

Adición de Fibra de Ichu y Cenizas de Capacho de Maíz para Optimizar las Propiedades Mecánicas del Concreto

Karolay D'yanira Muchotrigo Salas¹

kmuchotrigos@ucvvirtual.edu.pe

<https://orcid.org/0009-0006-1495-611X>

Universidad Cesar Vallejo

Perú - Lima

Javier Reynoso Oscanoa

jreynosoos@ucvvirtual.edu.pe

<https://orcid.org/0000-0002-1002-0457>

Universidad Cesar Vallejo

Perú - Lima

RESUMEN

La investigación presentó como objetivo principal determinar la influencia de la adición de fibra de ichu y cenizas de capacho de maíz en dosificaciones 0.15% FI + 0.55% CCM, 0.35% FI + 0.45% CCM, 0.15% FI + 0.45% CCM y 0.35% FI + 0.55% CCM en remplazo del agregados finos y cemento para optimizar las propiedades del concreto. Así mismo, en el estudio se utilizó la metodología experimental-explicativa, el tipo de estudio fue aplicada y se empleó un muestreo no probabilístico para las muestras según criterio del investigador; el ensayo consto de 90 probetas para ensayos a compresión y tracción, 45 vigas para ensayo a flexión; de los cuales, los resultados fueron graficados en Origin y Minitab, estos fueron los siguientes: La resistencia a compresión de la muestra patrón obtuvo un esfuerzo de 217.50 kg/cm², mientras que los grupos experimentales obtuvo 209.10 kg/cm², 238.40 kg/cm², 241.93 kg/cm² y 252.93 kg/cm² y en la resistencia a flexión de la muestra patrón obtuvo un esfuerzo de 39.87 kg/cm², mientras que los grupos experimentales obtuvo 33.73 kg/cm², 36.00 kg/cm², 38.40 kg/cm² y 42.83 kg/cm².

Palabras clave: fibra de ichu; cenizas de capacho de maíz; concreto; propiedades mecánicas

¹ Autor principal.

Correspondencia: kmuchotrigos@ucvvirtual.edu.pe

Addition of Ichu Fiber and Corn Husk ash to Optimize the Properties of the Concrete

ABSTRACT

The main objective of the research was to determine the influence of the addition of ichu fiber and corn husk ash in dosages of 0.15% FI + 0.55% CCM, 0.35% FI + 0.45% CCM, 0.15% FI + 0.45% CCM and 0.35% FI + 0.55% CCM in replacement of fine aggregates and cement to optimize concrete properties. Likewise, the experimental-explanatory methodology was used in the study, the type of study was applied and non-probabilistic sampling was used for the samples according to the researcher's criteria; The test consisted of 90 specimens for compression and tensile tests, 45 beams for flexural testing; of which, the results were graphed in Origin and Minitab, these were the following: The compressive strength of the standard sample obtained a stress of 217.50 kg/cm², while the experimental groups obtained 209.10 kg/cm², 238.40 kg/cm², 241.93 kg/cm² y 252.93 kg/cm² and In the flexural resistance of the standard sample, a stress of 39.87 kg/cm² was obtained, while the experimental groups obtained 33.73 kg/cm², 36.00 kg/cm², 38.40 kg/cm² y 42.83 kg/cm².

Keywords: ichu fiber; corn husk ash; concrete; mechanical properties

Artículo recibido 20 noviembre 2023

Aceptado para publicación: 30 diciembre 2023

INTRODUCCIÓN

Jagan, Neelakantan y Gokul (2021) manifestaron que en Delhi, India muchas de las edificaciones presentaron fisuras, para ello manifestaron que dichos problemas afectaron principalmente a edificaciones de mediana envergadura, asimismo en un gran número de casos se debieron a problemas por retracción sumado con la falta de juntas, por tal motivo se empezaron a generar los problemas estructurales, que en su mayoría se originaron poco después del vaciado del concreto cuando se empezaba a fraguar, teniendo como consecuencia final que se podría causar el colapso de la estructura (p. 6). Por consiguiente, se propusieron nuevas alternativas de solución que permitieron que el concreto obtuviera las mejores características y resultados respecto a sus propiedades.

Asimismo, Mite et al. (2022) expresaron que en Guayaquil, Ecuador se presentaron deficiencias en las estructuras conformadas por concreto, como fisuras, agrietamientos y problemas de fraguado, en tal motivo manifestaron que uno de las causas más notorias se debieron a la presencia de sulfatos, un curado ineficaz, inconvenientes en el diseño, mala dosificación de materiales, entre otros factores, y de no prestarle la atención debida a las estructuras, puede generarse la colisión (p. 4). Por ende, en relación con lo anterior, hubo que buscar nuevas alternativas de solución, como la adición de algunos aditivos, que permitieron reducir los problemas estructurales tanto en el Ecuador como en otros países.

