÓN
1/4"	6.35	6.62	2.59	2.59	97.41		AASHTO :
Nº 04	4.76	5.31	2.08	4.66	95.34	95 -- 100	MODULO FINEZ 2.75
Nº 08	2.38	9.48	3.71	8.37	91.63	80 -- 100	
Nº 10	2.00	11.19	4.37	12.74	87.26		OBSERVACIONES:
Nº 16	1.19	29.11	11.38	24.12	75.88	50 -- 85	
Nº 20	0.84	33.16	12.96	37.08	62.92		MATERIAL PARA FABRICACIÓN DE CONCRETO: F'c 210 Kg/cm ² ,
Nº 30	0.59	50.97	19.92	57.00	43.00	25 -- 60	
Nº 40	0.42	39.38	15.39	72.39	27.61		
Nº 50	0.30	32.01	12.51	84.91	15.09	10 -- 30	
Nº 80	0.18	20.06	7.84	92.75	7.25		
Nº 100	0.15	7.81	3.05	95.80	4.20	2 -- 10	CANTERA RIO CHINCHIPE
Nº 200	0.07	7.50	2.93	98.73	1.27	0 -- 3	
<Nº 200		3.25	1.27	100.00	0.00		
Peso Inicial		255.85					

Fuente: Elaboración propia

Figura 7: Curva Granulométrica Agregado Fino



Fuente: Elaboración propia

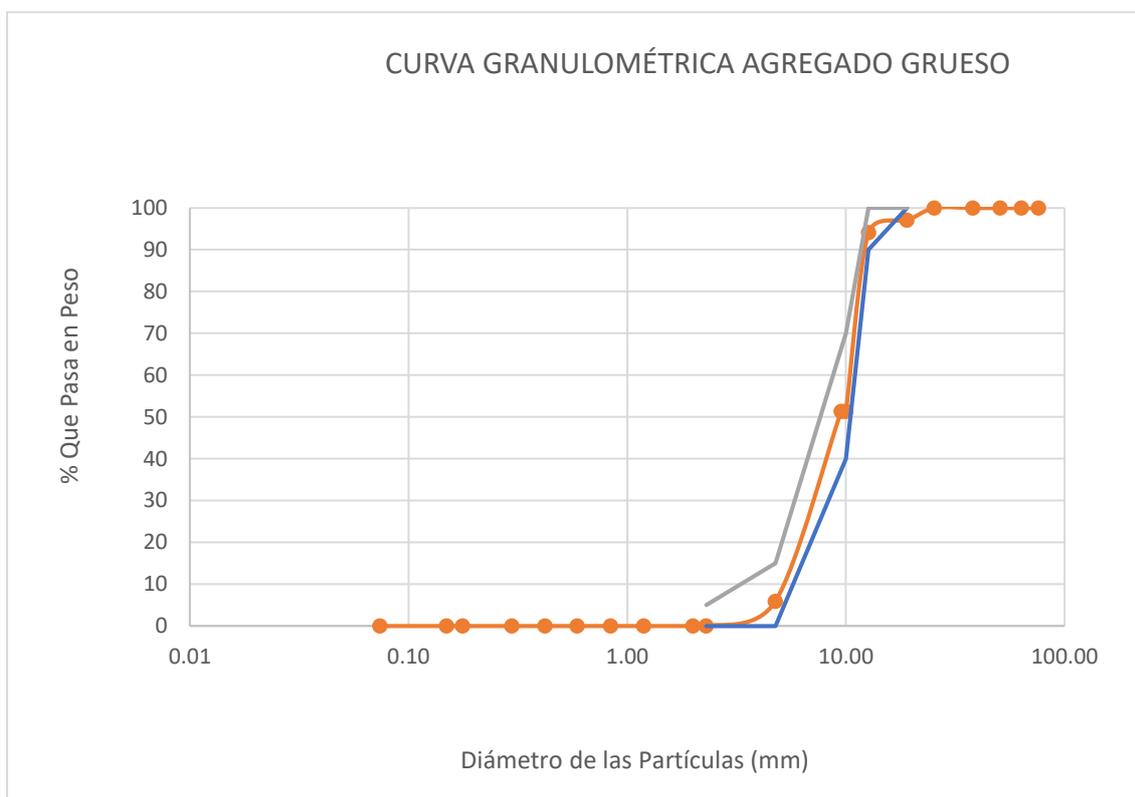
Agregado Grueso cantera Rio Chinchipe – Sector Huaquillo.

Tabla 14: Análisis Granulométrico del Agregado Grueso

Tamices ASTM	Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Que Pasa	Especificaciones	TAMAÑO MÁXIMO 1/2"
3"					DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA AGREGADO GRUESO
2 1/2"					
2"					
1 1/2"					
1"					L.L. :
3/4"			100.00	100	I.P. :
1/2"	226.40	5.95	94.05	90 - 100	CLASIF. AASHTO: _____
3/8"	1625.70	42.71	51.34	40 - 70	
1/4"	1339.20	35.19	16.15		
Nº 04	389.20	10.23	5.93	0 - 15	OBSERVACIONES MATERIAL PARA FABRICACIÓN DE CONCRETO: F'c = 210 Kg/cm2 CANTERA RIO CHINCHIPE
Nº 08	225.60	5.93	0.00	0 - 5	
Nº 10					
Nº 16					
Nº 20					
Nº 30					
Nº 40					
Nº 50					
Nº 80					
Nº 100					
Nº 200					
< Nº 200					
Peso Inc.	3806.10				

Fuente: Elaboración propia

Figura 8: Curva Granulométrica Agregado Grueso



Fuente: Elaboración propia

Determinación de peso específico y porcentaje de absorción ASTM C-127/C-128

Tabla 15: Peso Específico y Porcentaje de Absorción – Agregado Grueso

PESO ESPECIFICO BULK AGREGADO GRUESO (ASTM C - 127)				
		1	2	3
A	PESO MUESTRA SECA AL HORNO	1572.50		
B	PESO MUESTRA S. S. S. SIN SUMERGIR	1587.85		
C	PESO MUESTRA S. S. S. SUMERGIDA	989.02		
	PESO ESPECIFICO APARENTE =	A	2.695	
		A - C		
	PESO ESPECIFICO SOBRE BASE SECA =	A	2.63	
		B - C		
	PESO ESPECIFICO SOBRE BASE SECA S.S.S =	B	2.652	
		B - C		
	ABSORCION DE AGUA EN PORCENTAJE =	B - A x 100	0.97	
		A		
Observaciones:				

Fuente: Elaboración propia

Tabla 16: Peso Específico y Porcentaje de Absorción – Agregado Fino

PESO ESPECIFICO BULK AGREGADO FINO (ASTM C - 128)					
		1	2	3	
PICNOMETRO N°					
TEMPERATURA °C					
A	PESO EN gr. DE MUESTRA SECA AL HORNO	150.00			
B	PESO EN gr. DE MUESTRA S. S. S.	151.47			
X	PESO EN gr. DE PICNOMETRO + H2O + AGREGADO	745.88			
F	PESO EN gr. DE PICNOMETRO + H2O	651.28			
PESO ESPECIFICO APARENTE =	A	2.708			
	$A - (X - F)$				
PESO ESPECIFICO SOBRE BASE SECA =	A	2.638			
	$B - (X - F)$				
PESO ESPECIFICO SOBRE BASE S.S.S =	B	2.663			
	$B - (X - F)$				
ABSORCION DE AGUA EN PORCENTAJE =	$(B - A) \times 100$	0.98			
	A				
Observaciones:					

Fuente: Elaboración propia

Determinación del Peso Volumétrico

Tabla 17: Peso Volumétrico para Agregado Fino

MATERIAL: ARENA					
PESO POR METRO CÚBICO SUELTO					
PESO MOLDE + MATERIAL	PESO DEL MOLDE	PESO DEL MATERIAL	VOLUMEN DEL MOLDE	PESO X M ³	PROMEDIO (KG)
13500	9922	3578	2134	1677	
13411	9901	3510	2134	1645	
					1661
PESO POR METRO CUBICO COMPACTADO					
PESO MOLDE + MATERIAL	PESO DEL MOLDE	PESO DEL MATERIAL	VOLUMEN DEL MOLDE	PESO X M ³	PROMEDIO (KG)
15433	10110	5323	2972	1791	
15412	10124	5288	2972	1779	
					1785
Observaciones:					

Fuente: Elaboración propia

Tabla 18: Peso Volumétrico para Agregado Grueso

MATERIAL: PIEDRA DE 1/2"					
PESO POR METRO CÚBICO SUELTO					
PESO MOLDE + MATERIAL	PESO MOLDE	PESO DEL MATERIAL	VOLUMEN DEL MOLDE	PESO X M³	PROMEDIO (KG)
13060	9922	3138	2134	1470	
13130	9901	3229	2134	1513	
					1492
PESO POR METRO CUBICO COMPACTADO					
PESO MOLDE + MATERIAL	PESO MOLDE	PESO DEL MATERIAL	VOLUMEN DEL MOLDE	PESO X M³	PROMEDIO (KG)
14866	10110	4756	2972	1600	
14827	10124	4703	2972	1582	
					1591
Observaciones:					

Fuente: Elaboración propia

Determinación de Contenido de Humedad - ASTM D-2216.

Tabla 19: Contenido de Humedad - Agregado Fino.

HUMEDAD NATURAL DEL AGREGADO FINO	
Muestra N°	M - 1
Km.	
Profundidad (m)	
N° Recipiente	1
1- Peso Suelo Húmedo + Recipiente	63.30
2- Peso Suelo Seco + Recipiente	62.65
3- Peso del Agua	0.65
4- Peso Recipiente	12.66
5- Peso Suelo Seco	49.99
6- Porcentaje de Humedad	1.30%

Fuente: Elaboración propia

Tabla 20: Contenido de Humedad - Agregado Grueso.

HUMEDAD NATURAL AGREGADO GRUESO	
ASTM D 2216	
Muestra N°	M - 1
Km.	
Profundidad (m)	
N° Recipiente	9
1- Peso Suelo Húmedo + Recipiente	71.35
2- Peso Suelo Seco + Recipiente	70.71
3- Peso del Agua	0.64
4- Peso Recipiente	13.42
5- Peso Suelo Seco	57.29
6- Porcentaje de Humedad	1.12%

Fuente: Elaboración propia

Determinación de Resistencia a la Abrasión.

Tabla 21: Resistencia a la Abrasión - Agregado Grueso y Fino.

RESISTENCIA DE ABRASION	
MUESTRA N°	1
GRADUACION	"A"
PESO MUESTRA	5000
1 1/2" - 1"	1250
1" - 3/4"	1250
3/4" - 1/2"	1250
1/2" - 3/8"	1250
3/8" - 1/4"	
1/4" - N° 4	
N°4 - N° 8	
Total Desgaste	1075
Ret. N° 12	
500 Vueltas	
Ret. N° 12	3925
% Desgaste	21.5%

Fuente: Elaboración propia

Determinación del Equivalente de Arena - ASTM D 2419

Tabla 22: Equivalente de Arena

EQUIVALENTE DE ARENA			
A.S.T.M. D 2419			
CANTERA:	RIO CHINCHIPE - CRUCE HUAQUILLO		
MUESTRA:	M - 1		
ENSAYO:	1	2	3
Hora de Entrada a Saturación	09: 17	09: 19	09: 22
Hora de Salida de Saturación	09: 27	09: 29	09: 32
Hora de Entrada a Decantación	09: 30	09: 32	09: 35
Hora de Salida de Decantación	09: 50	09 :52	09: 55
Altura del Nivel de Material Fino	11.37	11.35	11.41
Altura del Nivel de Arena	4.65	4.66	4.51
Equivalente de Arena	41	41	40
Equivalente de Arena Promedio	40		

Fuente: Elaboración propia

Resumen de las características físicas de los agregados.

Tabla 23: Propiedades físicas del agregado fino y grueso – cantera Rio Chinchipe.

PROPIEDADES FÍSICAS	ARENA	PIEDRA
Tamaño Máximo Nominal	-----	1/2"
Peso Específico	2.663	2.652
Peso Unitario Suelto	1661	1492
Peso Unitario Compactado	1785	1591
Contenido de Humedad	1.30	1.12
Absorción	1.91	0.97
Módulo de Fineza	2.75	-----

Fuente: Elaborado por los autores

4.2. Diseño de mezcla para concreto 210 kg/cm² patrón y modificado

Cantidad de materiales por metro cúbico de concreto patrón.

Tabla 24: Cantidad de materiales (kg/m³) – F'c = 210 Kg/cm² – Concreto patrón.

Proporciones de materiales para diseño de mezcla 210 kg/cm²	
MATERIALES	PROPORCIÓN
Cemento	382 kg/m ³
Agua (total de mezclado)	194.7 kg/m ³
Agregado grueso (húmedo)	966 kg/m ³
Agregado fino (húmedo)	845 kg/m ³

Fuente: Elaboración propia

Cantidad de materiales por metro cúbico de concreto modificado.

Tabla 25: Cantidad de materiales (kg/m³) – F'c = 210 Kg/cm² – Concreto modificado.

Proporciones de materiales para diseño de mezcla 210 kg/cm²	
MATERIALES	PROPORCIÓN
Cemento	382 kg/m ³
Agua (total de mezclado)	202.51 kg/m ³
Agregado grueso	966 kg/m ³
Agregado fino	845 kg/m ³
Aserrín de madera	7.64 kg/m ³
Ceniza de cascarilla de arroz	7.64 kg/m ³

Fuente: Elaboración propia

Dosificación para concreto patrón (F'c=210 kg/cm²).

Tabla 26: Dosificación recomendada en peso (kg) – concreto patrón

DOSIFICACIÓN EN PESO (KG)	
MATERIALES	PROPORCIÓN
Cemento	1.0 kg
Agua (total de mezclado)	21.68 lt/bolsa
Agregado grueso	2.5 kg
Agregado fino	2.2 kg

Fuente: Elaboración propia

Tabla 27: Dosificación recomendada en volumen (pie3) – concreto patrón

DOSIFICACIÓN EN VOLUMEN (PIE3)	
MATERIALES	PROPORCIÓN
Cemento	1.0 pie3
Agua (total de mezclado)	21.68 lt/bolsa
Agregado grueso	2.5 pie3
Agregado fino	2.0 pie3

Fuente: Elaboración propia

Dosificación para concreto modificado ($F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$).

Tabla 28: Dosificación recomendada en peso (kg) - concreto modificado

DOSIFICACIÓN EN PESO (KG)	
MATERIALES	PROPORCIÓN
Cemento	1.0 kg
Agua (total de mezclado)	22.55 lt/bolsa
Agregado grueso	2.5 kg
Agregado fino	2.2 kg/m ³
Aserrín de madera	20 gr
CCA	20 gr

Fuente: Elaboración propia

Tabla 29: Dosificación recomendada en volumen (pie3) - concreto modificado

DOSIFICACIÓN EN VOLUMEN (PIE3)	
MATERIALES	PROPORCIÓN
Cemento	1.0 pie3
Agua (total de mezclado)	22.55 lt/bolsa
Agregado grueso	2.5 pie3
Agregado fino	2.0 pie3
Aserrín de madera	0.02 pie3
CCA	0.02 pie3

Fuente: Elaboración propia

4.3. Ensayos de Resistencia o Esfuerzo a la Compresión del Concreto

Resultado preliminar de especímenes de concreto patrón.

Se preparó concreto para una mezcla de concreto 210 kg/cm², se hizo el ensayo del asentamiento (SLUMP) al concreto en estado fresco, luego se fabricaron probetas y se sometieron a pruebas de esfuerzo a la compresión a las edades de curado con agua de 7, 14 y 28 días, cuyos resultados se presentan en la Tabla 30.

Tabla 30: Resultados Preliminares a la Resistencia a la Compresión y Asentamiento de probetas patrón.

ESFUERZO A LA COMPRESIÓN DE CONCRETO F'c=210 KG/CM2 (PROBETAS PATRÓN)					
Edad (Días)	Fecha de Ensayo	Cant. de probetas	F'cp (kg/cm2)	% de Resistencia	Asentamiento (slump (plg))
7	03/05/2021	3	168.45	80.21	3.5
14	10/05/2021	3	202.69	96.52	3.5
28	24/05/2021	3	218.12	103.87	3.5

Fuente: Elaboración propia

Ensayos preliminares con adición de aserrín de madera y CCA.

Se realizaron ensayos preliminares para determinar y conocer la acción del aserrín de madera y la CCA al ser incorporado al concreto. Se fabricaron probetas adicionando porcentajes diferentes de aserrín de madera y de CCA, estos porcentajes se calcularon en relación al peso del cemento, las cuales fueron 2%, 5%, 7%, 10%, 12% y 15% para ambos materiales.

Resultados preliminares de especímenes con adición de 2% de Aserrín de Madera.

A la mezcla patrón se adicionó el 2% de aserrín de madera con relación al peso del cemento, se ejecutó el ensayo del asentamiento (SLUMP) al concreto en estado fresco, luego se fabricaron probetas y se sometieron a pruebas de esfuerzo a la compresión a las edades de curado con agua de 7, 14 y 28 días, cuyos resultados se presentan en la Tabla 31.

Tabla 31: Resultados Preliminares de Resistencia a la Compresión y Asentamiento adicionando el 2% de Aserrín de Madera.

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN A CONCRETO PATRÓN CON ADICIÓN DE 2% DE ASERRÍN					
Edad (Días)	Fecha de ensayo	Cant. de probetas	F´cp (kg/cm2)	% de Resistencia	Asentamiento (slump (plg))
7	03/05/2021	3	177.90	84.71	3.0
14	10/05/2021	3	209.45	97.36	3.0
28	24/05/2021	3	221.26	105.36	3.0

Fuente: Elaboración propia

Resultados preliminares de especímenes con adición de 5% de Aserrín de Madera.

A la mezcla patrón se adicionó el 5% de aserrín de madera con relación al peso del cemento, se realizó el ensayo del asentamiento (SLUMP) al concreto en estado fresco, luego se fabricaron probetas y se sometieron a pruebas al esfuerzo a la compresión a las edades de curado con agua de 7, 14 y 28 días, cuyos resultados se presentan en la Tabla 32.

Tabla 32: Resultados Preliminares de Resistencia a la Compresión y Asentamiento adicionando el 5% de Aserrín de Madera.

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN A CONCRETO PATRÓN CON ADICIÓN DE 5% DE ASERRÍN					
EDAD (Días)	Fecha de ensayo	Cant. de probetas	F´cp (kg/cm2)	% de Resistencia	Asentamiento (slump (plg))
7	03/05/2021	3	158.23	75.35	2.5
14	10/05/2021	3	184.67	87.94	2.5
28	24/05/2021	3	202.35	96.36	2.5

Fuente: Elaboración propia

Resultados preliminares de especímenes con adición de 7% de Aserrín de Madera.

A la mezcla patrón se adicionó el 7% de aserrín de madera con relación al peso del cemento, se realizó el ensayo del asentamiento (SLUMP) al concreto en estado

fresco, luego se fabricaron probetas y se sometieron a ensayos de resistencia a la compresión a las edades de curado con agua de 7, 14 y 28 días, cuyos resultados se presentan en la Tabla 33.

Tabla 33: Resultados Preliminares a la Resistencia a la Compresión y Asentamiento adicionando el 7% de Aserrín de Madera.

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN A CONCRETO PATRÓN CON ADICIÓN DE 7% DE ASERRÍN					
EDAD (Días)	Fecha de ensayo	Cant. de probetas	F´cp (kg/cm2)	% de Resistencia	Asentamiento (slump (plg))
7	03/05/2021	3	137.31	65.39	2.0
14	10/05/2021	3	160.98	76.66	2.0
28	24/05/2021	3	183.67	87.49	2.0

Fuente: Elaboración propia

Resultados preliminares de especímenes con adición de 10% de Aserrín de Madera.

A la mezcla patrón se adicionó el 10% de aserrín de madera con relación al peso del cemento, se realizó el ensayo del asentamiento (SLUMP) al concreto en estado fresco, luego se fabricaron probetas y se sometieron a ensayos de resistencia a la compresión a las edades de curado con agua de 7, 14 y 28 días, cuyos resultados se presentan en la Tabla 34.

