

NOMBRE DEL TRABAJO

**GAMBOA IDROGO OSCAR Y LEONARDO
CESPEDES JHONY.pdf**

AUTOR

OSCAR JHONY GAMBOA LEONARDO

RECUENTO DE PALABRAS

18520 Words

RECUENTO DE CARACTERES

82593 Characters

RECUENTO DE PÁGINAS

78 Pages

TAMAÑO DEL ARCHIVO

800.8KB

FECHA DE ENTREGA

May 31, 2023 8:49 PM GMT-5

FECHA DEL INFORME

May 31, 2023 8:50 PM GMT-5**● 19% de similitud general**

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base de datos

- 16% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 16% Base de datos de trabajos entregados
- 3% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossref

● Excluir del Reporte de Similitud

- Material bibliográfico
- Material citado
- Coincidencia baja (menos de 8 palabras)

1. INTRODUCCIÓN.

1.1 Realidad Problemática

En EE. UU, las principales fuentes de producción de cenizas volantes son inevitable, debido a una gran producción de cultivo los desechos son abundantes, el principal problema en los últimos siete años. Por ello, la sustitución del cemento por cenizas puede ser una solución potencial en la industria de la construcción. Además, el maíz tiene una producción de 1.090 millones, gran parte son residuos desechados, se puede utilizar como una alternativa en la industria del hormigón. [1]

En india, se cultiva una gran cantidad de maíz, arroz, caña de azúcar de hasta 150 mil millones, son residuos que son incinerados en ambiente abierto que dañan el medio ambiente, existe un alto porcentaje de usar la ceniza de residuos agrícolas debido a su alta propiedad puzolánica, se puede utilizar eficazmente en el hormigón como sustitución del cemento, que puede producir beneficios económicos y medioambientales. [2].

En china, la producción de maíz es un cultivo que se siembra de forma extensiva lo cual existen acumulación de desechos agrícolas y son quemados, que causan importante contaminación ambiental, ceniza de maíz no se cuenta como reciclaje por falta de conocimiento, por ello la industria de la construcción busca aprovechar porque tiene materiales puzolánicos debido a un alto dióxido de sílice [3]. La utilización de rastrojo de maíz es una forma eficaz de resolver los problemas ambientales, siendo además un insumo factible de utilizar como material sostenible y reciclable, para la producción del hormigón [4].

El maíz es un cultivo anual con una gran producción, la producción de cenizas de rastrojos de maíz (CRM) requiere una temperatura de combustión que van desde 550 °C a 700 ° C, que es significativamente más bajo que la temperatura requerida para producir Clinker de cemento 1400 ° C. [5]

En EE. UU, la producción de cemento tiene una contaminación alta en el medio ambiente por generación de gases, el principal problema a nivel mundial, por ello el sector de la construcción evalúa materiales agrícolas como sustituto al cemento por su alta capacidad

puzolánica y finura de tamaño de la partícula que mejora las propiedades del concreto, la C.R.M, cáscara de maíz son trabajos experimentales en la producción del hormigón. [6]

El concreto debido a su factor en diferentes condiciones ambientales durante su vida útil, la permeabilidad del agua en el hormigón provoca la creación de fisuras problema principal. Además, hay otros problemas de durabilidad, el aumento de la permeabilidad del hormigón también inicia y acelera el deterioro de aceros que esta de refuerzos, el uso de CRM en sustitución del cemento reforzado de fibra es para el preveer comportamiento frente a la fisura. [7]

En Tailandia, ¹²⁵ la escasez de materia prima para la producción del hormigón, busca una alternativa han visto en la fibra natural con ligeras propiedades físicas, que contribuye a los materiales en la unión puzolánica y disminución de tamaño en la masa del cemento, se eligió como piezas ligeras para la fabricación de compuestos del hormigón, esto mejorará la adhesión de la matriz de fibrocemento para darle una buena resistencia. [8]

En Colombia, a fibra natural ofrece una opción de material alternativo ¹²⁰ en el campo de la construcción, brindando refuerzo al concreto, la fibra es un recurso renovable con bajo peso específico y bajo coste en su producción, la fibra de cabuya, tiene buenas propiedades mecánicas de tracción, Además, evalúan diferentes porcentajes de fibra. [9]

Indonesia, en la actualidad el hormigón que se desarrolla en la industria de la construcción, utiliza el refuerzo o la mejora estructural del hormigón reforzado con fibra de agave consiste en la suficiente flexibilidad de los procesos de fabricación textil y la posibilidad de utilizar otras materias primas, la fibra de cabuya puede ser descifrada por la naturaleza, producible fuerte, ligera y con gran capacidad mecánica. [10]

En Perú los materiales de construcción han ganado gran atención debido a la insostenibilidad de la industria de la construcción moderna, los subproductos industriales como las cenizas volantes, rastrojo de maíz, aceite de palma, entre otros, han sido investigados como potenciales materias primas para la preparación del concreto, de este modo, se da un valor a materiales residuos agrícolas, potencialmente problemático, además,

con la expectativa de poder dar uso a los residuos naturales y así disminuir el precio de los agregados en el hormigón [11]

En el Perú el bajo rendimiento de las edificaciones, el principal problema es bajo calidad de construcción y altos precios de los materiales, asimismo, se investigó un innovador autoconstrucción con recursos naturales, para la población de bajos recursos, ceniza rastrojo de maíz (C.R.M) busca sustituir al cemento para asegurar que el desempeño estructural sea igual o mejor que el concreto tradicional. Asimismo, esto llevó a la idea de que este ingrediente podría agregarse a la mezcla en sustitución al cemento, para mejorar las propiedades del concreto. [12]

San Ignacio cultiva 85.000 hectáreas de maíz y produce aproximadamente 1.275.000 quintales, se está convirtiendo en empresas de importación de productores del Perú. Además, la producción de maíz ha aumentado en un 98% en los últimos 15 años, seguida por el arroz. 35,9% de cultivos en el mismo período analizados, la producción no las ganancias de las demandas internas, se está enfocando en la distribución al exterior. [13]

Esta investigación busca reducir la fabricación de aditivos del hormigón en el medio ambiente, investigando residuos naturales como ceniza rastrojo de maíz y fibra de cabuya en concreto reforzados, se llevará un experimento en porcentajes 7%,10%, 12%, 15 % CRM y FC 0.5%, 1%, 1.5%, 2% respectivamente, para evaluar su efectividad en las propiedades mecánicas del concreto, se busca fomentar practicas responsables en la industria de la construcción, utilizando recursos naturales.

[14] En la investigación titulada "Evaluación del efecto de la calcinación y molienda de ceniza de tallo de maíz en el potencial puzolánico para materiales sostenibles a base de cemento.", fue investigar las características puzolánicas de la C.R.M después de pasar por los procesos de calcinación y molienda. El objetivo principal del estudio fue determinar la idoneidad de esta ceniza para su utilización en la fabricación de materiales sostenibles a base de cemento, de la cuales se produjeron calcinación a temperatura de 400°C, 500°C, 600°C, 700°C y 800°C durante 2 horas, se utilizó diseño mezcla tradicional resistencia la compresión.

Se desarrollo cinco mezclas de concreto a cada temperatura de rastrojo de maíz. Los resultados indican ⁹ la ceniza calcinada a una temperatura de 500°C poseía la mayor actividad puzolánica de 96,8%, fue elegido como una calcinación óptima. Se concluye la CRM puede utilizarse ⁹ como puzolana y, por lo tanto, su utilización en el cemento/concreto solucionaría los problemas de eliminación de cenizas y reduciría el riesgo de contaminación. Por lo tanto [15] en su investigación titulada ⁴⁵ "Efecto del Sulfato y el Ácido en el Concreto Autocompactante que Contiene Ceniza de Mazorca de Maíz" Se evalúan los efectos de utilización de ceniza rastrojo ²⁸ de maíz (CRM) como sustituto del cemento en propiedades del concreto. Se realizo diseño de mezcla 0% (patrón), sustitución en 5%, 10%, 15% y 20% respectivamente, la prueba de trabajabilidad se llevó por los diferentes porcentajes a ²⁰ 28 días de curado. Los resultados en los ensayos de resistencia a compresión 5% mostraba una mejor resistencia, a partir del 15% y superiores no pudieron alcanzar valores suficientemente cercanos a la resistencia requerida, sin embargo, se demostró que el 5% CRM se puede usar como puzolana en las propiedades del concreto. Asi mismo [16] en su investigación titulada "Desarrollo de un nuevo biocompuesto para aislamiento de edificios y uso estructural a partir de tallo de maíz y cemento de fosfato de magnesio", tuvo como objeto de estudio nuevo tipo de biocompuesto basado en la mezcla de cemento en sustitución, fosfato de magnesio (FA) y maíz tallo (CS), determina la viabilidad de utilizar este compuesto como material aislante y estructural. Varios concreto se formularon mezclas con diferentes concentraciones (variando de 5% a 30% de contenido de CS) y dos tamaños de maíz tallo (LCS y SCS), para determinar sus características mediante ensayos mecánicos. Los resultados de la prueba analizadas manifiestan el uso de CS mejora las propiedades del concreta y son imprescindibles para las aplicaciones estructurales. Se concluyó que CS, como aglutinante con propiedades térmicas y mecánicas avanzadas son mejores alternativas en producción de biocompuestos. También se están considerando más pruebas para determinar las propiedades importantes de este biocompuesto. [17], En su investigación titulada "Uso de diferentes cenizas de residuos agrícolas en hormigón para el reciclaje efectivo de los recursos disponibles localmente", tuvo

como objeto estudio la evaluación y comparación cenizas del impacto de sustitución de cemento, donde las cenizas fueron de puzolánica CRM, CCA. Se sustituyeron diferentes porcentajes 5%, 10%, 15%, 20% de ceniza por la misma cantidad de cemento, se realizó ensayos ³ resistencia a compresión y pruebas de densidad de concreto. Los resultados muestran 5% a 10% tienen un efecto positivo, 15% a 20% no superan concreto patrón, por otro lado, en los ensayos de compresión la resistencia a mayor porcentaje de ceniza disminuye la propiedad del concreto. Asimismo ² [18] En su investigación titulada “Análisis de resistencia de compuestos de ceniza de mazorca de maíz y fibra de kenaf” tuvo como objeto de estudio efectos de ceniza rastrojo maíz, una puzolana, una fibra vegetal natural sobre Características ¹⁴ de resistencia a la compresión del compuesto del hormigón. Se realizaron diseño de mezcla utilizando cubos de muestra de 100×100×100 mm³ para considerar las propiedades mecánicas, con reemplazo de CRM de 5%, 10%, 15% y 20% se probaron para determinar las características ²⁰ de resistencia a la compresión a los 7, 14, 21 y 28 días de tiempo de curado. Los resultados del efecto del CCA sobre la ⁵⁷ resistencia a la compresión al 0, 5, 10, 15 y 20% CCA de reemplazo de Cemento Portland, el 5% alcanza 8,56 a 12,34 N/mm² aumenta ¹⁴ su resistencia a compresión. En conclusión, el efecto de CCA sobre las resistencias a la compresión fue significativo a $P > 0,05$ tanto en la fila como en la columna del lenguaje de matriz adoptado en el análisis de varianza (ANOVA). Según ³ [19] En la investigación titulada “Evaluación de las propiedades de resistencia del concreto asfáltico utilizando fibras naturales como aditivos de refuerzo” tuvo como objeto de estudio desarrollar concretos vegetales con una matriz a base de cemento Portland y un árido de Agave hojas de salmiana (AS), como reemplazo total de los áridos. Se realizaron ensayos de caracterización de las materias primas y se procesó fibras de agave para mejorar su compatibilidad con la pasta de cemento mediante cuatro tratamientos diferentes, se evaluó mediante el estudio de ensayos mecánicos. El tratamiento de concreto mostró una disminución del 15,2% en ¹¹⁸ la capacidad de absorción de agua del agregado, resultando un compuesto ¹²² con una conductividad térmica de 0,49 W/mK ³ y una resistencia a la compresión

de 8,66 MPa, asimismo, permite su utilización como material de construcción. En ese sentido [20] En su investigación titulada “El efecto de la relación de refuerzo de la fibra de cántula (Agave cantula roxb) sobre la resistencia a la tracción del hormigón armado textil.”, tuvo como objeto de estudio probar la resistencia a la tracción directa del mortero modificado con polímeros mediante el fortalecimiento de F.C en varias proporciones. Se realizó diseño de mezclas con proporciones de refuerzo de fibra cabuya 1.5%, 2.5%, 3.5% y 4.5%, se ensayaron a 28 días de curado. Los resultados de las pruebas, 3.5% FC resistencia a tracción de 2.95 MPa a 3 días y 3.41 MPa 28 días. Se concluye 3.5% FC se puede mantener el rendimiento estructural del concreto sin embargo reduce la resistencia a compresión. Asimismo [21] en su investigación titulada “Efecto de la fracción de volumen y la relación de aspecto de la fibra de Agave Cantula Roxb contra la resistencia a la compresión y la resistencia a la tracción directa” tuvo como objeto de estudio para mejorar el rendimiento del hormigón frente a la resistencia a la tracción consiste en añadir fibra cabuya a la mezcla de hormigón. Se realizó diseño de mezcla con adición de fibra se realiza en función de dos aspectos: la relación de aspecto de la longitud de la fibra 1,0 cm, 1,5 cm, 2,0 cm, 2,5 cm, 3,0 cm, y los aspectos de la fracción de volumen, que son 1,0%, 2,0%, 3,0% y 4,0% del volumen de la probeta cúbica a 28 días de curado. Los resultados muestran que la relación de aspecto de la longitud de la fibra de 2,0 cm y el 3,0% de fracción de volumen dan el valor óptimo de resistencia a la tracción directa en comparación con la variación de la longitud de la fibra y otros volúmenes de fracción. En conclusión, la fibra de cabuya se puede utilizar en pequeños porcentajes para aumentar la resistencia a la tracción del hormigón.

[22] en su trabajo de investigación, “Evaluación de la mezcla de cenizas de rastrojo de maíz y esquisto en las propiedades del concreto $F'c=210$ kg/cm², Huaral, 2020”, el objetivo de la investigación fue analizar cómo la combinación de C.R.M y roca esquisto influye en las propiedades del concreto $F'c=210$ kg/cm², al utilizar diferentes porcentajes (4%, 6%, 7% y 7%, 9%, 12%) como reemplazo del cemento. Se preparó diseño de mezcla de concreto de que contienen CRM y esquisto como sustituto parcial del cemento con diferentes porcentajes

de sustitución. Los resultados de los experimentos demostraron que la resistencia a la compresión del concreto con un 4% de CRM superó al concreto patrón, mostrando un incremento del 9.26%, asimismo, con el 9% de esquisto supera al patrón en 4.86%, mientras para resistencia a flexión 7% CRM no supera al patrón, sin embargo, 7% de esquisto supera al patrón en 1.36%. Se concluye que la CRM y esquisto si mejoran las propiedades del concreto y cumplen con las especificaciones técnicas. También [23] En su trabajo de investigación, "Influencia de las cenizas de rastrojo de maíz sobre la resistencia a la compresión axial y la consistencia en un concreto de $f'c=210\text{kg/cm}^2$ ", tuvo como objeto analizar cómo la sustitución de porcentajes de CRM (3%, 5% y 8% en masa del cemento) afecta los parámetros de resistencia a compresión y el asentamiento (slump) del concreto. Se realizó mezcla de concreto 210 kg/cm^2 , se elaboró 9 probetas por cada porcentaje, obteniendo 36 muestras todo 28 días de curado, el asentamiento se realizó dos veces en cada mezcla de concreto. Los resultados obtenidos se concluyeron que la mayor resistencia se dio con el 3% CRM en el ensayo de resistencia a compresión, asimismo se determinó a mayor porcentaje de CRM menor fue el asentamiento, teniendo inconveniente en la trabajabilidad de la mezcla de concreto. También [24], en su trabajo de investigación, "Análisis comparativo de la resistencia a la compresión de un concreto adicionado con ceniza de rastrojo de maíz elaborado con agregados de las canteras de cunyac y vicho con respecto a un concreto patrón de calidad $f'c=210\text{ kg/cm}^2$ ", tuvo como objeto de estudio examinar los efectos de la adición de rastrojo de maíz (CRM) al concreto y determinar si mejora su resistencia a la compresión y flexión en comparación con el concreto convencional. Se llevó a cabo un diseño de mezcla utilizando un concreto patrón con una resistencia especificada de 210 kg/cm^2 , y se realizaron pruebas en muestras que contenían adiciones de CRM en porcentajes del 2.5%, 5% y 7.5% en peso del cemento. Las muestras fueron sometidas a un período de curado de 28 días y luego se llevaron a cabo los ensayos correspondientes. Resultados de la adición de 2.5%, 5% y 7.5% de CRM a 7 días de curado resistencia a compresión, tiene un incremento de 50%, 55%, 110% respectivamente, CRM a 14 días de curado, tiene incremento de 34%, 40%, 81%

respectivamente, CRM a 28 días de curado para la resistencia a compresión, tiene un incremento de 30%.35%, 47% respectivamente, además 5% CRM a 28 días de curado de resistencia a flexión de 19.20 kg/cm², no supera al concreto patrón de 20.99 kg/cm². Conclusión el 7.5 % de CRM si mejora las propiedades del concreto. Así como [25], En su trabajo de investigación, “Diseño de concreto con adición de fibras secas de maíz para habilitaciones en el distrito de villa maría del triunfo año 2019”, tuvo como objeto de estudio diseñar una mezcla de concreto con adición de fibras de secas de maíz, mejorar la resistencia a la compresión, tracción, y flexión. Se realizo cinco diseños mezcla primero etapa diseño patrón, segundo y tercero incorporación CRM 0.5% y 1% en peso del cemento, cuarta y quinta de la mezcla CRM 0.5%, 1% Y 50ml de aditivo skacem. Resultados mediante ensayos se verifico la resistencia a compresión aumenta su resistencia con el aditivo y CRM en 10%, asentamiento a mayor CRM menos asentamiento no lo hace optimo, los resultados son colaborados mediante estadística. De la misma manera [26] en su trabajo investigación Resistencia a la compresión de un concreto sustituyendo al cemento por cenizas de rastrojo de maíz y cáscara de huevo”, tuvo como objeto de estudio determinar la resistencia del concreto sustituyendo al cemento por la C.R.M y cáscara de huevo. Se realizo diseño de concreto 210kg/cm², diseños de concreto con CRM y huevo en proporciones de 12% y 16% sustituyendo al cemento. Resultados de CRM y casara de huevo 12% se tiene una resistencia 71.09%, 86.30%, 92.91% y 16% CRM Y cascara de huevo tiene una resistencia 47.35%, 51.78%, 52.80% a 28 días de curado. Se concluye la combinación de CRM Y cascara de huevo se puede utilizar como cenizas en porcentajes inferiores 12% y 16%. Asimismo [27], en su trabajo de investigación, Estudio de la influencia de la fibra de cabuya en concretos de $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$ y $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ en el distrito de Lircay provincia de Angaraes”, tuvo objetivo principal de este estudio fue analizar el comportamiento mecánico del concreto reforzado con fibras de cabuya. Se llevó a cabo una investigación detallada para examinar cómo la adición de estas fibras afecta las propiedades mecánicas del concreto. Se realizó diseño de $f'c 175 \text{ kg/cm}^2$ y 210 kg/cm^2 , dichas muestras fueron ensayados en porcentajes 1%, 3% de FC a 28

días de curado. Resultados el análisis de resistencia a compresión 1% y 3% de FC superan al patrón en 3%, 6% respectivamente, la resistencia a flexión 1%, 3% FC a 28 días de edad aumenta su resistencia a 14%y 18% respectivamente, resistencia a tracción 1%, 3% de FC aumenta en 19%, 15% respectivamente, respecto al concreto patrón. En conclusión, la adicionando FC en resistencia a compresión, flexión, tracción a 28 días de edad aumenta comportamiento mecánico del concreto. También [28] en su trabajo de investigación “Determinación del contenido óptimo de fibra de cabuya para mejorar la resistencia a la compresión del concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$ ”, tuvo como objeto de estudio analizar la incorporación de fibra de cabuya en la mezcla de concreto para mejorar la resistencia a compresión 210 kg/cm². Se realizo diseño de mezcla incorporando FC de 2.5 cm y 8 cm de longitud en concentración 0.25%, 0.5%, 0.75% y 1% respectivamente, con la finalidad de mejorar la resistencia a compresión. Resultados de los especímenes analizados, resistencia a compresión con FC 2.5cm +0.25% a 28 días de curado alcanza 192.48 kg/cm², disminuyendo en 8.3% y el más aproximado al concreto patrón. Se concluyo en los ensayos realizados a mayor concentración y longitud de FC, disminuye las propiedades del concreto.