Por otro lado, en el estado de Chiapas, México, se debieron a fallas encontradas en las uniones entre columnas, las cuales se debieron principalmente a la gran acumulación de fuerzas en los extremos de elementos como columnas, cargas axiales, momentos de tensión, lo que generó consecuencias negativas como la colisión de edificios y viviendas en Chiapas (p. 2). En función de lo mencionado, se buscaron soluciones viables que permitieran un mejor resultado en cuanto al conglomerado y sus características. En el contexto nacional, Reyna, Santos y Acuña (2022) del cual analizaron que en Lima uno de los problemas señalados por el concreto fue errores en la preparación de la mezcla, estos problemas surgieron cuando los materiales fueron dosificados en obra, a raíz de lo cual las estructuras comenzaron a sufrir daños como Por ejemplo grietas y fisuras que luego debilitaron la estructura, provocando el colapso de las edificaciones (p. 3). En relación a ello, se manifestó la necesidad de crear un diseño de mezcla adecuado, lo que el experto

ya había hecho antes y con la adición de aditivos que permitieran un mejor resultado.

Por otro lado, Sifuentes, Suarez y Estacio (2022) mencionaron que en la ciudad de Lima se formaron grietas en vigas y columnas debido a fuerzas externas, y la presencia de grietas permitió el ingreso de agua y aire a las estructuras, provocando reacciones químicas que provocaron corrosión en la estructura. , razón por la cual presentaron errores mecánicos que provocaron el colapso de las estructuras (p. 4). Por consiguiente, se requirió obtener las mejores características en el concreto a través de la adición de ciertos materiales que podrían no haber mejorado, pero al menos habrían mantenido su resistencia.

Por otra parte, Zavala (2019) en su estudio realizado en Los Olivos, Lima, dio a conocer que la aparición de problemas estructurales como grietas y fisuras se debió a las tensiones provocadas por las cargas ejercidas sobre los edificios, y las causas térmicas a las que estaban expuestos también fueron un factor en la falla de las estructuras los cuales dañaron los edificios provocando que se deformaran y colisionaran como resultado (p. 7). Debido a lo anterior, se enfatizó en la necesidad de cambiar la composición o dosificación de la mezcla en relación a sus proporciones o incluso aditivos que podrían haber obtenido mejores resultados. Asimismo, Frías et al. (2020) en su investigación, encontraron que las fibras de ichu en la producción de concreto generaban mejoras, por lo que recomendaron el uso de fibras de la planta de ichu en diversas aplicaciones, tanto solas como en combinación con otros materiales (p. 4). En concordancia a lo mencionado anteriormente, surge la obligación de optimizar las propiedades del concreto donde se utilizó las fibras de ichu que permitió que el concreto mantenga su resistencia o pueda mejorar.

Considerando la problemática presentada, se buscaron alternativas de solución que resolvieran la necesidad de reducir patologías en diversos sistemas estructurales, como casas particulares, edificios, losas y otras estructuras de concreto. Además, de esta forma se intentó conseguir la resistencia necesaria y optimizar las propiedades del hormigón, lo que asegura una menor probabilidad de daños materiales o fallos prematuros. Esto se logró mediante el uso de materiales investigados individualmente como lo son la fibra de ichu (FI) y la ceniza de capacho de maíz (CCM) que permitieron que el concreto mejorara su composición, resistencia y durabilidad, todo lo cual ayudó a mantener la seguridad de los residentes de Lima y eventualmente de

otras áreas del país. Por ende, se formuló el problema general lo siguiente: ¿Cómo influye la adición de fibra de ichu y cenizas de capacho de maíz para la optimización de las propiedades del concreto?, de la misma manera como problemas específicos: ¿De qué manera influye la adición de fibra de ichu y cenizas de capacho de maíz en la resistencia a compresión del concreto?, ¿Cuál es el efecto de la incorporación de la fibra de ichu y cenizas de capacho de maíz en la resistencia a flexión del concreto? Y ¿Cómo influye la adición de la fibra de ichu y cenizas de capacho de maíz en la resistencia a tracción del concreto?

METODOLOGÍA

Se propone el tipo de investigación aplicada porque se encontró una nueva solución basada en los problemas presentados, que contribuyó a mejorar las propiedades físicas y mecánicas del concreto. El estudio presentó un diseño de investigación cuasi-experimental en el que las muestras se utilizaron de una manera conveniente para el investigador, en lugar de al azar, para determinar el efecto de agregar fibra de ichu y ceniza de cáscara de maíz sobre las propiedades físicas y mecánicas del concreto. El estudio fue explicativo, ya que buscó profundizar en la comprensión del fenómeno, que en este caso fue la optimización de las propiedades del concreto mediante la adición de fibras de ichu y ceniza de capacho de maíz, más que simplemente describirlo o asociarlo, y buscó establecer causa y efecto, relaciones entre las variables relevantes y proporcionar una explicación más completa y exhaustiva de cómo y por qué ocurren estos eventos en pruebas simuladas. El estudio presentó una investigación cuantitativa porque se utilizaron datos numéricos durante la fase de desarrollo del estudio. La composición de la población fue de 135 especímenes de concreto. De estos, 90 fueron probetas cilíndricas de 30 x 15 cm, utilizadas que se evaluaron a las fuerzas a tracción y esfuerzos compresivos, mientras que los 45 restantes fueron vigas de 15 x 15 x 50 cm empleados para analizar esfuerzos flectores del concreto.