Tabla 34: Resultados preliminares de Resistencia a la Compresión y Asentamiento adicionando el 10% de Aserrín de Madera.

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN A CONCRETO PATRÓN CON ADICIÓN DE 10% DE ASERRÍN					
EDAD (Días)	Fecha de ensayo	Cant. de probetas	F´cp (kg/cm2)	% de Resistencia	Asentamiento (slump (plg))
7	04/05/2021	3	114.21	54.39	1.5
14	11/05/2021	3	136.78	65.13	1.5
28	25/05/2021	3	156.34	74.45	1.5

Fuente: Elaboración propia

Resultados preliminares de especímenes con adición de 12% de Aserrín de Madera.

A la mezcla patrón se adicionó el 12% de aserrín de madera con relación al peso del cemento, se realizó el ensayo del asentamiento (SLUMP) al concreto en estado fresco, luego se fabricaron probetas y se sometieron a ensayos de resistencia a la compresión a las edades de curado con agua de 7, 14 y 28 días, cuyos resultados se presentan en la Tabla 35.

Tabla 35: Resultados preliminares a la Resistencia a la Compresión y Asentamiento adicionando el 12% de Aserrín de Madera.

ESFUERZO A LA COMPRESIÓN A CONCRETO PATRÓN CON ADICIÓN DE 12% DE ASERRÍN					
EDAD (Días)	Fecha de ensayo	Cant. de probetas	F'cp (kg/cm2)	% de Resistencia	Asentamiento (slump (plg))
7	04/05/2021	3	90.20	42.95	1.0
14	11/05/2021	3	101.75	48.45	1.0
28	25/05/2021	3	128.01	60.96	1.0

Fuente: Elaboración propia

Resultados preliminares de especímenes con adición de 15% de Aserrín de Madera.

A la mezcla patrón se adicionó el 15% de aserrín de madera con relación al peso del cemento, se realizó el ensayo del asentamiento (SLUMP) al concreto en estado fresco, luego se fabricaron probetas y se sometieron a ensayos de resistencia a la compresión a las edades de curado con agua de 7, 14 y 28 días, cuyos resultados se presentan en la Tabla 36.

Tabla 36: Resultados Preliminares de Resistencia a la Compresión y Asentamiento adicionando el 15% de Aserrín de Madera.

ESFUERZO A LA COMPRESIÓN DE CONCRETO PATRÓN CON ADICIÓN DE 15% DE ASERRÍN					
EDAD (Días)	Fecha de ensayo	Cant. de probetas	F´cp (kg/cm2)	% de Resistencia	Asentamiento (slump (plg))
7	04/05/2021	3	53.67	25.56	0.5
14	11/05/2021	3	75.98	36.18	0.5
28	25/05/2021	3	98.64	46.97	0.5

Fuente: Elaboración propia

Resultados preliminares de especímenes con adición de 2% de CCA.

A la mezcla patrón se adicionó el 2% de CCA con relación al peso del cemento, se realizó el ensayo del asentamiento (SLUMP) al concreto en estado fresco, luego se fabricaron probetas y se sometieron a ensayos de resistencia a la compresión a las edades de curado con agua de 7, 14 y 28 días, cuyos resultados se presentan en la Tabla 37.

Tabla 37: Resultados Preliminares de Resistencia a la Compresión y Asentamiento adicionando el 2% de CCA.

ESFUERZO A LA COMPRESIÓN DE CONCRETO PATRÓN CON ADICIÓN DE 2% CCA.					
EDAD (Días)	Fecha de ensayo	Cant. de probetas	F´cp (kg/cm2)	% de Resistencia	Asentamiento (slump (plg))
7	05/05/2021	3	172.97	82.37	3.5
14	12/05/2021	3	207.02	98.58	3.5
28	26/05/2021	3	226.98	108.09	3.5

Fuente: Elaboración propia

Resultados preliminares de especímenes con adición de 5% de CCA.

A la mezcla patrón se adicionó el 5% de CCA con relación al peso del cemento, se realizó el ensayo del asentamiento (SLUMP) al concreto en estado fresco, luego se fabricaron probetas y se sometieron a ensayos de resistencia a la compresión a las

edades de curado con agua de 7, 14 y 28 días, cuyos resultados se presentan en la Tabla 38.

Tabla 38: Resultados Preliminares de Resistencia a la Compresión y Asentamiento adicionando el 5% de CCA.

ESFUERZO A LA COMPRESIÓN DE CONCRETO F´C=210 KG/CM2 CON ADICIÓN DE 5% CCA					
EDAD (Días)	FECHA	Núm. de probetas	F´c (kg/cm2)	% de Resistencia	Asentamiento (slump (plg))
7	05/05/2021	3	158.67	75.56	3.0
14	12/05/2021	3	190.35	90.64	3.0
28	26/05/2021	3	209.03	99.54	3.0

Fuente: Elaboración propia

Resultados preliminares de especímenes con adición de 7% de CCA.

A la mezcla patrón se adicionó el 7% de CCA con relación al peso del cemento, se realizó el ensayo del asentamiento (SLUMP) al concreto en estado fresco, luego se fabricaron probetas y se sometieron a ensayos de resistencia a la compresión a las edades de curado con agua de 7, 14 y 28 días, cuyos resultados se presentan en la Tabla 39.

Tabla 39: Resultados Preliminares de Resistencia a la Compresión y Asentamiento adicionando el 7% de CCA.

ESFUERZO A LA COMPRESIÓN DE CONCRETO PATRÓN CON ADICIÓN DE 7% CCA.					
EDAD (Días)	Fecha de ensayo	Cant. de probetas	F´cp (kg/cm2)	% de Resistencia	Asentamiento (slump (plg))
7	05/05/2021	3	135.01	64.29	3.0
14	12/05/2021	3	164.75	78.45	3.0
28	26/05/2021	3	184.34	87.78	3.0

Fuente: Elaboración propia

Resultados preliminares de especímenes con adición de 10% de CCA.

A la mezcla patrón se adicionó el 10% de CCA con relación al peso del cemento, se realizó el ensayo del asentamiento (SLUMP) al concreto en estado fresco, luego se fabricaron probetas y se sometieron a ensayos de resistencia a la compresión a las edades de curado con agua de 7, 14 y 28 días, cuyos resultados se presentan en la Tabla 40.

Tabla 40: Resultados Preliminares de Resistencia a la Compresión y Asentamiento adicionando el 10% de CCA.

ESFUERZO A LA COMPRESIÓN DE CONCRETO PATRÓN CON ADICIÓN DE 10% CCA.					
EDAD (Días)	Fecha de ensayo	Cant. de probetas	F'cp (kg/cm2)	% de Resistencia	Asentamiento (slump (plg))
7	06/05/2021	3	121.78	57.99	2.5
14	13/05/2021	3	153.10	72.90	2.5
28	27/05/2021	3	171.32	81.58	2.5

Fuente: Elaboración propia

Resultados preliminares de especímenes con adición de 12% de CCA.

A la mezcla patrón se adicionó el 12% CCA con relación al peso del cemento, se realizó el ensayo del asentamiento (SLUMP) al concreto en estado fresco, luego se fabricaron probetas y se sometieron a ensayos de resistencia a la compresión a las edades de curado con agua de 7, 14 y 28 días, cuyos resultados se presentan en la Tabla 41.

Tabla 41: Resultados Preliminares de Resistencia a la Compresión y Asentamiento adicionando el 12% de CCA.

ESFUERZO A LA COMPRESIÓN DE CONCRETO F'c=210 KG/CM2 CON ADICIÓN DE 12% CCA					
EDAD (Días)	FECHA	Núm. de probetas	F'c (kg/cm2)	% de Resistencia	Asentamiento (slump (plg))

7	06/05/2021	3	111.54	53.11	2.0
14	13/05/2021	3	141.46	67.36	2.0
28	27/05/2021	3	160.97	76.65	2.0

Fuente: Elaborado por los autores

Resultados preliminares de especímenes con adición de 15% de CCA.

A la mezcla patrón se adicionó el 15% CCA con relación al peso del cemento, se ejecutó el ensayo del asentamiento (SLUMP) al concreto en estado fresco, luego se fabricaron probetas y se sometieron a ensayos de resistencia a la compresión a las edades de curado con agua de 7, 14 y 28 días, cuyos resultados se presentan en la Tabla 42.

Tabla 42: Resultados Preliminares de Resistencia a la Compresión y Asentamiento adicionando el 15% de CCA.

ESFUERZO A LA COMPRESIÓN DE CONCRETO PATRÓN CON ADICIÓN DE 15% CCA.					
EDAD (Días)	Fecha de ensayo	Cant. de probetas	F'cp (kg/cm2)	% de Resistencia	Asentamiento (slump (plg))
7	06/05/2021	3	100.05	47.64	1.5
14	13/05/2021	3	124.15	59.12	1.5
28	27/05/2021	3	146.08	69.56	1.5

Fuente: Elaboración propia

Resumen preliminar de resistencia a la compresión de especímenes patrón y modificado con adición de aserrín y CCA.

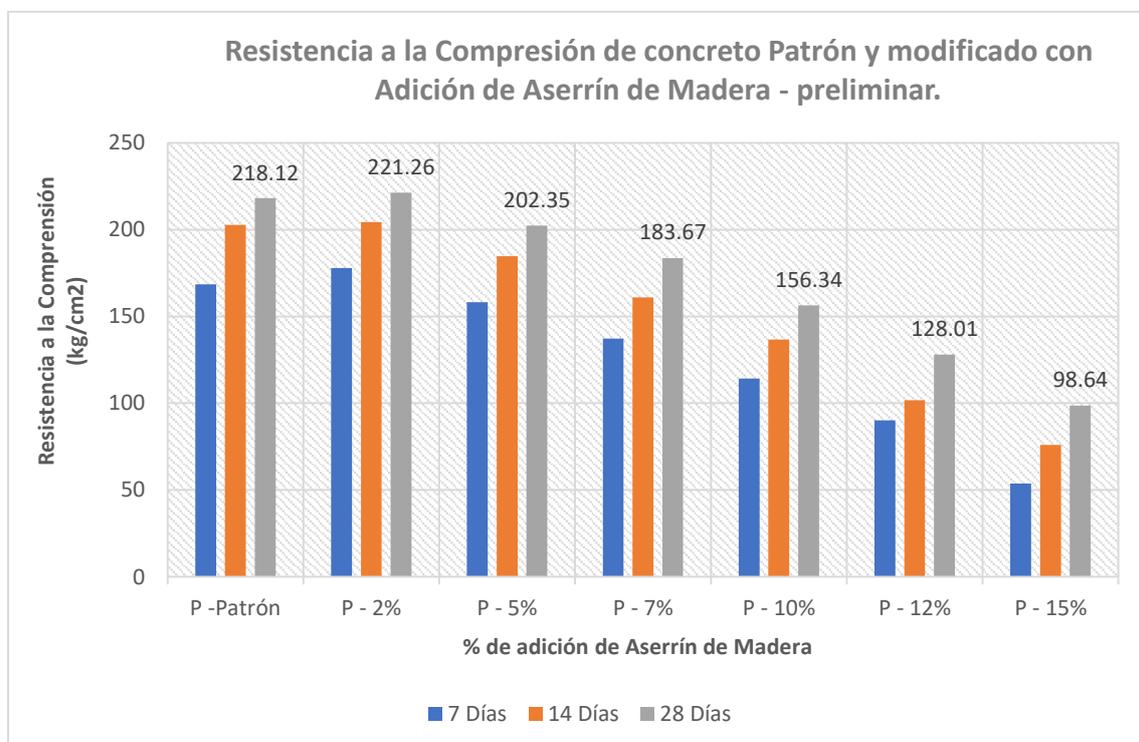
En la Tabla 43 y 44, se detallan los datos conseguidos a la edad de 28 días de resistencia a la compresión a probetas patrón y probetas modificado con porcentajes de adición de aserrín de madera y CCA, para un diseño de mezcla de 210 kg/cm², y en las Figura 9, 10, 11 y 12 se detalla una comparación en gráficos de barras y gráficos de curvas.

Tabla 43: Resumen de Resultados Preliminares de Resistencia a la Compresión y Asentamiento del concreto patrón y modificado con aserrín – Edad: 28 días.

ASENTAMIENTO Y RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE CONCRETO PATRÓN Y CON ADICIÓN DE ASERRÍN DE MADERA – EDAD 28 DÍAS			
Porcentaje de Adición (%)	F _{cp} (kg/cm ²)	% de Variación	Asentamiento (slump (plg))
Probeta patrón (0%)	218.12		3.5
2% AM	221.26	1.49	3.0
5% AM	202.35	-7.51	2.5
7% AM	183.67	-16.38	2.0
10% AM	156.34	-29.42	1.5
12% AM	128.01	-42.91	1.0
15% AM	98.64	-56.90	0.5

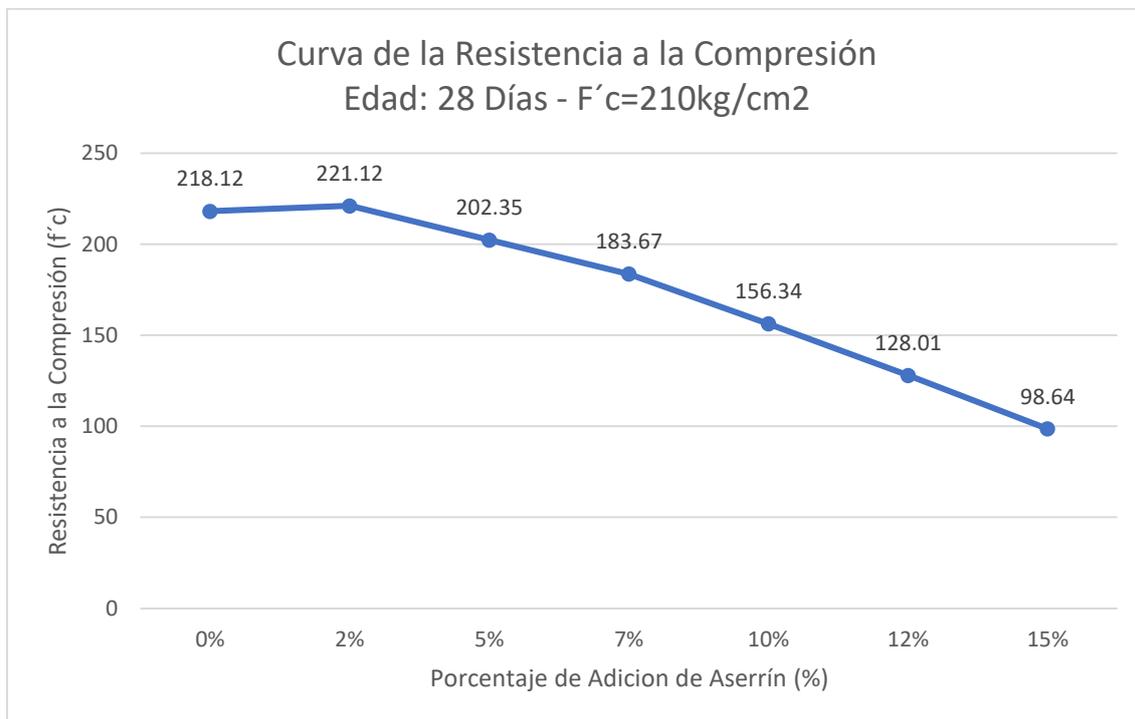
Fuente: Elaboración propia

Figura 9: Gráfico de barras de resistencia a la compresión de concreto patrón y modificado con adición de aserrín de madera - preliminar.



Fuente: Elaboración propia

Figura 10: Curva de resistencia a la compresión de concreto patrón y modificado con adición de aserrín de madera a la edad 28 días – F'c=210kg/cm2.



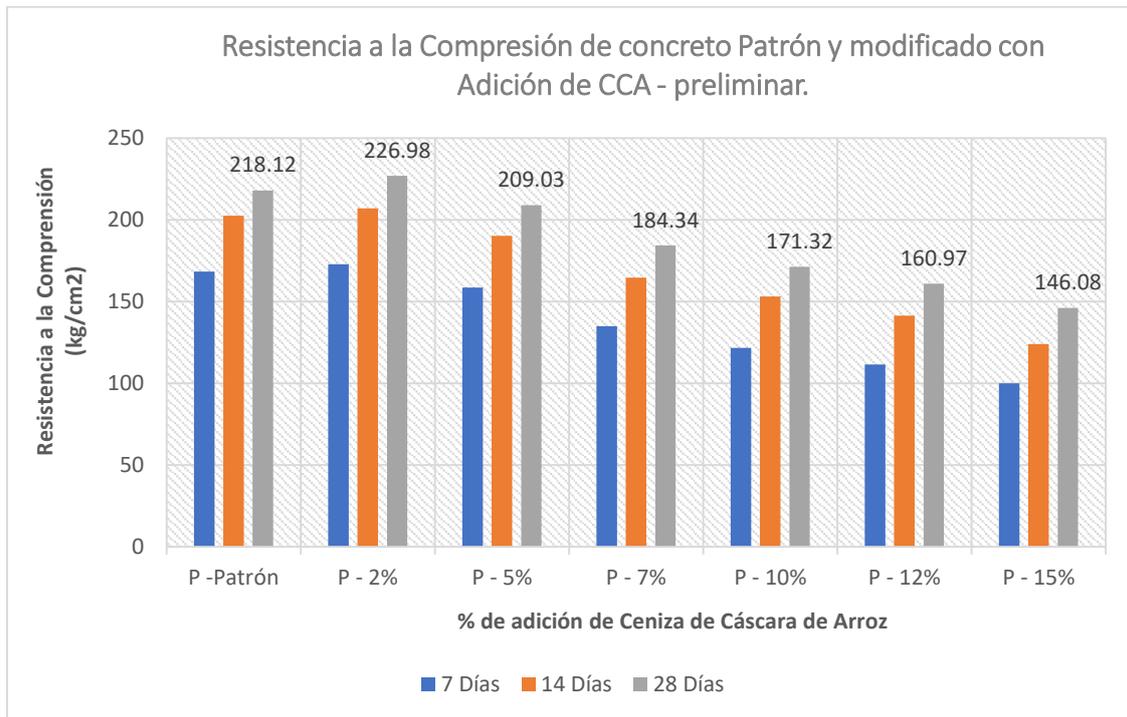
Fuente: Elaboración propia

Tabla 44: Resumen de Resultados Preliminares de Resistencia a la Compresión y Asentamiento del concreto patrón y modificado con CCA – Edad: 28 días.

ASENTAMIENTO Y RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE CONCRETO PATRÓN Y MODIFICADO CON CCA – EDAD 28 DÍAS.			
Porcentaje de Adición (%)	F'c (kg/cm2)	% de variación	Asentamiento (slump (plg))
Probeta patrón (0%)	218.12		3.5
2% CCA	226.98	4.22	3.5
5% CCA	209.03	-4.33	3.0
7% CCA	184.34	-16.09	3.0
10% CCA	171.32	-22.29	2.5
12% CCA	160.97	-27.22	2.0
15% CCA	146.08	-34.31	1.5

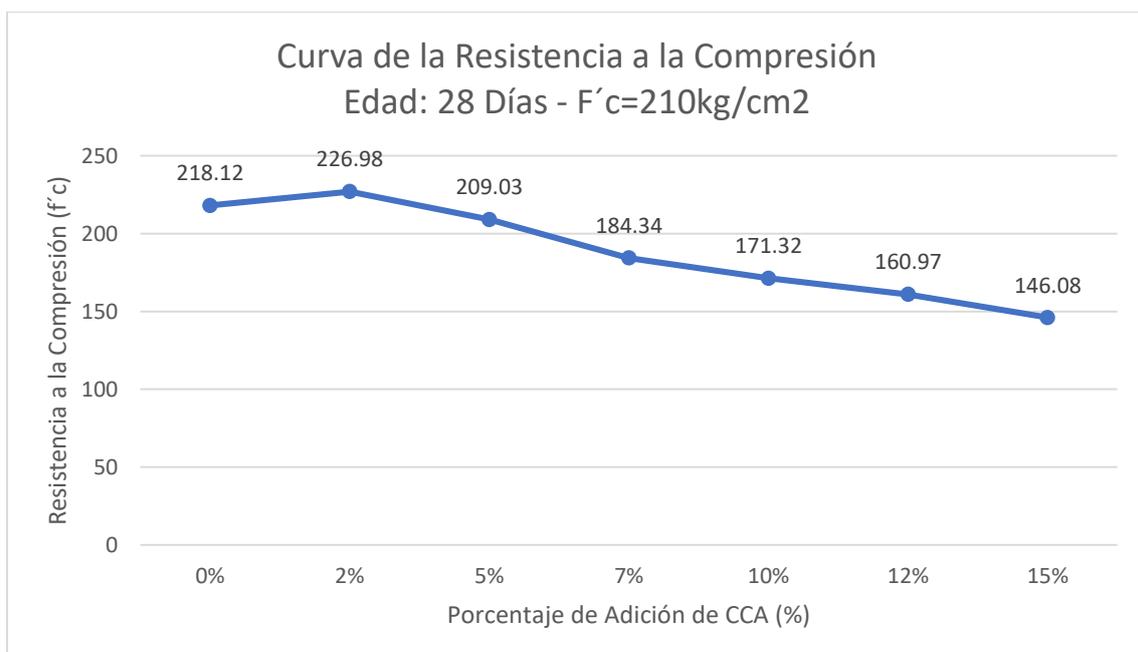
Fuente: Elaboración propia

Figura 11: Gráfico de barras de resistencia a la compresión de concreto patrón y modificado con adición de CCA - preliminar.