La investigación pretende evaluar las propiedades mecánicas del concreto, sustituyendo cemento con C.R.M reforzado con fibras de cabuya para mejorar las respuestas mecánicas del concreto. El objetivo principal es reducir la cantidad de materiales utilizados, sustituyendo al cemento por CRM reforzado de FC, productos que resultan de residuos agrícolas, el cual permitirá aprovechar, para evitar contaminación ambiental, reducir la demanda excesiva de materia prima para el desarrollo, encontrar formas de producir materiales de construcción utilizando nuevas fuentes, y usar menos cemento y agregados para que no dañen el medio ambiente.

El concreto juega un papel esencial en la industria de la construcción y en el avance de infraestructuras a nivel global, ya que contribuye a mejorar la calidad de vida de las comunidades mediante la construcción de puentes, carreteras, túneles, edificaciones y otros proyectos. Por ello, la importancia de trabajo de investigación encaminado a mejorar las

prestaciones del hormigón en la construcción de infraestructuras. De la misma manera, La investigación se justifica al proporcionar alternativas nuevas y confiables, como agregar CRM como sustituto del cemento portland reforzado con FC para mejorar las propiedades mecánicas del concreto.

84 1.2 Formulación del problema

14 ¿Cómo influye la sustitución de ceniza rastrojo de maíz, reforzado con fibras de cabuya en las propiedades mecánicas del concreto?

1.3 Hipótesis

Si, reemplazamos parcialmente C.R.M en porcentajes de 7%, 10%, 12% y 15% reforzado con F.C de 0.5%, 1%, 1.5% y 2%, favorece 42 las propiedades mecánicas de un hormigón, en comparación con el hormigón a base de cemento Portland.

31 1.4 Objetivos

Objetivo general

Determinar 6 las propiedades mecánicas de un concreto sustituyendo el cemento portland por cenizas de rastrojo de maíz en porcentajes 7%, 10%, 12% y 15% reforzado con fibra de cabuya en 0.5%, 1%, 1.5% y 2%, 5 para un $f'c$ 210 kg/cm², $f'c$ 280 kg/cm².

55 Objetivos Específicos

- Determinar las propiedades físicas de los agregados a usar.
- Evaluar la temperatura óptima de quemado de la ceniza de rastrojo de maíz para determinar la actividad puzolánica.
- Evaluar las propiedades físicas y mecánicas 18 del concreto patrón y concreto modificado con sustitución ceniza de rastrojo de maíz en porcentajes 7%, 10%, 12% y 15% en peso de cemento y reforzado fibra de cabuya 0.5%, 1%, 1.5% y 2% para las dosificaciones 26 $f'c$ 210kg/cm², $f'c$ 280kg/cm².
- Determinar los porcentajes óptimos de ceniza de rastrojo de maíz y fibra de cabuya.

1.5 Teoría relacionada al tema

Concreto

Los hormigones se pueden definir como mezclas de aglutinantes de cemento portland, mezcla de agregado, agua y en la última instancia, aditivos que, cuando se endurecen, forman una masa de piedra. es un sólido artificial y puede soportar fuertes esfuerzos de compresión. La relación de agua/cemento reaccionan químicos para combinar las moléculas agregadas y formar un material no uniforme. se pueden agregar ciertos elementos tienen como nombre aditivo, es para aumentar la resistencia del concreto o cambia algunas moléculas del concreto [29]

El hormigón es un material común o tradicional, fabricado mezclando las tres materias esenciales agua, cementos y áridos, Al hacer las reacciones químicas del hormigón con agua, las partículas se unen para formar un material homogéneo. [30].

En efecto, para obtener un hormigón de buena calidad, no son los únicos materiales necesarios preparar materiales de buenos productos en las proporciones adecuadas, sino incluso tenemos que tener en cuenta los factores específicos en las mezclas, transportes y disposición, etc. Bombear y endurecer el hormigón. para llegar a obtener resultados exitosos. [31]

Tipos de concretos

Concretos simples

En la mezcla los agregados grueso, fino, cemento portland y agua, al mezclar agregado grueso deben cubrirse completamente con mezcla del cemento y agregado fino debe cubrirse con el mismo mortero, asimismo, de rellenar los espacios entre el agregado grueso. [32]

Componentes del concreto

El hormigón se obtiene mezclando de agregados grueso, fino, cemento portland, aire y agua, ejecutar esta evaluación a la velocidad correcta generalmente que le otorga ciertas

propiedades como fuerza. Al mezclar los áridos grueso debe cubrirse completamente con pasta de hormigón, agregado fino. debe cubrirse con el mismo mortero y los espacios entre los áridos gruesos deben rellenarse. [33]

91 El agua y el cemento reaccionan químicamente uniéndose y agregando partículas para formar un material no uniforme. Puede ser posible agregar ciertas sustancias llamadas aditivos. Esto mejora o cambia ciertas propiedades del hormigón. [34]

Cemento

En un sentido general, El cemento se puede describir como un aglutinante, y los fragmentos minerales se pueden combinar en un todo compacto. Define como un aglutinante o un material pulverizado que tiene la propiedad de formar un aglutinante que puede endurecerse en agua y aire para formar un compuesto estable añadiendo una cantidad apropiada de agua. [35]

Propiedades principales del cemento

Composición química

Al definir el Clinker, se demuestra que la materia prima se elabora está formada por una mezcla de materias primas de naturaleza arcillosa y caliza. La caliza, que es esencialmente silicato de calcio, y la arcilla, el insumo principal de sílice, así como su marga intermedia, el insumo de alúmina y hierro, cemento portland son materias principales del hormigón, el más significativo del cemento la cal, seguida de la sílicato, óxido de hierro y finalmente alúmina.

El sílice y cal juntas forman alrededor del 70 a 75 por ciento del magnesio y el álcali, formando la etapa fluido de clínker y facilitando así las mejoras entre la sílice y la cal. Se forma a partir de estos aluminatos. [36]

Tabla I

Componente de óxido de cemento

COMPONENTES OXIDOS	PROPORCION EN	NOMBRES
Oxido (CaO)	60.0% a 67.0%	Cal
Oxido (SiO ₂)	17.0% a 25.0%	Sílice
Oxido (Al ₂ O ₃)	3% a 8%	Alúmina
Oxido (Fe ₂ O ₃)	0.49% a 5.9%	Oxido de hierro

Nota: Tomado de [37]

Componente secundario de cemento

El principal factor del Clinker implica el 90-95% del total, divididos en cuatro grupos conocidos como compuesto secundario, oxido de cal-libre, magnesio, sólido y potasio.

Tipos de cemento

En Perú, cemento Portland es el más adquirido, según norma ASTM C50, o cemento combinado según ASTM C595.

- **Tipo I normal**, se utiliza en todas las obras de ingeniería civil normales a menos que existan requisitos especiales.
- **Tipo II**, Como cemento con temperatura de hidratación moderada y tolerancia moderada de sulfato, se utiliza en el momento requiera unas resistencias moderadas en los sulfatos y temperaturas de hidrataciones moderadas.
- **Tipo III**, El cemento tiene una alta resistencia inicial y se utiliza cuando se requiere un funcionamiento rápido de estructuras de hormigón o cuando se requiere un rápido aumento la resistencia.
- **Tipo IV**, El cemento con baja temperatura de hidratación se utiliza para hacer hormigón duro.
- **Tipo V**, El cemento es resistente al empuje de sulfatos y se aprovecha en áreas con alto contenido de sulfatos.

Tabla II

Compuestos de fabricación de cemento portland (Clinker).

Designación	Expression	Abreviatura	%
Silicato tricálcico	(3CaO, SiO ₂)	(C ₃ S)	30.0 al 50.0
Silicato dicálcico	(2CaO, SiO ₂)	(C ₂ S)	15.0 al 30.0
Aluminato tricálcico	(3CaO, Al ₂ O ₃)	(C ₃ A)	4.0 al 12.0
Aluminio Ferrito tetra cálcico	(4CaO, Al ₂ O ₃ , Fe ₂ O ₃)	(C ₄ AF)	8.0 al 13.0
Cal libre	(CaO)	--	--
Mag.	(MgO)	--	--

Nota: Tomado de [38]

Los cementos Portland es cemento hidráulico con el componente principal de silicato de calcio hidráulico y generalmente se fabrica de clinker Portland, con unas o más perfil de sulfatos de calcio mientras la pulverización. [30].

Requisito físico de cemento

El cemento seleccionado debería cumplir con las condiciones y límites físicos según la norma establecida, si al no conocerse el precio fijo se determina un peso específico de 3.15, el cemento puzolánico es 2.97, para verificar los tiempos de fraguado se utiliza el sistema Vicat.

Requisitos químicos de cemento

La selección del cemento elegido debe cumplir con el requerimiento químico según la norma ASTM y NTP, asimismo, los agregados contienen alta capacidad de reactivada, su álcali no debe exceder 0.59% y óxidos de sodio 0,658%, óxidos de potasio (Na₂O-0.658-K₂O).

Tabla III

Características químicas para el cemento

Requisito Químico En Max. %	Tipos					
	I	II	V	MS	IP	Ico
Óxido (MgO)	6%	6%	6%	--	6%	6%
Trióxido de Azufre (SO ₃)	3.5%	3%	2.3%	--	4.0%	4.0%

59	Pérdida por Ignición	3.0%	3.0%	3.0%	--	5.0%	8.0%
	Residuo Insoluble	0.75%	0.75%	0.75%	--	--	--
	Aluminato tricálcico (C3A)	--	8.0%	5.0%	--	--	--
	Álcali equivalente (Na ₂ O + 0,658 K ₂ O)	0.6*%	0.6*%	0.6*%	--	--	--

Nota: Tomado de la norma [39]

Puzolanas definiciones y clasificaciones

Se define mediante la norma ASTM-C618 que determina la puzolana de la siguiente manera.

Un material originario que contienen sílice amorfa o aluminio, tienen valor de cemento, pero en asistencia del agua tiene reacción química e hidróxido de calcio a temperatura ambiental forma una mixtura con propiedades cemento. Según NTP-133.104 y ASTM C-618 (Cemento Aditivo Mineral al hormigón: puzolana natural verde o quemada y cenizas volantes).

Tiene tres clases de ceniza volante:

➤ Tipo N

Calcinada y Puzolanas naturales verde, como la diatomita; tufo y ceniza volante, incluso a temperaturas altas hasta alcanzar su propiedad químicas para las propiedades satisfactorias.

➤ Tipo F

Las cenizas volantes se producen al quemar carbón o carbón bituminoso y tiene alta propiedad puzolánica.

➤ Tipo C

Las cenizas volantes se producen al realizar el proceso de quema de carbón bituminosos o lignitos. Este tipo de cenizas, también de contener propiedades puzolánicas, también tiene propiedades cementicia.

Tabla IV

Requisito Químico puzolánicas

REQUISITO QUÍMICO			
Composiciones Químicas	Clases De Adiciones		
	N (%)	F (%)	C (%)
3 Dióxido de silicio, óxido de aluminio mín.	70.0	70.0	50.0
Trióxido de azufre (SO ₃), máximo.	4.0	5.0	5.0
Contenido de humedad, máximo.	3.0	3.0	3.0
desperdicio de calcinación máximo.	10	6.0	6.0

Nota: Tomado de [40]

Ceniza de rastrojo de maíz (C.R.M)

Definiciones de rastrojo de maíz

Esta investigación estudio las vegetaciones de maíz cultivo anual corresponde a los dueños de terreno, tiene un desarrollo ligero crece 2m si no es escaso de agua; tallo dura, sólida y simple; Tiene hoja de unos 10-12 cm de ancho y 1 m de largo, ásperas a tactos. (Galicia & Velásquez, 2016), p. 37

Esto se logra quemando rastrojos de maíz, que puede reemplazar parcialmente los aglutinantes de mortero y cemento, allí se resuelve los desechos y disminución de huso de cemento portland, la temperatura de quemado está en los 400°C seca de C.R.M alcanzado un nivel alto de composición. La puzolana este alto nivel es un material de silicio o aluminio-silicio, con la presencia del agua, tiene una reacción química de hidróxidos de calcio liberados por las hidrataciones del cemento Portland I. (Galicia & Velásquez, 2016, p. 38)



Fig. 1. Rastrojo de maíz



Fig. 2. Ceniza de Rastrojo de maíz

Composición Química

Tabla V

Composiciones químicas de rastrojo de maíz.

COMPONENTES	SIMBILOS	% EXISTENTES
Silicio	SiO ₂	71.2%
Aluminio	Al ₂ O ₃	0.9 %
Calcio	CaO	5.1 %

Nota: Tomado de [41]

El factor más considerable es la proporción de sílice en la ceniza, le da a la ceniza su potencial puzolánico. Se entrega 45,9% de sílices, a costo inferior según la referencia encontrada, sin embargo, sigue siendo un valor significativo. Se observa un alto porcentaje de humedad relativa (4,5%) y pérdida por calcinación (17,7%). Estos valores se pueden

reducir si se perfecciona la producción del material, lo que aumentará significativamente la proporción de sílice.

Fibra de cabuya (F.C)

Definición

Es una planta silvestre o cultivada en los valles, el agave es una planta de color verde que puede alcanzarla parte vegetativa tiene 1,5 m de altura. Si se incluye la estructura reproductiva, puede alcanzar 1.5 m. Proviene del idioma quechua "Chahuar" o también conocido como "Chuchau". Esta planta tiene muchos usos en el Ecuador rural; utiliza fibras para procesar. En los productos textiles, se utiliza como jabón y leña; el zumo de frutas se utiliza como fijador del color; alimento. [42]

Usado para el ganado; los indios lo usan para teñir el cabello; blanquear casas. La separación entre las habitaciones de una casa; las hojas se cortan como cursos de agua, las usas en lugar de las tejas de la cerca, la división del potrero; usando espinas o púas para extraer las fibras, hacen de aguja e hilo. [43]

La fibra de cabuya es una fibra natural, rígida y sólido al modificar la propiedad de la penca puede adoptar los siguientes nombres: fique, agave, sisal, mezcal, pita y maguey, su tratamiento puede ser con cal, y es procedente de América-tropical, se da especialmente en cordilleras de los andes. [44], Crece de forma natural o se cultiva en suelos áridos y semiáridos sus especies se propagan por retoños o semillas, la fibra de cabuya se encuentra ubicada verticalmente en la hoja de penca y es apreciado una de las fibras más consistente. [45].



Fig. 3. Cabuya



Fig. 4. Fibra de Cabuya

Costos de producción Hormigón

Incluye la cuantificación por mezcla de diseño de la cantidad de material que utilizara en la producción del hormigón, se calculara mediante el estudio del precio unitario, teniendo en cuenta mano de obra, material, equipo y herramienta.

Mano de obra (costo)

Está integrado por los sueldos y salarios de los obreros, albañiles, peones y los que expresamente se relacionen con otros cargos en la obra; Gracias a la creciente mecanización y cada vez manejado por incremento prefabricado, la mano de obra sigue pagando grandes impuestos por los trabajos de construcción. Para la estimación de los costos horarios, es necesario tomar en cuenta el salario base, al que se debe sumar los eventos de beneficio social. (Guevara, 2012, p. 57).

Costos de materiales

Se considera un costo adecuado para el material manejado en una operación o actividad, ya que esta valorizado por el tipo de material y encontrar el distribuidor rentable del mercado. Los precios considerados deben tener en cuenta la estación de trabajo, la causa primordial que predomina en la adquisición de materiales, el costo de envío, los métodos de pagos, el volumen de compras y las ofertas instantáneas. (Pancca, 2018).

Costo de equipo y herramienta

Se considera según la forma de trabajar o el factor considerado, de modo que el equipo puede ser alquilado o propio, en términos de hora-máquina, por lo tanto, el precio de trabajo Manual tiene en cuenta el salario de mano de obra.

Diseño de mezcla de hormigón

Es de estudio método y habilidad de la investigación científica, encaminada a crear la mixtura más fácil de adquirir y sea trabajable con agregado útil, cemento, agua y, en varios sucesos aditivo, al crear una mezcla de hormigón que cumpla según la norma establecida. para su propiedad.

Método de diseños

Este método (ACI) es el más aplicado y renombrado; Se crea en las aplicaciones de tablas, gráficos y tablas de experimento, según características mecánicas del origen del control patrón, y se siguen un procedimiento que determina el porcentaje de sustitución en volumen y peso, por 1m³ de hormigón, por lo que se debe recurrir a la norma de método A.C.I, la proporción del árido formado se determina por el método de medición de partículas según la norma ASTM.

Ensayos para determinar las propiedades mecánicas

Resistencia a la compresión

El ensayo a compresiones se puede esquematizar para variar en resistencia y propiedades mecánicas para cumplir el requisito de diseños de las estructuras. La fuerza a la compresión del hormigón es el parámetro más común utilizado por Los ingenieros diseñan edificios y otras estructuras. Las resistencias a presión se miden tomando las muestras del concreto cilíndrico con un probador de compresión y la fuerza de compresión, se evalúa el total entre la carga final por el área de las partes iguales de secciones transversales de la carga y se expresa en unidades (MPa). [46]

Resistencias a la tracción

Las resistencias a tracciones en el hormigón son de suma importancia de aplicar en todo tipo de estructuraciones, especialmente los diseños de control de calidad de resultados hidráulicas y suelos. Sin embargo, debido a la introducción tardía de los métodos de prueba de tracción, en la década de 1950, adquiriendo una valiosa experiencia principalmente a través del uso a largo plazo, la fuerza de mantuvo en la compresión y muestra su calidad. los métodos de practica de tensión directa que aplica esfuerzo de tracción axial a una muestra cilíndrica o prismática con una relación h / d de 1.6 a 1.8 debido al cizallamiento de los extremos de la muestra moldeada con epoxi. Dos placas de acero Con una barra de tiro centrada en el centro y rango de movimiento a través de una rótula, como un acoplamiento que se fija a la parte superior de unas máquinas de ensayo de tensión convencionales.

Resistencias a la flexión

El ensayo a flexión del hormigón, la baja comparación de las fuerzas a compresión, con la dificultad mucho más alta que la resistencia a la tracción pura. Debido a sus resistencias, este parámetro se puede aplicar a estructuras como pisos de compresión generada por la superficie de contacto entre el neumático todoterreno y el neumático todoterreno es aproximadamente igual a la presión de deslizamiento. En el peor de los casos,

5 y 6 kg/cm²; hallar el impulso de fuerza sobre el asfalto de hormigón, es muy bajo en comparación con la fuerza a compresión de concreto, generalmente se encuentra en 150 kg/cm³ en el ambiente. [47].

Módulo de elasticidad

El ensayo de modulo elástico hormigón, este método tiene como objetivo facilitar la aplicación y el diseño del hormigón. Pero la precisión y la estabilidad de estas ecuaciones y modelos necesitan mejoras adicionales, el ensayo módulo elástico calcula comprosometro extensómetro medición longitudinal basado en el ensayo a compresión para hormigón.

⁹² Agregado grueso: Los agregados se mantienen en un tamiz (n:4°), estandarizado por colapso originario o mecánico de rocas y respetan según [48].

Agregado fino: El resultante de la descomposición naturales o artificialmente pasa a través de tamices estándar de (3/8") de 9;5 mm y respeta los ajustes según [48].

1. II. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1 Tipos y Diseño de investigación

Tipo de investigación

Dependiendo de lo que quieras lograr, esta propuesta de tesis se considerará investigación cuantitativa, ya que, se plantea brindar una óptima alternativa para el reforzamiento de las unidades del hormigón mediante la utilización de C.R.M y fibra de cabuya.

¹¹⁷ Diseño de investigación

Este estudio tiene un diseño de investigación experimental como objetivo en la etapa inicial recopilar y elaborar los conceptos de los materiales a utilizar, el conocimiento y realización del ensayo, en la etapa siguiente se evaluarán los ensayos del control patrón y ensayos ³ a compresión, tracción, flexión y módulo de elasticidad divididos individualmente; el primer ensayo control ¹ patrón de f_c 210 kg/cm² y f_c 280 kg/cm²

respectivamente, en seguida la incorporación C.R.M en 7%, 10%, 12% y 15% respectivamente, reforzado con F.C en 0.5%, 1%, 1.5% y 2% respectivamente, los resultados se discutirán de acuerdo a los resultados obtenidos en el laboratorio.

2.2 Variables, Operacionalización

Variables dependientes

- Y1= Resistencias a la compresión.
- Y2= Resistencias a la flexión.
- Y3= Resistencias a la tracción.
- Y4= Modulo de elasticidad
- Ind: Ensayos de roturas en laboratorio

Variables independientes

- X1= Porcentaje de C.R.M.
- X2= Incorporación de F.C
- Ind: reemplazo en peso del cemento.
- X3= Concreto $f'c210 \text{ kg/cm}^2$ y $f'c280 \text{ kg/cm}^2$.
- Ind: cemento portland tipo 1, peso unitario, granulometría agregados fino y grueso, contenido de humedad, peso específico y absorción.