Tabla 1. Cantidad de especímenes para ensayos

| GRUPOS DE ENSAYO | Tipos de ensayo | | | SUB TOTAL |
|----------------------|------------------------|--------------------------|-----------------------|-----------|
| | Resistencia a tracción | Resistencia a compresión | Resistencia a flexión | |
| Patrón | 9 | 9 | 9 | 27 |
| 0.15% FI + 0.55% CCM | 9 | 9 | 9 | 27 |
| 0.35% FI + 0.45% CCM | 9 | 9 | 9 | 27 |

| | | | | |
|----------------------|---|---|---|-----|
| 0.15% FI + 0.45% CCM | 9 | 9 | 9 | 27 |
| 0.35% FI + 0.55% CCM | 9 | 9 | 9 | 27 |
| TOTAL | | | | 135 |

Como criterio de inclusión se utilizó un concreto $f'c$ de 210 kg/cm² el número de muestras fue de 72 cilindros con dimensiones de 15 cm de ancho y 30 cm para las pruebas de esfuerzo a compresión y resistencia a tracción, así como también 45 vigas dimensionadas a 50 cm de luz, de 15 cm de ancho y 15 cm de alto que se emplearon para la resistencia a flexión.

Como criterio de exclusión fueron todos aquellos que no incluyeron las adiciones y se tuvieron que utilizar 9 vigas de 50 cm de luz, de 15 cm de ancho y 15 cm de alto, 18 probetas cilíndricas con dimensiones de 30 cm de alto y 15 cm de diámetro.

La investigación utilizó el análisis de documentos, que involucró la técnica de recolección de datos a través de artículos de investigación, revistas y tesis para sustentar o formar la base de la investigación. Por otro lado, también se utilizó la observación directa que involucra la interacción con pruebas y materiales clave como la fibra de ichu y la ceniza de capacho de maíz para verificar sus reacciones cuando se agregan al concreto y recopilar toda la información necesaria. En el estudio se utilizaron formatos de recopilación de datos como granulometría, asentamiento, resistencia a compresión, resistencia a flexión y resistencia a tracción.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En esta parte se presentan los resultados de los ensayos físicos y mecánicos realizados a los agregados y el concreto en la etapa de laboratorio, de los cuales los ensayos realizados fueron resistencia a compresión, tensión y flexión, los cuales se describen en tablas y diagramas.

Diseño de concreto

Así mismo, se presenta en la tabla 2 el diseño de concreto utilizado en el estudio, considerando el concreto patrón y las muestras experimentales, la presente sección, se tomó en cuenta el ACI 211, por otro lado, la cantidad de materiales usados en la mezcla se realizó cada 170 lts.

Tabla 2. Diseño de mezcla del concreto patrón y experimentales

| Muestra | Materiales | | | | | |
|----------------------------|------------|------------|---------------|-----------------|---------------------------|---------------|
| | Cemento | Agua | Agregado fino | Agregado grueso | Ceniza de capacho de maíz | Fibra de ichu |
| Patrón → CP | 58.88 kg. | 34.54 lts. | 129.94 kg. | 179.71 kg. | - | - |
| 0.15% FI + 0.55% CCM → G01 | 58.56 kg. | 34.54 lts. | 129.75 kg. | 179.71 kg. | 0.32 kg. | 0.19 kg. |
| 0.35% FI + 0.45% CCM → G02 | 58.62 kg. | 34.54 lts. | 129.49 kg. | 179.71 kg. | 0.26 kg. | 0.45 kg. |
| 0.15% FI + 0.45% CCM → G03 | 58.62 kg. | 34.54 lts. | 129.75 kg. | 179.71 kg. | 0.26 kg. | 0.19 kg. |
| 0.35% FI + 0.55% CCM → G04 | 58.56 kg. | 34.54 lts. | 129.49 kg. | 179.71 kg. | 0.32 kg. | 0.45 kg. |

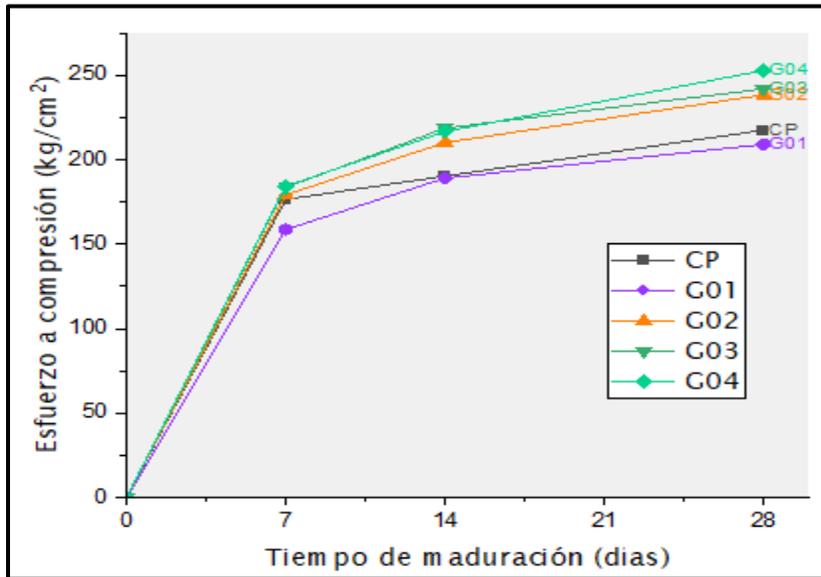
Resistencia a Compresión

A continuación, se muestran los resultados obtenidos a los 28 días de maduración de concreto, siendo la fecha de vaciado 22 de septiembre, sin embargo, la rotura fue el 13 de octubre del presente año. Para determinar el nivel de resistencia del concreto se utilizó una prensa hidráulica de un punto de esfuerzos compresores, este proceso se realizó a 15 testigos en grupos de 3 unidades según cada diseño como se puede observar en la tabla 3 y en la figura 1