Fuente: Elaboración propia

Figura 12: Curva de resistencia a la compresión de concreto patrón y modificado con adición CCA a la edad 28 días – $F'c=210\text{kg/cm}^2$.



Fuente: Elaboración propia

Ensayos definitivos con adición combinado de aserrín de madera y CCA.

En los resultados de los ensayos preliminares se aprecia que al agregar porcentajes de 2% al concreto patrón tanto aserrín de madera como CCA, la resistencia a la compresión aumentó para los dos casos. Es por ello que se ha considerado realizar unos ensayos definitivos agregado combinadamente el aserrín de madera y la CCA en cantidad de 2% de ambos materiales de acuerdo al peso del cemento, de tal manera se realizó nuevas probetas patrón sin adición y probetas con adición en diseñar de mezcla de 210 kg/cm².

Resultado definitivo de esfuerzo a la compresión de concreto patrón.

Se preparó concreto para un diseño de mezcla de 210 kg/cm², se ejecutó el ensayo del asentamiento (SLUMP) al concreto en estado fresco, luego se fabricaron probetas y se sometieron a ensayos de resistencia a la compresión a las edades de curado con agua de 7, 14 y 28 días, cuyos resultados se muestran en la Tabla 45.

Tabla 45: Resultados definitivos de resistencia a la compresión y asentamiento de probetas patrón.

ASENTAMIENTO Y ESFUERZO A LA COMPRESIÓN DE CONCRETO PATRÓN					
EDAD (Días)	Fecha de ensayo	Cant. de probetas	F'cp (kg/cm ²)	% de Resistencia	Asentamiento (slump (plg))
7	05/06/2021	3	179.86	80.29	3.5
14	12/06/2021	3	201.94	96.16	3.5
28	26/06/2021	3	217.76	103.70	3.5

Fuente: Elaboración propia

Resultados definitivos del esfuerzo a la compresión de concreto modificado con adición de 2% de Aserrín de Madera más 2% de CCA.

A la mezcla patrón se adicionó el 2% de aserrín de madera más el 2% de CCA con relación al peso del cemento, se ejecutó el ensayo del asentamiento (SLUMP) al concreto en estado fresco, luego se fabricaron probetas y se sometieron a ensayos de resistencia a la compresión a las edades de curado con agua de 7, 14 y 28 días, cuyos resultados se presentan en la Tabla 46.

Tabla 46: Resultados definitivos de Resistencia a la Compresión y Asentamiento adicionando el 2% de Aserrín de Madera más el 2% de CCA.

ESFUERZO A LA COMPRESIÓN DE CONCRETO F'c=210 KG/CM2 CON ADICIÓN DE 2% DE ASERRÍN MAS 2% DE CCA.					
EDAD (Días)	FECHA	Núm. de probetas	F'c (kg/cm2)	% de Resistencia	Asentamiento (slump (plg))
7	05/06/2021	3	187.91	89.48	3.0
14	12/06/2021	3	210.16	100.08	3.0
28	26/06/2021	3	229.88	109.47	3.0

Fuente: Elaboración propia

Comparación de la resistencia a la compresión y asentamiento entre el concreto patrón y modificado con adición de aserrín de madera y CCA.

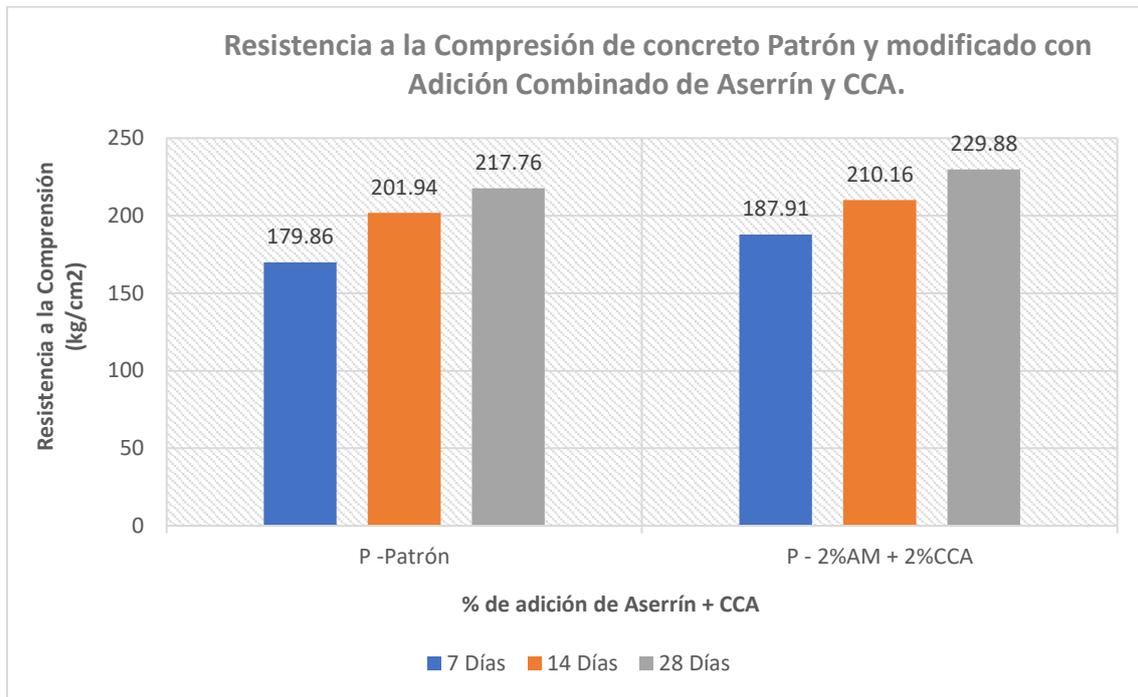
En la Tabla 47, se explican los resultantes que se obtuvo a la edad de 28 días de resistencia a la compresión a probetas patrón y probetas modificado con cantidades de adición de aserrín de madera más CCA, para un diseño de mezcla de 210 kg/cm2, además se detalla el asentamiento (SLUMP) realizado al concreto en estado fresco, y en las Figuras 13 y 14 se detalla una comparación en gráficos de barras y gráficos de curvas.

Tabla 47: Resultados definitivos de Resistencia a la Compresión y Asentamiento del concreto patrón y modificado con adición combinado de aserrín de madera más CCA – Edad: 28 días.

ASENTAMIENTO Y RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE CONCRETO PATRÓN Y MODIFICADO CON ADICIÓN COMBINADO DE ASERRÍN Y CCA – EDAD 28 DÍAS			
Porcentaje de Adición (%)	F'c (kg/cm2)	% de Variación	Asentamiento (slump (plg))
Probeta patrón (0%)	217.76		3.5
2% AM + 2%CCA	229.88	5.77	3.0

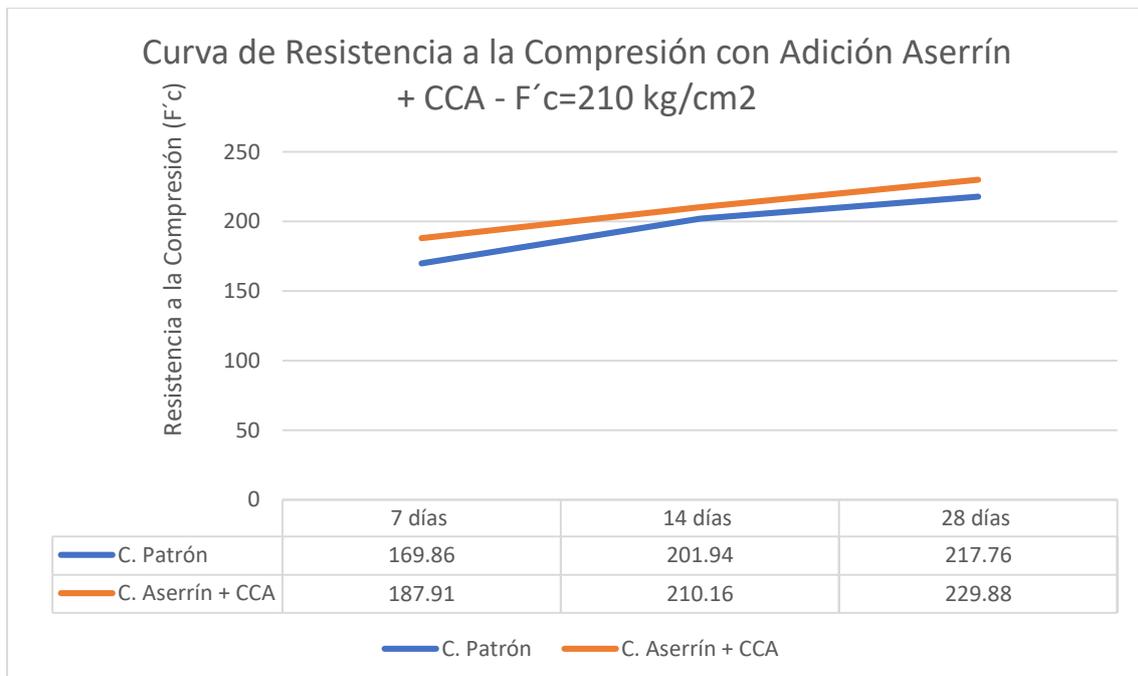
Fuente: Elaboración propia

Figura 13: Gráfico de barras de resistencia a la compresión de concreto patrón y modificado con adición combinado de aserrín de madera y CCA.



Fuente: Elaboración propia

Figura 14: Curva Comparativa de la Resistencia a la Compresión Patrón y Modificado con Adición de 2% Aserrín más 2% de CCA.



Fuente: Elaboración propia

4.4. Ensayos de la resistencia a la flexión del concreto.

Resultados definitivos de los especímenes de concreto patrón.

Se preparó concreto para un diseño de mezcla de 210 kg/cm², se realizó el ensayo del asentamiento (SLUMP) al concreto en estado fresco, luego se fabricaron especímenes prismáticos de 6"x 6" por 45 cm de largo y se sometieron a ensayos de resistencia a la flexión a las edades de curado con agua de 7, 14 y 28 días, cuyos resultados se presentan en la Tabla 48.

Tabla 48: Resultados definitivos de Resistencia a la flexión y asentamiento de concreto patrón.

ASENTAMIENTO Y RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO PATRÓN - F´C=210 KG/CM2				
EDAD (Días)	Fecha de ensayo	Cant. De Especí.	M´rp (kg/cm2)	Asentamiento (slump (plg))
7	05/06/2021	3	26.96	3.5
14	12/06/2021	3	32.04	3.5
28	26/06/2021	6	45.89	3.5

Fuente: Elaboración propia

Resultados definitivos de la resistencia a la flexión y asentamiento del concreto modificado con adición combinados de aserrín y CCA.

Al concreto patrón se adicionó el 2% de aserrín de madera más el 2% de CCA, se ejecutó el ensayo del asentamiento (SLUMP) al concreto en estado fresco, luego se fabricaron especímenes prismáticos de 6"x 6" por 45 cm de largo y se sometieron a ensayos de resistencia a la flexión a las edades de curado con agua de 7, 14 y 28 días, los datos obtenidos se muestran en la Tabla 49.

Tabla 49: Resultados Definitivos de Resistencia a la flexión y asentamiento a concreto patrón y modificado con adición combinado de Aserrín y CCA.

ASENTAMIENTO Y RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO MODIFICADO CON ADICIÓN COMBINADO DE 2% DE ASERRÍN MÁS 2% DE CCA.				
EDAD (Días)	Fecha de ensayo	Cant. De Especí.	M´rp (kg/cm2)	Asentamiento (slump (plg))
7	05/06/2021	3	28.85	3.0
14	12/06/2021	3	34.09	3.0
28	26/06/2021	6	48.18	3.0

Fuente: Elaboración propia

Comparación de resistencia a la flexión entre el concreto patrón y el modificado con adición combinado de aserrín y CCA.

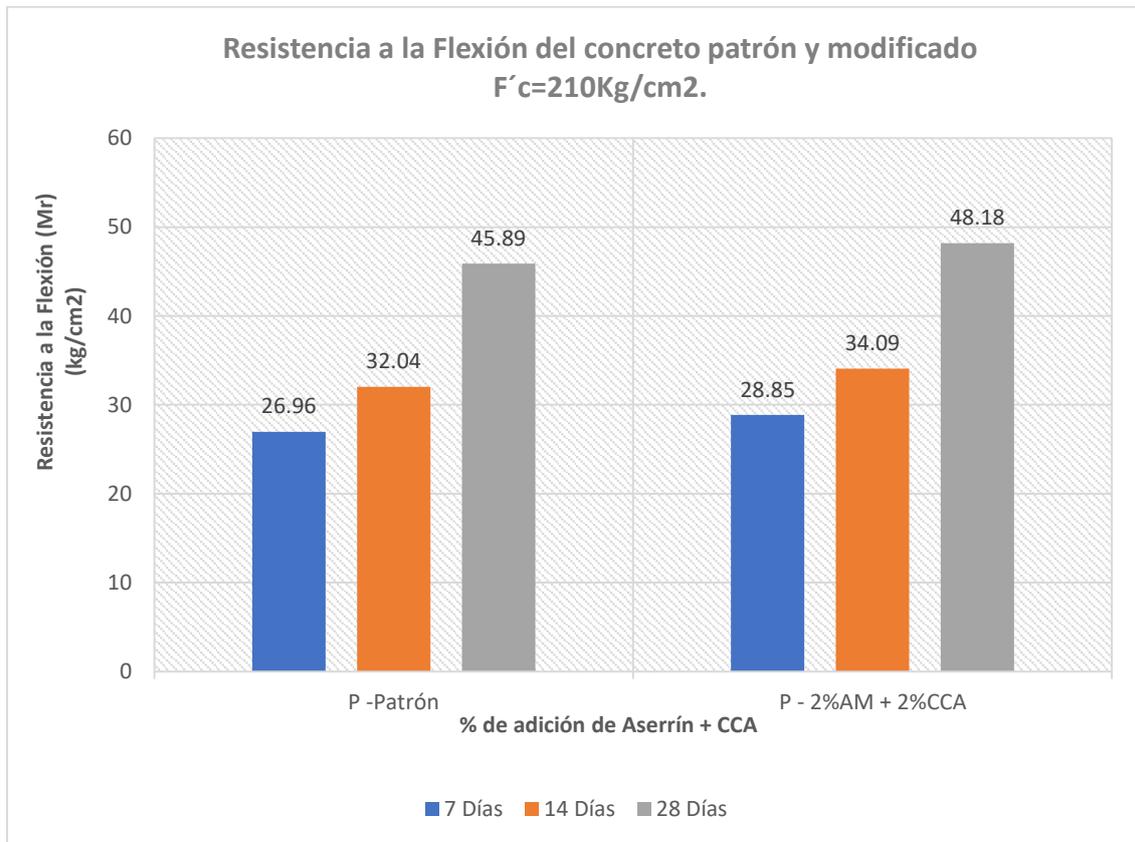
En la Tabla 50 y Figura 15 se detalla los resultados comparativos de resistencia a la flexión del concreto patrón y modificado con adición combinado de aserrín de madera y CCA, en un porcentaje de 2% de cada uno con relación al peso del cemento, para una mezcla de diseño de 210 kg/cm2 en edades de 7, 14, 28 días.

Tabla 50: Cuadro comparativo de la resistencia a la flexión de concreto patrón y modificado.

RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DE CONCRETO PATRÓN Y MODIFICADO CON ADICIÓN COMBINADO DE ASERRÍN Y CCA – EDAD 28 DÍAS			
EDAD (Días)	M´cp (kg/cm2)		% de variación
	C° patrón	C° Modificado (2%AM+2%CCA)	
7	26.96	28.85	7.01%
14	32.04	34.09	6.40 %
28	45.89	48.18	5.0%

Fuente: Elaboración propia

Figura 15: Resistencia a la Flexión del concreto patrón y modificado – $F'c=210\text{kg/cm}^2$.



Fuente: Elaboración propia

V. DISCUSIÓN

Análisis de los ensayos del esfuerzo a la compresión del concreto patrón y modificado.

Concreto patrón

El concreto patrón preparado con un diseño de mezcla de 210 kg/cm², arrojó un asentamiento (SLUMP) de 3.5", el esfuerzo a la compresión promedio a edades de 7, 14 y 28 días nos arrojaron valores de 168.45 kg/cm², 202.69 kg/cm² y 218.12 kg/cm² respectivamente.

Concreto con adición de aserrín de madera

Las probetas con adición de 2% de aserrín de madera, arrojó un asentamiento (SLUMP) de 3", el esfuerzo a la compresión promedio a edades de 7, 14 y 28 días nos arrojaron valores de 177.90 kg/cm², 209.45 kg/cm², 221.26 kg/cm² respectivamente, y comparando con la resistencia del concreto patrón se obtuvo un incremento de 5.61%, 3.33%, 1.44% respectivamente.

Las probetas con adición de 5% de aserrín de madera, arrojó un SLUMP de 2.5", el esfuerzo a la compresión promedio a edades de 7, 14 y 28 días nos arrojaron valores de 158.23 kg/cm², 184.67 kg/cm², 202.35 kg/cm² respectivamente, y comparando con la resistencia del concreto patrón se obtuvo una disminución de -6.07%, -8.89%, -7.23% respectivamente.

Las probetas con adición de 7% de aserrín de madera, arrojó un SLUMP de 2", el esfuerzo a la compresión promedio a edades de 7, 14, 28 días nos arrojaron valores de 137.31 kg/cm², 160.98 kg/cm², 183.67 kg/cm² respectivamente, y comparando con la resistencia del concreto patrón se obtuvo una disminución de -18.49%, -20.58%, -15.79% respectivamente.