Tabla VI

Operacionalización de la variable Dependiente

Variable	Definición conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores	Instrumento	Valores finales	Tipo de Variable	Escala de Medición
1 Resistencia a la compresión	Esfuerzo máximo soporta una carga de aplastamiento	Concreto	7; 14; 28 días	Carga máxima	Fichas de laboratorio	3 kg/cm ²	Dependiente	3
		f'c 210 kg/cm ²		rotura				3
		fc 280kg/cm ²		Área de probeta				4
Resistencia a la flexión	Esfuerzo máximo soporta una carga de aplastamiento	Concreto	7; 14; 28 días	Carga máxima rotura	Fichas de laboratorio	kg/cm ²	Dependiente	3
Resistencia a la tracción	Esfuerzo máximo soporta una carga de aplastamiento	Concreto	7; 14; 28 días	Área de viga	Fichas de laboratorio	kg/cm ²	Dependiente	3
		f'c 210 kg/cm ²		Carga máxima rotura				3
Módulo de elasticidad	Esfuerzo máximo soporta una carga de aplastamiento	Concreto	7; 14; 28 días	Área de probeta	Fichas de laboratorio	kg/cm ²	Dependiente	3
		f'c 210 kg/cm ²		Carga máxima rotura				3
		fc 280kg/cm ²		Área de probeta				4

Tabla VII

Operacionalización de la variable Independiente

Variable	Definición conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores	Instrumento	Tipo de Variable
Sustitución de ceniza de rastrojo maíz	Sustitución de cuatro porcentajes de (C.R.M)	5 Concreto f'c 210 kg/cm ² f'c 280 kg/cm ²	Porcentaje 7%; 10%; 12%,15%	Peso de ceniza de rastrojo de maíz	Fichas de laboratorio	Variable Independiente
Fibra de cabuya	Adición de cuatro % de fibra de cabuya		Porcentaje 7%; 10%; 12%,15%	En total de la mezcla de concreto	Fichas de laboratorio	Variable Independiente

Tabla VIII

Concreto patrón f_c 210kg/cm² y f_c 280kg/cm²

Tipos de ensayos	Edad del curado (días)	Probetas
Compresión	7	3
	14	3
	28	4
Flexión	7	3
	14	3
	28	4
Tracción	7	3
	14	3
	28	4
Módulo de elasticidad	7	3
	14	3
	28	4

Tabla IX

Distribución de especímenes con incorporación de CRM y FC.

CONCRETO f_c 210 kg/cm² y 280 kg/cm²						
Tipos de ensayos	Porcentaje incorporado ceniza de maíz	Porcentaje incorporado fibra de cabuya	Días			Sub total
			7	14	28	
Compresión	7%	0.5%	3	3	4	10
	10%	1%	3	3	4	10
	12%	1.5%	3	3	4	10
	15%	2%	3	3	4	10
Flexión	7%	0.5%	3	3	4	10
	10%	1%	3	3	4	10
	12%	1.5%	3	3	4	10
	15%	2%	3	3	4	10
Tracción	7%	0.5%	3	3	4	10
	10%	1%	3	3	4	10
	12%	1.5%	3	3	4	10
	15%	2%	3	3	4	10
Módulo de elasticidad	7%	0.5%	3	3	4	10
	10%	1%	3	3	4	10
	12%	1.5%	3	3	4	10
	15%	2%	3	3	4	10
					210 kg/cm ²	160
					280 kg/cm ²	160

1 2.3 Población de estudio, muestra, muestreo y criterios de selección

Población

El estudio está representado por control patrón en 0% de sustitución en el concreto y la mejora de concreto esta con C.R.M: sustituyendo al cemento con 7%,10%,12% y 15% de y F.C: en volumen de concreto con porcentajes con 0.5%,1 %,1.5% y 2%.

Muestra

Muestra a considerar en esta propuesta de tesis, la elaboración de 720 especímenes entre unidades de control patrón y la mejora con C.R.M y reforzado F.C en el hormigón y el total de muestras serán evaluados mediante ensayos de laboratorio al 100%.

1 2.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad

Técnicas

- **Observación:** Nos permite el registro visual que se presenta en el desarrollo de los elementos de estudio referente a los ensayos que pueden ser de gran importancia en sus comportamientos.
- **Ensayos de laboratorio:** el importe de técnica es de suma importancia, ya que se puede determinar los resultados de variables y parámetros, asimismo, nos permite especificar nuestros resultados obtenidos en laboratorio según la NTP-(ACI), [39].

Instrumento de recolección de datos

Entre las herramientas consideradas de gran relevancia, para desarrollar este estudio de investigación es lo siguiente.

Los reglamentos utilizados en la investigación están de acuerdo con la especificación ACI y la especificación ASTM-C143 (slump), este reglamento nos dice cómo realizar procedimientos correctamente las pruebas específicas, para recolección de datos, utilizaremos las hojas de trabajo adjuntas a los anexos de presente investigación.

Validez

El proyecto de investigación se presenta por muestreo de especímenes de control patrón, y concreto sustituido se someterá a prueba de laboratorio (SEGENMA), con la finalidad de evaluar los resultados de compresión, flexión, tracción y módulo elástico, en dosificaciones de C.R.M reforzado con F.C, realizados las pruebas en un laboratorio autorizado con certificado y firma del laboratorista autorizado de los resultados obtenidos

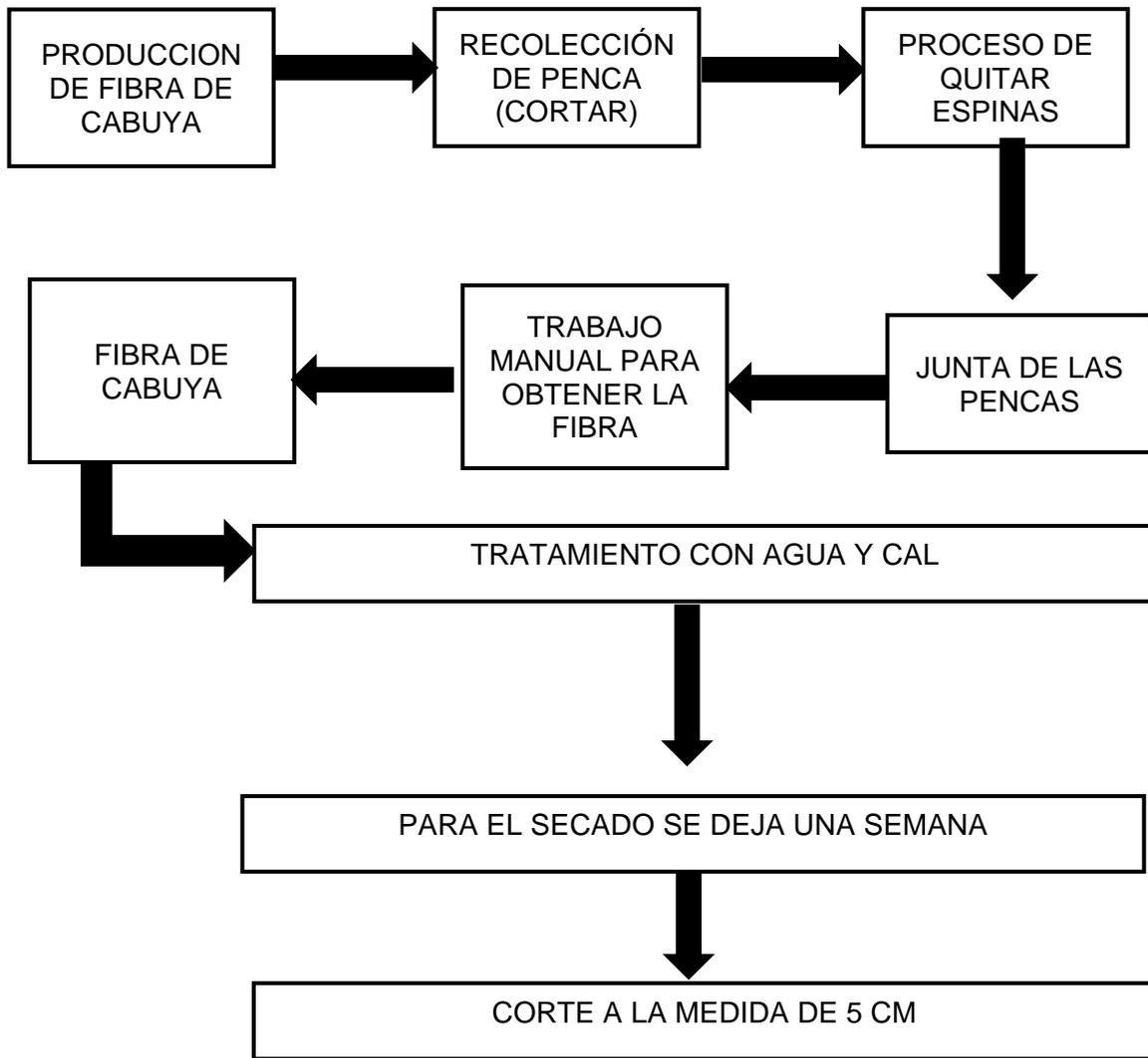
Confiabilidad

La confiabilidad de proyecto de investigación tiene un fundamento en los ensayos realizado en laboratorio, ensayo de compresión, tracción, flexión y modulo elástico, norma (ASTM) vigentes, se realizarán en los instrumentos calibrados especificado por la norma, para obtener un resultado de exactitud y confiable de los ensayos realizados.

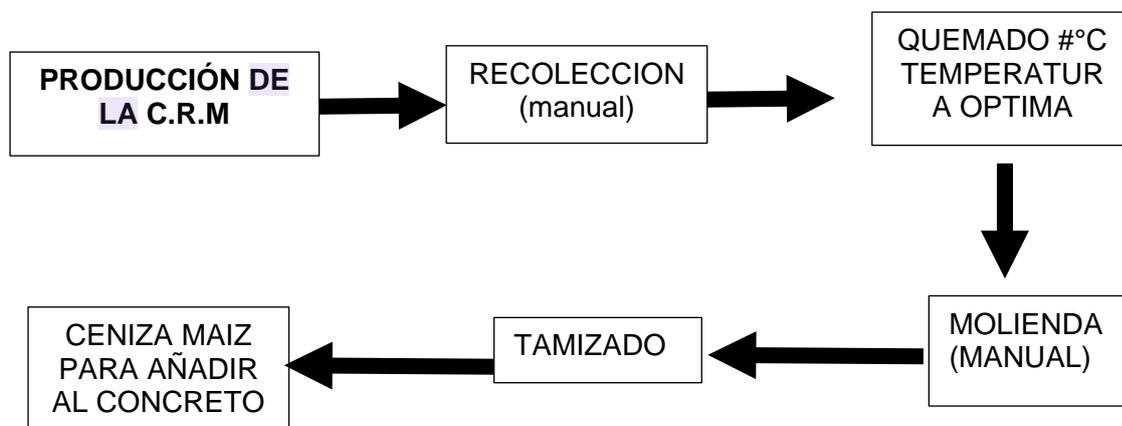
2.5 Procedimiento de análisis de datos

Para el desarrollo de esta investigación, se desarrollaron ensayos para determinar las propiedades físicas de los agregados, la temperatura optima de quemado de CRM, posteriormente se elaboro diseños de mezcla $f'c$ 210 y $f'c$ 280 kg/cm^2 , sustituyendo ceniza de rastrojo de maíz 7%, 10%, 12% y 15% en peso de cemento incorporando fibra de cabuya 0.5%, 1%, 1.5% y 2%. Finalmente, para se determinó los porcentajes óptimos de ceniza de rastrojo de maíz y fibra de cabuya.

Proceso de producción de fibra de cabuya



Proceso de producción de ceniza de rastrojo de maíz



Proceso de producción para determinar tempera optima de CRM

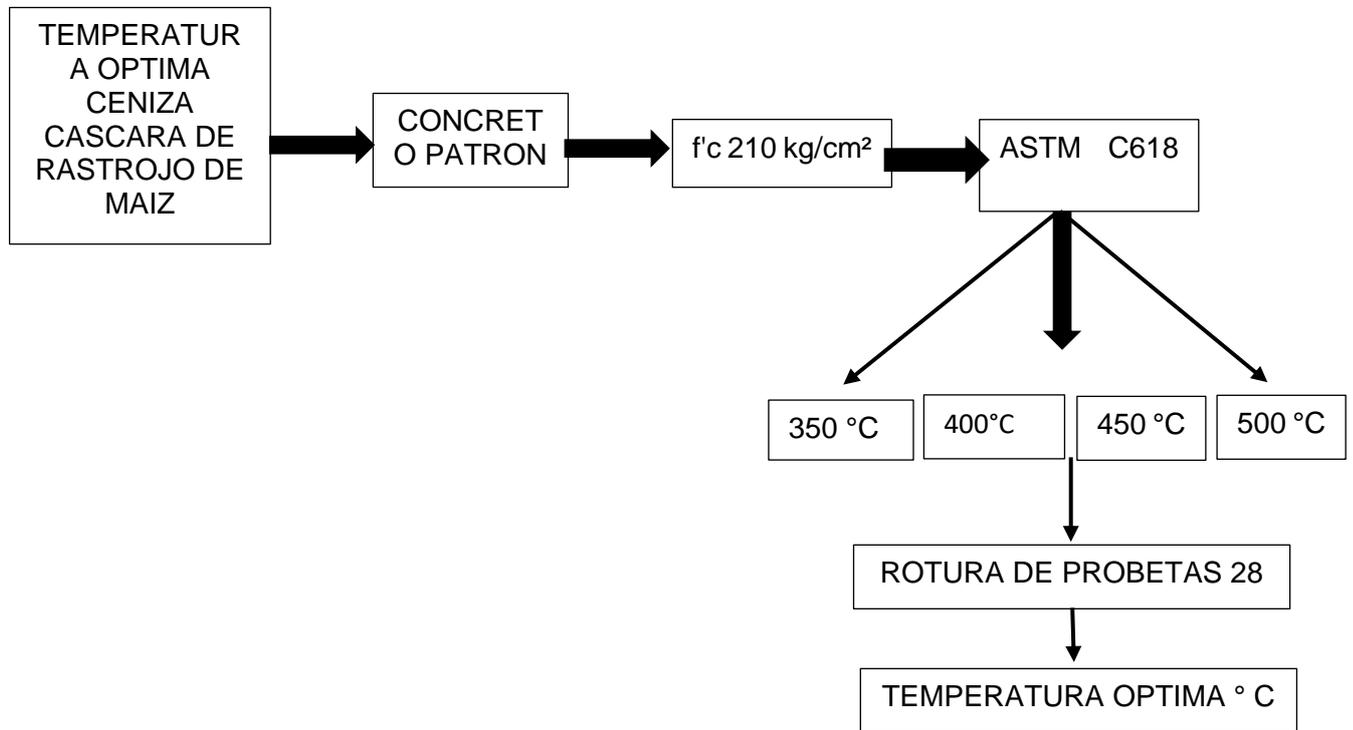
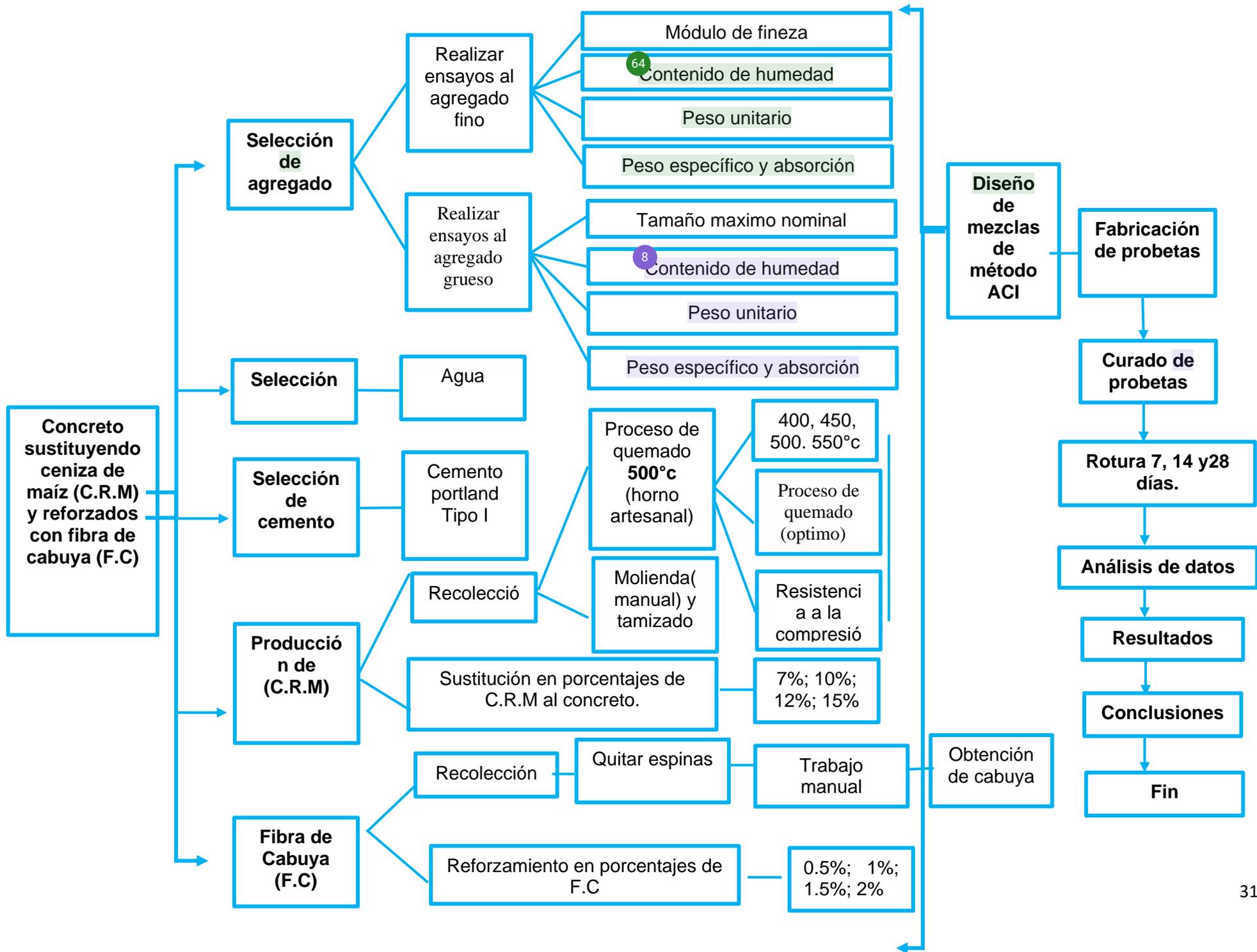


Diagrama de flujo de procesos



Descripción de procesos

1 Selección y obtención de materiales

El agregado grueso: Cantera Tres Tomas, se encuentra ubicada un distrito de la provincia de Ferreñafe en la región de Lambayeque.

El agregado fino: Cantera Tres Tomas, situada en el distrito de La Victoria, provincia de Chiclayo, en la región de Lambayeque.

Cemento Pacasmayo tipo I.

Agua potable

La ceniza ²astrojo de maíz proviene de la recolección de tallo de maíz en desuso.

Fibra de cabuya

1 Ensayos realizados a los agregado y materiales

Los ensayos se llevaron a cabo en el laboratorio perteneciente a la Corporación servicios de exploración geotécnica, asfaltó y ensayos de materiales, teniendo en consideración la Norma Técnica ⁴⁰American Society For Testing Materials (ASTM).

Análisis granulométrico por tamizado

Durante los ensayos de granulometría, se realizaron análisis exhaustivos ¹de las muestras de agregado fino y grueso, sometiéndolas a una serie de tamices normalizados. Esta meticulosa evaluación permitió determinar con precisión las cantidades retenidas en función del tamaño de las partículas individuales, permitiendo establecer la gradación de los agregados de manera detallada y minuciosa. Este enfoque riguroso de análisis granulométrico proporciona una comprensión más completa de la composición y ¹²⁶distribución de las partículas en los agregados, lo que a su vez desempeña un papel crucial ¹¹en el diseño y la optimización de las mezclas de concreto y otros materiales de construcción. Mediante la utilización de tamices normalizados, se asegura la comparabilidad y la consistencia en los resultados

obtenidos, brindando datos confiables que respaldan la toma de decisiones informadas en el ámbito de la ingeniería civil y la construcción.

Agregado fino

Se seleccionó una cantidad de agregado fino y se secó en un horno a 110 °C durante 24 horas. Luego se pasó la muestra por varios tamices ordenados por tamaño, desde N°1/2" hasta N°100, para determinar el módulo de fineza.