Tabla 3. Resistencia a compresión del concreto a los 28 días

| Tipo de muestra | Unidad | Edad | Esfuerzo a compresión | Promedio |
|----------------------------|--------|------|-----------------------|----------|
| Muestra patrón | M - 1 | 28 | 219.0 | 217.50 |
| | M - 2 | | 216.5 | |
| | M - 3 | | 217.0 | |
| G01 (0.15% FI + 0.55% CCM) | M - 1 | 28 | 211.0 | 209.10 |
| | M - 2 | | 207.4 | |
| | M - 3 | | 208.9 | |
| G02 (0.35% FI + 0.45% CCM) | M - 1 | 28 | 239.1 | 238.40 |
| | M - 2 | | 238.5 | |
| | M - 3 | | 237.6 | |
| G03 (0.15% FI + 0.45% CCM) | M - 1 | 28 | 242.1 | 241.93 |
| | M - 2 | | 241.5 | |
| | M - 3 | | 242.2 | |
| G04 (0.35% FI + 0.55% CCM) | M - 1 | 28 | 253.0 | 252.93 |
| | M - 2 | | 253.4 | |
| | M - 3 | | 252.4 | |

Figura 1. Esfuerzo a compresión a los 28 días



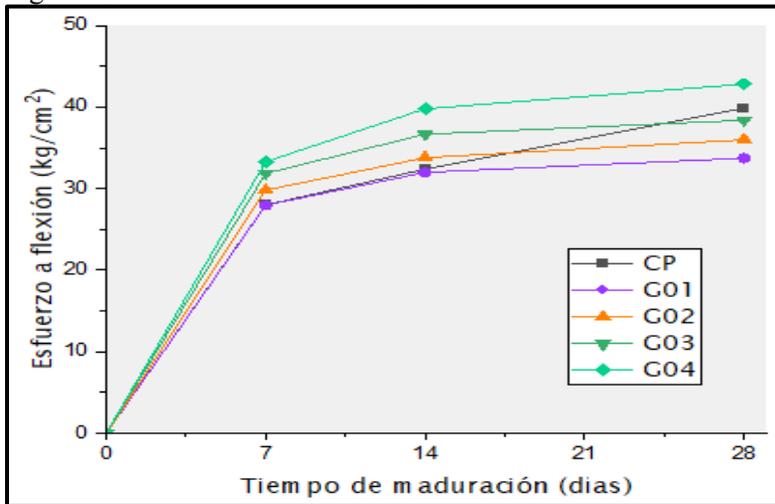
Resistencia a Flexión

En el contexto de los ensayos a flexión del concreto, se examinaron los especímenes prismáticos con una edad de 28 días después del proceso de curado. Para evaluar la resistencia del concreto, se empleó una prensa de 2 ejes, donde se aplicó la carga en un punto a lo largo de la luz del prisma. Este procedimiento se llevó a cabo en 15 prismas rectangulares, organizados en grupos dosificados de 3 unidades, como se detalla en la tabla 4 y en la figura 2.

Tabla 4. Resistencia a flexión del concreto a los 28 días

| Tipo de muestra | | Unidad | Edad | Esfuerzo a flexión | Promedio |
|----------------------------|-------|--------------------|------|--------------------|----------|
| Muestra patrón | M - 1 | kg/cm ² | 28 | 40.0 | 39.87 |
| | M - 2 | | 28 | 39.8 | |
| | M - 3 | | 28 | 39.8 | |
| G01 (0.15% FI + 0.55% CCM) | M - 1 | | 28 | 33.7 | 33.73 |
| | M - 2 | | 28 | 33.9 | |
| | M - 3 | | 28 | 33.6 | |
| G02 (0.35% FI + 0.45% CCM) | M - 1 | | 28 | 36.0 | 36.00 |
| | M - 2 | | 28 | 35.8 | |
| | M - 3 | | 28 | 36.2 | |
| G03 (0.15% FI + 0.45% CCM) | M - 1 | | 28 | 38.3 | 38.40 |
| | M - 2 | | 28 | 38.2 | |
| | M - 3 | | 28 | 38.7 | |
| G04 (0.35% FI + 0.55% CCM) | M - 1 | | 28 | 43.0 | 42.83 |
| | M - 2 | | 28 | 42.6 | |
| | M - 3 | | 28 | 42.9 | |