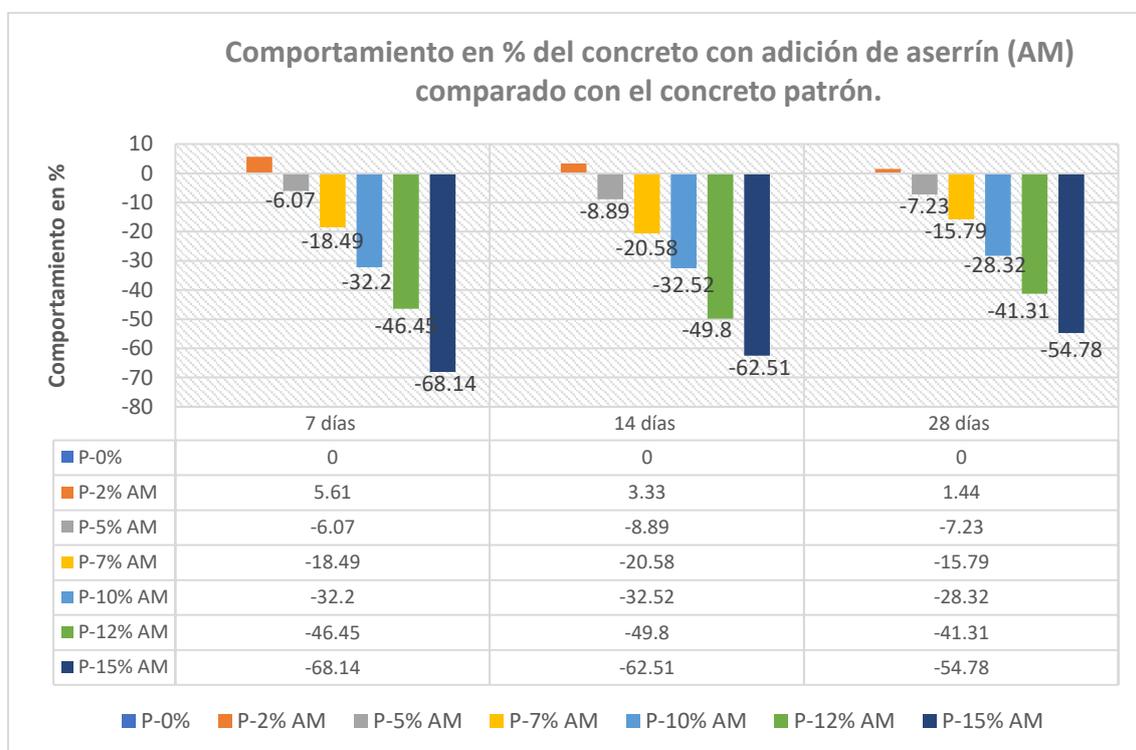
Las probetas con adición de 10% de aserrín de madera, arrojó un SLUMP de 1.5", el esfuerzo a la compresión promedio a edades de 7, 14, 28 días nos arrojaron valores de 114.21 kg/cm², 136.78 kg/cm², 156.34 kg/cm² respectivamente, y comparando con la resistencia del concreto patrón se obtuvo una disminución de -32.20%, -32.52%, -28.32% respectivamente.

Las probetas con adición de 12% de aserrín de madera, arrojó un SLUMP de 1", el esfuerzo a la compresión promedio a edades de 7, 14, 28 días nos arrojaron valores de 90.20 kg/cm², 101.75 kg/cm², 128.01 kg/cm² respectivamente, y comparando con la resistencia del concreto patrón se obtuvo una disminución de -46.45%, -49.80%, -41.31% respectivamente.

Las probetas con adición de 15% de aserrín de madera, arrojó un SLUMP de 0.5", el esfuerzo a la compresión promedio a edades de 7, 14, 28 días nos arrojaron valores de 53.67 kg/cm², 75.98 kg/cm², 98.64 kg/cm² respectivamente, y comparando con la resistencia del concreto patrón se obtuvo una disminución de -68.14%, -62.51%, -54.78% respectivamente.

En la Figura 16, se detalla el comportamiento del aserrín de madera al ser incorporado en porcentajes diferentes al concreto, se detalla el incremento y disminución del esfuerzo a la compresión comparando el concreto patrón y con adición de aserrín de madera.

Figura 16: Comportamiento en % del concreto modificado con adición de aserrín – F'c=210kg/cm².



Fuente: Elaboración propia

Concreto modificado con adición de CCA.

Las probetas con adición de 2% de CCA, arrojó un SLUMP de 3.5", el esfuerzo a la compresión promedio a edades de 7, 14, 28 días nos arrojaron valores de 172.97 kg/cm², 207.02 kg/cm², 226.98 kg/cm² respectivamente, y comparando con la resistencia del concreto patrón se obtuvo un incremento de 2.68%, 2.14%, 4.06% respectivamente.

Las probetas con adición de 5% de ceniza de cascarilla de arroz, arrojó un SLUMP de 3", el esfuerzo a la compresión promedio a edades de 7, 14, 28 días nos arrojaron valores de 158.67 kg/cm², 190.35 kg/cm², 209.03 kg/cm² respectivamente, y comparando con la resistencia del concreto patrón se obtuvo una disminución de -5.81%, -6.09%, -4.17% respectivamente.

Las probetas con adición de 7% de ceniza de cascarilla de arroz, arrojó un SLUMP de 3", el esfuerzo a la compresión promedio a edades de 7, 14, 28 días nos arrojaron valores de 135.01 kg/cm², 164.75 kg/cm², 184.34 kg/cm² respectivamente, y comparando con la resistencia del concreto patrón se obtuvo una disminución de -19.85%, -18.72%, -15.49% respectivamente.

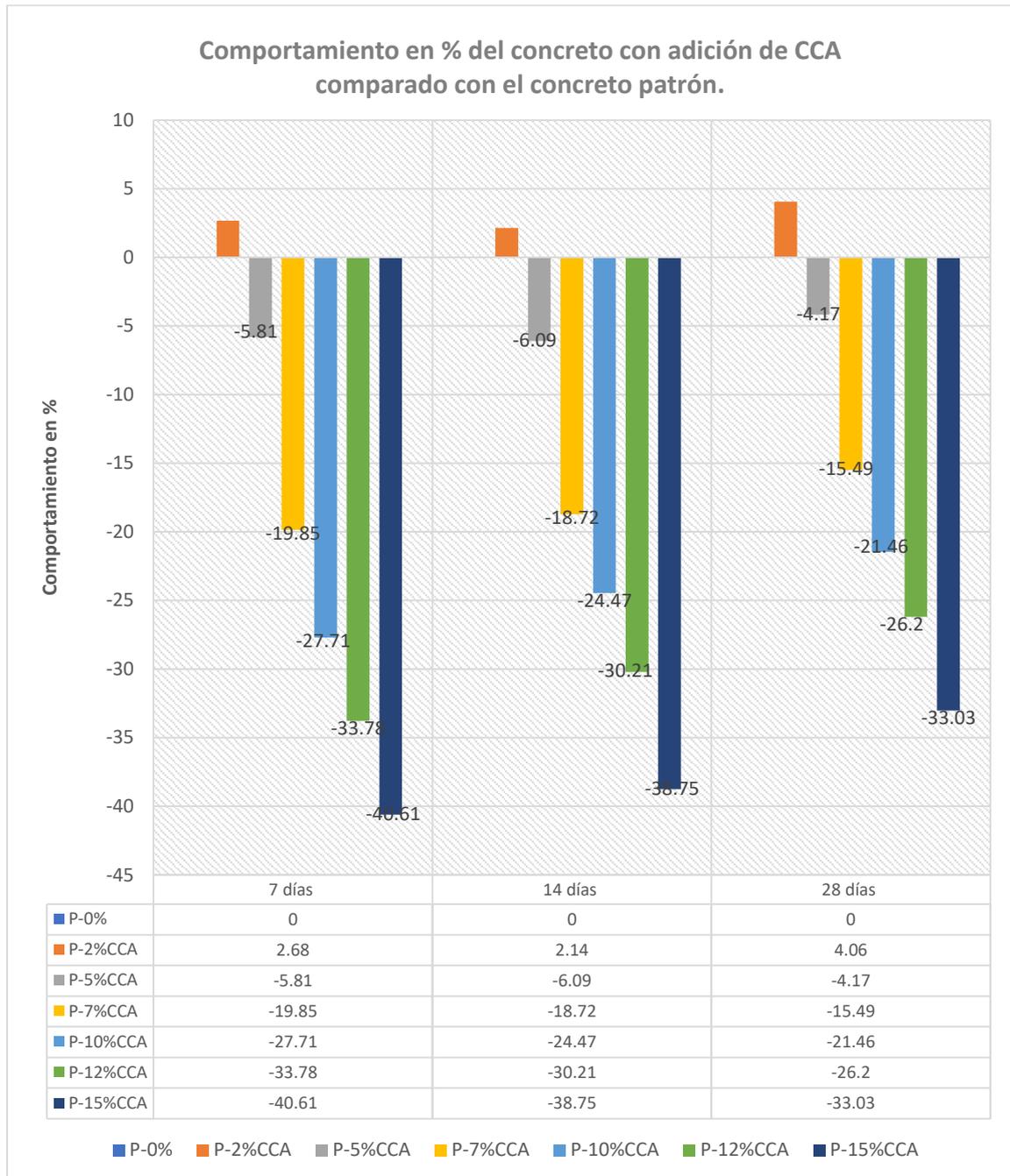
Las probetas con adición de 10% de ceniza de cascarilla de arroz, arrojó un SLUMP de 2.5", el esfuerzo a la compresión promedio a edades de 7, 14, 28 días nos arrojaron valores de 121.78 kg/cm², 153.10 kg/cm², 171.32 kg/cm² respectivamente, y comparando con la resistencia del concreto patrón se obtuvo una disminución de -27.71%, -24.47%, -21.46% respectivamente.

Las probetas con adición de 12% de ceniza de cascarilla de arroz, arrojó un SLUMP de 2", el esfuerzo a la compresión promedio a edades de 7, 14, 28 días nos arrojaron valores de 111.54 kg/cm², 141.46 kg/cm², 160.97 kg/cm² respectivamente, y comparando con la resistencia del concreto patrón se obtuvo una disminución de -33.78%, -30.21%, -26.20% respectivamente.

Las probetas con adición de 15% de ceniza de cascarilla de arroz, arrojó un SLUMP de 1.5", el esfuerzo a la compresión promedio a edades de 7, 14, 28 días nos arrojaron valores de 100.05 kg/cm², 124.15 kg/cm², 146.08 kg/cm² respectivamente, y comparando con la resistencia del concreto patrón se obtuvo una disminución de -40.61%, -38.75%, -33.03% respectivamente.

En la Figura 17, se detalla el comportamiento de la CCA al ser incorporado en porcentajes diferentes al concreto, se detalla el incremento y disminución del esfuerzo a la compresión comparando el concreto patrón y con adición de la CCA.

Figura 17: Comportamiento en % del concreto modificado con adición de CCA – $F'_c=210\text{kg/cm}^2$.



Fuente: Elaboración propia

Ensayos definitivos del esfuerzo a la compresión del concreto – $F'c=210\text{kg/cm}^2$.

Concreto definitivo patrón

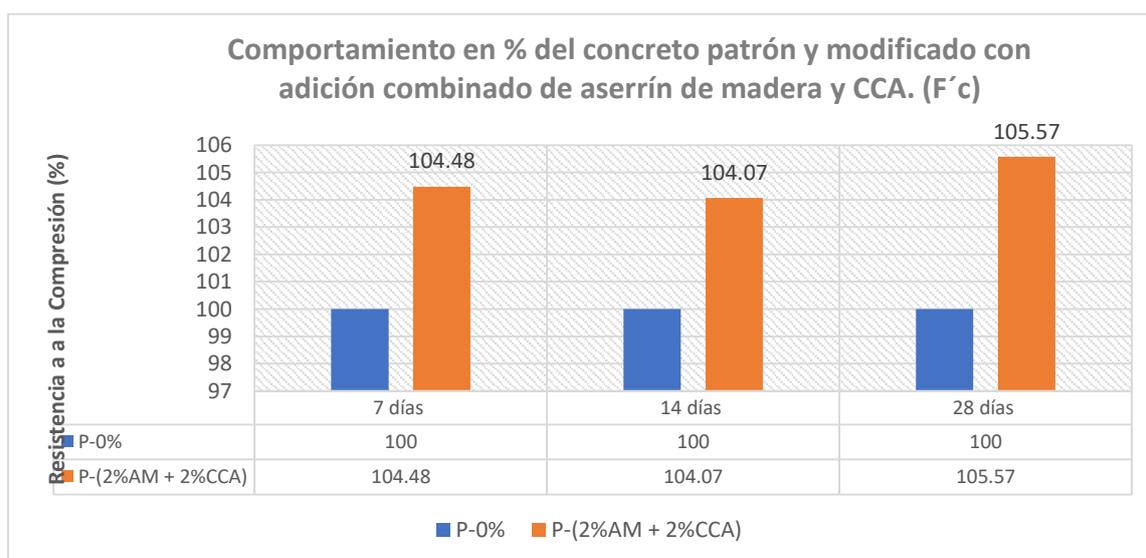
El concreto patrón definitivo preparado con un diseño de mezcla de 210kg/cm^2 , arrojó un SLUMP de 3.5", el esfuerzo a la compresión promedio a edades de 7, 14, 28 días nos arrojaron valores de 179.86 kg/cm^2 , 201.94 kg/cm^2 , 217.76 kg/cm^2 respectivamente.

Ensayos definitivos con adición combinado de 2% de aserrín y 2% de CCA.

Las probetas con adición de 2% de aserrín de madera más 2% CCA, arrojó un SLUMP de 3", el esfuerzo a la compresión promedio a edades de 7, 14, 28 días nos arrojaron valores de 187.91 kg/cm^2 , 210.16 kg/cm^2 , 229.88 kg/cm^2 respectivamente, y comparando con la resistencia del concreto patrón definitivo se obtuvo un incremento de 4.48%, 4.07%, 5.57% respectivamente.

En la Figura 18, se compara los esfuerzos a la compresión en porcentajes de aumento entre el concreto patrón definitivo y el concreto modificado con adición combinado de aserrín de madera y CCA definitivo.

Figura 18: Comportamiento en % del concreto patrón y modificado con adición combinado de aserrín de madera y CCA para el esfuerzo a la compresión. – $F'c=210\text{kg/cm}^2$.



Fuente: Elaboración propia

Análisis de ensayos definitivos del esfuerzo a la flexión.

Análisis de ensayos a la flexión a concreto patrón definitivo.

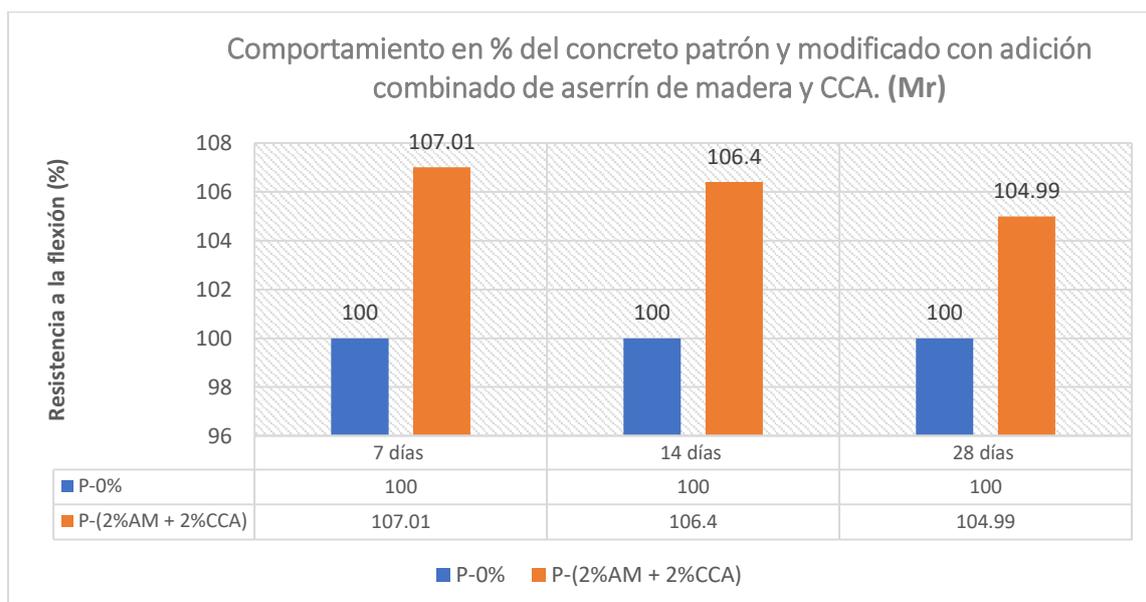
Para este ensayo, el concreto patrón arrojó un SLUMP de 3.5", el esfuerzo promedio a la flexión practicadas a edades de 7, 14, 28 días, nos arrojaron valores de 26.96 kg/cm², 32.04 kg/cm², 45.89 kg/cm² respectivamente.

Ensayos a la flexión a concreto modificado con adición combinado de aserrín de madera y CCA definitivo.

Para este ensayo el concreto con adición combinado de aserrín de madera y CCA arrojó un SLUMP de 3", la resistencia promedio a la flexión practicadas a edades de 7, 14, 28 días, nos arrojaron valores de 28.85 kg/cm², 34.09 kg/cm², 48.18 kg/cm² respectivamente, y comparando con la resistencia del concreto patrón definitivo se obtuvo un incremento de 7.01%, 6.40%, 4.99% respectivamente.

En la Figura 19, se detalla la comparación de los esfuerzos a la flexión en porcentajes de incremento entre el concreto patrón definitivo y el concreto modificado con adición combinado de aserrín de madera y CCA definitivo.

Figura 19: Comportamiento en % del concreto patrón y modificado con adición combinado de aserrín de madera y CCA para el esfuerzo a la flexión – $F'c=210\text{kg/cm}^2$



Fuente: Elaboración propia

Discusión con respecto a la hipótesis planteada.

La hipótesis planteada para esta tesis es la siguiente:

“La adición de aserrín de madera y ceniza de cáscara de arroz mejorará las características físicas y mecánicas del concreto”.

En la discusión de la hipótesis planteada, se realizaron pruebas y ensayos de resistencia o esfuerzo a la compresión y flexión a probetas cilíndricas y prismáticas, las cuales fueron realizadas con un diseño de mezcla de 210 kg/cm², y ensayados en el laboratorio denominado “Suelos Geo control SRL”, estas probetas fueron fabricadas con y sin adición de aserrín de madera y CCA en cantidades preliminares de 2%, 5%, 7%, 10%, 12% y 15% con relación al pesaje del cemento empleado. Los datos resultantes finales determinados en este estudio nos dan a conocer que al incorporar o adicionar el 2% de aserrín y 2% de CCA combinado en sus estados naturales de cada material, si mejora las propiedades de la física y mecánica del concreto; por ello, la hipótesis planteada es confirmada.

VI. CONCLUSIONES

- a) Los ensayos de granulometría realizados a los agregados fino y grueso de la cantera Rio Chinchipe – Sector Huaquillo, cumplieron con los parámetros granulométricos que se establece en la NTP 400.012, el cual se obtuvo un módulo de fineza de 2.75 para el agregado fino y un TMN de ½” para el agregado grueso, por lo cual pude ser utilizado en la fabricación de concreto.
- b) Se realizó el diseño de mezcla según el ACI 211 para un concreto patrón $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, para el cual se obtuvo una dosificación por unidad de peso: cemento 1, agregado fino 2.2, agregado grueso 2.5 y agua 21.25 litros/bolsa, dosificación por unidad de volumen: cemento 1.0, agregado fino 2.0, agregado grueso 2.5 y agua 21.25 litros /bolsa), dosificación por m³: cemento 9.0 bolsas, agregado fino 0.51m³, agregado grueso 0.65m³ y agua 194.7 litros/m³.
- c) Se elaboró la estructura de mezcla para el concreto modificado adicionando aserrín de madera más CCA, para el cual se obtuvo una dosificación por unidad de peso de: cemento 1kg, agregado fino 2.2kg, agregado grueso 2.5kg, aserrín de madera 0.02kg, CCA 0.02kg y agua 21.68lts/bolsa.
- d) Las probetas patrón preliminar obtuvieron una resistencia o esfuerzo a la compresión de 218.12 kg/cm² a la edad de 28 días, y un asentamiento (SLUMP) de 3.5” de la mezcla en estado fresco.
- e) Las probetas preliminares que fueron elaboradas adicionando aserrín de madera en un 2% con relación al peso del cemento, dieron resultados al esfuerzo a la compresión de 221.26 kg/cm² a los 28 días de edad, teniendo un incremento de 1.44% con respecto al concreto patrón. Esto quiere decir que la cantidad apropiada de incremento de aserrín al concreto es de 2%, porque incrementa ligeramente su resistencia o esfuerzo a la compresión, además se obtuvo un asentamiento (SLUMP) de 3” de la mezcla en estado fresco.
- f) Las probetas preliminares que fueron elaboradas adicionando CCA en un 2% con relación al peso del cemento, dieron resultados al esfuerzo a la

compresión de 226.98 kg/cm² a los 28 días de edad, teniendo un aumento de 4.06% con respecto al concreto patrón. Esto quiere decir que la cantidad apropiada de incremento de aserrín al concreto es de 2%, porque incrementa ligeramente su resistencia o esfuerzo a la compresión, además se obtuvo un asentamiento (SLUMP) de 3.5" de la mezcla en estado fresco.