Agregado grueso

La muestra de agregado grueso elegida se somete al procedimiento estándar de tamizado, el cual se lleva a cabo con una serie de tamices que van desde el N°2 hasta el N°16. Este proceso permite determinar la progresión del tamaño de las partículas que pasan a través de cada tamiz y las que quedan retenidas en él.

Peso unitario suelto y compactado

La prueba consistió en llenar un recipiente con mezcla de concreto hasta el borde, el cual fue previamente pesado. El llenado se realizó en capas y cada una de ellas fue compactada adecuadamente según las especificaciones requeridas.

Agregado fino

Se utilizó un contenedor de dimensiones específicas, con su peso y volumen medidos, para obtener el peso unitario suelto y compactado del material. Para el suelto, se dejó caer el material suavemente desde una altura determinada en el contenedor y se niveló. Para el compactado, el material se llenó en tres capas y se compactó con una vara, dando 25 golpes por capa, antes de nivelarlo.

Agregado grueso

Se utilizó un contenedor de metal con dimensiones de 15 cm x 15.5 cm para la medición del peso unitario en estado suelto y compactado. Para determinar el peso unitario en estado suelto, se vertió el material en el recipiente hasta que alcanzara el

borde superior y luego se niveló con una vara. Por otro lado, para medir el peso unitario en estado compactado, se vertió el material en el recipiente en tres capas, y después de cada capa se aplicaron 25 golpes de apisonamiento antes de nivelarlo al ras.

Peso específico y absorción

Se consideraron las pautas establecidas por la Norma [49] [50] para llevar a cabo los ensayos correspondientes. Estas normas proporcionan directrices precisas sobre el procedimiento adecuado para determinar el peso específico real y simulado, así como la cantidad de agua retenida en los agregados fino y grueso. Al seguir estas normas, se garantiza la uniformidad y la exactitud en la obtención de datos importantes que son relevantes para evaluar las propiedades y características de los agregados. Los resultados obtenidos a través de estos ensayos permiten una comprensión más profunda de la densidad, la porosidad y el comportamiento de los agregados, lo que a su vez es fundamental en la selección y diseño de mezclas de concreto y otros materiales de construcción. Al cumplir con las pautas establecidas en las normas [49] y [50], se asegura la calidad y la consistencia de los datos obtenidos, lo que respalda la toma de decisiones informadas en el campo de la ingeniería civil y la construcción.

Agregado fino

Se tomó una muestra de agregado fino y se sometió a un proceso de saturación en una fiola por 24 horas, luego se retiró del agua y se midió su masa. Después de secar al aire durante 2 horas, se secó en un horno durante 24 horas, y se midió nuevamente su masa. Se utilizaron los datos obtenidos para calcular la gravedad específica y la absorción del agregado fino.

Agregado grueso

Se tomó una muestra de agregado grueso y se saturó en agua durante 24 horas. Luego, se retiró del agua, se pesó y se midió su volumen sumergiéndolo en agua. La muestra se secó en un horno por 24 horas y se pesó nuevamente para determinar su peso específico.

Contenido de humedad

Agregado fino

Se tomó una muestra de agregado fino y se secó en un horno por 24 horas para luego ser pesado y calcular su contenido de humedad.

Agregado grueso

Se extrajo una muestra de agregado grueso y se secó en un horno durante 24 horas. Luego, se pesó la muestra y se utilizó este valor para calcular el contenido de humedad presente en el material.

Diseño de mezclas

Diseño de Mezclas Patrón

Se realizaron mezclas de concreto correspondientes a dos categorías distintas, con niveles de resistencia de 210 kg/cm² y 280 kg/cm², sin la inclusión de aditivos, siguiendo el procedimiento establecido por el comité ASTM. Una vez finalizados los análisis pertinentes de los agregados, se procedió al cálculo de las cantidades requeridas para cada categoría de concreto. Tras preparar las mezclas de acuerdo con el diseño establecido, se procedió a pesar los materiales y a mezclarlos en un trompo hasta alcanzar una consistencia uniforme y manejable. Acto seguido, el concreto fue vertido en moldes de probetas cilíndricas o prismáticas, dependiendo del caso, en capas de aproximadamente 15 cm de espesor. Cada capa se compactó mediante el uso de una vara metálica, aplicando 25 golpes en el caso de las probetas cilíndricas y un total de 14 y 15 golpes en el caso de las prismáticas para eliminar las burbujas de aire utilizando un martillo de goma. Seguidamente, se etiquetaron las muestras, se extrajeron de los moldes al día siguiente y se sometieron a un proceso de curado antes de ser evaluadas a través de ensayos de rotura realizados a los 7, 14 y 28 días, respectivamente. Este procedimiento permitió obtener información valiosa sobre la resistencia y las propiedades del concreto en diferentes etapas de tiempo,

proporcionando datos fundamentales para el análisis y la evaluación de la calidad del material.

Diseño de Mezclas con material de CRM como sustituto parcial del cemento reforzados con FC.

Tras completar los diseños de mezcla para el concreto patrón, se procedió a llevar a cabo la preparación de las mezclas utilizando los respectivos materiales. Se tomaron en cuenta diferentes proporciones de ceniza de rastrojo de maíz (7%, 10%, 12% y 15%) como sustituto parcial del cemento, junto con la incorporación de diferentes cantidades de fibra de cabuya (0.5%, 1%, 1.5% y 2%) en relación al peso total de la mezcla. Estas variaciones se tuvieron en cuenta en ambas calidades de concreto estudiadas, con resistencias nominales de 210 kg/cm² y 280 kg/cm².

La fabricación de las probetas se llevó a cabo siguiendo el mismo procedimiento previamente descrito. Posteriormente, las probetas se sometieron a ensayos de rotura en diferentes periodos de tiempo, específicamente a los 7, 14 y 28 días después de haber sido desmoldadas y sometidas a un proceso de curado al día siguiente.

De esta manera, se pudo evaluar el comportamiento y las propiedades de las mezclas de concreto bajo estas condiciones variables. Los resultados obtenidos a partir de los ensayos proporcionarán información valiosa sobre la resistencia y el desempeño de las probetas en función de los porcentajes de ceniza de rastrojo de maíz y fibra de cabuya utilizados, así como las distintas edades de evaluación.

Cabe destacar que se siguieron los estándares y normas establecidos para garantizar la precisión y la fiabilidad de los resultados obtenidos. Así, se logró obtener una visión más completa y detallada de cómo estas modificaciones en la composición de las mezclas afectan las propiedades del concreto en las dos calidades de estudio.

1 Ensayos de concreto en estado fresco

Asentamiento del concreto

Se realizó una prueba para determinar la trabajabilidad de las mezclas de concreto, siguiendo las normas de [51]. Se utilizó el cono de Abrams, el cual fue colocado sobre una lámina de metal para verter el concreto en tres capas, mientras se compactaba la mezcla.

66 Ensayos de concreto en estado endurecido

Resistencia a la compresión

Se llevaron a cabo los ensayos correspondientes en conformidad con las normas [52], siguiendo los procedimientos establecidos para evaluar la resistencia a la compresión del concreto. Para ello, se utilizaron probetas cilíndricas con dimensiones de 15 cm x 30 cm, las cuales fueron sometidas a un proceso de curado durante periodos de 7, 14 y 28 días. La resistencia máxima a la compresión de cada muestra de concreto se determinó mediante pruebas de rotura realizadas en una prensa hidráulica, donde las probetas se colocaron en posición vertical. Esta metodología permitió obtener datos precisos sobre la capacidad de soporte de carga del concreto y evaluar su resistencia a través de la fuerza máxima alcanzada en cada prueba de rotura.

Resistencia a la flexión

Los ensayos se llevaron a cabo en conformidad con las especificaciones establecidas por las normas [53]. Se utilizaron probetas con dimensiones de 15cm x 15cm x 50cm para realizar los ensayos de rotura. Estas probetas fueron sometidas a un proceso de curado durante 7, 14 y 28 días antes de realizar las pruebas de rotura.

Resistencia a la tracción

Se realizó bajo las normas de [54] se realizaron ³² probetas cilíndricas de (15 cm x 30 cm) en un tiempo de curado a los 7, 14 y 28 días.

Módulo de elasticidad

Se ensayó obedeciendo las normas de [55], compresómetro extensómetro medición longitudinal, lo cual se hicieron probetas cilíndricas y se evaluaron a 7, 14, 28 días de curado.

2.6 Criterios éticos

Los investigadores se comprometen a realizar todo lo siguiente de acuerdo a las normas vigentes, en la elaboración concreto según la norma establecida se evaluarán sus características mecánicas según la norma, la veracidad y confiabilidad de resultados obtenidos del laboratorio serán procesadas sin alteraciones de los resultados.

III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 Resultados

Este capítulo exhibe ³⁰ los resultados desarrollados en el laboratorio, desde los ensayos de los agregados pétreos, la obtención de ceniza, cabuya, ²⁷ los ensayos realizados al concreto tanto en su estado fresco y remplazos en estado endurecido.

Propiedades físicas de los agregados.

Se realizó los ensayos según la normativa internacional:

Peso unitario y vacíos [56]

Gravedad específica y absorción [49] [50]

Tabla X*Resultado de ensayos físicos del Agregado Fino*

AGREGADO FINO		
Propiedad Física	Valor	Und
Módulo de Fineza	2.79	-
Peso Unitario Suelto	1.51	Kg/cm ³
Peso Unitario Compactado	1.62	Kg/cm ³
Peso Específico	2.81	gr/cm ³
Contenido de Humedad	1.04	%
Absorción	1.74	%

Tabla XI*Resultado de ensayos físicos del Agregado Grueso*

AGREGADO GRUESO		
Propiedad Física	Valor	Und
Tamaño Máximo Nominal	1/2	pulg
Peso Unitario Suelto	1.261	Kg/cm ³
Peso Unitario Compactado	1.485	Kg/cm ³
Peso Específico	2.79	gr/cm ³
Contenido de Humedad	0.2	%
Absorción	0.86	%

Diseño de mezcla para concreto patrón**Tabla XII***Dosificación de los materiales para Concreto Patrón $f'c=210\text{kg/cm}^2$*

COMPONENTE	PESO HÚMEDO
Cemento tipo I	151.075 kg
Ceniza de Maíz	0 kg

Aditivo	0 mL
Fibras sintéticas	0.0 g
Agua	81.241 L
Agregado grueso	291.975 kg
Agregado fino	275.676 kg

Tabla XIII

²⁵ Dosificación de los materiales para Concreto Patrón $f'c=280\text{kg/cm}^2$

COMPONENTE	PESO HÚMEDO
Cemento tipo I	169.549 kg
Ceniza	0 kg
Aditivo	0 mL
Fibras	0.0 g
Agua	81.87 L
Agregado grueso	275.015 kg
Agregado fino	259.868 kg

Granulometría

Tabla XIV

² Resultado granulométrico del Agregado Fino

AGREGADO FINO [40] /C33M - 18		ARENA GRUESA					
Malla		Peso Retenido o g	% Parcial Retenido	% Acumulad o Retenido	% Acumulad o que pasa	AST M "LIM INF"	AST M "LIM SUP"
² 1/2"	12.50 mm					100	100
3/8"	9.50 mm				100	100	100
# 4	4.75 mm	30.60	4.44	4.44	95.56	95	100
# 8	2.36 mm	60.30	8.75	13.19	86.81	80	100
# 16	1.18 mm	124.50	18.06	31.25	68.75	50	85
# 30	600 μm	160.10	23.23	54.48	45.52	25	60
# 50	600 μm	150.30	21.81	76.29	23.71	5	30

# 100	600 µm	158.20	22.95	99.25	0.75	0	10
Fondo	-	5.20	0.75	100.00	0.00	-	-
						MF	2.79

La Tabla 11 muestra el resultado de módulo de fineza el cual es 2.79

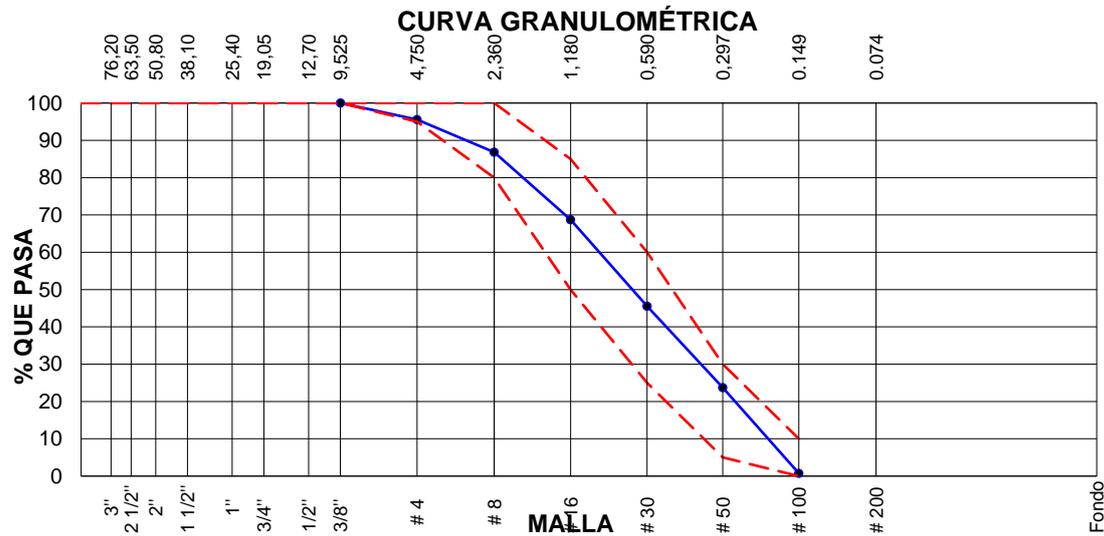


Fig. 5. Curva granulométrica del agregado fino.

En la figura 5 se observa el comportamiento de la curva granulométrica del agregado fino de la cantera La Victoria, la cual cumple los parámetros de la norma ASTM C33.

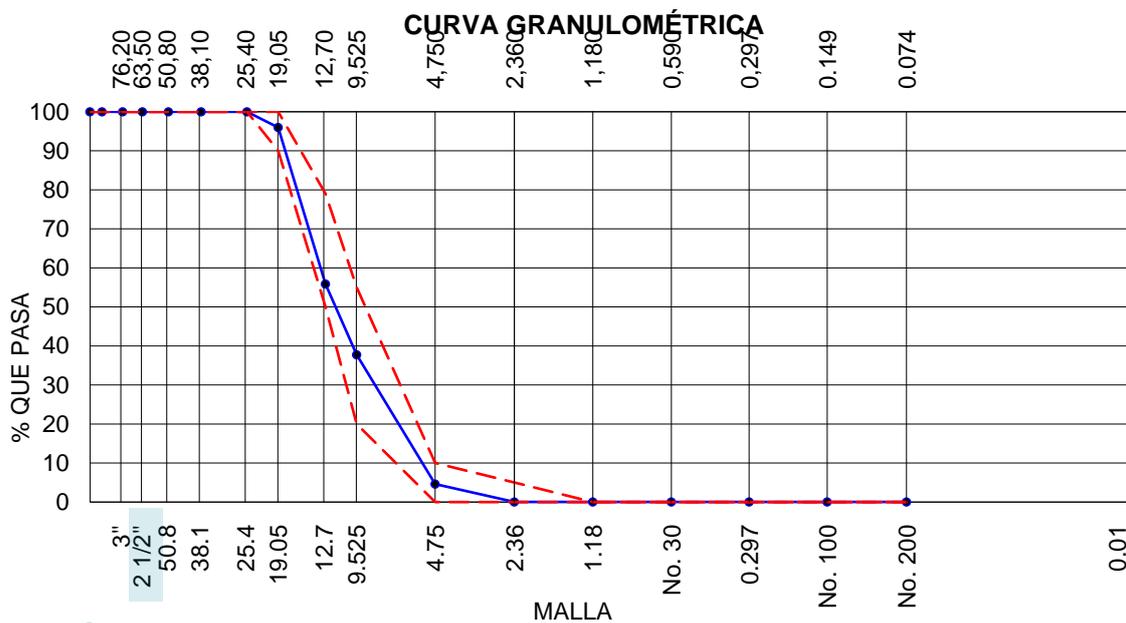
Tabla XV

Resultado granulométrico del Agregado Grueso

Nombre	ABERTURA DE TAMICES Marco de 8" de diámetro mm	Peso Retenido (g)	% Parcial Retenido	% Acumulado Retenido	% Acumulado que Pasa	ESPECIFICACIÓN	
						Mínimo	Máximo
2 in	50.00 mm				100.00	100	100
1 1/2 in	37.50 mm				100.00	100	100
1 in	25.00 mm				100.00	100	100
3/4 in	19.00 mm	225.1	4.01	4.01	95.99	90	100
1/2 in	12.50 mm	2256.3	40.15	44.16	55.84	50	79

3/8 in	9.50 mm	1018.2	18.12	62.28	37.72	20	55
No. 4	4.75 mm	1861.4	33.13	95.41	4.59	0	10
No. 8	2.36 mm	256.1	4.56	99.96	0.04	0	5
No. 16	1.18 mm				0.04	0	0
No. 30	600 µm				0.04	0	0
No. 50	300 µm				0.04	0	0
No. 100	150 µm				0.04	0	0
No. 200	75 µm				0.04	0	0
< No. 200	< No. 200	2.0	0.04	100.00	0.00	-	-
						MF	7.06
						TMN	1/2 in

35 En la Tabla 12 muestra el resultado del Tamaño Máximo Nominal el cual es 1/2".



97 **Fig. 6.** Curva granulométrica del agregado grueso

62 En la **Figura 6** se observa el comportamiento de la curva granulométrica del agregado grueso de la cantera Tres Tomas, la cual cumple los parámetros de la norma [57].