Figura 2. Esfuerzo a flexión a los 28 días



Resistencia a Tracción

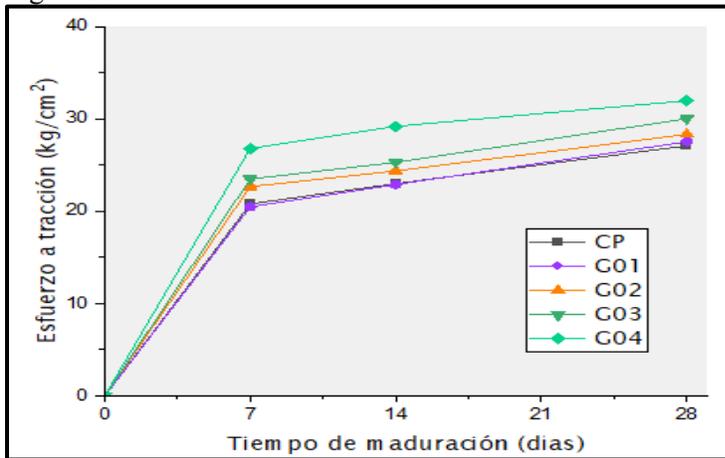
Se sometieron a análisis los especímenes cilíndricos con un periodo de 28 días tras el curado para su ruptura.

Al evaluar la resistencia del concreto ante esfuerzos de tracción, se utilizó una prensa de dos ejes, aplicando las cargas en direcciones opuestas verticales. Este procedimiento se aplicó a 15 especímenes, distribuidos en grupos dosificados de 3 unidades cada uno, según se especifica en la tabla 5 y figura 3.

Tabla 5. Resistencia a tracción del concreto a los 28 días

| Tipo de muestra | | Unidad | Edad | Esfuerzo a tracción | Promedio |
|----------------------------|-----|--------------------|------|---------------------|----------|
| Muestra patrón | M-1 | kg/cm ² | 28 | 26.9 | 27.10 |
| | M-2 | | 28 | 27.3 | |
| | M-3 | | 28 | 27.1 | |
| G01 (0.15% FI + 0.55% CCM) | M-1 | | 28 | 27.6 | 27.53 |
| | M-2 | | 28 | 27.5 | |
| | M-3 | | 28 | 27.5 | |
| G02 (0.35% FI + 0.45% CCM) | M-1 | | 28 | 28.4 | 28.33 |
| | M-2 | | 28 | 28.3 | |
| | M-3 | | 28 | 28.3 | |
| G03 (0.15% FI + 0.45% CCM) | M-1 | | 28 | 30.0 | 30.03 |
| | M-2 | | 28 | 30.1 | |
| | M-3 | | 28 | 30.0 | |
| G04 (0.35% FI + 0.55% CCM) | M-1 | | 28 | 32.0 | 31.97 |
| | M-2 | | 28 | 31.9 | |
| | M-3 | | 28 | 32.0 | |

Figura 3. Esfuerzo a tracción a los 28 días



Ilustraciones, Tablas, Figuras.

Hipótesis 1: Resistencia a Compresión

Formulación de hipótesis nula y alternativa

En base lo visto previamente, se formuló la hipótesis nula y alternativa en la tabla 6 con la finalidad de determinar que hipótesis se corroborará y para el caso contrario se rechazará.

Tabla 1. Formulación de la hipótesis específica 1

| Hipótesis | Nula | La adición de fibra de ichu y cenizas de capacho de maíz no influye positivamente la resistencia a compresión del concreto. |
|-----------|-------------|---|
| | Alternativa | La adición de fibra de ichu y cenizas de capacho de maíz influye positivamente la resistencia a compresión del concreto. |

Análisis de Varianzas

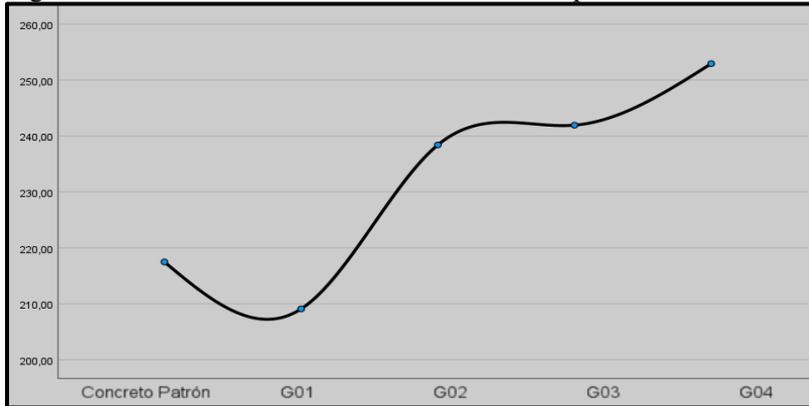
A continuación, se presentan los resultados del análisis de las varianzas de la resistencia a la compresión del concreto considerando la adición de dos componentes especiales: fibra de ichu y ceniza de capacho de maíz. Este estudio se realizó con el objetivo de evaluar exhaustivamente el efecto potencial de estos aditivos sobre las propiedades de resistencia a la compresión en la tabla 7.