- g) Las probetas definitivas que fueron elaboradas adicionando el combinado de aserrín de madera más CCA en un 2% de cada uno con relación al peso del cemento, dieron resultados al esfuerzo a la compresión de 229.88 kg/cm² a la edad de 28 días, teniendo un incremento de 5.57% según a la capacidad resistente del concreto patrón ($F'_c=217.76$ kg/cm²). Concluyendo que la medida apropiada de aumento de aserrín de madera más CCA al concreto es de 2% de ambos materiales, porque incrementa ligeramente su resistencia a la compresión, además de obtuvo un asentamiento (SLUMP) de 3" de la mezcla en estado fresco.
- h) La resistencia a la flexión de los testigos de forma prismáticos de concreto patrón dio como resultado al módulo de rotura de 45.89 kg/cm² a la edad de 28 días, y un asentamiento (SLUMP) de 3.5" de la mezcla en estado fresco.
- i) Los especímenes prismáticos con adición combinado de 2% de aserrín de madera más 2% de CCA, dio como resultante al módulo de rotura de 48.18 kg/cm² a la edad de 28 días, teniendo un incremento de 5.0% con respecto a la resistencia del concreto patrón. Por lo que concluimos que la cantidad apropiada de incremento de aserrín de madera más CCA al concreto es de 2% de ambos materiales, porque incrementa ligeramente su resistencia a la flexión, además de obtuvo un asentamiento (SLUMP) de 3" de la mezcla en estado fresco.

VII. RECOMENDACIONES

- a) De acuerdo a las cifras resultantes de esta investigación, se sugiere usar los agregados obtenidos de la cantera Rio Chinchipe – sector Huaquillo, con las dosificaciones planteadas.
- b) Se recomienda que el aserrín de madera y la CCA sea tamizado en el tamiz N°100 y estén libres de impurezas u otras sustancias que puedan afectar al concreto.
- c) Según los datos resultantes finales de este estudio, se sugiere el uso del aserrín de madera y la ceniza de cáscara de arroz en su estado natural como adición para concretos no estructurales en porcentajes de 2%, con la finalidad de darle un uso a estos materiales que producen contaminación como desechos.
- d) Se recomienda agregar el 2% de agua al concreto modificado para obtener un asentamiento adecuado y no alterar su resistencia.
- e) Se recomienda realizar estudios más especializados al aserrín de madera para determinar el tiempo de duración en su estado natural dentro del concreto.

REFERENCIAS

¿Por qué se Determina la Resistencia a la Compresión en el Concreto? CEMEX. 2019. 2019.

Aliaga Mendoza, J y Badajos Quispe, B. 2018. Adición de cenizas de cascarilla de arroz para el diseño de concreto F'c 210kg/cm², Atalaya, Ucayali - 2018. Lima : s.n., 2018.

Aquiles, H. 2019. Producción de Arroz Cáscara en la región San Martín. San Martín : s.n., 2019.

Arévalo Torres , Fabián y López del Aguila , Luis . 2020. "Adición de ceniza de la cascarilla de arroz para mejorar las propiedades de resistencia del concreto en la región San Martín". San Martín : UNSM, 2020.

ASTM C-143. Método de ensayo para la medición del asentamiento del concreto de cemento Portland.

Bobadilla Zárate, Diego y Cobián De Vinatea, Jorge . 2016. Plan de manejo de residuos sólidos del proceso de producción de una empresa maderera. Lima : UNAM, 2016.

Cemento, el principal conglomerante de la construcción. DECOSAN. 2020. Lima : s.n., 2020.

Cigueñas Cabrera , Pablo Cesar . 2020 . Determinación del Comportamiento del Concreto con Adición de Aserrín . Trujillo : UPAO, 2020 .

Garavito Isaza, Eduardo. 2020. HUMEDAD EN AGREGADOS Y CONTROL DE INVENTARIOS. Lima : ARGOS, 2020.

Garcés , Luis . 2004. "Hormigón de Aserrín". Valdivia-Chile : s.n., 2004.

Gracia Vega, Manuel. 2018. ASTM C 33 Requisitos para granulometría y calidad de los agregados finos y gruesos . Chiclayo : Sencico, 2018.

Guaches, Nurian, Ortega, Giselle y Ríos, Mairé. 2016. Caracterización de Aserrín de Diferentes Maderas. Santiago de Cuba : Scielo, 2016. 22246185.

IMCYC. 2012. Concreto hidráulico-Determinación de la masa unitaria, cálculo del rendimiento y contenido de aire del concreto fresco por el método gravimétrico. Mexico : s.n., 2012.

ing. Rivera , Gerardo. Concreto Simple . Cauca - Colombia : Univercidad de Cauca

Jaime, Miguel y Portocarrero Regalado, Luis. 2018. "Influencia de la cascarilla y la CCA sobre la resistencia a la compresión de u concreto no estructural". Trujillo : UPN, 2018.

Juárez Quevedo , B. 2012. La utilización de cáscara de arroz bajo el proceso de calcinación controlada como puzolana artificial en el diseño de morteros para acabados . Guatemala : Univercidad de San Carlos de Guatemala , 2012.

Los Reciduos de Madera se Utilizan ahora como Aditivos para el Concreto. CONSTRUCTIVO . 2019. s/n, Singapur : Constructivo , 2019.

Mattey , Pedro, Robayo, Rafael y Días, Jherson . 2015. Aplicación de ceniza de cascarilla de arroz obtenida de un proceso agro-industrial para la fabricación de bloques en concreto no estructurales. Caracas : Scielo, 2015. Vol. 35.

MINAGRI. 2020. Producción, Importaciones y Precios del Arroz. Lima : s.n., 2020.

MSc. Giselle Giralt, Ortega. 2016. Characterization of Sawdust of different Woods. Santiago de Cuva : s.n., 2016.

Niño Hernández , Jairo. 2010. Tecnología del Concreto - Tomo 1. Bogotá - Colombia : Asocreto, 2010. 9789588564036.

Niño Rojas, V. 2011. Metodología de la Investigación - Diseño y Ejecucion. Bogotá. Bogotá : s.n., 2011.

NRMCA. 2017. "Resistencia a la Flexión del Concreto". 2017.

NTG 41017 h7. 2015. Método de ensayo. Determinación del contenido de aire del concreto hidráulico recién mezclado por el método de presión. Gutemala : s.n., 2015.

NTP 339.034 . 2011. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto, en muestras cilíndricas. 2011.

NTP 400.011. 2013. Definición y clasificación de agregados para uso en morteros y hormigones (concretos). 2013.

NTP 400.012. 2012. Método de ensayo normalizado para peso específico y absorción del agregado grueso. 2012.

Osorio, Jesús. 2020. HIDRATACIÓN DEL CONCRETO: AGUA DE CURADO Y AGUA DE MEZCLADO. Colombia : s.n., 2020.

Pasquel C, Enrique . 1992. Tópicos de Tecnología del Concreto. Lima : s.n., 1992.

Peña Díaz, Cristian y López Mejía, Luis. 2019. EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA DEL CONCRETO A FLEXIÓN MR 4.2 SIN CURADO Y SOMETIDO A DOS TIPOS DE CURADO. Pereira - Colombia : s.n., 2019.

Pérez Alamá, V. 1990. El concreto Armado en las estructuras. Mexico : s.n., 1990.

Polanco Medraza, Juan, Cavia, Soraya y García, Carlos. Materiales de Construcción. Cantabria : Univercidad de Cantabria.

Quingaluisa Sáes , Alex. 2014. "DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ROTURA Y DEFLEXIONES EN VIGAS DE HORMIGÓN, EN BASE A SU RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN ($f_c = 24\text{MPa}$), FABRICADO CON CEMENTO LAFARGE Y MATERIALES PROCEDENTES DE LA CANTERA DEL RÍO ÁNZU, PROVINCIA DE NAPO". Quito - Ecuador : UCE, 2014.

Rivva López, Enrique. 2014. Diseño de Mezclas . 2014.

Rodríguez , Anyi y Tibubuzo , María. 2019. Evaluación de la ceniza de cascarilla de arroz como suplemento al cemento en ,ezcla de concreto hidráulico. Villavicencio : UST, 2019.

Sánchez de Guzmán, D. 2001. Tecnología del Concreto y del Mortero. s.l. : Bhandar Editores LTDA, 2001.

Sánchez García, Cynthia . 2017. "Comportamiento del aserrín sobre la resistencia a la compresión. absorción, densidad y asentamiento del concreto para bloques en la construcción". Trujillo : UPN, 2017.

Serrano, T. 2016. Morteros aligerados con cascarilla de arroz: Diseño de Mezclas y evaluación de propiedades. Madrid : s.n., 2016.

Trabajabilidad Concreto Normal. CEMEX. 2020. 2020.

Velásquez Sinche, Ryan Halley . 2020. "Análisis Comparativo de las Resistencias a la Flexión y a la Compresión entre el Concreto Tradicional y el Concreto con Añadido de Aserrín al 5%, 10% y 15 según la Norma ACI". Lima : UPN, 2020.

Villegas, C. 2014. Tecnología de concreto. Diseño de mezclas para la elaboración de concreto estructural-Método Comité 211 del ACI. . Colombia : s.n., 2014.

ANEXOS

Anexo 1. Operacionalización de variables

Variable	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores	Medición
Aserrín de Madera	Es un residuo obtenido de los aserraderos y carpinterías de madera. Este residuo al ser tratado y vertido en el concreto puede generar resistencia de la impermeabilidad de la (CONSTRUCTIVO, 2019).	Para este proyecto de investigación se realizará un análisis del concreto tradicional adicionando diferentes porcentajes de aserrín de madera y CCA, estos porcentajes serán en relación al peso del cemento utilizado.	Porcentaje de adición de aserrín de madera	2%	(kg)
				5%	
Ceniza de Cascarilla de Arroz	Sustancia obtenida de la calcinación de la cascarilla de arroz que contiene un alto nivel de sílice que reacciona con la cal y al ser incorporado en el concreto genera mayores resistencias mecánicas (Mattey, Robayo, Díaz, 2015).	Determinación de la trabajabilidad o consistencia del concreto en su estado fresco	Porcentaje de adición de CCA.	7%	
				10%	
				12%	
				15%	
Características físicas del concreto	Son las características fundamentales que presenta el concreto u hormigón cuando está en estado fresco, su principal característica física del concreto en estado fresco es la trabajabilidad o consistencia (CEMEX, 2019)	Determinación de la trabajabilidad o consistencia del concreto en su estado fresco	Trabajabilidad o consistencia del concreto	Ensayo del Asentamiento (SLUMP)	Pulgadas
Características mecánicas del concreto	Son las características fundamentales que presenta el concreto u hormigón cuando está en estado endurecido, su principal característica mecánica del concreto es su resistencia (CEMEX, 2019)	Determinación de la resistencia del concreto en su estado endurecido	Resistencia del concreto	Resistencia a la compresión (F'c)	Kg/cm ²
				Resistencia a la flexión (M'r)	Kg/cm ²

Fuente: Elaboración propia

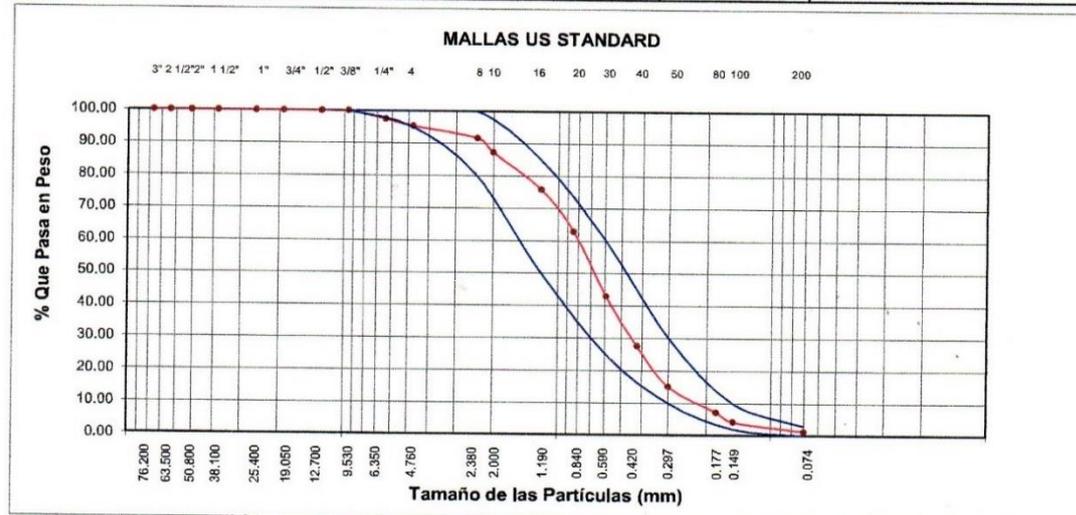
Anexo 2. Características físicas de los agregados



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

SOLICITANTE : PINTADO GONZAGA JOEL HUMBERTO Y SIESQUEN DELGADO JAIME CESAR
PROYECTO : CARACTERIZACIÓN FÍSICA – MECÁNICA DE CONCRETO ADICIONANDO ASERRÍN DE MADERA Y CENIZA DE CASCARILLA DE ARROZ EN LA CIUDAD DE SAN IGNACIO – CAJAMARCA
UBICACIÓN : DISTRITO SAN IGNACIO, PROVINCIA SAN IGNACIO, REGION CAJAMARCA
PROVEDOR : RIO CHINCHIPE - CRUCE HUAQUILLO
FECHA : 24 DE ABRIL DE 2021

Abertura Malla		Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa	Especificaciones	CLASIFICACION SUCS
Pulg.	mm.						
3"	76.20						AGREGADO FINO
2 1/2"	63.50						
2"	50.80						
1 1/2"	38.10						
1"	25.40						
3/4"	19.05						L.L. :
1/2"	12.70						L.P. :
3/8"	9.53				100.00	100	I.P. :
1/4"	6.35	6.62	2.59	2.59	97.41		CLASIFICACION
Nº 04	4.76	5.31	2.08	4.66	95.34	95 – 100	AASHTO :
Nº 08	2.38	9.48	3.71	8.37	91.63	80 – 100	MODULO FINEZA 2.75
Nº 10	2.00	11.19	4.37	12.74	87.26		
Nº 16	1.19	29.11	11.38	24.12	75.88	50 – 85	OBSERVACIONES:
Nº 20	0.84	33.16	12.96	37.08	62.92		MATERIAL PARA FABRICACION
Nº 30	0.59	50.97	19.92	57.00	43.00	25 – 60	DE CONCRETO: F'c 210 Kg/cm ² ,
Nº 40	0.42	39.38	15.39	72.39	27.61		
Nº 50	0.30	32.01	12.51	84.91	15.09	10 – 30	CANTERA RIO CHINCHIPE
Nº 80	0.18	20.06	7.84	92.75	7.25		
Nº 100	0.15	7.81	3.05	95.80	4.20	2 – 10	
Nº 200	0.07	7.50	2.93	98.73	1.27	0 – 3	
<Nº 200		3.25	1.27	100.00	0.00		
Peso Inicial		255.85					

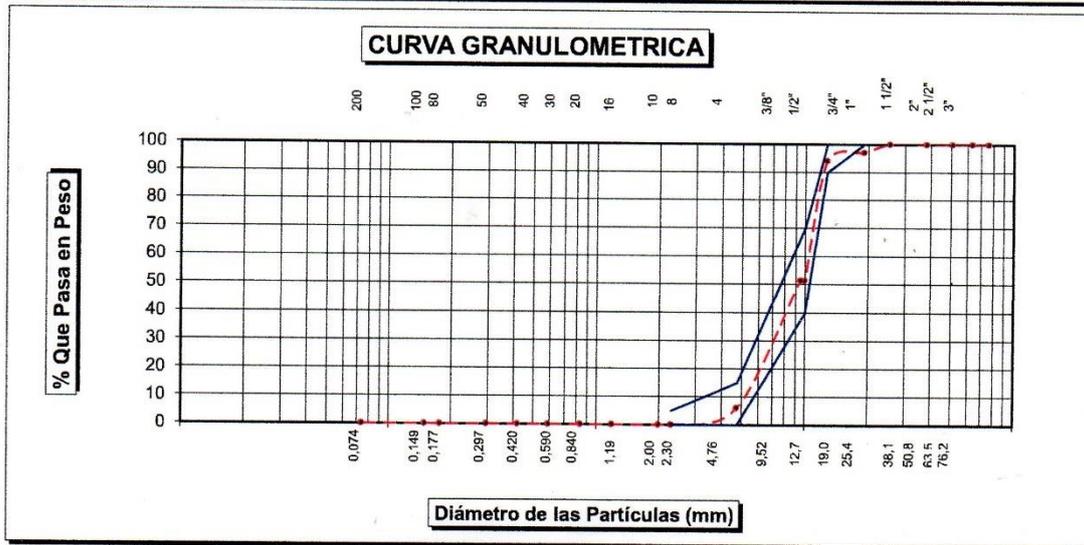


SUELOS GEOCONTROL S.R.L.
 LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS
 Fabián Becerra Quevedo
 TÉCNICO LABORATORISTA

SUELOS GEOCONTROL S.R.L.
 LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS
 Ing. Segundo Dávila Bernillo
 EIP. 18509

ANALISIS MECANICO POR TAMIZADO

SOLICITANTE : PINTADO GONZAGA JOEL HUMBERTO Y SIESQUEN DELGADO JAIME CESAR					
PROYECTO : CARACTERIZACIÓN FÍSICA – MECÁNICA DE CONCRETO ADICIONANDO ASERRÍN DE MADERA Y CENIZA DE CASCARILLA DE ARROZ EN LA CIUDAD DE SAN IGNACIO – CAJAMARCA					
UBICACIÓN : DISTRITO SAN IGNACIO, PROVINCIA SAN IGNACIO, REGION CAJAMARCA					
CANTERA : RIO CHINCHIPE - CRUCE HUAQUILLO					
FECHA : 24 DE ABRIL DE 2021					
Tamices ASTM	Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Que Pasa	Especificaciones	TAMAÑO MAXIMO 1/2"
3"					DESCRIPCION DE LA MUESTRA AGREGADO GRUESO
2 1/2"					
2"					
1 1/2"					
1"					
3/4"			100.00	100	L.L. : L.P. : I.P. : I.G. :
1/2"	226.40	5.95	94.05	90 - 100	CLASIF. AASHTO:
3/8"	1625.70	42.71	51.34	40 - 70	
1/4"	1339.20	35.19	16.15		
Nº 04	389.20	10.23	5.93	0 - 15	
Nº 08	225.60	5.93	0.00	0 - 5	OBSERVACIONES MATERIAL PARA FABRICACION DE CONCRETO: F'c = 210 Kg/cm2 CANTERA RIO CHINCHIPE
Nº 10					
Nº 16					
Nº 20					
Nº 30					
Nº 40					
Nº 50					
Nº 80					
Nº 100					
Nº 200					
< Nº 200					
Peso Inc.	3806.10				



SUELOS GEOCONTROL S.R.L.
 LABORATORIO MECANICA DE SUELOS
 Fabián Becerra Quevedo
 TECNICO LABORATORISTA

SUELOS GEOCONTROL S.R.L.
 LABORATORIO MECANICA DE SUELOS
 Ing. Segundo Dávila Bernillo
 CIP: 188088