Diseño de mezcla para sustitución de CRM y reforzado con FC

Tabla XVI

Dosificación $f'c=210\text{kg/cm}^2$ con 7 % de CRM

COMPONENTE	PESO HÚMEDO
Cemento tipo I	132.522 kg
Ceniza rastrojo de Maíz	9.975 kg
Aditivo	0 mL
Fibras sintéticas	0.0 g
Agua	81.91 L
Agregado grueso	291.8 kg
Agregado fino	275.511 kg

Tabla XVII

Dosificación $f'c=210\text{kg/cm}^2$ con 10 % de CRM

COMPONENTE	PESO HÚMEDO
Cemento tipo I	128.817 kg
Ceniza rastrojo de Maíz	14.313 kg
Aditivo	0 mL
Fibras sintéticas	0.0 g
Agua	82.201 L
Agregado grueso	287.886 kg
Agregado fino	271.815 kg

Tabla XVIII

Dosificación $f'c=210\text{kg/cm}^2$ con 12 % de CRM

COMPONENTE	PESO HÚMEDO
Cemento tipo I	125.954 kg
Ceniza rastrojo de Maíz	17.176 kg
Aditivo	0 mL

Fibras sintéticas	0.0 g
Agua	82.171 L
Agregado grueso	285.812 kg
Agregado fino	269.857 kg

Tabla XIX

Dosificación $f'c=210\text{kg/cm}^2$ con 15 % de CRM

COMPONENTE	PESO HÚMEDO
Cemento tipo I	122.738 kg
Ceniza rastrojo de Maíz	21.659 kg
Aditivo	0 mL
Fibras sintéticas	0.0 g
Agua	82.79 L
Agregado grueso	281.02 kg
Agregado fino	265.333 kg

Tabla XX

Dosificación $f'c=280\text{kg/cm}^2$ con 7 % de CRM

COMPONENTE	PESO HÚMEDO
Cemento tipo I	154.962 kg
Ceniza rastrojo de Maíz	11.664 kg
Aditivo	0 mL
Fibras	0.0 g
Agua	80.452 L
Agregado grueso	269.785 kg
Agregado fino	254.927 kg

Tabla XXI

Dosificación $f'c=280\text{kg/cm}^2$ con 10 % de CRM

COMPONENTE	PESO HÚMEDO
Cemento tipo I	149.963kg
Ceniza rastrojo de Maíz	16.663 kg
Aditivo	0 mL
Fibras	0.0 g
Agua	80.403 L
Agregado grueso	266.164 kg
Agregado fino	251.505 kg

Tabla XXII

Dosificación $f'c=280\text{kg/cm}^2$ con 12 % de CRM

COMPONENTE	PESO HÚMEDO
Cemento tipo I	147.274 kg
Ceniza rastrojo de Maíz	20.083 kg
Aditivo	0 mL
Fibras	0.0 g
Agua	80.696 L
Agregado grueso	262.882 kg
Agregado fino	248.404 kg

Tabla XXIII

Dosificación $f'c=280\text{kg/cm}^2$ con 15 % de CRM

COMPONENTE	PESO HÚMEDO
Cemento tipo I	143.496 kg
Ceniza rastrojo de Maíz	25.323 kg
Aditivo	0 mL

Fibras	0.0 g
Agua	81.298 L
Agregado grueso	257.476 kg
Agregado fino	243.296 kg

Tabla XXIV

Dosificación $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$ con 7%CRM y 0.5 % de FC

COMPONENTE	PESO HÚMEDO
Cemento tipo I	133.859 kg
Ceniza rastrojo de Maíz	10.075 kg
Aditivo	0 mL
Fibra Cabuya	3393.6 g
Agua	80.936 L
Agregado grueso	280.749 kg
Agregado fino	265.287 kg

Tabla XXV

Dosificación $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$ con 7%CRM y 1 % de FC

Cemento tipo I	133.856 kg
Ceniza rastrojo de Maíz	10.075 kg
Aditivo	0 mL
Fibra Cabuya	6787.2 g
Agua	80.936 L
Agregado grueso	280.749 kg
Agregado fino	265.287 kg

Tabla XXVI*Dosificación $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$ con 7%CRM y 1.5 % de FC*

COMPONENTE	PESO HÚMEDO
Cemento tipo I	134.44 kg
Ceniza rastrojo de Maíz	10.119 kg
Aditivo	0 mL
Fibra Cabuya	10165.6 g
Agua	81.262 L
Agregado grueso	279.959 kg
Agregado fino	264.54 kg

Tabla XXVII*Dosificación $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$ con 7%CRM y 2 % de FC*

COMPONENTE	PESO HÚMEDO
Cemento tipo I	135.028 kg
Ceniza rastrojo de Maíz	10.163 kg
Aditivo	0 mL
Fibra Cabuya	13533.9 g
Agua	81.588 L
Agregado grueso	279.168 kg
Agregado fino	263.793 kg

Tabla XXVIII*Dosificación $f'c= 280 \text{ kg/cm}^2$ con 7%CRM con 0.5 % de FC*

COMPONENTE	PESO HÚMEDO
Cemento tipo I	155.642 kg
Ceniza rastrojo de Maíz	11.715 kg
Aditivo	0 mL

Fibra Cabuya	3393.6 g
Agua	80.777 L
Agregado grueso	268.943 kg
Agregado fino	254.131 kg

Tabla XXIX

Dosificación 280 kg/cm² con 7%CRM y 1% de FC

COMPONENTE	PESO HÚMEDO
Cemento tipo I	155.642 kg
Ceniza rastrojo de Maíz	11.715 kg
Aditivo	0 mL
Fibra Cabuya	6787.2 g
Agua	80.777 L
Agregado grueso	268.943 kg
Agregado fino	254.131 kg

Tabla XXX

Dosificación 280 kg/cm² con 7%CRM y 1.5% de FC

COMPONENTE	PESO HÚMEDO
Cemento tipo I	156.322 kg
Ceniza rastrojo de Maíz	11.766 kg
Aditivo	0 mL
Fibra Cabuya	10165.6 g
Agua	81.103 L
Agregado grueso	268.101 kg
Agregado fino	253.336 kg

54 **Tabla XXXI**

Dosificación 280 kg/cm² con 7%CRM y 2% de FC

COMPONENTE	PESO HÚMEDO
Cemento tipo I	157.002 kg
Ceniza rastrojo de Maíz	11.817 kg
Aditivo	0 mL
Fibra Cabuya	13533.9 g
Agua	81.429 L
Agregado grueso	267.259 kg
Agregado fino	252.54 kg

Propiedades Físicas Concreto patrón

Tabla XXXII

Asentamiento del concreto patron , CRM y mixtura con F.C

Combinaciones	Asentamiento (Pulgadas)	
	Resistencias	
	f _c =210 kg/cm ²	f _c =280 kg/cm ²
Concreto Patrón	4	4
% 7 C.R.M.	4.1	4.2
% 10 C.R.M.	4.2	4.3
% 12 C.R.M.	4.4	4.3
% 15C.R.M.	4.45	4.6
%7 C.R.M. + 0.5 % FC	4.5	4.2
%7 C.R.M. + 1 % FC	4.4	4.5
%7 C.R.M. + 1.5% FC	4.2	4.4
%7 C.R.M. + 2 % FC	4.6	4.4

Tabla XXXIII*Peso unitario del concreto patron , CRM y mixtura con F.C*

Combinaciones	Resistencias	
	f'c=210	f'c=280
	kg/cm ²	kg/cm ²
Concreto Patron	2468.84	2516.78
% 7 C.R.M.	2372.96	2396.93
% 10 C.R.M.	2291.47	2454.46
% 12 C.R.M.	2214.77	2447.27
% 15C.R.M.	2123.68	2363.37
%7 C.R.M. + 0.5 % FC	2516.78	2543.14
%7 C.R.M. + 1 % FC	2520.61	2544.58
%7 C.R.M. + 1.5% FC	2564.72	2591.32
%7 C.R.M. + 2 % FC	2612.66	2708.53

Tabla XXXIV*Temperatura del concreto patron , CRM y mixtura con F.C*

Combinaciones	Resistencias	
	f'c=210	f'c=280
	kg/cm ²	kg/cm ²
Concreto Patron	25.2	27.2
% 7 C.R.M.	25.6	26.4
% 10 C.R.M.	25.9	26.6
% 12 C.R.M.	26.1	26.4
% 15C.R.M.	25.8	25.9
%7 C.R.M. + 0.5 % FC	25.8	26.5
%7 C.R.M. + 1 % FC	25.6	26.4
%7 C.R.M. + 1.5% FC	25.4	26.4
%7 C.R.M. + 2 % FC	25.5	26.6

Temperatura Optima

Tabla XXXV

Tabla resumen ensayo a compresión para temperatura optima $f'c= 20\text{kg/cm}^2$

TEMPERATURA	7 DIAS	14 DIAS	28 DIAS
PATRON	165.53	186.80	219.77
400 °C	148.06	187.95	210.30
450 °C	152.11	187.69	217.69
500 °C	158.03	191.45	226.04
550 °C	157.63	190.27	222.67

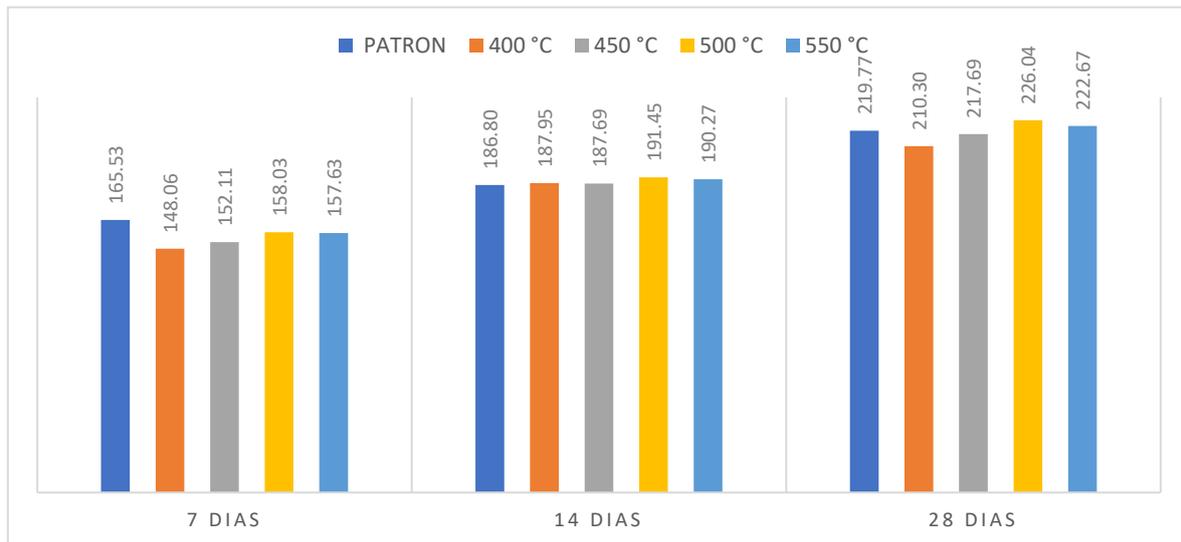


Fig. 7. Temperatura optima $f'c$ 210 kg/cm^2 a los 28 días

En la **tabla 35** y **figura 7**, podemos observar que la resistencia a compresión realizada, se obtuvo como resultado que la temperatura optima es de 500 °C a 55°C.

Propiedades Mecánicas

Resistencia a Compresión

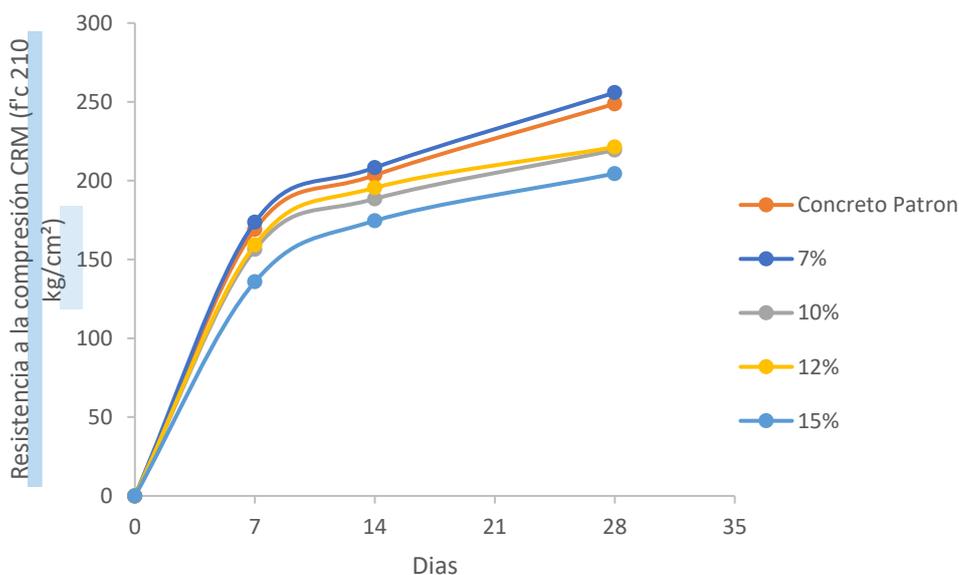
Norma: Standard Test Method For Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens. [52]

15

Tabla XXXVIEnsayos a Compresión para óptimo % de CRM ($f'c=210 \text{ kg/cm}^2$)

% Adición	Edad curado									
	7		14				28			
Concret o Patrón	169. 2	168.6	169. 4	203. 9	202. 9	203. 6	248. 2	249. 3	248. 8	248. 6
7%	173. 5	174	173. 4	209. 0	207. 0	208. 8	254. 2	256. 8	255. 7	256. 6
10%	156. 1	155.9	157. 2	189. 0	187. 8	188. 6	220. 0	218. 9	219. 0	219. 6
12%	159. 4	159.0	159. 4	195. 2	195. 9	195. 3	219. 6	222. 4	222. 4	220. 8
15%	136. 4	135.2	136	175. 0	173. 9	174. 7	202. 7	206. 1	204. 0	205. 1

La **Tabla 36** muestra los resultados del ensayo a compresión $f'c$ 210kg/cm² para 7%, 10%,12% y 15% de CRM para un tiempo de curado de 7, 14 y 28 días.

**Fig. 8.** Resistencia a la compresión CRM ($f'c$ 210 kg/cm²)

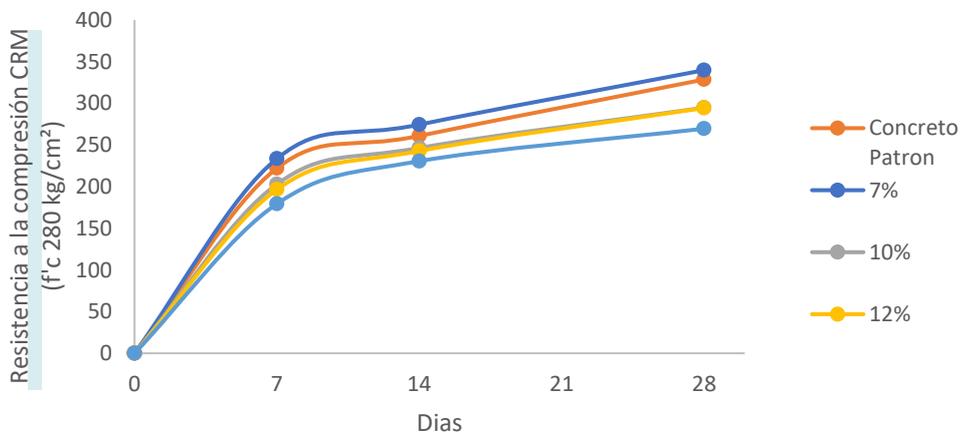
En la **figura 8**, podemos observar que en el ensayo a compresión $f'c$ 210 kg/cm² a 7, 14 y 28 días el porcentaje de 7% de CRM supera al control patrón, por lo tanto, es nuestro porcentaje óptimo de sustitución.

Tabla XXXVII

2 **Ensayos a Compresión para optimo % de CRM ($f'c=280 \text{ kg/cm}^2$)**

% Adicción	Edad curado									
	7		14				28			
Concreto Patrón	221.8	222.3	222	260.9	261.7	259.8	328.5	329.1	327.3	328.8
7%	233.4	233.9	233.2	275.4	272.2	275.4	338.4	338.4	341.7	340.1
10%	202.1	204	202.5	246.2	247.1	245.7	294.1	295.6	294	294.7
12%	196.4	195.70	197.4	242.2	243.00	242.8	293.6	294.5	293.5	295.7
15%	179.1	180.2	178.6	230.9	229.8	230.8	271.4	267.5	269.6	269.4

11 La **Tabla 37** muestra los resultados del ensayo a compresión $f'c$ 280kg/cm² para 7%, 10%,12% y 15% de CRM para un tiempo de curado de 7 ,14 y 28 días.



1 **Fig. 9. Resistencia a la compresión CRM ($f'c$ 280 kg/cm²)**

79 En la **figura 9**, podemos observar que en el ensayo a compresión $f'c$ 280 kg/cm² a 7, 14 y 28 días el porcentaje de 7% de CRM supero al control patrón en un 4.4% por lo tanto, es nuestro porcentaje óptimo de sustitución.

Tabla XXXVIII

Ensayo a Compresión para Mixtura %CRM con % FC ($f'c=210 \text{ kg/cm}^2$).

% Adición	Edad curado									
	7			14			28			
Concreto Patrón	169.2	168.6	169.4	203.90	202.90	203.60	248.20	249.30	248.80	248.60
7%+0.5%	141.1	141.4	143.4	180.70	178.60	180.90	209.90	207.80	210.30	209.60
7%+1%	132.9	132.2	133.0	173.20	170.60	171.00	203.40	203.00	203.20	205.20
7%+1.5%	132.9	131.2	130.8	169.50	170.50	170.60	199.20	196.30	200.00	197.40
7%+2%	121.2	123.1	123.4	167.40	168.10	167.50	184.80	185.90	185.90	186.60

La **Tabla 38** muestra los resultados del ensayo a compresión $f'c$ 210kg/cm² para la mixtura de (7%+0.5%), (7%+1%), (7%+1.5%), (7%+2%) de CRM con FC para un tiempo de curado de 7, 14 y 28 días.

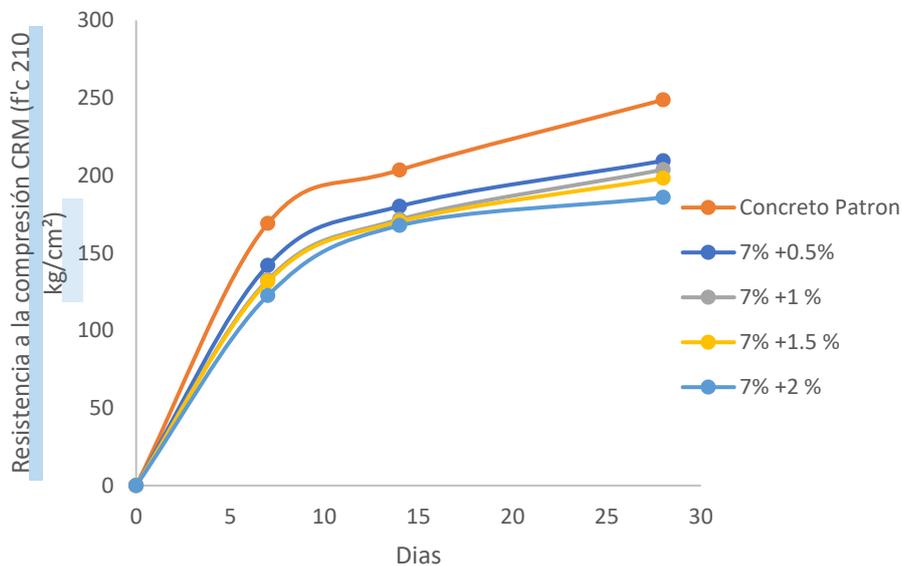


Fig. 10. Mixtura % optimo CRM con FC ($f'c=210 \text{ kg/cm}^2$).

La **figura 10**, muestra los resultados del ensayo a compresión $f'c$ 210kg/cm² para la mixtura de CRM con FC en porcentajes de (7%+0.5%), (7%+1%), (7%+1.5%), (7%+2%) de CRM para un tiempo de curado de 7, 14 y 28 días.

Tabla XXXIX

Ensayo a Compresión para Mixtura %CRM con % FC ($f'c=280 \text{ kg/cm}^2$).

% Ceniza de Rastrojo de Maíz	Edad curado									
	7		14			28				
Concret o Patrón	221. 8	222.3	222	260. 9	261.7	259. 8	328. 5	329. 1	327. 3	328. 8
7%+0.5 %	191. 2	188.6	190. 7	236. 6	235.5	238	275. 1	278. 8	277. 2	278. 8
7%+1%	176. 3	178.5	178	229. 7	232.3	233. 4	270. 6	275. 4	271. 3	272. 8
7%+1.5 %	173. 3	176.1 0	175. 4	228. 1	228.1 0	232. 1	278. 2	275. 5	277. 4	276. 5
7%+2%	167. 5	167.9	167. 7	224. 2	222.1	224. 9	256. 3	257. 5	257. 5	258. 2

La **Tabla 39** muestra los resultados del ensayo a compresión $f'c$ 280kg/cm² para la mixtura de CRM con FC en porcentajes de (7%+0.5%), (7%+1%), (7%+1.5%), (7%+2%) de CRM para un tiempo de curado de 7, 14 y 28 días.

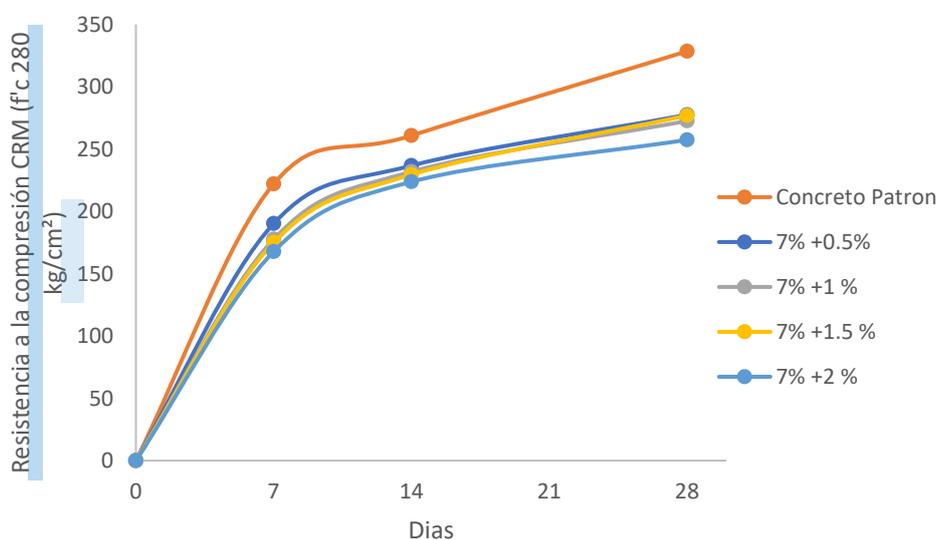


Fig. 11. Mixtura % optimo CRM con FC ($f'c=280 \text{ kg/cm}^2$).

En la **Figura 11**, podemos observar en el ensayo a compresión $f'c$ 280 kg/cm² a 7, 14 y 28 días, se obtuvo como resultado que el control patrón superior a la mixtura de

C.R.M + F.C. Finalmente se determinó que la mixtura del 7% CRM+ 0.5 FC no mejoro la resistencia a compresión, debido a que se muestra debajo del patrón ensayado.

Resistencia a la Flexion

Norma: Standard Test Method For Flexural Strength Of Concrete (Using Simple Beam With Third-Point Loading). [53].