Tabla 2. Análisis de varianzas de la hipótesis específica 1

| Grupo | Suma de cuadrados | gl | Media cuadrática | F | Sig. |
|------------------|-------------------|----|------------------|---------|-------|
| Entre grupos | 3937.476 | 4 | 984.369 | 822.134 | 0.000 |
| Dentro de grupos | 11.973 | 10 | 1.197 | | |
| Total | 1949.449 | 14 | | | |

Con base en los datos registrados en la Tabla 7, el nivel de significancia de los datos procesados de resistencia a la compresión del concreto es de 0.0000, considerando los grupos de concreto estándar y experimental, donde los valores estuvieron por debajo de 0.05, lo que indica fuertemente el rechazo de la hipótesis nula, es decir, aceptando la hipótesis alternativa de que estos aditivos pueden entenderse como importantes en el contexto del estudio, lo que sustenta la importancia de su inclusión para lograr una mejora significativa en la resistencia a la compresión del concreto.

Figura 2. Gráfica de medias de resistencia a compresión del concreto



En la figura 4 presentada anteriormente, se observó una diferencia considerable entre los grupos específicos observados, lo que muestra que casi todos los grupos se beneficiaron, lo que podría distinguirse del grupo 4, que recibió el valor más alto del cual mejoró. 16,29%.

Hipótesis 2: Resistencia a Flexión

Formulación de hipótesis nula y alternativa

En base lo visto previamente, se formuló la hipótesis nula y alternativa en la tabla 8 con la finalidad de determinar que hipótesis de corroborará y para el caso contrario se rechazará.

Tabla 8. Formulación de la hipótesis específica 2

| Hipótesis | Nula | La incorporación fibra de ichu y cenizas de capacho de maíz influye significativamente la resistencia a flexión del concreto. |
|-----------|-------------|--|
| | Alternativa | La incorporación fibra de ichu y cenizas de capacho de maíz no influye significativamente la resistencia a flexión del concreto. |

Análisis de Varianzas

A continuación, se presentan los resultados del análisis de las varianzas de la resistencia a flexión del concreto considerando la adición de dos componentes especiales: fibra de ichu y ceniza de hoja de maíz.

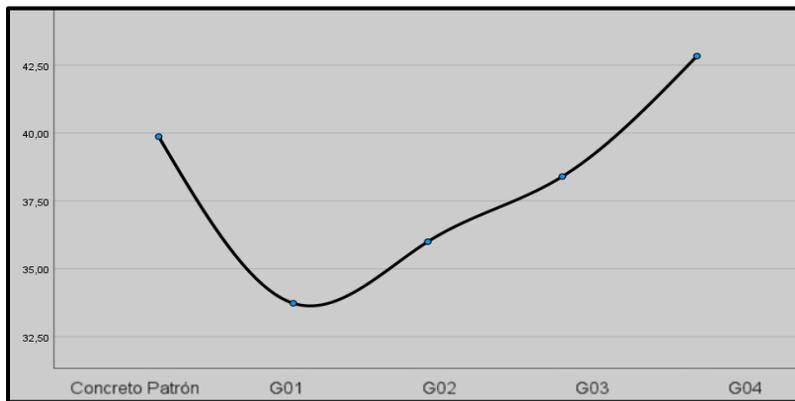
Este estudio se realizó para evaluar exhaustivamente el efecto potencial de estos aditivos sobre las resistencias a la flexión en la tabla 9.

Tabla 9. Análisis de varianzas de la hipótesis específica 2

| Grupo | Suma de cuadrados | gl | Media cuadrática | F | Sig. |
|------------------|-------------------|----|------------------|---------|-------|
| Entre grupos | 147.213 | 4 | 36.803 | 959.509 | 0.000 |
| Dentro de grupos | 0.380 | 10 | 0.038 | | |
| Total | 147.593 | 14 | | | |

Con base en los datos de la Tabla 9, los resultados de resistencia a flexión del concreto alcanzaron un nivel de significancia de 0.0000 para el concreto estándar y los grupos de prueba donde los valores fueron menores a 0.05, lo que sugiere fuertemente la necesidad de rechazar la hipótesis nula, es decir, se acepta la hipótesis alternativa, de la cual se puede entender la importancia de su inclusión para lograr una mejora significativa en la resistencia a la flexión del concreto

Figura 5. Gráfica de medias de resistencia a flexión del concreto



En la figura 5 presentada anteriormente, se observa una diferencia significativa entre los grupos de concreto estudiados, lo que indica que G04 logró un mejor desempeño en comparación con la muestra estándar, donde se evidencia una mejora del 7,44%.

Hipótesis 3: Resistencia a Tracción

Formulación de hipótesis nula y alternativa

En base lo visto previamente, se formuló la hipótesis nula y alternativa en la tabla 10 con la finalidad de determinar que hipótesis de corroborará y para el caso contrario se rechazará.