PESO ESPECIFICO BULK			
SOLICITANTE: PINTADO GONZAGA JOEL HUMBERTO Y SIESQUEN DELGADO JAIME CESAR			
PROYECTO : CARACTERIZACIÓN FÍSICA – MECÁNICA DE CONCRETO ADICIONANDO ASERRÍN DE MADERA Y CENIZA DE CASCARILLA DE ARROZ EN LA CIUDAD DE SAN IGNACIO – CAJAMARCA			
UBICACIÓN : DISTRITO SAN IGNACIO, PROVINCIA SAN IGNACIO, REGION CAJAMARCA			
PROVEDOR : RIO CHINCHIPE - CRUCE HUAQUILLO		FECHA 24 DE ABRIL DE 2021	
PESO ESPECIFICO BULK AGREGADO GRUESO (ASTM C - 127)			
		1	2
A PESO MUESTRA SECA AL HORNO		1572.50	
B PESO MUESTRA S. S. S. SIN SUMERGIR		1587.85	
C PESO MUESTRA S. S. S. SUMERGIDA		989.02	
PESO ESPECIFICO APARENTE = $\frac{A}{A-C}$		2.695	
PESO ESPECIFICO SOBRE BASE SECA = $\frac{A}{B-C}$		2.63	
PESO ESPECIFICO SOBRE BASE SECA S.S.S = $\frac{B}{B-C}$		2.652	
ABSORCION DE AGUA EN PORCENTAJE = $\frac{B-A}{A} \times 100$		0.97	
Observaciones : _____			
PESO ESPECIFICO BULK AGREGADO FINO (ASTM C - 128)			
		1	2
PICNOMETRO Nº			
TEMPERATURA °C			
A PESO EN gr. DE MUESTRA SECA AL HORNO		150.00	
B PESO EN gr. DE MUESTRA S. S. S.		151.47	
X PESO EN gr. DE PICNOMETRO + H ₂ O + AGREGADO		745.88	
F PESO EN gr. DE PICNOMETRO + H ₂ O		651.28	
PESO ESPECIFICO APARENTE = $\frac{A}{A-(X-F)}$		2.708	
PESO ESPECIFICO SOBRE BASE SECA = $\frac{A}{B-(X-F)}$		2.638	
PESO ESPECIFICO SOBRE BASE S.S.S = $\frac{B}{B-(X-F)}$		2.663	
ABSORCION DE AGUA EN PORCENTAJE = $\frac{B-A}{A} \times 100$		0.98	
Observaciones : _____			

SUELOS GEOCONTROL S.R.L.
 LABORATORIO MECANICA DE SUELOS

 Fabian Becerra Guevara
 TECNICO LABORATORISTA

SUELOS GEOCONTROL S.R.L.
 LABORATORIO MECANICA DE SUELOS

 Ing. Segundo Dávila Bernilla
 CIP: 188089

PESOS VOLUMÉTRICOS AGREGADOS

SOLICITANTE : PINTADO GONZAGA JOEL HUMBERTO Y SIESQUEN DELGADO JAIME CESAR
PROYECTO : CARACTERIZACIÓN FÍSICA – MECÁNICA DE CONCRETO ADICIONANDO ASERRÍN DE MADERA Y CENIZA DE CASCARILLA DE ARROZ EN LA CIUDAD DE SAN IGNACIO – CAJAMARCA
UBICACIÓN : DISTRITO SAN IGNACIO, PROVINCIA SAN IGNACIO, REGION CAJAMARCA
PROVEEDOR : RIO CHINCHIPE - CRUCE HUAQUILLO **FECHA** : 24 DE ABRIL DE 2021

MATERIAL : ARENA

PESO POR METRO CÚBICO SUELTO

PESO MOLDE + MATERIAL	PESO DEL MOLDE	PESO DEL MATERIAL	VOLUMEN DEL MOLDE	PESO X M ³	PROMEDIO
13500	9922	3578	2134	1677	
13411	9901	3510	2134	1645	
					1661

PESO POR METRO CÚBICO COMPACTADO

PESO MOLDE + MATERIAL	PESO DEL MOLDE	PESO DEL MATERIAL	VOLUMEN DEL MOLDE	PESO X M ³	PROMEDIO
15433	10110	5323	2972	1791	
15412	10124	5288	2972	1779	
					1785

OBSERVACIONES :

SUELOS GEOCONTROL S.R.L.
 LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS

 Fabian Escobar Guevara
 TÉCNICO LABORATORISTA

SUELOS GEOCONTROL S.R.L.
 LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS

 Ing. Segundo Davila Bernilla
 CIP: 165089

PESOS VOLUMETRICOS AGREGADOS

SOLICITANTE : PINTADO GONZAGA JOEL HUMBERTO Y SIESQUEN DELGADO JAIME CESAR
PROYECTO : CARACTERIZACIÓN FÍSICA – MECÁNICA DE CONCRETO ADICIONANDO ASERRÍN DE MADERA
 Y CENIZA DE CASCARILLA DE ARROZ EN LA CIUDAD DE SAN IGNACIO – CAJAMARCA
UBICACIÓN : DISTRITO SAN IGNACIO, PROVINCIA SAN IGNACIO, REGION CAJAMARCA
PROVEDOR : RIO CHINCHIPE - CRUCE HUAQUILLO **FECHA** : 24 DE ABRIL DEL 2021

MATERIAL : PIEDRA

PESO POR METRO CUBICO SUELTO

PESO MOLDE + MATERIAL	PESO DEL MOLDE	PESO DEL MATERIAL	VOLUMEN DEL MOLDE	PESO X M ³	PROMEDIO
13060	9922	3138	2134	1470	
13130	9901	3229	2134	1513	
					1492

PESO POR METRO CUBICO COMPACTADO

PESO MOLDE + MATERIAL	PESO DEL MOLDE	PESO DEL MATERIAL	VOLUMEN DEL MOLDE	PESO X M ³	PROMEDIO
14866	10110	4756	2972	1600	
14827	10124	4703	2972	1582	
					1591

OBSERVACIONES :

SUELOS GEOCONTROL S.R.L.
 LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS

 Fabian Borrero Guevara
 TÉCNICO LABORATORISTA

SUELOS GEOCONTROL S.R.L.
 LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS

 Ing. Segundo Davila Bernilla
 C.I.P. 188089



HUMEDAD NATURAL AGREGADO FINO				
ASTM D 2216				
SOLICITANTE : PINTADO GONZAGA JOEL HUMBERTO Y SIESQUEN DELGADO JAIME CESAR				
PROYECTO : CARACTERIZACIÓN FÍSICA – MECÁNICA DE CONCRETO ADICIONANDO ASERRÍN DE MADERA Y CENIZA DE CASCARILLA DE ARROZ EN LA CIUDAD DE SAN IGNACIO – CAJAMARCA				
UBICACIÓN : DISTRITO SAN IGNACIO, PROVINCIA SAN IGNACIO, REGION CAJAMARCA				
PROVEDOR : RIO CHINCHIPE - CRUCE HUAQUILLO				
FECHA : 24 DE ABRIL DE 2021				
Muestra N°	M - 1			
Km.				
Profundidad (m)				
N° Recipiente	1			
1- Peso Suelo Húmedo + Recipiente	63.30			
2- Peso Suelo Seco + Recipiente	62.65			
3- Peso del Agua	0.65			
4- Peso Recipiente	12.66			
5- Peso Suelo Seco	49.99			
6- Porcentaje de Humedad	1.30%			

SUELOS GEOCONTROL S.R.L.
LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS
.....
Fabian Becerra Guevara
TECNICO LABORATORISTA

SUELOS GEOCONTROL S.R.L.
LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS
.....
Ing. Segundo Dávila Bernilla
CIP: 186088

RESISTENCIA DE ABRASION			
SOLICITANTE : PINTADO GONZAGA JOEL HUMBERTO Y SIESQUEN DELGADO JAIME CESAR			
PROYECTO CARACTERIZACIÓN FÍSICA – MECÁNICA DE CONCRETO ADICIONANDO ASERRÍN DE MADERA Y CENIZA DE CASCARILLA DE ARROZ EN LA CIUDAD DE SAN IGNACIO – CAJAMARCA			
UBICACIÓN : DISTRITO SAN IGNACIO, PROVINCIA SAN IGNACIO, REGION CAJAMARCA			
CANTERA : RIO CHINCHIPE - CRUCE HUAQUILLO			
MATERIAL PARA : FABRICACION DE CONCRETO			
FECHA : 24 DE ABRIL DE 2021			
MUESTRA Nº	1		
GRADUACION	"A"		
PESO MUESTRA	5000		
1 1/2" - 1"	1250		
1" - 3/4"	1250		
3/4" - 1/2"	1250		
1/2" - 3/8"	1250		
3/8" - 1/4"			
1/4" - Nº 4			
Nº4 - Nº 8			
Total Desgaste	1075		
Ret. Nº 12			
500 Vueltas			
Ret. Nº 12	3925		
% Desgaste	21.5%		
PROMEDIO			
OBSERVACIONES			

SUELOS GEOCONTROL S.R.L.
 LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS
 Fabian Becerra Guevara
 TÉCNICO LABORATORISTA

SUELOS GEOCONTROL S.R.L.
 LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS
 Ing. Segunda Dávila Bernilla
 CIP: 125000

EQUIVALENTE DE ARENA

A.S.T.M. D 2419

SOLICITANTE: PINTADO GONZAGA JOEL HUMBERTO Y SIESQUEN DELGADO JAIME CESAR			
PROYECTO : CARACTERIZACIÓN FÍSICA – MECÁNICA DE CONCRETO ADICIONANDO ASERRÍN DE MADERA Y CENIZA DE CASCARILLA DE ARROZ EN LA CIUDAD DE SAN IGNACIO – CAJAMARCA			
MATERIAL PARA: AGREGADO DE CONCRETO (MATERIAL FINO)			
FECHA : 24 DE ABRIL DE 2021			
CANTERA :	RIO CHINCHIPE - CRUCE HUAQUILLO		
MUESTRA :	M - 1		
ENSAYO :	1	2	3
Hora de Entrada a Saturación	09: 17	09: 19	09: 22
Hora de Salida de Saturación	09: 27	09: 29	09: 32
Hora de Entrada a Decantación	09: 30	09: 32	90: 35
Hora de Salida de Decantación	09: 50	09 :52	09: 55
Altura del Nivel de Material Fino	11.37	11.35	11.41
Altura del Nivel de Arena	4.65	4.66	4.51
Equivalente de Arena	41	41	40
Equivalente de Arena Promedio	40		
OBSERVACIONES:			

SUELOS GEOCONTROL S.R.L.
 LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS

 Fabián Becerra Quevedo
 TÉCNICO LABORATORISTA

SUELOS GEOCONTROL S.R.L.
 LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS

 Ing. Segundo Dávila Bernillo
 CIP: 188088

Anexo 3. Diseño de mezcla para un concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$



DISEÑO DE MEZCLAS 045 - 2021			
ACI - 211			
SOLICITANTE : PINTADO GONZAGA JOEL HUMBERTO Y SIESQUEN DELGADO JAIME CESAR			
OBRA : CARACTERIZACIÓN FÍSICA – MECÁNICA DE CONCRETO ADICIONANDO ASERRIN DE MADERA Y CENIZA DE CASCARILLA DE ARROZ EN LA CIUDAD DE SAN IGNACIO – CAJAMARCA			
UBICACIÓN : DISTRITO SAN IGNACIO, PROVINCIA SAN IGNACIO, REGION CAJAMARCA			
LUGAR : RIO CHINCHIPE - CRUCE HUAQUILLO			
FECHA : 24 DE ABRIL DE 2021			
A. REQUERIMIENTO :			
Resistencia Especificada:	$f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$		
Uso	Varios		
Cemento Portland Tipo :	I		
Coefficiente de variación estimado :	$f'cr = 1.3 \times$	$f'c = 273$	kg/cm^2
Agregados:			
Piedra Cantera :	RIO CHINCHIPE	CHANCADA	
Arena Cantera :	RIO CHINCHIPE	ZARANDEADO	
Características :	ARENA	PIEDRA	HORMIGON
Humedad Natural :	1.30	1.12	
Absorción :	1.91	0.97	
Peso Específico de Masa :	2.663	2.652	
Módulo de Fineza :	2.75	---	
Tamaño máx. del agregado:	---	1/2"	
Peso Unitario Suelto :	1661	1492	
Peso Unitario Varillado Compactado :	1785	1591	
B. DOSIFICACION			
1. Selección de la Relación Agua-Cemento A/C			
Para lograr una resist. Característica de:		x	$= 273 \text{ kg/cm}^2$
se requiere una a/c =	0.50		
2. Estimación del agua de mezclado y Contenido de Aire.			
Para un asentamiento de	3"	a	4"
Contenido de aire atrapado			191 litros/m ³ 1.5 %
3. Contenido de Cemento			
C.	191	/	0.50
		$=$	382 kg. aprox. 9.0 Bolsas/m ³
4. Estimación del contenido de Agregado Grueso.			
A.G.	$m^3 \times$	$kg/m^3 =$	955 kg.

SUELOS GEOCONTROL S.R.L.
LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS
Fabián Roberto Guerrero
TECNICO LABORATORISTA

SUELOS GEOCONTROL S.R.L.
LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS
Ing. Segundo David Bernillo
CIP: 188099

DISEÑO DE MEZCLAS N° 045 - 2021
ACI - 211

5. Estimación del Contenido de Agregado Fino.

Volumen de Agua	=	0.191 m ³
Volumen sólido de cemento / 3.150	=	0.121 m ³
Volumen sólido del agregado grueso /	=	0.36 m ³
Volumen de aire.	=	0.015 m ³
		0.687 m ³
Volumen sólido de Arena requerida : 1 - 0.687	=	0.313 m ³
Peso de arena seca requerida	=	834 kg.

6. Resumen de Materiales por Metro Cúbico.

Agua (meta de mezclado)	=	191 litros
Cemento	=	382 kg.
Agregado Grueso	=	955 kg.
Agregado Fino	=	834 kg.

7. Ajuste por humedad del Agregado

Por humedad total (pesos ajustados)		
Agregado grueso	=	966 kg.
Agregado fino	=	845 kg.
Agua para ser añadida por corrección por absorción		
Agregado grueso	=	-1.43 litros
Agregado fino	=	5.09 litros
		3.66 litros

8. RESUMEN

AGUA (Total de mezclado)	=	194.7 litros
CEMENTO	=	382 kg.
AGREGADO GRUESO (Húmedo)	=	966 kg.
AGREGADO FINO (Húmedo)	=	845 kg.

9. DOSIFICACION RECOMENDADA EN PESO

CEMENTO	:	AG. FINO	:	AG. GRUESO	:	AGUA	
1.0	:	2.2	:	2.5	:	21.68	Lts./bolsa

10. DOSIFICACION ESTIMADA EN VOLUMEN

CEMENTO	:	AG. FINO	:	AG. GRUESO	:	AGUA	
1.0	:	2.0	:	2.5	:	21.68	Lts./bolsa

FECHA : 24 DE ABRIL DE 2021


 SUELOS GEOCONTROL S.R.L.
 LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS
 Fabián Becerra Guevara
 TÉCNICO LABORATORISTA


 SUELOS GEOCONTROL S.R.L.
 LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS
 Ing. Segundo Dávila Bernilla
 CIP: 185089

Anexo 4. Ensayos a la resistencia a la compresión del concreto.



ENSAYO DE CALIDAD DE CONCRETO										
ASTM C - 39 - NTP 339.034										
SOLICITANTES	PINTADO GONZAGA JOEL HUMBERTO SIESQUEN DELGADO JAIME CESAR									
PROYECTO	"CARACTERIZACIÓN FÍSICA - MECÁNICA DE CONCRETO ADICIONANDO ASERRÍN DE MADERA Y GENIZA DE CASCARILLA DE ARROZ EN LA CIUDAD DE SAN IGNACIO - CAJAMARCA"									
UBICACIÓN	DISTRITO SAN IGNACIO, PROVINCIA SAN IGNACIO, REGION CAJAMARCA									
CONCRETO	F'c = 210 KG/CM2									
FECHA	03/05/2021									
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN										
Identificación de la Muestra	Probeta Nº	Fecha de Fabricación	Edad (días)	Fecha Rotura	Lectura Dial (kg)	Area del Molde	F'c (kg/cm2)	F'cp (kg/cm2)	% F'c	Observaciones
P (concreto patrón)	1	26/04/2021	7	03/05/2021	30021.26	176.71	169.89	168.45	80.2%	Concreto sin adición
	2	26/04/2021	7	03/05/2021	29577.72	176.71	167.38			
	3	26/04/2021	7	03/05/2021	29701.42	176.71	168.08			
P - 2%AM	1	26/04/2021	7	03/05/2021	31258.23	176.71	178.89	177.9	84.7%	Concreto con adición de 2% de aserrín de madera
	2	26/04/2021	7	03/05/2021	31710.61	176.71	179.45			
	3	26/04/2021	7	03/05/2021	31341.29	176.71	177.36			
P - 5%AM	1	26/04/2021	7	03/05/2021	27485.47	176.71	155.54	158.23	75.3%	Concreto con adición de 5% de aserrín de madera
	2	26/04/2021	7	03/05/2021	28082.75	176.71	158.92			
	3	26/04/2021	7	03/05/2021	28314.24	176.71	160.23			
P - 7%AM	1	26/04/2021	7	03/05/2021	24481.40	176.71	138.54	137.31	65.4%	Concreto con adición de 7% de aserrín de madera
	2	26/04/2021	7	03/05/2021	24133.28	176.71	136.57			
	3	26/04/2021	7	03/05/2021	24177.46	176.71	136.82			

SUELOS GEOCONTROL S.R.L.
LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS
Fabian Becerra Guevara
TÉCNICO LABORATORISTA

SUELOS GEOCONTROL S.R.L.
LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS
Ing. Segundo Dávila Bernilla
CIP: 168088

ENSAYO DE CALIDAD DE CONCRETO										
ASTM C - 39 - NTP 339. 034										
SOLICITANTES :		PINTADO GONZAGA JOEL HUMBERTO SIESQUEN DELGADO JAIME CESAR								
PROYECTO :		"CARACTERIZACIÓN FÍSICA – MECÁNICA DE CONCRETO ADICIONANDO ASERRÍN DE MADERA Y CENIZA DE CASCARILLA DE ARROZ EN LA CIUDAD DE SAN IGNACIO – CAJAMARCA"								
UBICACIÓN :		DISTRITO SAN IGNACIO, PROVINCIA SAN IGNACIO, REGION CAJAMARCA								
CONCRETO :		F'c = 210 KG/CM2								
FECHA :		04/05/2021								
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN										
Identificación de la Muestra	Probeta N°	Fecha de Fabricación	Edad (días)	Fecha Rotura	Lectura Dial (kg)	Area del Molde	F'c (kg/cm2)	F'cp (kg/cm2)	% F'c	Observaciones
P - 10%AM	1	27/04/2021	7	04/05/2021	20342.86	176.71	115.12	114.21	54.4%	Concreto con adición de 10% de aserrín de madera
	2	27/04/2021	7	04/05/2021	20295.14	176.71	114.85			
	3	27/04/2021	7	04/05/2021	19908.15	176.71	112.66			
P - 12%AM	1	27/04/2021	7	04/05/2021	15753.70	176.71	89.15	90.2	43.0%	Concreto con adición de 12% de aserrín de madera
	2	27/04/2021	7	04/05/2021	16048.80	176.71	90.82			
	3	27/04/2021	7	04/05/2021	16015.23	176.71	90.63			
P - 15%AM	1	27/04/2021	7	04/05/2021	9356.79	176.71	52.95	63.67	26.6%	Concreto con adición de 15% de aserrín de madera
	2	27/04/2021	7	04/05/2021	9568.85	176.71	54.15			
	3	27/04/2021	7	04/05/2021	9526.44	176.71	53.91			

SUELOS GEOCONTROL S.R.L.
 LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS

Fabian Becerra Guevara
 TÉCNICO LABORATORISTA

SUELOS GEOCONTROL S.R.L.
 LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS

Ing. Segundo Devila Bernilla
 CIP: 166088

ENSAYO DE CALIDAD DE CONCRETO

ASTM C - 39 - NTP 339.034

SOLICITANTES : PINTADO GONZAGA JOEL HUMBERTO
 SIESQUEN DELGADO JAIME CESAR

PROYECTO : "CARACTERIZACIÓN FÍSICA – MECÁNICA DE CONCRETO ADICIONANDO ASERRÍN DE MADERA Y GENIZA DE GASCARILLA DE ARROZ EN LA CIUDAD DE SAN IGNACIO – CAJAMARCA"