Tabla XL

Ensayo a flexión para CRM ($f'c=210 \text{ kg/cm}^2$).

% Adición	Edad curado									
	7		14				28			
Concreto Patrón	21.4	21.7	20.9	24.3	24.9	24.5	30.7	30.9	31.1	31.5
7%	24.7	24.9	24.7	29.4	29.6	29.7	36	35.9	36.2	36
10%	22.2	22.7	22.5	25.4	25.2	25.5	32.3	32.7	32.0	32.2
12%	18.7	18.7	19.1	21.4	21.30	21.9	25.4	26.2	25.6	25.4
15%	16.0	15.8	16.2	20	20.4	20.1	25.4	25.8	25.7	25.7

La Tabla 40 muestra los resultados del ensayo a flexión $f'c$ 210kg/cm² para 7%, 10%,12% y 15% de CRM para un tiempo de curado de 7, 14 y 28 días.

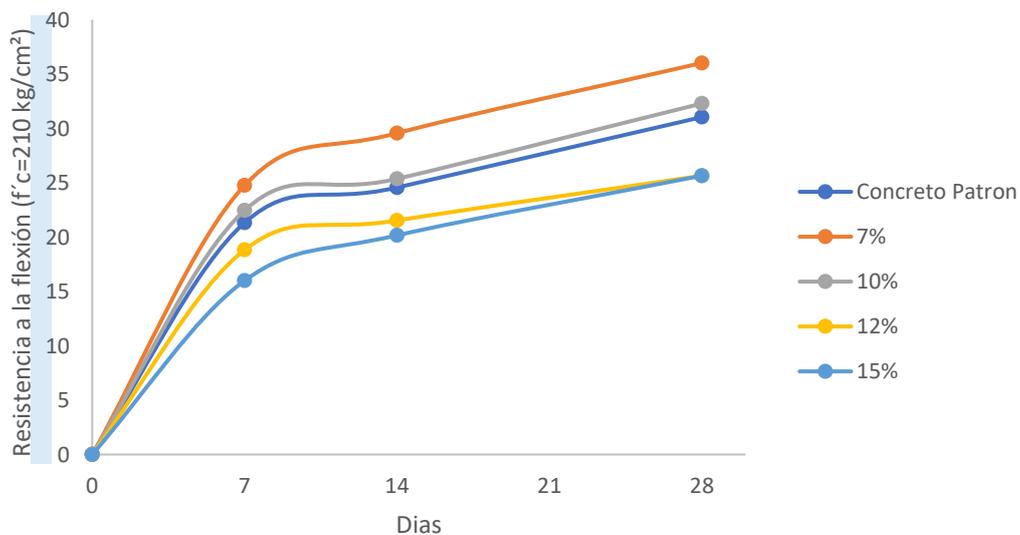


Fig. 12. Resistencia a la flexión $f'c$ 210 kg/cm².

En la **Figura 12**, podemos observar que la resistencia a la flexión $f'c$ 210 kg/cm^2 realizada a las probetas de concreto a los 7,14 y 28 días, se obtuvo como resultado la sustitución del 7% supero al concreto patrón por lo tanto este sería el porcentaje óptimo, puesto a que mejora la resistencia a la flexión superando al concreto patrón.

Tabla XLI

Ensayo a flexión para CRM ($f'c=280$ kg/cm^2).

% Adición	Edad curado									
	7			14			28			
Concreto Patrón	28.4	28.3	28.3	31.7	31.4	30.7	36.7	37.3	37.4	37.1
7%	30.7	31.0	30.7	35.1	35.5	35.1	42.0	41.8	42.0	42.0
10%	29.1	29.3	29.3	32.7	32.9	32.8	38.3	37.9	38.4	38.3
12%	27.4	27.90	28.5	29.4	29.7	28.8	32.1	32.3	31.8	32.1
15%	25.4	26.3	25.6	28.9	28.6	28	30.7	31.2	30.8	31.2

La **Tabla 41** muestra los resultados del ensayo a flexión $f'c$ 280 kg/cm^2 para 7%, 10%,12% y 15% de CRM para un tiempo de curado de 7, 14 y 28 días.

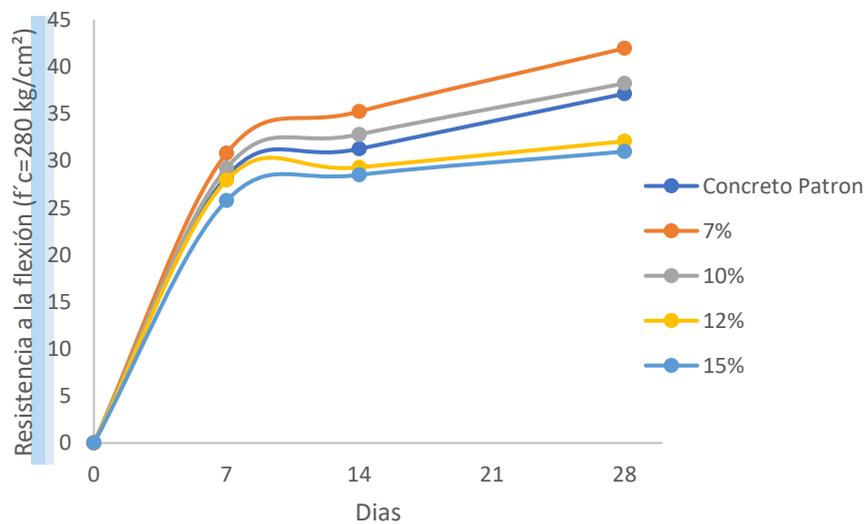


Fig. 13. Resistencia a la flexión $f'c$ 280 kg/cm^2 .

En la **Figura 13**, podemos observar que la resistencia a la flexión $f'c$ 280 kg/cm^2 realizada a las probetas de concreto a los 7,14 y 28 días, se obtuvo como resultado la sustitución del 7% mejora la resistencia a flexión.

Tabla XLII

Ensayo a flexión para Mixtura %CRM con % FC ($f'c=210 \text{ kg/cm}^2$).

% Adición	Edad curado									
	7		14				28			
Concreto Patrón	21.4	21.7	20.9	24.3	24.9	24.5	30.7	30.9	31.1	31.5
7%+0.5%	18.7	19.1	18.7	22.1	22.7	22.5	30	29.5	29.8	28.5
7%+1%	17.1	17.4	17.2	22.2	22	22.2	28.1	29.2	29.7	29.3
7%+1.5%	17.6	17.4	17.8	17.4	17.10	17	19.1	18.5	19	19.2
7%+2%	14.6	15.0	15.1	16.3	16.7	16.8	18.6	18.7	19.1	19.3

La **Tabla 42** muestra los resultados del ensayo a flexión $f'c 210 \text{ kg/cm}^2$ para la mixtura de CRM con FC en porcentajes de (7%+0.5%), (7%+1%), (7%+1.5%), (7%+2%) de CRM para un tiempo de curado de 7, 14 y 28 días.

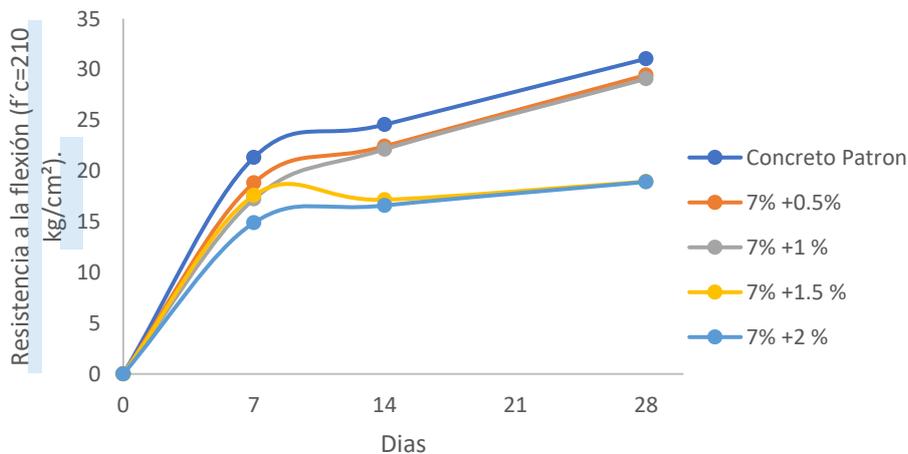


Fig. 14. Ensayo a Flexión de la Mixtura % optimo CRM con FC ($f'c=210 \text{ kg/cm}^2$).

De la **Figura 14**, podemos observar que la resistencia a la flexión $f'c 210 \text{ kg/cm}^2$ realizada a las probetas de concreto a los 7, 14 y 28 días, se obtuvo como resultado que el concreto patrón está por encima de la mixtura (7% de C.R.M + 0.5% F.C).

Tabla XLIII

Ensayo a flexión para Mixtura %CRM con % FC ($f'c=280 \text{ kg/cm}^2$).

% Adición	Edad curado									
	7			14			28			
Concreto Patrón	28.4	28.3	28.3	31.7	31.4	30.7	36.7	37.3	37.4	37.1
7%+0.5%	22.7	22.8	22.7	26.1	25.4	26.2	31.0	30.7	31.1	31.2
7%+1%	20.1	20	20.2	25	25.3	25	29.4	29.5	29.7	29.4
7%+1.5%	19.9	20.40	20.2	24.7	25.3	25.6	29.6	29.4	29.5	29.4
7%+2%	17.4	17.4	17.5	22.7	23.5	23	26.7	26.5	27	26.6

La **Tabla 43** nos muestra los resultados del ensayo a flexión $f'c 280 \text{ kg/cm}^2$ para la mixtura de CRM con FC en porcentajes de (7%+0.5%), (7%+1%), (7%+1.5%), (7%+2%) de CRM para un tiempo de curado de 7, 14 y 28 días.

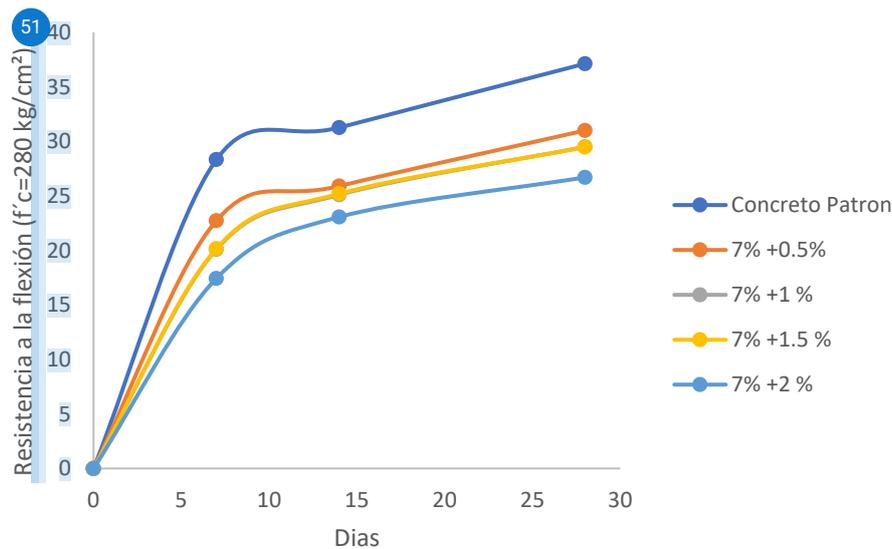


Fig. 15. Ensayo a Flexión de Mixtura % optimo CRM con FC ($f'c=280 \text{ kg/cm}^2$).

En la **Figura 15**, podemos observar que la mixtura (7% de C.R.M + 0.5% F.C) no mejora la resistencia a la flexión.

Resistencia a la Tracción

Norma: ²⁹ Standard Test Method for Splitting Tensile Strength of Cylindrical Concrete Specimens. [54]

Tabla XLIV

Ensayo Tracción de C.R.M ($f'c=210 \text{ kg/cm}^2$).

% Adición	²¹ Edad curado									
	7			14				28		
Concreto Patron	21	20.6	20.5	26.1	26	25.3	29.00	29.20	29.20	29.20
7%	24.5	24.1	23.8	28.9	28.9	29.6	32.00	32.10	31.80	32.10
10%	23.9	23.4	23.1	25	25.7	25	27.5	27	27.4	27.6
12%	22.9	22.4	21.7	24.6	25	24.5	26.9	27	27.4	26.8
15%	16.8	17.5	16.3	20.3	20	20.5	23.1	22.4	23.1	22

La **Tabla 44** muestra los resultados del ¹⁶ ensayo a tracción $f'c 210 \text{ kg/cm}^2$ para ²³ 7%, 10%, 12% y 15% de CRM para un tiempo de curado de 7, 14 y 28 días.

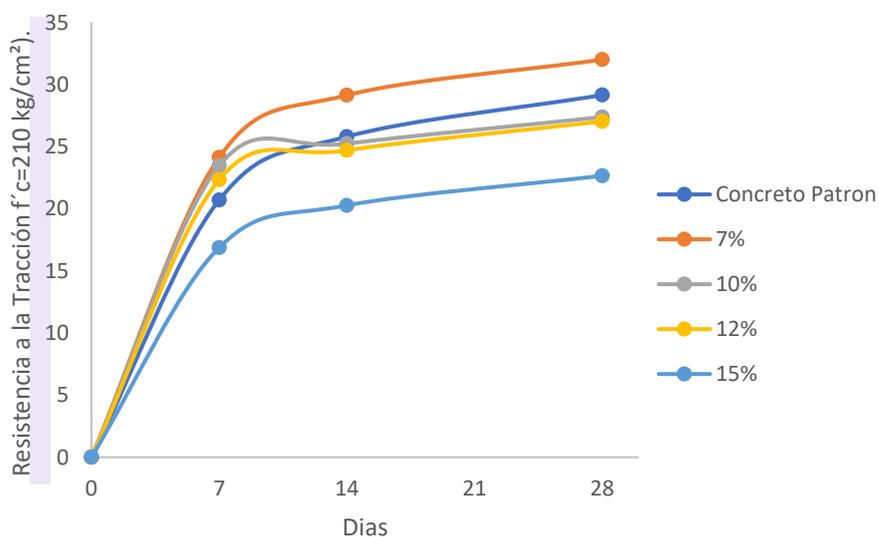


Fig. 16. Ensayos a Tracción de CRM ($f'c=210 \text{ kg/cm}^2$).

En la **Figura 16**, se determinó que el 7% CRM mejoró la resistencia a la tracción 210 k/cm^2 superando al concreto patrón.

Tabla XLV

Ensayo Tracción de C.R.M ($f'c=280 \text{ kg/cm}^2$).

% Adición	Edad curado									
	7		14				28			
Concreto Patrón	29.3	30.7	29.6	34.7	34.4	34	38.6	39	38.7	37.8
7%	31.1	31.8	31.9	36.2	37	36.4	40.1	39.9	40.2	40.4
10%	25.3	25.1	24.9	27.5	28.9	28.9	33.6	33.3	33.4	33.5
12%	26.5	27.5	26.8	28.4	28.9	28.5	32.1	31.5	32	32.4
15%	25.4	25.5	25	26.9	27.5	27.2	28.5	29.6	29.2	28.8

La **Tabla 45**, nos muestra los resultados del ensayo a tracción $f'c$ 210kg/cm² para 7%, 10%,12% y 15% de CRM para un tiempo de curado de 7, 14 y 28 días.

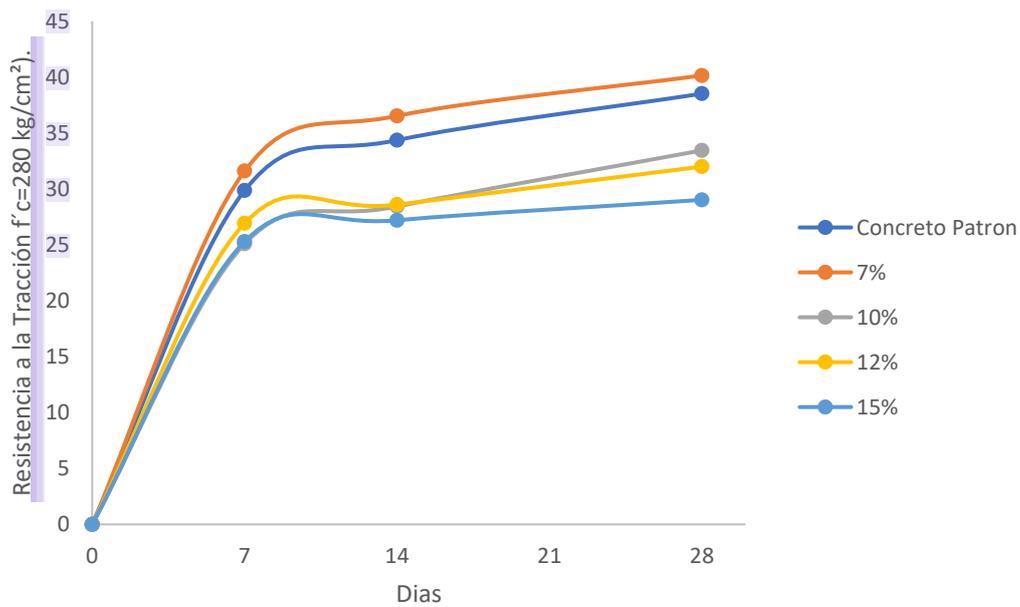


Fig. 17. Ensayo a Tracción de CRM ($f'c=280 \text{ kg/cm}^2$).

De la **Figura 17**, se determinó que el 7% CRM mejoró la resistencia a la tracción 280 k/cm² superando al concreto patrón.

Tabla XLVI

Ensayos a Tracción C.R.M+ F.C ($f_c=210 \text{ kg/cm}^2$).

% Ceniza de Rastrojo de Maíz	Edad curado									
	7		14				28			
Concreto Patron	21.00	20.60	20.50	26.1	26	25.3	29.00	29.20	29.20	29.20
7%+0.5%	18.10	19.30	18.70	22.8	21.1	22.5	26.50	25.80	26.30	25.10
7%+1%	15.80	15.60	16.00	21.7	21.4	22.3	23.8	24	24.1	23
7%+1.5%	14.20	14.60	14.30	17.6	18.1	17.7	21.4	20.2	21	20.2
7%+2%	14.00	14.20	14.00	17.7	17.9	17.9	20.2	21	21.7	20.9

La **Tabla 46** muestra los resultados del ensayo a tracción $f_c 210 \text{ kg/cm}^2$ para la mixtura de CRM con FC en porcentajes de (7%+0.5%), (7%+1%), (7%+1.5%), (7%+2%) de CRM para un tiempo de curado de 7, 14 y 28 días.

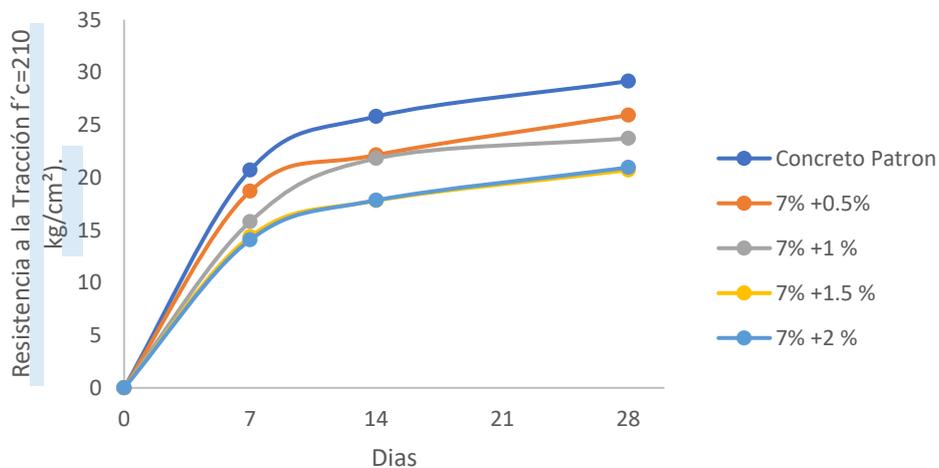


Fig. 18. Ensayo a Tracción de CRM+FC. ($f_c=210 \text{ kg/cm}^2$).

De la **Figura 18**, se determinó que el 7% CRM + 0.5% no mejoró la resistencia a la tracción 210 k/cm².

Tabla XLVII

Ensayos a Tracción CRM+ FC. ($f_c=280 \text{ kg/cm}^2$).