Tabla 10. Formulación de la hipótesis específica 3

| | | |
|-----------|-------------|---|
| Hipótesis | Nula | La adición de fibra de ichu y cenizas de capacho de maíz no influye positivamente la resistencia a tracción del concreto. |
| | Alternativa | La adición de fibra de ichu y cenizas de capacho de maíz influye positivamente la resistencia a tracción del concreto. |

Análisis de Varianzas

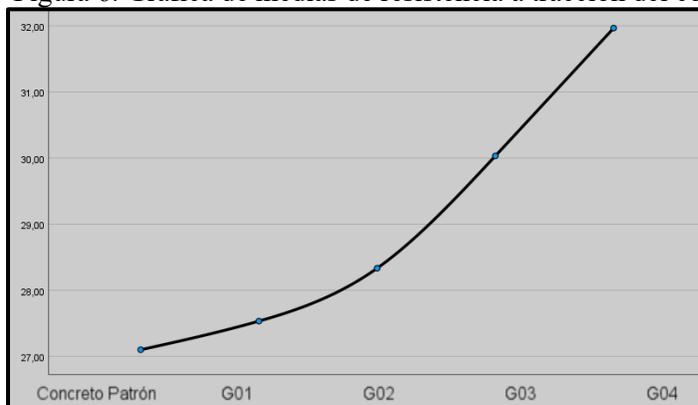
A continuación, se exponen los resultados obtenidos a partir del análisis de varianzas aplicado a la resistencia a la tracción del concreto, considerando la adición de dos componentes particulares: fibra de ichu y cenizas de capacho de maíz. Este estudio se ha llevado a cabo con el objetivo de evaluar de manera exhaustiva las posibles influencias de estas adiciones en la propiedad de esfuerzo a tracción en la tabla 11.

Tabla 11. Análisis de varianzas de la hipótesis específica 3

| Grupo | Suma de cuadrados | gl | Media cuadrática | F | Sig. |
|------------------|-------------------|----|------------------|----------|-------|
| Entre grupos | 48.223 | 4 | 12.056 | 1130.219 | 0.000 |
| Dentro de grupos | 0.107 | 10 | 0.011 | | |
| Total | 48.329 | 14 | | | |

Con base en los datos de la Tabla 11, el nivel de significancia obtenido por los datos de resistencia a la tracción del concreto es de 0.0000, considerando el concreto estándar y los grupos experimentales, donde los valores fueron menores a 0.05, lo que sugiere fuertemente la necesidad. rechazar la hipótesis nula, es decir se acepta la hipótesis alternativa de que se puede entender que estos aditivos tienen un papel en el contexto del estudio que respalda la importancia de su inclusión para lograr una mejora significativa en la resistencia a la tracción del concreto

Figura 6. Gráfica de medias de resistencia a tracción del concreto



En la figura 6 presentada anteriormente, hay una diferencia notable entre los grupos de concreto estudiados, mostrando que todas las muestras tienen una resistencia mayor que el concreto estándar, pero el grupo 4 fue el valor más alto, lo que representó la mejora del concreto. 17,96%.

CONCLUSIONES

Se concluye en base a la resistencia a compresión que el grupo experimental con mejor desempeño fue el G04 (0.35% y 0.55% CCM) al obtener una resistencia significativamente superior al de la muestra patrón, del cual, al compararlas, se obtiene una mejoría de 16.29%.

Se concluye en base a la resistencia a flexión que el grupo experimental con mejor desempeño fue el G04 (0.35% y 0.55% CCM) al obtener una resistencia significativamente superior al de la muestra patrón, del cual, al compararlas, se obtiene una mejoría de 7.44%.

Se concluye en base a la resistencia a compresión que el grupo experimental con mejor desempeño fue el G04 (0.35% y 0.55% CCM) al obtener una resistencia significativamente superior al de la muestra patrón, del cual, al compararlas, se obtiene una mejoría de 17.96%.

Se concluye en base al objetivo general, la resistencia a compresión del concreto, del cual se pudo determinar que la muestra patrón obtuvo una resistencia de 217.50 kg/cm², mientras que el grupo con adición de 0.35% FI y 0.55% CCM obtuvo una resistencia de 252.93 kg/cm², en donde se observa que la adición en esa dosificación es la más adecuada, por otro lado, en la resistencia a flexión del concreto se pudo determinar que la muestra patrón obtuvo una resistencia de 39.87 kg/cm², mientras que el grupo con adición 0.35% FI y 0.55% CCM obtuvo una resistencia de 42.83 kg/cm² y finalmente en quinta estancia se examinó la resistencia a tracción, del cual, se pudo determinar que la muestra patrón obtuvo una resistencia de 27.10 kg/cm², mientras que el grupo con adición 0.35% FI y 0.55% CCM obtuvo una resistencia de 31.97 kg/cm².

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

A Concrete Proposal to Introduce Control Theory to 16 Year Old Pupils por Goovaerts, Leen [et al]. European Journal of STEM Education [en línea]. Vol. 4 n° 1, Noviembre 2019. [Fecha de consulta: 30 de abril de 2023].

Disponible en: <https://doi.org/10.20897/ejsteme/5757>

ISSN: 2468-4368

ADVANCING cement-based materials design through data science approaches por Rios, Renee [et al.] RILEM Technical Letters [en línea]. Vol. 6, n°1: 140–149, 2021. [Fecha de consulta: 29 de abril de 2023].

Disponible en: <https://doi.org/10.21809/rilemtechlett.2021.147>

ISSN: 2518-0231

AMIRRUDIN, Muhammad, NASUTION, Khoirunnisa y SUPAHAR, Supahar. Effect of Variability on Cronbach Alpha Reliability in Research Practice. Jurnal Matematika, Statistika dan Komputasi [en línea]. Vol. 17 n° 2: 223–230, Diciembre 2020 [Fecha de consulta: 8 de mayo de 2023].