UBICACIÓN : DISTRITO SAN IGNACIO, PROVINCIA SAN IGNACIO, REGION CAJAMARCA

CONCRETO : F'c = 210 KG/CM2

FECHA : 05/05/2021

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

Identificación de la Muestra	Probeta N°	Fecha de Fabricación	Edad (días)	Fecha Rotura	Lectura Dial (kg)	Area del Molde	F'c (kg/cm2)	F'cp (kg/cm2)	% F'c	Observaciones
P - 2%CCA	1	28/04/2021	7	05/05/2021	30686.25	176.71	173.54	172.97	82.4%	Concreto con adición de 2% de ceniza de cascarilla de arroz
	2	28/04/2021	7	05/05/2021	30496.61	176.71	172.58			
	3	28/04/2021	7	05/05/2021	30533.72	176.71	172.79			
P - 5%CCA	1	28/04/2021	7	05/05/2021	28022.67	176.71	158.58	168.87	75.6%	Concreto con adición de 5% de ceniza de cascarilla de arroz
	2	28/04/2021	7	05/05/2021	28176.41	176.71	159.45			
	3	28/04/2021	7	05/05/2021	27916.65	176.71	157.98			
P - 7%CCA	1	28/04/2021	7	05/05/2021	23892.96	176.71	135.21	135.01	64.3%	Concreto con adición de 7% de ceniza de cascarilla de arroz
	2	28/04/2021	7	05/05/2021	23696.81	176.71	134.1			
	3	28/04/2021	7	05/05/2021	23963.08	176.71	135.72			

SUELOS GEOCONTROL S.R.L.
 LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS
 Fabian Becerra Guevara
 TÉCNICO LABORATORISTA

SUELOS GEOCONTROL S.R.L.
 LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS
 Ing. Segundo Dávila Bernilla
 CIP: 165989

ENSAYO DE CALIDAD DE CONCRETO										
ASTM C - 39 - NTP 339.034										
SOLICITANTES :		PINTADO GONZAGA JOEL HUMBERTO SIESQUEN DELGADO JAIME CESAR								
PROYECTO :		"CARACTERIZACIÓN FÍSICA – MECÁNICA DE CONCRETO ADICIONANDO ASERRÍN DE MADERA Y CENIZA DE CASCARILLA DE ARROZ EN LA CIUDAD DE SAN IGNACIO – CAJAMARCA"								
UBICACIÓN :		DISTRITO SAN IGNACIO, PROVINCIA SAN IGNACIO, REGION CAJAMARCA								
CONCRETO :		F'c = 210 KG/CM2								
FECHA :		06/08/2021								
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN										
Identificación de la Muestra	Probeta N°	Fecha de Fabricación	Edad (días)	Fecha Rotura	Lectura Dial (kg)	Area del Molde	F'c (kg/cm2)	F'cp (kg/cm2)	% F'c	Observaciones
P - 10%CCA	1	29/04/2021	7	06/05/2021	21636.14	176.71	122.45	121.78	58.0%	Concreto con adición de 10% de ceniza de cascarilla de arroz
	2	29/04/2021	7	06/05/2021	21226.41	176.71	120.12			
	3	29/04/2021	7	06/05/2021	21694.69	176.71	122.77			
P - 12%CCA	1	29/04/2021	7	06/05/2021	19886.94	176.71	112.54	111.64	53.1%	Concreto con adición de 12% de ceniza de cascarilla de arroz
	2	29/04/2021	7	06/05/2021	19595.37	176.71	110.89			
	3	29/04/2021	7	06/05/2021	19648.38	176.71	111.19			
P - 15%CCA	1	29/04/2021	7	06/05/2021	17663.37	176.71	100.07	100.05	47.6%	Concreto con adición de 15% de ceniza de cascarilla de arroz
	2	29/04/2021	7	06/05/2021	17644.49	176.71	99.85			
	3	29/04/2021	7	06/05/2021	17711.64	176.71	100.23			

SUELOS GEOCONTROL S.R.L.
 LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS

Fabian Becerra Quevara
 TÉCNICO LABORATORISTA

SUELOS GEOCONTROL S.R.L.
 LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS

 Ing. Segundo Dávila Bernilla
 CIP: 165088



ENSAYO DE CALIDAD DE CONCRETO										
ASTM C - 39 - NTP 339.034										
SOLICITANTES : PINTADO GONZAGA JOEL HUMBERTO SIESQUEN DELGADO JAIME CESAR										
PROYECTO : "CARACTERIZACIÓN FÍSICA - MECÁNICA DE CONCRETO ADICIONANDO ASERRÍN DE MADERA Y CENIZA DE CASCARILLA DE ARROZ EN LA CIUDAD DE SAN IGNACIO - CAJAMARCA"										
UBICACIÓN : DISTRITO SAN IGNACIO, PROVINCIA SAN IGNACIO, REGION CAJAMARCA										
CONCRETO : F'c = 210 KG/CM2										
FECHA : 10/05/2021										
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN										
Identificación de la Muestra	Probeta N°	Fecha de Fabricación	Edad (días)	Fecha Rotura	Lectura Dial (kg)	Area del Molde	F'c (kg/cm2)	F'cp (kg/cm2)	% F'c	Observaciones
P (concreto patrón)	1	28/04/2021	14	10/05/2021	35971.09	176.71	203.56	202.69	96.5%	Concreto sin adición
	2	28/04/2021	14	10/05/2021	35797.91	176.71	202.58			
	3	28/04/2021	14	10/05/2021	35683.05	176.71	201.93			
P - 2%AM	1	28/04/2021	14	10/05/2021	36905.88	176.71	208.85	209.45	99.7%	Concreto con adición de 2% de aserrín de madera
	2	28/04/2021	14	10/05/2021	37117.94	176.71	210.05			
	3	28/04/2021	14	10/05/2021	37011.91	176.71	209.45			
P - 5%AM	1	28/04/2021	14	10/05/2021	32516.41	176.71	184.01	184.67	87.9%	Concreto con adición de 5% de aserrín de madera
	2	28/04/2021	14	10/05/2021	32728.46	176.71	185.21			
	3	28/04/2021	14	10/05/2021	32654.24	176.71	184.79			
P - 7%AM	1	28/04/2021	14	10/05/2021	28494.49	176.71	161.25	160.98	78.7%	Concreto con adición de 7% de aserrín de madera
	2	28/04/2021	14	10/05/2021	28376.09	176.71	160.58			
	3	28/04/2021	14	10/05/2021	28469.75	176.71	161.11			

SUELOS GEOCONTROL S.R.L.
LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS
Fabian Becerra Guevara
TECNICO LABORATORISTA

SUELOS GEOCONTROL S.R.L.
LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS
Ing. Segundo Davila Bernilla
CIP: 185088

ENSAYO DE CALIDAD DE CONCRETO										
ASTM C - 39 - NTP 339.034										
SOLICITANTES : PINTADO GONZAGA JOEL HUMBERTO SIESQUEN DELGADO JAIME CESAR										
PROYECTO : "CARACTERIZACIÓN FÍSICA – MECÁNICA DE CONCRETO ADICIONANDO ASERRÍN DE MADERA Y CENIZA DE CASCARILLA DE ARROZ EN LA CIUDAD DE SAN IGNACIO – CAJAMARCA"										
UBICACIÓN : DISTRITO SAN IGNACIO, PROVINCIA SAN IGNACIO, REGION CAJAMARCA										
CONCRETO : F'c = 210 KG/CM2										
FECHA : 11/05/2021										
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN										
Identificación de la muestra	Probeta Nº	Fecha de Fabricación	Edad (días)	Fecha Rotura	Lectura Dial (kg)	Area del Molde	F'c (kg/cm2)	F'cp (kg/cm2)	% F'c	Observaciones
P - 10%AM	1	27/04/2021	14	11/05/2021	24131.52	176.71	136.56	136.78	65.1%	Concreto con adición de 10% de aserrín de madera
	2	27/04/2021	14	11/05/2021	23877.06	176.71	135.12			
	3	27/04/2021	14	11/05/2021	24502.61	176.71	138.66			
P - 12%AM	1	27/04/2021	14	11/05/2021	17821.20	176.71	100.85	101.75	48.5%	Concreto con adición de 12% de aserrín de madera
	2	27/04/2021	14	11/05/2021	17946.67	176.71	101.56			
	3	27/04/2021	14	11/05/2021	18172.86	176.71	102.84			
P - 15%AM	1	27/04/2021	14	11/05/2021	13255.02	176.71	75.01	75.99	36.2%	Concreto con adición de 15% de aserrín de madera
	2	27/04/2021	14	11/05/2021	13521.85	176.71	76.52			
	3	27/04/2021	14	11/05/2021	13502.41	176.71	76.41			

SUELOS GEOCONTROL S.R.L.
 LABORATORIO MECANICA DE SUELOS
 Fabian Becerra Guevara
 TÉCNICO LABORATORISTA

SUELOS GEOCONTROL S.R.L.
 LABORATORIO MECANICA DE SUELOS
 Ing. Segundo Davila Bernilla
 CIP: 165089

ENSAYO DE CALIDAD DE CONCRETO										
ASTM C - 39 - NTP 339.034										
SOLICITANTES	PINTADO GONZAGA JOEL HUMBERTO SIESQUEN DELGADO JAIME CESAR									
PROYECTO	"CARACTERIZACIÓN FÍSICA – MECÁNICA DE CONCRETO ADICIONANDO ASERRÍN DE MADERA Y CENIZA DE CASCARILLA DE ARROZ EN LA CIUDAD DE SAN IGNACIO – CAJAMARCA"									
UBICACIÓN	DISTRITO SAN IGNACIO, PROVINCIA SAN IGNACIO, REGION CAJAMARCA									
CONCRETO	F'c = 210 KG/CM2									
FECHA	12/05/2021									
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN										
Identificación de la Muestra	Probeta N°	Fecha de Fabricación	Edad (días)	Fecha Rotura	Lectura Dial (kg)	Area del Molde	F'c (kg/cm2)	F'cp (kg/cm2)	% F'c	Observaciones
P - 2%CCA	1	28/04/2021	14	12/05/2021	36481.78	176.71	206.45	207.02	98.6%	Concreto con adición de 2% de ceniza de cascarilla de arroz
	2	28/04/2021	14	12/05/2021	36722.11	176.71	207.81			
	3	28/04/2021	14	12/05/2021	36543.63	176.71	206.8			
P - 5%CCA	1	28/04/2021	14	12/05/2021	33615.54	176.71	190.23	190.35	90.6%	Concreto con adición de 5% de ceniza de cascarilla de arroz
	2	28/04/2021	14	12/05/2021	33477.71	176.71	189.45			
	3	28/04/2021	14	12/05/2021	33816.99	176.71	191.37			
P - 7%CCA	1	28/04/2021	14	12/05/2021	29314.42	176.71	165.89	164.75	78.5%	Concreto con adición de 7% de ceniza de cascarilla de arroz
	2	28/04/2021	14	12/05/2021	29021.08	176.71	164.23			
	3	28/04/2021	14	12/05/2021	29003.41	176.71	164.13			

SUELOS GEOCONTROL S.R.L.
 LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS
 Fabián Becerra Guevara
 TÉCNICO LABORATORISTA

SUELOS GEOCONTROL S.R.L.
 LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS
 Ing. Segundo Dávila Bernilla
 CIP: 185888

ENSAYO DE CALIDAD DE CONCRETO										
ASTM C - 39 - NTP 339.034										
SOLICITANTES : PINTADO GONZAGA JOEL HUMBERTO SIESQUEN DELGADO JAIME CESAR										
PROYECTO : "CARACTERIZACIÓN FÍSICA – MECÁNICA DE CONCRETO ADICIONANDO ASERRÍN DE MADERA Y CENIZA DE CASCARILLA DE ARROZ EN LA CIUDAD DE SAN IGNACIO – CAJAMARCA"										
UBICACIÓN : DISTRITO SAN IGNACIO, PROVINCIA SAN IGNACIO, REGION CAJAMARCA										
CONCRETO : F'c = 210 KG/CM2										
FECHA : 13/05/2021										
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN										
Identificación de la Muestra	Probeta N°	Fecha de Fabricación	Edad (días)	Fecha Rotura	Lectura Dial (kg)	Area del Moide	F'c (kg/cm2)	F'cp (kg/cm2)	% F'c	Observaciones
P - 10%CCA	1	29/04/2021	14	13/05/2021	27033.10	176.71	152.98	163.1	72.9%	Concreto con adición de 10% de ceniza de cascarilla de arroz
	2	29/04/2021	14	13/05/2021	27015.42	176.71	152.88			
	3	29/04/2021	14	13/05/2021	27114.38	176.71	153.44			
P - 12%CCA	1	29/04/2021	14	13/05/2021	25184.71	176.71	142.52	141.46	67.4%	Concreto con adición de 12% de ceniza de cascarilla de arroz
	2	29/04/2021	14	13/05/2021	24642.21	176.71	139.45			
	3	29/04/2021	14	13/05/2021	25165.27	176.71	142.41			
P - 15%CCA	1	29/04/2021	14	13/05/2021	21576.29	176.71	122.1	124.16	59.1%	Concreto con adición de 15% de ceniza de cascarilla de arroz
	2	29/04/2021	14	13/05/2021	21830.75	176.71	123.54			
	3	29/04/2021	14	13/05/2021	22408.60	176.71	126.81			

SUELOS GEOCONTROL S.R.L.
 LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS
 Fabian Becerra Guevara
 TÉCNICO LABORATORISTA

SUELOS GEOCONTROL S.R.L.
 LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS
 Ing. Segundo Davila Bernilla
 CIP: 165088



ENSAYO DE CALIDAD DE CONCRETO										
ASTM C - 39 - NTP 339.034										
SOLICITANTES		PINTADO GONZAGA JOEL HUMBERTO SIESQUEN DELGADO JAIME CESAR								
PROYECTO		"CARACTERIZACIÓN FÍSICA - MECÁNICA DE CONCRETO ADICIONANDO ASERRÍN DE MADERA Y CENIZA DE CASCARILLA DE ARROZ EN LA CIUDAD DE SAN IGNACIO - CAJAMARCA"								
UBICACIÓN		DISTRITO SAN IGNACIO, PROVINCIA SAN IGNACIO, REGION CAJAMARCA								
CONCRETO		F'c = 210 KG/CM2								
FECHA		24/05/2021								
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN										
Identificación de la Muestra	Probeta N°	Fecha de Fabricación	Edad (días)	Fecha Rotura	Lectura Dial (kg)	Area del Molde	F'c (kg/cm2)	F'cp (kg/cm2)	% F'c	Observaciones
P (concreto patrón)	1	26/04/2021	28	24/05/2021	38602.30	176.71	218.45	218.12	103.9%	Concreto sin adición
	2	26/04/2021	28	24/05/2021	38248.88	176.71	216.45			
	3	26/04/2021	28	24/05/2021	38780.78	176.71	219.46			
P - 2%AM	1	26/04/2021	28	24/05/2021	39328.58	176.71	222.56	221.26	105.4%	Concreto con adición de 2% de aserrín de madera
	2	26/04/2021	28	24/05/2021	38955.72	176.71	220.45			
	3	26/04/2021	28	24/05/2021	39012.27	176.71	220.77			
P - 5%AM	1	26/04/2021	28	24/05/2021	35596.23	176.71	201.45	202.35	96.4%	Concreto con adición de 5% de aserrín de madera
	2	26/04/2021	28	24/05/2021	36041.77	176.71	203.96			
	3	26/04/2021	28	24/05/2021	35631.80	176.71	201.64			
P - 7%AM	1	26/04/2021	28	24/05/2021	32429.82	176.71	183.52	183.67	87.5%	Concreto con adición de 7% de aserrín de madera
	2	26/04/2021	28	24/05/2021	31825.47	176.71	180.1			
	3	26/04/2021	28	24/05/2021	33113.69	176.71	187.39			

SUELOS GEOCONTROL S.R.L.
LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS
.....
Fabian Becerra Guevara
TÉCNICO LABORATORISTA

SUELOS GEOCONTROL S.R.L.
LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS
.....
Ing. Segundo Dávila Bernilla
CIP: 185089

ENSAYO DE CALIDAD DE CONCRETO										
ASTM C - 39 - NTP 339.034										
SOLICITANTES :		PINTADO GONZAGA JOEL HUMBERTO SIESQUEN DELGADO JAIME CESAR								
PROYECTO :		"CARACTERIZACIÓN FÍSICA – MECÁNICA DE CONCRETO ADICIONANDO ASERRÍN DE MADERA Y GENZA DE CASCARILLA DE ARROZ EN LA CIUDAD DE SAN IGNACIO – CAJAMARCA"								
UBICACIÓN :		DISTRITO SAN IGNACIO, PROVINCIA SAN IGNACIO, REGION CAJAMARCA								
CONCRETO :		F'c = 210 KG/CM2								
FECHA :		25/06/2021								
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN										
Identificación de la Muestra	Probeta N°	Fecha de Fabricación	Edad (días)	Fecha Rotura	Lectura Dial (kg)	Area del Molde	F'c (kg/cm2)	F'cp (kg/cm2)	% F'c	Observaciones
P - 10%AM	1	27/04/2021	28	25/05/2021	27464.27	176.71	155.42	156.34	74.4%	Concreto con adición de 10% de aserrín de madera
	2	27/04/2021	28	25/05/2021	27640.98	176.71	156.42			
	3	27/04/2021	28	25/05/2021	27775.28	176.71	157.18			
P - 12%AM	1	27/04/2021	28	25/05/2021	22875.11	176.71	129.45	128.01	61.0%	Concreto con adición de 12% de aserrín de madera
	2	27/04/2021	28	25/05/2021	22528.76	176.71	127.49			
	3	27/04/2021	28	25/05/2021	22458.07	176.71	127.09			
P - 15%AM	1	27/04/2021	28	25/05/2021	17570.28	176.71	99.43	98.64	47.0%	Concreto con adición de 15% de aserrín de madera
	2	27/04/2021	28	25/05/2021	17676.30	176.71	100.03			
	3	27/04/2021	28	25/05/2021	17045.45	176.71	96.48			

SUELOS GEOCONTROL S.R.L.
 LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS

Fabian Becerra Guevara
 TÉCNICO LABORATORISTA

SUELOS GEOCONTROL S.R.L.
 LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS

 Ing. Segundo Dávila Bernilla
 CIP: 165089



ENSAYO DE CALIDAD DE CONCRETO										
ASTM C - 39 - NTP 339.034										
SOLICITANTES : PINTADO GONZAGA JOEL HUMBERTO SIESQUEN DELGADO JAIME CESAR										
PROYECTO : "CARACTERIZACIÓN FÍSICA - MECÁNICA DE CONCRETO ADICIONANDO ASERRÍN DE MADERA Y CENIZA DE CASCARILLA DE ARROZ EN LA CIUDAD DE SAN IGNACIO - CAJAMARCA"										
UBICACIÓN : DISTRITO SAN IGNACIO, PROVINCIA SAN IGNACIO, REGION CAJAMARCA										
CONCRETO : F'c = 210 KG/CM2										
FECHA : 28/05/2021										
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN										
Identificación de la Muestra	Probeta N°	Fecha de Fabricación	Edad (días)	Fecha Rotura	Lectura Dial (kg)	Area del Molde	F'c (kg/cm2)	F'cp (kg/cm2)	% F'c	Observaciones
P - 2%CCA	1	28/04/2021	28	28/05/2021	39839.27	176.71	225.45	226.88	108.1%	Concreto con adición de 2% de ceniza de cascarilla de arroz
	2	28/04/2021	28	28/05/2021	40136.14	176.71	227.13			
	3	28/04/2021	28	28/05/2021	40353.50	176.71	228.36			
P - 5%CCA	1	28/04/2021	28	28/05/2021	37188.62	176.71	210.45	209.03	99.5%	Concreto con adición de 5% de ceniza de cascarilla de arroz
	2	28/04/2021	28	28/05/2021	37011.91	176.71	209.45			
	3	28/04/2021	28	28/05/2021	36812.54	176.71	207.19			
P - 7%CCA	1	28/04/2021	28	28/05/2021	32535.85	176.71	184.12	184.34	87.8%	Concreto con adición de 7% de ceniza de cascarilla de arroz
	2	28/04/2021	28	28/05/2021	32712.56	176.71	185.12			
	3	28/04/2021	28	28/05/2021	32475.76	176.71	183.78			

SUELOS GEOCONTROL S.R.L.
LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS
Fabian Becerra Guevara
Fabian Becerra Guevara
TECNICO LABORATORISTA

SUELOS GEOCONTROL S.R.L.
LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS
Ing. Segundo Dávila Bernilla
CIP: 165089