% Ceniza de Rastrojo de Maiz	Edad curado									
	7		14				28			
Concreto Patron	29.30	30.70	29.60	34.70	34.40	34.00	38.6	39	38.7	37.8
7%+0.5%	19.50	19.60	19.40	26.70	26.00	26.30	29.8	30.4	30.1	29.2
7%+1%	19.80	19.50	19.70	24.60	24.90	24.90	26	26.3	26.0	25.1
7%+1.5%	18.30	18.60	18.10	21.70	21.30	21.70	26.2	25.5	25.3	26
7%+2%	15.20	15.00	15.30	19.60	19.90	19.60	26	26.5	26.3	25.9

La **Tabla 47** muestra los resultados del ensayo a tracción $f_c 280 \text{ kg/cm}^2$ para la mezcla de CRM con FC en porcentajes de (7%+0.5%), (7%+1%), (7%+1.5%), (7%+2%) de CRM para un tiempo de curado de 7, 14 y 28 días.

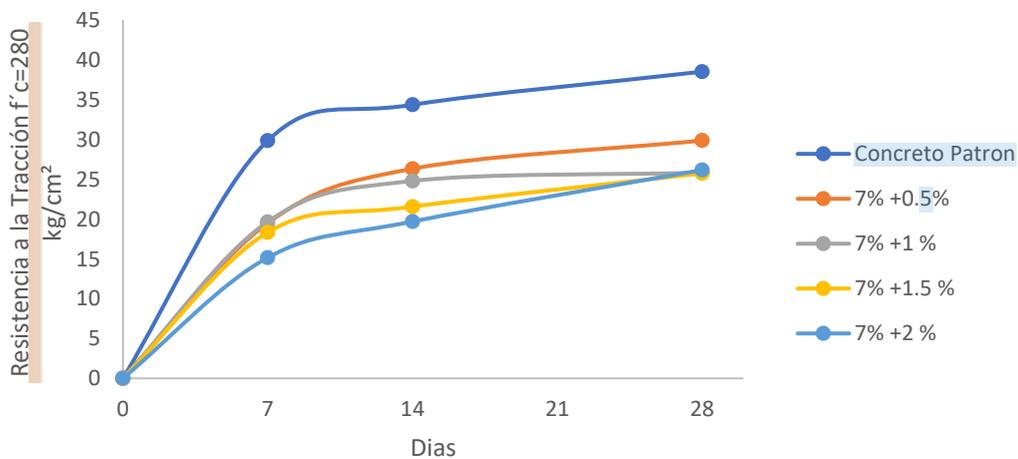


Fig. 19. Ensayo a Tracción de CRM+FC. ($f_c=280 \text{ kg/cm}^2$).

De la **Figura 19**, se determinó que el 7% CRM + 0.5% no mejoró la resistencia a la tracción 280 k/cm^2 .

Modulo de elasticidad

Norma ⁴¹: Standard Test Method for Static Modulus of Elasticity and Poisson's Ratio of Concrete in Compression. [55]

Tabla XLVIII

Ensayos de Modulo elástico para CRM. ⁴ ($f_c=210 \text{ kg/cm}^2$).

% Ceniza de Rastrojo de Maíz	Edad curado									
	7		14				28			
Concreto Patrón	202009	199516	201229	244974	246905	248430	314498	310690	319206	313675
7%	196592	194213	198653	224115	229308	230015	294121	285942	289046.0	299242
10%	171739.0	170362.0	174961.0	232499	231547	240135	243852	242290	245435.0	242368
12%	166337.0	166283.0	170465.0	226461	213002.00	223180	266106	261718	265162	266605
15%	173201.0	169620.0	173872.0	212067	217642	216918	259606	233248	231797.0	249541

¹²⁷ La Tabla 48, los resultados obtenidos del ensayo de modulo elástico f_c 210kg/cm² para 7%, 10%,12% y 15% de CRM para un tiempo de curado de 7 ,14 y 28 días.

Tabla XLIX

Promedios de Modulo Elástico. ($f'c=210 \text{ kg/cm}^2$).

% Ceniza de Rastrojo de Maíz	MÓDULO DE ELASTICIDAD ESTÁTICO ASTM C469 $f'c$ 210 (kg/cm ²)		
	Edad curado		
	7	14	28
Concreto Patrón	200917.93	246769.57	314517.32
7%	196486.20	227812.85	292087.82
10%	172353.96	234727.01	243486.39
12%	167695.05	220881.20	264897.51
15%	172231.05	215542.50	243548.18

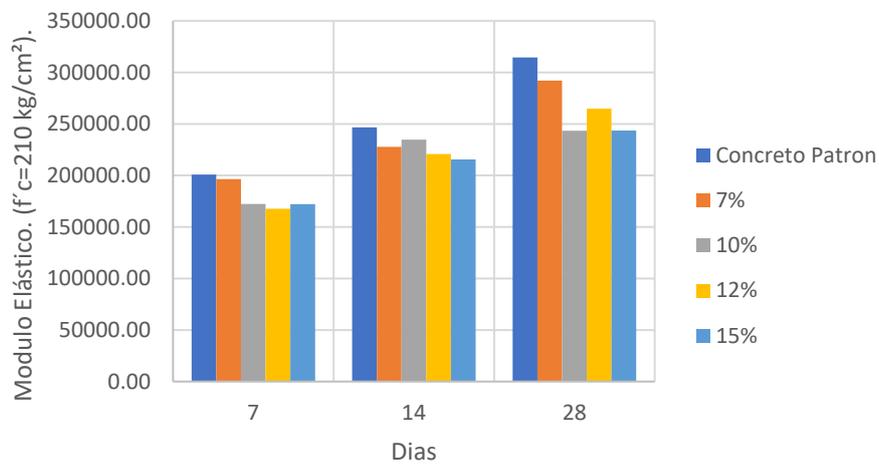


Fig. 20. Modulo Elástico. ($f'c=210 \text{ kg/cm}^2$).

De la **Tabla 49** y la **Figura 20**, podemos observar que el módulo de elasticidad $f'c$ 210 kg/cm² a 7,14 y 28 días, el 7% de CRM no supero al concreto patrón.

Tabla L

Ensayos de Modulo elástico para CRM. ($f_c=280 \text{ kg/cm}^2$).

% Ceniza de Rastrojo de Maíz	Edad curado									
	7		14				28			
Concreto Patrón	249422	250704	249422	290297	290674	287336	333931	330390	335129	333320
7%	235076	238254	250272	280197	282300	273246	325557	305541	312152.0	314584
10%	227726.0	228828.0	227702.0	279067	279067	279432	296458	297808	296210.0	297715
12%	202145.0	203455.0	202878.0	232354	232354.00	235313	264101	266561	265021	266662
15%	215352.0	215653.0	215469.0	235916	235542	237788	267010	241884	267558.0	260200

¹²⁴ La **Tabla 50**, muestra los resultados obtenidos del ensayo de modulo elástico $f_c 210 \text{ kg/cm}^2$ para 7%, 10%,12% y 15% de CRM para un tiempo de curado de 7 ,14 y 28 días.

Tabla LI

Resumen de Ensayo de Modulo Elástico. ($f'c=280 \text{ kg/cm}^2$).

MÓDULO DE ELASTICIDAD ESTÁTICO ASTM C469 $f'c=280 \text{ (kg/cm}^2)$			
% Ceniza de Rastrojo de Maíz	Edad curado		
	7	14	28
Concreto Patrón	249849.16	289435.89	333192.37
7%	241200.64	278581.34	314458.60
10%	228085.51	279188.87	297047.78
12%	202826.26	233340.19	265586.38
15%	215491.34	236415.24	259163.00

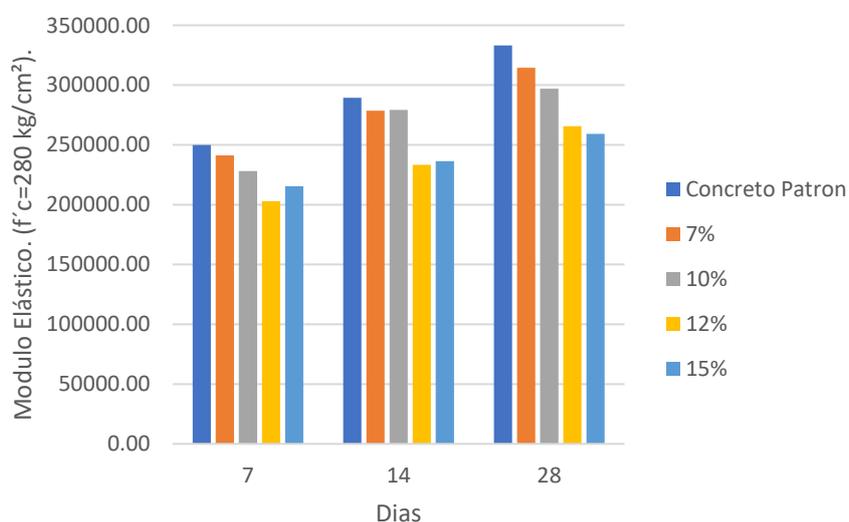


Fig. 21. Modulo Elástico ($f'c=280 \text{ kg/cm}^2$)

De la **Tabla 51** y la **Figura 21**, podemos observar que las pruebas realizadas de módulo de elasticidad $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$ a 7,14 y 28 días, el 7% de CRM muestran un aumento de resistencia, pero no supero al control patrón.

Tabla LII

Ensayo Modulo elástico CRM+ FC ($f_c=210 \text{ kg/cm}^2$).

% Ceniza de Rastrojo de Maíz	Edad curado									
	7			14			28			
Concreto Patrón	244974	246905	248430	244974	246905	248430	314498	310690	319206	313675
7%+0.5%	191913	198878	194283	228420	216958	220827	294777	289333	282682.0	291803
7%+1%	170170.0	169474.0	169953.0	214607	214033	216426	267013	261640	253892.0	258276
7%+1.5%	162266.0	155874.0	152580.0	205914	203582.00	197109	246972	245305	231843	239070
7%+2%	127467.0	129445.0	126596.0	183068	182688	182158	219167	218911	219145.0	219299

La **Tabla 52**, los resultados obtenidos del ensayo de modulo elástico $f_c 210\text{kg/cm}^2$ para la mixtura de CRM con FC en porcentajes de (7%+0.5%), (7%+1%), (7%+1.5%), (7%+2%) de CRM para un tiempo de curado de 7 ,14 y 28 días.

Tabla LIII

Resumen Ensayo Modulo elástico CRM+ FC. ($f_c=210 \text{ kg/cm}^2$).

Adición al 7% Ceniza rastrojo de maíz + % fibra de Cabuya	Edad curado		
	7	14	28
Concreto Patrón	246769.57	246769.57	314517.32
7% +0.5%	195024.83	222068.30	289648.90
7% +1 %	169865.59	215022.06	260205.09
7% +1.5 %	156906.96	202201.81	240797.48
7% +2 %	127836.00	182637.97	219130.49

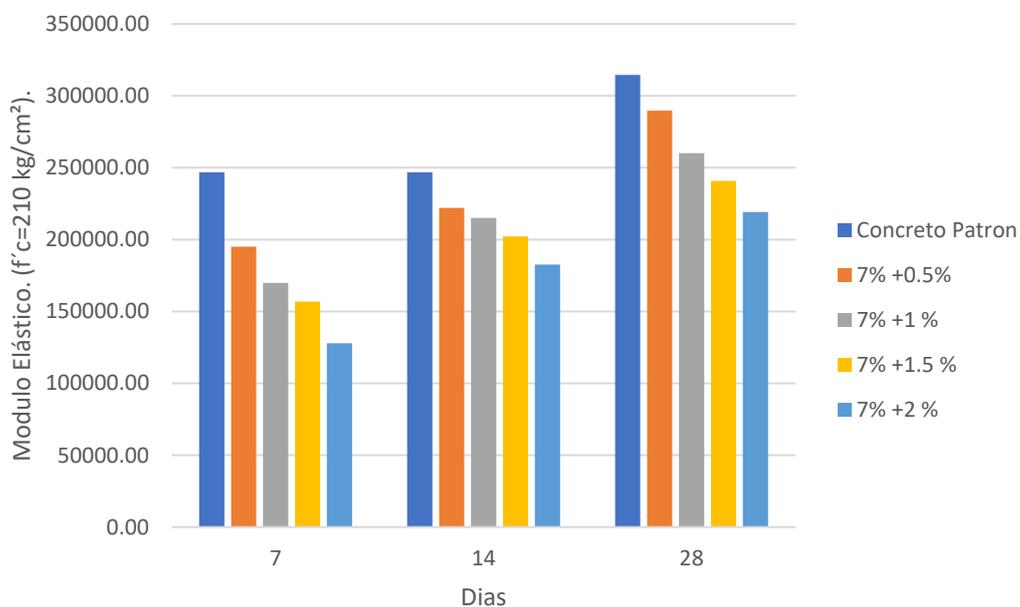


Fig. 22. Modulo elástico de CRM con FC ($f_c=210 \text{ kg/cm}^2$)

De la **Tabla 53** y la **Figura 22**, el módulo de elasticidad $f_c 210 \text{ kg/cm}^2$ se puede observar que los tratamientos que arrojaron valores inferiores respecto al control patrón 314517.3 kg/cm^2 , seguido del tratamiento (7% de C.R.M + 0.5% F.C) con 289648.9 Kg/cm^2 , asimismo, podemos observar que el tratamiento con el valor más bajos fue (7% de C.R.M + 2.0% F.C con 7 días) con 219130.5 Kg/cm^2 .

Tabla LIV

Ensayo Modulo elástico CRM+ FC. ($f'c=280$ kg/cm²).

% Ceniza de Rastrojo de Maíz	Edad curado									
	7		14				28			
Concreto Patrón	249422	250704	249422	290297	290674	287336	333931	330390	335129	333320
7%+0.5%	226633.00	229018.00	215138.00	249659.00	254584.00	249600.00	316201.00	343189.00	327736.00	335243.00
7%+1%	218669.00	220739.00	224502.00	267264.00	267932.00	260427.00	292611.00	287103.00	292084.00	297611.00
7%+1.5%	216793.00	215525.00	216255.00	259600.00	262219.00	259289.00	297783.00	295624.00	282739.00	281275.00
7%+2%	215921.00	217354.00	211636.00	236857.00	237144.00	230242.00	295703.00	293826.00	291275.00	290035.00

La **Tabla 54**, los resultados obtenidos del ensayo de modulo elástico $f'c$ 280kg/cm² para la mixtura de CRM con FC en porcentajes de (7%+0.5%), (7%+1%), (7%+1.5%), (7%+2%) de CRM para un tiempo de curado de 7 ,14 y 28 días

Tabla LV

Resumen Ensayo Modulo elástico CRM+ FC ($f'c=280 \text{ kg/cm}^2$).

Adición al 7% Ceniza rastrojo de maíz + % fibra de Cabuya	Edad curado		
	7	14	28
Concreto Patrón	249849.16	289435.89	333192.37
7% +0.5%	223596.33	251281.21	330592.21
7% +1 %	221303.51	265207.60	292352.22
7% +1.5 %	216190.60	260369.40	289355.23
7% +2 %	214970.40	234747.67	292709.70

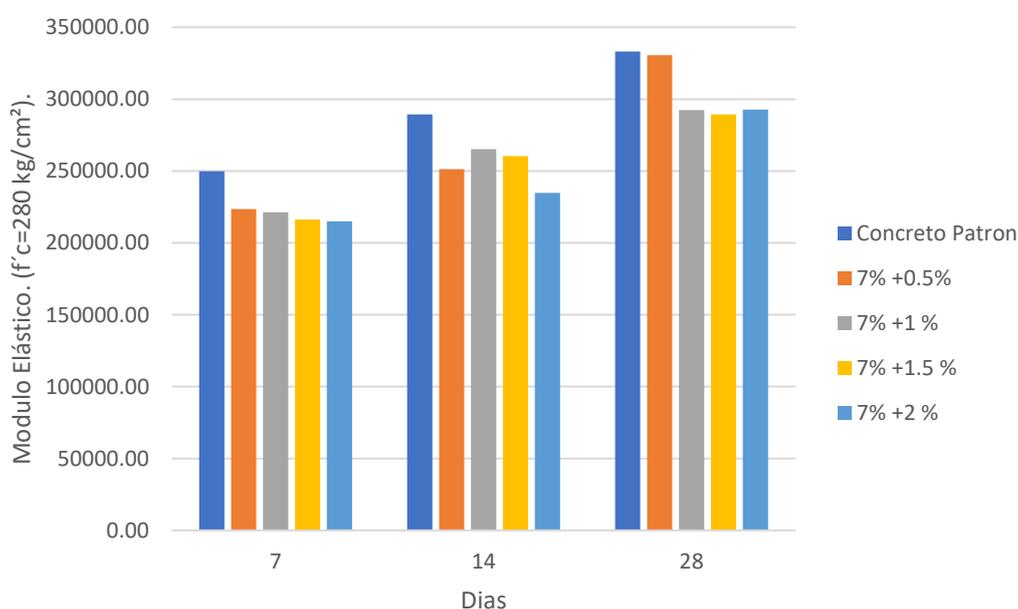


Fig. 23. Modulo elástico de CRM con FC ($f'c=280 \text{ kg/cm}^2$)

De la **Tabla 55** y **Figura 23**, el módulo de elasticidad $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$ se puede observar que los tratamientos que arrojaron son inferiores respecto al control patrón con valor $333192.37 \text{ kg/cm}^2$, seguido (7% de C.R.M + 0.5% F.C) con 330592.2 kg/cm^2 , (7% de C.R.M + 1.5% F.C) y (7% de C.R.M + 2.0% F.C con 28 días) con, 292352.2 y 292709.7 Kg/cm^2 , asimismo, podemos observar que el tratamiento más bajos fue (7% de C.R.M + 1.5% F.C) con 289355.2 Kg/cm^2 .

3.2 Discusión

Determinar las propiedades físicas de los agregados a usar.

Los resultados obtenidos de los agregados a usar, agregado fino, módulo de fineza 2.78, humedad 1.04%, absorción 1.74%, peso específico 2.81 g/cm³, peso unitario suelto 1.51 Kg/m³, peso unitario compactado 1.62 Kg/m³ respectivamente, agregado grueso, tamaño máximo nominal ½ pulg, humedad 0.2%, absorción 0.86%, peso específico 2.79 g/cm³, peso unitario suelto 1.261 Kg/m³, peso unitario compactado 1.485 Kg/m³ respectivamente, teniendo resultados de similitud con [58] en su investigación evidencia los resultados ensayos físicos de los materiales, agregado fino, módulo de fineza 2.62, humedad 0.82%, absorción 0.58%, peso específico 2.58 g/cm³, peso unitario 1512 Kg/m³ respectivamente, agregado grueso, tamaño máximo nominal ¾", humedad 0.72%, absorción 0.46%, peso específico 2.61 g/cm³, peso unitario 1538 Kg/m³ respectivamente.

Propiedades físicas y mecánicas del concreto Patrón f'c 210kg/cm², f'c 280kg/cm².

Los resultados asentamiento en mezcla de concreto patrón 210kg/cm² y 280kg/cm², asentamiento 4" y 4", resultados superiores en la mezcla optima de CRM en asentamientos 4.1" y 4.2" respectivamente, en la mixtura optima CRM +FC asentamiento 4.5" y 4.2", peso unitario 2516.78 y 2543.14(kg/m³) e, temperatura 25.8 y 26.5 °c respectivamente, se define que la sustitución de CRM reforzado FC tiene consistencia plástica, resultados que se asemejan a la investigación [59] tenido resultados asentamiento concreto patrón 210kg/cm², de 4.2", y con CRM con porcentajes 4%, 8% y 12% se obtuvo un Slump de 4.4", 4" y 4.6" respectivamente.

Temperatura Óptima de quemado de C.R.M.

Los resultados mostraron un índice de actividad de puzolánica de CRM a 87% edad de 28 días de curado, la temperatura de calcinación de 500°C según la norma (ASTM -C618), sin embargo [24], obtiene resultados bajos de lo establecido a los 28 días

con porcentajes de 81% según la norma NTP no lo considera una medida a la resistencia.

Referente a la temperatura de CRM, los resultados según análisis estadístico la resistencia a la compresión óptima de quemado se da en los tratamientos 500 °c y 550°c obteniendo valores de 226.04 kg/cm² y 222.67 kg/cm², datos que se corroboran con [60], quienes determinaron que la temperatura óptima de quemado de C.R.M es de 500°C, obteniendo 96.8 % de actividad puzolánica, del mismo modo [61, 3] determinaron que la temperatura de combustión para rastrojo de maíz esta entre 500 ° C a 600 ° C.

Los resultados mostraron, que las propiedades físicas de agave muestran una longitud de 500mm, diámetro de 0.135 y el tratamiento con agua y cal incrementa la rugosidad de la superficie, lo que encamina a la alineación mecánica del número de células de la fibra de cabuya, sin embargo [27], en su tesis, “Estudio de la influencia de la fibra de cabuya en concretos de $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$ y $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ en el distrito de Lircay provincia de Angaraes”, en sus resultados de FC en los ensayos aumenta 40%, debido a su característica físicas de tener buena capacidad de resistencia, baja densidad, bajo peso específico.