Disponible en: <https://doi.org/10.20956/jmsk.v17i2.11655>

ISSN: 2614-8811

ASSESSMENT of the mechanical properties of peruvian Stipa Obtusa fibers for their use as reinforcement in composite materials por Candiotti, Sergio [et al]. Composites Part A: Applied Science and Manufacturing [en línea]. Vol.135: 105950, Agosto 2020 [Fecha de consulta: 25 de marzo de 2023].

Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.compositesa.2020.105950>

ISSN: 1359-835X

AQUINO Rocha, HUMBERTO Joaquin y IBARRA Rolando. Identification and analysis of pathological defect appearance in superstructures of reinforced-concrete bridges in Chapare region, Bolivia. DYNA [en línea]. Vol.88 n°216: 15–21, Diciembre 2021 [Fecha de consulta: 30 de abril de 2023].

Disponible en: <https://doi.org/10.15446/dyna.v88n216.88247>

ISSN: 2346-2183

CABALLERO P., DAMIANI C. y RUIZ Á. Optimización del concreto mediante la adición de nanosílice, empleando agregados de la cantera de añashuayco de Arequipa. SciElo [en línea]. Vol. 36 N°1: 1-17, Abril 2021. [Fecha de consulta: 15 de abril de 2023].

Disponible en: <https://doi.org/10.3390/app8071120>

ISSN: 2076-3417

COMPRESSIVE and Flexural Strength of Concrete with Different Nanomaterials: A Critical Review por Ashwini, R. M. [et al.] *Journal of Nanomaterials* [en línea]. Vol. 1, 1–15, 2023. [Fecha de consulta: 29 de abril de 2023].

Disponible en: <https://doi.org/10.1155/2023/1004597>

ISSN: 1687-4129

JAGAN, S., NEELAKANTAN, T. y GOKUL, R. Mechanical and durability properties of the concrete with copper slag. *Revista de la construcción* [en línea]. Vol. 20 n° 2: 359–370, Setiembre 2021 [Fecha de consulta: 14 de abril de 2023].

Disponible en: <https://doi.org/10.7764/rdlc.20.2.359>

ISSN: 2508-0514

REYNA, Roy, SANTOS, Cristiam's y ACUÑA, Carlos. Estudio experimental de las propiedades mecánicas del hormigón simple y reforzado con fibras bajo carga monotónica. *TECNIA* [en línea]. Vol. 32 n°2: 153-161, Agosto 2022 [Fecha de consulta: 17 de abril de 2023].

Disponible en: <https://doi.org/10.21754/tecnia.v32i2.1411>

ISSN: 2309-0413

SÁNCHEZ, Juan, AGUILAR, Jorge y JARA, Manuel. Evaluación del comportamiento de vigas de concreto reforzadas y subreforzadas con varillas de PRFV. *Revista Espacio I+D Innovación más Desarrollo* [en línea]. Vol. 1 n° 26: 88–101, Febrero 2021 [Fecha de consulta: 14 de abril de 2023].

Disponible en: <https://doi.org/10.31644/imasd.26.2021.a04>

ISSN: 2007-6703

SIFUENTES, Armando, SUAREZ, Mary y ESTACIO, Lucio. Monitoreo de la salud estructural de un edificio residencial de muros de corte de concreto armado en Lima, Perú, utilizando un sensor 4d raspberry shake. *TECNIA* [en línea]. Vol. 32 n° 2: 162-170, Agosto 2022 [Fecha de consulta: 17 de abril de 2023].

Disponible en: <https://doi.org/10.21754/tecnia.v32i2.1412>

ISSN: 2309-0413

SCIENTIFIC and technical studies on eco-efficient binary cements produced with thermally activated ichu grass: Behaviour and properties por Frías Moisés [et al.]. *Cement and Concrete Composites* [en línea]. Vol. 111, 1-8, Agosto 2022 [Fecha de consulta: 17 de abril de 2023].

Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.cemconcomp.2020.103613>

ISSN: 0958-9465

STRUCTURAL behavior of cemented bahareque for social housing: A case study in Guayaquil City, Ecuador por Mite Fernando [et al.]. *Frontiers in Built Environment* [en línea]. Vol. 8: 1-20, Octubre 2022 [Fecha de consulta: 17 de abril de 2023].

Disponible en: <https://doi.org/10.3389/fbuil.2022.922397>

ISSN: 2297-3362

YANG, Liu, AN, Xuehui y DU, Sanlin. Estimating workability of concrete with different strength grades based on deep learning. Measurement [en línea]. Vol. 186, n°1: 110073, 2021. [Fecha de consulta: 29 de abril de 2023].

Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.measurement.2021.110073>

ISSN: 0263-2241

ZAVALA, Carlos. Damage limit states for confined masonry walls based on experimental test. *TECNIA* [en línea]. Vol. 29 n° 2: 1-7, agosto 2019 [Fecha de consulta: 17 de abril de 2023].

Disponible en: <https://doi.org/10.21754/tecnia.v29i2.715>

ISSN: 2309-0413