ENSAYO DE CALIDAD DE CONCRETO

ASTM C - 39 - NTP 339.034

SOLICITANTES : PINTADO GONZAGA JOEL HUMBERTO
 SIESQUEN DELGADO JAIME CESAR

PROYECTO : "CARACTERIZACIÓN FÍSICA – MECÁNICA DE CONCRETO ADICIONANDO ASERRÍN DE MADERA Y CENIZA DE CASCARILLA DE ARROZ EN LA CIUDAD DE SAN IGNACIO – CAJAMARCA"

UBICACIÓN : DISTRITO SAN IGNACIO, PROVINCIA SAN IGNACIO, REGION CAJAMARCA

CONCRETO : F'c = 210 KG/CM2

FECHA : 27/05/2021

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

Identificación de la Muestra	Probeta N°	Fecha de Fabricación	Edad (días)	Fecha Rotura	Lectura Dial (kg)	Area del Molde	F'c (kg/cm2)	F'cp (kg/cm2)	% F'c	Observaciones
P - 10%CCA	1	29/04/2021	28	27/05/2021	30374.68	176.71	171.89	171.32	81.6%	Concreto con adición de 10% de ceniza de cascarilla de arroz
	2	29/04/2021	28	27/05/2021	30395.89	176.71	172.01			
	3	29/04/2021	28	27/05/2021	30051.30	176.71	170.06			
P - 12%CCA	1	29/04/2021	28	27/05/2021	28278.90	176.71	160.03	160.97	76.7%	Concreto con adición de 12% de ceniza de cascarilla de arroz
	2	29/04/2021	28	27/05/2021	28270.07	176.71	159.98			
	3	29/04/2021	28	27/05/2021	28786.06	176.71	162.9			
P - 15%CCA	1	29/04/2021	28	27/05/2021	25644.16	176.71	145.12	146.08	69.6%	Concreto con adición de 15% de ceniza de cascarilla de arroz
	2	29/04/2021	28	27/05/2021	25617.65	176.71	144.97			
	3	29/04/2021	28	27/05/2021	26179.59	176.71	148.15			

SUELOS GEOCONTROL S.R.L.
 LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS

Fabian Becerra Guevara
 TÉCNICO LABORATORISTA

SUELOS GEOCONTROL S.R.L.
 LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS

Ing. Segundo Davila Bernilla
 CIP: 165089

ENSAYO DE CALIDAD DE CONCRETO										
ASTM C - 39 - NTP 339.034										
SOLICITANTES : PINTADO GONZAGA JOEL HUMBERTO SIESQUEN DELGADO JAIME CESAR										
PROYECTO : "CARACTERIZACIÓN FÍSICA – MECÁNICA DE CONCRETO ADICIONANDO ASERRÍN DE MADERA Y CENIZA DE CASCARILLA DE ARROZ EN LA CIUDAD DE SAN IGNACIO – CAJAMARCA"										
UBICACIÓN : DISTRITO SAN IGNACIO, PROVINCIA SAN IGNACIO, REGION CAJAMARCA										
CONCRETO : F'c = 210 KG/CM2										
FECHA : 05/08/2021										
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN										
Identificación de la Muestra	Probeta N°	Fecha de Fabricación	Edad (días)	Fecha Rotura	Lectura Dial (kg)	Area del Molde	F'c (kg/cm2)	F'cp (kg/cm2)	% F'c	Observaciones
P (concreto patrón)	1	29/05/2021	7	05/08/2021	31634.62	176.71	179.02	179.86	85.6%	Concreto sin adición
	2	29/05/2021	7	05/08/2021	31829.01	176.71	180.12			
	3	29/05/2021	7	05/08/2021	31885.55	176.71	190.44			
P - 2%AM + 2%CCA	1	29/05/2021	7	05/08/2021	33301.00	176.71	188.45	187.91	89.5%	Concreto con adición de 2% de aserrín de madera + 2% de ceniza de cascarilla de arroz
	2	29/05/2021	7	05/08/2021	32724.92	176.71	185.19			
	3	29/05/2021	7	05/08/2021	33590.80	176.71	190.09			

SUELOS GEOCONTROL S.R.L.
 LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS
 Fabian Becerra Guevara
 TÉCNICO LABORATORISTA

SUELOS GEOCONTROL S.R.L.
 LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS
 Ing. Segundo Davila Bernilla
 CIP: 165089

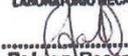


ENSAYO DE CALIDAD DE CONCRETO										
ASTM C - 39 - NTP 339.034										
SOLICITANTES : PINTADO GONZAGA JOEL HUMBERTO SIESQUEN DELGADO JAIME CESAR										
PROYECTO : "CARACTERIZACIÓN FÍSICA - MECÁNICA DE CONCRETO ADICIONANDO ASERRÍN DE MADERA Y CENIZA DE CASCARILLA DE ARROZ EN LA CIUDAD DE SAN IGNACIO - CAJAMARCA"										
UBICACIÓN : DISTRITO SAN IGNACIO, PROVINCIA SAN IGNACIO, REGION CAJAMARCA										
CONCRETO : F'c = 210 KG/CM2										
FECHA : 12/06/2021										
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN										
Identificación de la Muestra	Probeta N°	Fecha de Fabricación	Edad (días)	Fecha Rotura	Lectura Dial (kg)	Area del Molde	F'c (kg/cm2)	F'op (kg/cm2)	% F'c	Observaciones
P (concreto patrón)	1	29/05/2021	14	12/06/2021	35889.80	176.71	203.1	201.94	98.2%	Concreto sin adición
	2	29/05/2021	14	12/06/2021	35863.29	176.71	202.95			
	3	29/05/2021	14	12/06/2021	35301.36	176.71	199.77			
P - 2%AM + 2%CCA	1	29/05/2021	14	12/06/2021	37372.40	176.71	211.49	210.16	100.1%	Concreto con adición de 2% de aserrín de madera + 2% de ceniza de cascarilla de arroz
	2	29/05/2021	14	12/06/2021	36969.50	176.71	209.21			
	3	29/05/2021	14	12/06/2021	37070.22	176.71	209.78			

SUELOS GEOCONTROL S.R.L.
LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS
Fabian Becerra Guevara
TÉCNICO LABORATORISTA

SUELOS GEOCONTROL S.R.L.
LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS
Ing. Segundo Dávila Bernilla
CIP: 165089

ENSAYO DE CALIDAD DE CONCRETO										
ASTM C - 39 - NTP 339, 034										
SOLICITANTES :		PINTADO GONZAGA JOEL HUMBERTO SIESQUEN DELGADO JAIME CESAR								
PROYECTO :		"CARACTERIZACIÓN FÍSICA – MECÁNICA DE CONCRETO ADICIONANDO ASERRÍN DE MADERA Y CENIZA DE CASCARILLA DE ARROZ EN LA CIUDAD DE SAN IGNACIO – CAJAMARCA"								
UBICACIÓN :		DISTRITO SAN IGNACIO, PROVINCIA SAN IGNACIO, REGION CAJAMARCA								
CONCRETO :		F'c = 210 KG/CM2								
FECHA :		26/06/2021								
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN										
Identificación de la Muestra	Probeta Nº	Fecha de Fabricación	Edad (días)	Fecha Rotura	Lectura Dial (kg)	Area del Molde	F'c (kg/cm2)	F'cp (kg/cm2)	% F'c	Observaciones
P (concreto patrón)	1	29/05/2021	28	26/06/2021	36248.88	176.71	216.45	217.76	103.7%	Concreto sin adición
	2	29/05/2021	28	26/06/2021	38519.25	176.71	217.98			
	3	29/05/2021	28	26/06/2021	38672.98	176.71	218.85			
P - 2%AM + 2%CCA	1	29/05/2021	28	26/06/2021	40475.43	176.71	229.05	229.88	109.5%	Concreto con adición de 2% de aserrín de madera + 2% de ceniza de cascarilla de arroz
	2	29/05/2021	28	26/06/2021	40715.75	176.71	230.41			
	3	29/05/2021	28	26/06/2021	40675.11	176.71	230.18			

SUELOS GEOCONTROL S.R.L.
 LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS

Fabian Becerra Guevara
 TÉCNICO LABORATORISTA

SUELOS GEOCONTROL S.R.L.
 LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS

Ing. Segundo Dávila Bernilla
 CIP: 185089

Anexo 5. Ensayo a la resistencia a la flexión de concreto



ENSAYO DE CALIDAD DE CONCRETO											
ASTM C - 78											
SOLICITANTES :		PINTADO GONZAGA JOEL HUMBERTO SIESQUEN DELGADO JAIME CESAR									
PROYECTO :		"CARACTERIZACIÓN FÍSICA - MECÁNICA DE CONCRETO ADICIONANDO ASERRÍN DE MADERA Y CENIZA DE CASCARILLA DE ARROZ EN LA CIUDAD DE SAN IGNACIO - CAJAMARCA"									
UBICACIÓN :		DISTRITO SAN IGNACIO, PROVINCIA SAN IGNACIO, REGION CAJAMARCA									
CONCRETO :		F'c = 210 KG/CM2									
FECHA :		05/06/2021									
RESISTENCIA A LA FLEXIÓN (M'r)											
Identificación de la Muestra	Especím en N°	Fecha de Fabricación	Edad (días)	Fecha del Ensayo	Lectura Dial (kg)	Medidas del Especimen			M'r (kg/cm2)	M'rp (kg/cm2)	Observaciones
						Lus Libre (cm)	Ancho (cm)	Alto (cm)			
P (concreto patrón)	1	29/05/2021	7	05/06/2021	2058.75	45.00	15.00	15.00	27.45	26.96	Concreto sin adición
	2	29/05/2021	7	05/06/2021	2016.75	45.00	15.00	15.00	26.89		
	3	29/05/2021	7	05/06/2021	1990.50	45.00	15.00	15.00	26.54		
P - 2%AM + 2%CCA (Porcentaje Adecuado)	1	29/05/2021	7	05/06/2021	2208.75	45.00	15.00	15.00	29.45	28.85	Concreto con adición de 2% de aserrín de madera + 2" de ceniza de cascarilla de arroz
	2	29/05/2021	7	05/06/2021	2086.50	45.00	15.00	15.00	27.82		
	3	29/05/2021	7	05/06/2021	2196.00	45.00	15.00	15.00	29.28		

Registro INDECOPI N° 00129178

SUELOS.GEOCONTROL S.R.L.
LABORATORIO MECANICA DE SUELOS
Fabian Becerra Guevara
TECNICO LABORATORISTA

SUELOS.GEOCONTROL S.R.L.
LABORATORIO MECANICA DE SUELOS
Ing. Segundo Davila Bernilla
CIP: 188088

ENSAYO DE CALIDAD DE CONCRETO

ASTM C - 78

SOLICITANTES : PINTADO GONZAGA JOEL HUMBERTO
 SIESQUEN DELGADO JAIME CESAR
 PROYECTO : "CARACTERIZACIÓN FÍSICA – MECÁNICA DE CONCRETO ADICIONANDO ASERRÍN DE MADERA Y CENIZA DE CASCARILLA DE ARROZ EN LA CIUDAD DE SAN IGNACIO – CAJAMARCA"
 UBICACIÓN : DISTRITO SAN IGNACIO, PROVINCIA SAN IGNACIO, REGION CAJAMARCA
 CONCRETO : F'c = 210 KG/CM2
 FECHA : 12/06/2021

RESISTENCIA A LA FLEXIÓN (M'r)

Identificación de la Muestra	Especím en N°	Fecha de Fabricación	Edad (días)	Fecha del Ensayo	Lectura Dial (kg)	Medidas del Especimen			M' r (kg/cm2)	M' rp (kg/cm2)	Observaciones
						Lus Libre (cm)	Ancho (cm)	Alto (cm)			
P (concreto patrón)	1	29/05/2021	14	12/06/2021	2433.75	45.00	15.00	15.00	32.45	32.04	Concreto sin adición
	2	29/05/2021	14	12/06/2021	2281.50	45.00	15.00	15.00	30.42		
	3	29/05/2021	14	12/06/2021	2493.75	45.00	15.00	15.00	33.25		
P - 2%AM + 2%CCA (Porcentaje Adecuado)	1	29/05/2021	14	12/06/2021	2484.00	45.00	15.00	15.00	33.12	34.09	Concreto con adición de 2% de aserrín de madera + 2' de ceniza de cascarilla de arroz
	2	29/05/2021	14	12/06/2021	2610.75	45.00	15.00	15.00	34.81		
	3	29/05/2021	14	12/06/2021	2575.50	45.00	15.00	15.00	34.34		

Registro INDECOP N° 00129178

SUELOS GEOCONTROL S.R.L.
 LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS
 Fabian Becerra Cusubana
 TÉCNICO LABORATORISTA

SUELOS GEOCONTROL S.R.L.
 LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS
 Ing. Segundo Dávila Bernilla
 EIP: 18508

ENSAYO DE CALIDAD DE CONCRETO

ASTM C - 78

SOLICITANTES : PINTADO GONZAGA JOEL HUMBERTO
 SIESQUEN DELGADO JAIME CESAR

PROYECTO : "CARACTERIZACIÓN FÍSICA – MECÁNICA DE CONCRETO ADICIONANDO ASERRÍN DE MADERA Y CENIZA DE CASCARILLA DE ARROZ EN LA CIUDAD DE SAN IGNACIO – CAJAMARCA"

UBICACIÓN : DISTRITO SAN IGNACIO, PROVINCIA SAN IGNACIO, REGION CAJAMARCA

CONCRETO : F'c = 210 KG/CM2

FECHA : 26/06/2021

RESISTENCIA A LA FLEXIÓN (M'r)

Identificación de la Muestra	Especím en N°	Fecha de Fabricación	Edad (días)	Fecha del Ensayo	Lectura Dial (kg)	Medidas del Especimen			M'r (kg/cm2)	M'rp (kg/cm2)	Observaciones
						Lus Libre (cm)	Ancho (cm)	Alto (cm)			
P (concreto patrón)	1	29/05/2021	28	26/06/2021	3366.75	45.00	15.00	15.00	45.89	Concreto sin adición	
	2	29/05/2021	28	26/06/2021	3459.00	45.00	15.00	15.00			
	3	29/05/2021	28	26/06/2021	3417.00	45.00	15.00	15.00			
	4	29/05/2021	28	26/06/2021	3314.25	45.00	15.00	15.00			
	5	29/05/2021	28	26/06/2021	3557.25	45.00	15.00	15.00			
	6	29/05/2021	28	26/06/2021	3536.25	45.00	15.00	15.00			
P - 2%AM + 2%CCA (Porcentaje Adecuado)	1	29/05/2021	28	26/06/2021	3686.25	45.00	15.00	15.00	48.18	Concreto con adición de 2% de aserrín de madera + 2% de ceniza de cascarilla de arroz	
	2	29/05/2021	28	26/06/2021	3608.25	45.00	15.00	15.00			
	3	29/05/2021	28	26/06/2021	3760.50	45.00	15.00	15.00			
	4	29/05/2021	28	26/06/2021	3468.75	45.00	15.00	15.00			
	5	29/05/2021	28	26/06/2021	3671.25	45.00	15.00	15.00			
	3	29/05/2021	28	26/06/2021	3486.00	45.00	15.00	15.00			

Registro INDECOP N° 00126178

SUELOS GEOCONTROL S.R.L.
 LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS
 Fabián Becerra Guevara
 TÉCNICO LABORATORISTA

SUELOS GEOCONTROL S.R.L.
 LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS
 Ing. Segundo Dávila Bernilla
 CIP: 145089

Anexo 6. Panel fotográfico



Fotografía 1. Molino San Carlos ubicado en el CP. Puerto Ciruelo - San Ignacio



Fotografía 2. Como podemos en esta imagen la cascarilla de arroz es trasladada en camiones a botaderos clandestinos



Fotografía 3. Se observa una de las carpinterías de madera de la ciudad de san Ignacio.



Fotografía 4. Se observa el recojo de muestras (aserrín de madera)



Fotografía 5. En esta foto se observa la cantera y maquinaria de procesamiento de agregados.



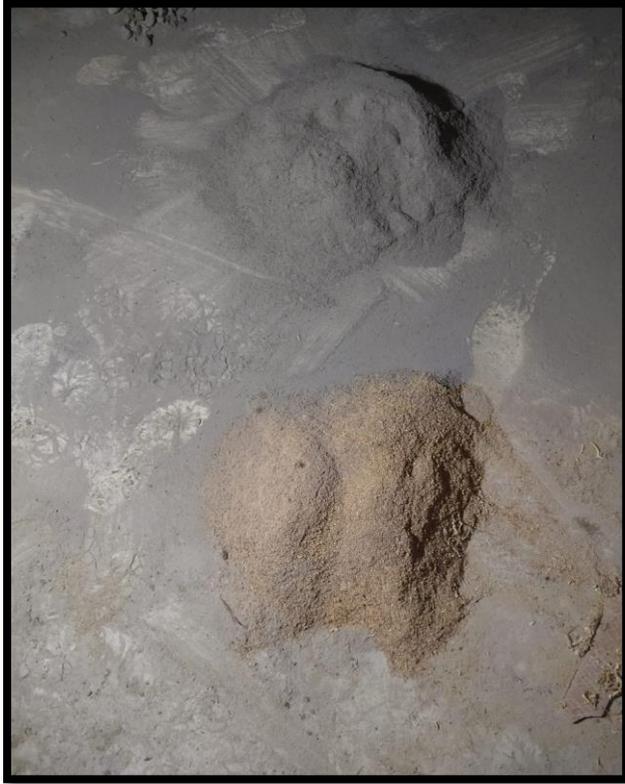
Fotografía 6. En esta foto se observa el acopio de agregado grueso en la cantera.



Fotografía 7. En esta foto se observa el acopio de agregado fino en la cantera.



Fotografía 8. En esta foto se observa las muestras de los agregados y cemento a utilizar.



Fotografía 9. En esta foto se observa las muestras de la ceniza de cascarilla de arroz y aserrín de madera.



Fotografía 10. En esta foto se observa realizando el pesado de los agregados para el ensayo de granulometría.



Fotografía 11. En esta foto se observa realizando el respectivo procedimiento para el ensayo de granulometría de los agregados.



Fotografía 12. En esta foto se observa realizando el respectivo procedimiento para el ensayo de granulometría de los agregados.



Fotografía 13. En esta foto se observa el pesado de la ceniza de cascarilla de arroz.



Fotografía 14. En esta foto se observa el pesado del aserrín de madera.



Fotografía 15. En esta foto se observa la preparación del concreto con adición de aserrín de madera y CCA.



Fotografía 16. En esta foto se observa la prueba del asentamiento (SLUMP) del concreto fresco.



Fotografía 17. En esta foto se observa el llenado de los moldes para la fabricación de probetas.



Fotografía 18. En esta foto se observa la preparación de probetas cilíndricas con los porcentajes de adición de aserrín y CCA.



Fotografía 19. En esta foto se observa algunas de las probetas realizadas y los moldes listos para ser llenados.



Fotografía 20. En esta foto se observa algunas de las probetas realizadas.



Fotografía 21. En esta foto se observa algunas de las probetas sumergidos en agua para su respectivo curado.



Fotografía 22. En esta foto se observa algunas probetas para ser ensayadas en el laboratorio.



Fotografía 23. En esta foto se observa algunas de las probetas en el laboratorio para ser ensayadas a la resistencia a la compresión.



Fotografía 24. En esta foto se observa la probeta siendo ensayada a la resistencia a la compresión.



Fotografía 25. En esta foto se observa la probeta siendo ensayada a la resistencia a la compresión.



Fotografía 26. En esta foto se observa la rotura de la probeta al ser ensayada a la resistencia a la compresión.



Fotografía 27. En esta foto se observa la rotura de la probeta al ser ensayada a la resistencia a la compresión.



Fotografía 28. Prueba del asentamiento (SLUMP) para los especímenes prismáticos que serán sometidos a la resistencia a la flexión.



Fotografía 29. Fabricación de especímenes prismáticos de 6" x 6" por 45cm para ensayo de resistencia a la flexión.



Fotografía 30. Secado de los especímenes prismáticos y cilíndricos antes de ser sometidos a sus respectivos ensayos para determinar su resistencia.



Fotografía 31. Rotura de testigo prismático para calcular el módulo de rotura y obtener su resistencia mayor.