Referente a resultados FC, según análisis estadístico que las propiedades físicas de agave muestran una longitud de 0.5 cm, diámetro de 0.135 mm, demostraron que el tamaño óptimo de fibra de 0,3 cm mejora las propiedades mecánicas del hormigón, y la alta proporción de fibra y longitud reduce la resistencia y aumenta la deformación del hormigón [62], adicionaron 2% de fibra de cabuya, los resultados demostraron disminuir en la resistencia a la flexión en 10,8%, asimismo, [63], demostraron que la resistencia a la flexión desarrolla mejores efectos óptima porcentaje de 0.5% alcanza una resistencia de 35%.

Propiedades mecánicas

Los resultados de la resistencia a la compresión óptimo de ceniza rastrojo de maíz $f'c$ 210 kg/cm² se da en 7% obteniendo un resultado de 255.83 kg/cm² teniendo un incrementando de 2.7% respecto a la muestra patrón (Figura 8), igualmente, para $f'c$ 280 kg/cm² a 7% obteniendo un resultado de 339.65 kg/cm² aumentando en 4.4% (Figura 9), valores que reflejan similitud con [26] en su trabajo investigación “Resistencia a la compresión de un concreto sustituyendo al cemento por cenizas de rastrojo de maíz y cáscara de huevo”, Se realizo diseño de concreto 210kg/cm², diseños de concreto con CRM y huevo en proporciones de 12% y 16% sustituyendo al cemento. Resultados de CRM y casara de huevo 12% se tiene una resistencia a compresión 71.09%, 86.30%, 92.91% y 16% CRM Y cascara de huevo tiene una resistencia 47.35%, 51.78%, 52.80% a 28 días de curado. Se concluye la combinación de CRM Y cascara de huevo se puede utilizar como cenizas en porcentajes inferiores 12% y 16%. Asimismo, [64], quienes determinaron que la resistencia a la compresión al incorporar 5% ceniza mejora en 6,64% respecto a control patrón (179,59 kg/cm²). Asimismo, [65] determinaron al 10% de cenizas de maíz disminuye en 2,4% respecto a la muestra patrón desfavoreciendo la resistencia a la compresión.

Los resultados de la mixtura de resistencia a la compresión $f'c$ 210kg/cm² de C.R.M + F.C el tratamiento que arrojó el valor más alto fue el (patrón con 28 días) con 248.73 kg/cm², seguido de los tratamientos, (7% de C.R.M + 0.5% F.C) y (7% de C.R.M + 1.0% F.C) con valores de 209.40 y 203.7 Kg/cm² respectivamente (Figura 10), valores muy cercanos a [22] en su trabajo de investigación, “Evaluación de la mezcla de cenizas de rastrojo de maíz y esquisto en las propiedades del concreto $F'c=210$ kg/cm², Huaral, 2020”, Se preparó diseño de mezcla de concreto de que contienen CRM y esquisto como sustituto parcial del cemento con diferentes porcentajes de sustitución 4%, 6%, 7% y 7%, 9%, 12%. Los resultados experimentales mostraron la resistencia a la compresión con 4% de CRM supera al patrón con un aumento de 9.26%, asimismo, con

el 9% de esquistos supera al patrón en 4.86%, mientras para resistencia a flexión 7% CRM no supera al patrón, sin embargo, 7% de esquistos supera al patrón en 1.36%. Se concluye que la CRM y esquistos si mejoran las propiedades del concreto y cumplen con las especificaciones técnicas. Además, [66], donde indican que la incorporación del 0.25% y 3cm fibra aumenta su resistencia a la compresión en 15% de control patrón, sin embargo, en la investigación [67] concluyeron que el 20% de ceniza de rastrojo de maíz reduce la resistencia del concreto y su relación óptima es del 5% en peso de cemento. Igualmente, la mixtura f_c 280 kg/cm² se obtuvo como resultado el tratamiento más alto fue el control patrón con 328.43 kg/cm², seguido de los tratamientos (7% de C.R.M + 0.5% F.C), (7% de C.R.M + 1.0% F.C) y (7% de C.R.M + 1.5% F.C) con valores de 277.48, 272.53 y 276.90 Kg/cm² respectivamente (Figura 11), porcentajes muy cercanos a [68], demostraron que óptimo de fibra de 0.4% mejora las propiedades mecánicas del hormigón, y la alta proporción de fibra y longitud reduce la resistencia y aumenta la deformación del hormigón.

Los resultados de la prueba de flexión f_c (210 kg/cm²) ninguna dosificación supera a la mezcla control a los 28 días de edad, en (7% de C.R.M + 0.5% F.C) y (7% de C.R.M + 1.0% F.C) con 29.45 kg/cm² y 29.08 kg/cm² respectivamente (Tabla 14), datos óptimos muy cercanos a [69] demostraron que la proporción óptima es 0,3% de fibra cabuya para una mayor ganancia de resistencia, [70], Señalaron que la resistencia a la flexión arrojó mejores resultados incorporando 0.3% de fibra en comparación con la mezcla sin agregar. Asimismo, ensayo de flexión f_c 280 kg/cm² ninguna de las dosificaciones supera a la mezcla control patrón, en (7% de C.R.M + 0.5% F.C), (7% de C.R.M + 1.0% F.C) con valores de, 31.0 Kg/cm² y 29.5 Kg/cm² respectivamente (Tabla 15), resultados que no reflejan [63], demostraron que la resistencia a la flexión desarrolla mejores efectos óptima porcentaje de 0.5% alcanza una resistencia de 35%.

Los resultados en los ensayo de tracción f_c 210 kg/cm² se analiza que ninguna de las dosificaciones supera a control patrón a 28 días de curado, (7% de C.R.M + 0.5%

F.C) con valores de 25.93 Kg/cm² (Figura 18), todos estos similares estadísticamente, Asimismo, ensayo de tracción f'c 280 kg/cm² ninguna de las dosificaciones supera al control patrón con 38.53 kg/cm², seguido del tratamiento (7% de C.R.M + 0.5% F.C) con 29.88 Kg/cm² (Figura 19), resultados similares a [63], demostraron que adicionando 0,5% de fibra alcanza una resistencia a la tracción en 65%, [71] demostraron con la adición de 0.4% fibra alcanza una resistencia a la tracción de 77,12%.

Los resultados de módulo de elasticidad f'c 210 kg/cm² a 28 días, se puede observar que el tratamiento que arrojaron valores inferiores respecto al control patrón 314517.32 kg/cm², seguido del tratamiento (7% de C.R.M + 0.5% F.C) con 289648.9 Kg/cm² (Tabla 50), asimismo, módulo de elasticidad f'c 280 kg/cm² se puede observar que los tratamientos que arrojaron son inferiores respecto al control patrón con valor 333192.37 kg/cm², seguido (7% de C.R.M + 0.5% F.C) con 330592.2 kg/cm² (Tabla 55).

Análisis estadístico

Los resultados fueron comprobados con la Prueba DUNNET para determinar los promedios más altos y bajos, igualmente un Análisis de Varianza (ANVA) la cual se determinó que el P Valor (0.000) es < 0.005, haciendo que se rechace la hipótesis nula (H0), concluyendo que los métodos de tratamiento estudiados, es decir, el porcentaje de CRM y la mixtura de CRM con FC incluyeron sus respuestas a compresión, flexión, tensión y módulo elástico a resistencia ¹⁹ 210 (Kg/cm²) y 280 (Kg/cm²). Por otro lado, los valores obtenidos en las pruebas de confiabilidad, coeficiente de variabilidad (CV) y coeficiente de determinación (R2) las cuales se encuentran dentro de los rangos para estudios en laboratorio, por lo que los datos son confiables.

IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 Conclusiones

Los agregados utilizados en la investigación fue de la cantera 3 tomas y la cantera la victoria, se encontraron bien graduados cumpliendo los estándares mínimos y máximos de calidad según (ASTM C33), teniendo un módulo de finza de 2.79, el tamaño máximo del agregado grueso es de 1/2 ".

Se determinó la temperatura óptima para la obtención de ceniza de rastrojo de maíz fue de 500°C, arrojando un aumento a su resistencia a la compresión de 2.85%.

La mezcla de concreto patrón 210 kg/cm², 280kg/cm², se diseñó utilizando el método ACI, en cuanto a sus propiedades físicas se obtuvo un asentamiento de 4", peso unitario 2468.84 kg/cm² y 2516.78 kg/cm², temperatura 25.2 °c y 27.2 °c respectivamente. En las propiedades mecánicas se obtuvo una resistencia a compresión de 248.73 kg/cm² y 328.43 kg/cm², resistencia a flexión de 31.05 kg/cm² y 37.13 kg/cm², resistencia a tracción de 29.15 kg/cm² y 38.53 kg/cm² y módulo de elasticidad de 314517.32 kg/cm² y 333192.37 kg/cm², para los diseños de concreto de 210 kg/cm² y 280 kg/cm², respectivamente. Se concluyó que la ceniza rastrojo de maíz en porcentaje de sustitución de 7% influye positivamente en las propiedades mecánicas del concreto 210kg/cm² y 280kg/cm², basándose en los resultados obtenidos en los ensayos de resistencia a la compresión, flexión, tracción y modulo elástico, evaluados en el laboratorio, y bajo su respectiva norma técnica. A diferencia de la mixtura del %óptimo de CRM con F.C en porcentajes 0.5%, 1%, 1.5% y 2% no mejoro las propiedades mecánicas, debido a que no superan al concreto patrón.

Se determino el porcentaje óptimo de sustitución al concreto fue de 7%, aumentando la resistencia a la compresión $f'c=210$ kg/cm² en un 2.85%%, y para un $f'c$

280 kg/cm² en aumento en 3.42% respecto al control patrón. La mezcla de CRM y FC no mejora las propiedades mecánicas del concreto, pues en los ensayos de resistencia a compresión f'c 210 y 280 kg/cm², se reduce en un 15,8% y 15,60%, respectivamente, a flexión en un 5,14% y 16.44% en relación al concreto patrón, también se redujeron en 11,30% y 22,33% en el ensayo de tracción, y el módulo elástico se redujo en 10,5% y 0,78%, respectivamente.

4.2 Recomendaciones

- Se debe realizar una buena granulometría de los agregados y una investigación a los agregados de otras canteras las cuales se consideraron dentro esta investigación.
- Se debe realizar un buen proceso de tamizado de la ceniza rastrojo de maíz para obtener una buena puzolana y fibra de cabuya un buen proceso de secado, y sean aceptables en los resultados diseño de mezclas a utilizar.
- Se debe realizar la mezcla el cemento con la ceniza rastrojo de maíz antes de ser mezclado con los agregados fino y grueso, para que no se presente fallas en la mezcla del concreto a utilizar.
- Se recomienda realizar investigaciones de diseño de mezclas con cenizas de rastrojo de maíz de diferente proceso de calcinación para su obtención esta puzolana, para poder ver la variación en cuanto a la resistencia a la compresión del concreto.
- Realizar más investigaciones sobre la adición de la ceniza de rastrojo de maíz como sustitución del cemento Portland reforzado de fibra de cabuya en volumen, para hacer comparaciones futuras de los diferentes resultados obtenidos en el laboratorio y recomendar un mejor diseño para las construcciones.

● 19% de similitud general

Principales fuentes encontradas en las siguientes bases de datos:

- 16% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 16% Base de datos de trabajos entregados
- 3% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossref

FUENTES PRINCIPALES

Las fuentes con el mayor número de coincidencias dentro de la entrega. Las fuentes superpuestas no se mostrarán.

1	repositorio.uss.edu.pe Internet	3%
2	repositorio.ucv.edu.pe Internet	2%
3	hdl.handle.net Internet	1%
4	repositorio.upn.edu.pe Internet	<1%
5	tesis.ucsm.edu.pe Internet	<1%
6	repositorio.usanpedro.edu.pe Internet	<1%
7	repositorio.unp.edu.pe Internet	<1%
8	repositorio.ucss.edu.pe Internet	<1%

9	virtualpro.co Internet	<1%
10	Universidad Alas Peruanas on 2019-10-19 Submitted works	<1%
11	es.scribd.com Internet	<1%
12	repositorioacademico.upc.edu.pe Internet	<1%
13	Universidad Tecnologica del Peru on 2022-05-07 Submitted works	<1%
14	repositorio.urp.edu.pe Internet	<1%
15	Universidad Cesar Vallejo on 2018-12-28 Submitted works	<1%
16	Universidad Cesar Vallejo on 2022-06-01 Submitted works	<1%
17	repositorio.unh.edu.pe Internet	<1%
18	repositorio.uandina.edu.pe Internet	<1%
19	Universidad Ricardo Palma on 2018-10-31 Submitted works	<1%
20	repositorio.unsm.edu.pe Internet	<1%

21	Universidad Cesar Vallejo on 2022-11-17 Submitted works	<1%
22	Universidad Cesar Vallejo on 2017-01-13 Submitted works	<1%
23	Universidad Católica de Santa María on 2019-07-02 Submitted works	<1%
24	repositorio.upao.edu.pe Internet	<1%
25	Universidad Cesar Vallejo on 2022-12-19 Submitted works	<1%
26	Universidad Privada de Tacna on 2018-11-26 Submitted works	<1%
27	repositorio.unsa.edu.pe Internet	<1%
28	Universidad Cesar Vallejo on 2022-08-01 Submitted works	<1%
29	Universidad Ricardo Palma on 2020-12-17 Submitted works	<1%
30	Universidad Tecnológica del Perú on 2022-12-14 Submitted works	<1%
31	docplayer.es Internet	<1%
32	Universidad Andina del Cusco on 2018-08-17 Submitted works	<1%

33	Universidad Cesar Vallejo on 2022-12-07	<1%
	Submitted works	
34	Universidad Cesar Vallejo on 2022-12-29	<1%
	Submitted works	
35	Universidad Nacional del Centro del Peru on 2018-12-19	<1%
	Submitted works	
36	bibdigital.epn.edu.ec	<1%
	Internet	
37	Universidad Continental on 2022-03-15	<1%
	Submitted works	
38	myslide.es	<1%
	Internet	
39	static2.upao.edu.pe	<1%
	Internet	
40	slideshare.net	<1%
	Internet	
41	Luna Sánchez Javier Enrique. "Concreto compactado con rodillo con a...	<1%
	Publication	
42	Universidad Cesar Vallejo on 2022-06-02	<1%
	Submitted works	
43	Universidad Cesar Vallejo on 2022-10-12	<1%
	Submitted works	
44	Universidad Cesar Vallejo on 2022-12-07	<1%
	Submitted works	

45	Universidad Cesar Vallejo on 2022-12-15	<1%
	Submitted works	
46	documents.mx	<1%
	Internet	
47	scribd.com	<1%
	Internet	
48	Universidad Cesar Vallejo on 2016-07-26	<1%
	Submitted works	
49	Universidad Cesar Vallejo on 2022-06-01	<1%
	Submitted works	
50	Universidad Andina del Cusco on 2017-10-31	<1%
	Submitted works	
51	kupdf.net	<1%
	Internet	
52	repositorio.uta.edu.ec	<1%
	Internet	
53	deixe-tip.com	<1%
	Internet	
54	dspace.espol.edu.ec	<1%
	Internet	
55	Universidad Andina Nestor Caceres Velasquez on 2022-12-08	<1%
	Submitted works	
56	Universidad Andina del Cusco on 2017-05-12	<1%
	Submitted works	

57	Universidad Católica San Pablo on 2021-07-16 Submitted works	<1%
58	Universidad Cesar Vallejo on 2017-02-27 Submitted works	<1%
59	Universidad Católica de Santa María on 2017-11-27 Submitted works	<1%
60	Universidad Cesar Vallejo on 2018-12-15 Submitted works	<1%
61	Universidad Cesar Vallejo on 2022-07-26 Submitted works	<1%
62	Universidad Cesar Vallejo on 2022-12-06 Submitted works	<1%
63	tesis.pucp.edu.pe Internet	<1%
64	Universidad Andina Nestor Caceres Velasquez on 2022-10-30 Submitted works	<1%
65	Universidad Andina del Cusco on 2021-12-22 Submitted works	<1%
66	Universidad Católica de Santa María on 2023-04-25 Submitted works	<1%
67	Universidad Privada Antenor Orrego on 2021-12-13 Submitted works	<1%
68	Universidad de Huanuco on 2021-08-24 Submitted works	<1%

69	repositorio.puce.edu.ec	Internet	<1%
70	boe.es	Internet	<1%
71	kerwa.ucr.ac.cr	Internet	<1%
72	CONACYT on 2017-10-31	Submitted works	<1%
73	Escuela Politecnica Nacional on 2015-02-09	Submitted works	<1%
74	Universidad Andina del Cusco on 2017-12-05	Submitted works	<1%
75	Universidad Andina del Cusco on 2018-03-22	Submitted works	<1%
76	Universidad Cesar Vallejo on 2016-12-19	Submitted works	<1%
77	Universidad Cesar Vallejo on 2018-06-29	Submitted works	<1%
78	Universidad Cesar Vallejo on 2022-04-04	Submitted works	<1%
79	Universidad Cesar Vallejo on 2022-05-30	Submitted works	<1%
80	Universidad Cesar Vallejo on 2022-11-22	Submitted works	<1%

81	Universidad Cesar Vallejo on 2022-12-15 Submitted works	<1%
82	Universidad Cesar Vallejo on 2022-12-15 Submitted works	<1%
83	Universidad Militar Nueva Granada on 2016-08-12 Submitted works	<1%
84	Universidad Privada del Norte on 2023-03-29 Submitted works	<1%
85	Universidad Santo Tomas on 2021-11-19 Submitted works	<1%
86	repositorio.utea.edu.pe Internet	<1%
87	ptolomeo.unam.mx:8080 Internet	<1%
88	Pontificia Universidad Catolica del Peru on 2009-03-18 Submitted works	<1%
89	Universidad Andina Nestor Caceres Velasquez on 2019-01-21 Submitted works	<1%
90	Universidad Andina del Cusco on 2018-06-28 Submitted works	<1%
91	Universidad Católica de Santa María on 2015-11-27 Submitted works	<1%
92	Universidad Católica de Santa María on 2019-10-28 Submitted works	<1%

93	Universidad Católica de Santa María on 2022-12-15 Submitted works	<1%
94	Universidad Católica de Santa María on 2022-12-19 Submitted works	<1%
95	Universidad Cesar Vallejo on 2016-05-20 Submitted works	<1%
96	Universidad Cesar Vallejo on 2022-07-17 Submitted works	<1%
97	Universidad Cesar Vallejo on 2023-03-01 Submitted works	<1%
98	Universidad Continental on 2017-05-11 Submitted works	<1%
99	Universidad Nacional Abierta y a Distancia, UNAD,UNAD on 2023-05-14 Submitted works	<1%
100	Universidad Nacional Autonoma de Chota on 2020-12-27 Submitted works	<1%
101	Universidad Santo Tomas on 2020-06-01 Submitted works	<1%
102	patents.google.com Internet	<1%
103	repositorio.unc.edu.pe Internet	<1%
104	acdivocabolivia.org Internet	<1%

105	researchgate.net Internet	<1%
106	Universidad Andina Nestor Caceres Velasquez on 2022-12-08 Submitted works	<1%
107	Universidad Andina del Cusco on 2017-05-05 Submitted works	<1%
108	Universidad Católica de Santa María on 2016-11-04 Submitted works	<1%
109	Universidad Católica de Santa María on 2016-11-10 Submitted works	<1%
110	Universidad Cesar Vallejo on 2018-05-30 Submitted works	<1%
111	Universidad Cesar Vallejo on 2018-12-28 Submitted works	<1%
112	Universidad Cesar Vallejo on 2018-12-29 Submitted works	<1%
113	Universidad Cesar Vallejo on 2022-07-26 Submitted works	<1%
114	Universidad Cesar Vallejo on 2022-08-01 Submitted works	<1%
115	Universidad Cesar Vallejo on 2022-12-06 Submitted works	<1%
116	Universidad Cesar Vallejo on 2022-12-15 Submitted works	<1%

117	Universidad Cesar Vallejo on 2022-12-21 Submitted works	<1%
118	Universidad Cesar Vallejo on 2023-04-21 Submitted works	<1%
119	Universidad Continental on 2018-02-15 Submitted works	<1%
120	Universidad Militar Nueva Granada on 2017-02-23 Submitted works	<1%
121	Universidad de Las Palmas de Gran Canaria on 2023-04-19 Submitted works	<1%
122	Universitat Politècnica de València on 2015-12-22 Submitted works	<1%
123	cienciadigital.org Internet	<1%
124	doku.pub Internet	<1%
125	mulpix.com Internet	<1%
126	repositorio.espe.edu.ec Internet	<1%
127	uni on 2023-04-08 Submitted works	<1%
128	vsip.info Internet	<1%

129

cinj.org

Internet

<1%