



INFLUENCIA DE LA CENIZA Y FIBRA DE GALLUS DOMESTICUS EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO

INFLUENCE OF ASH AND GALLUS DOMESTICUS FIBER ON THE PROPERTIES OF CONCRETE

Paul Piero, Prado Condori¹; Leopoldo, Choque Flores²

Recibido 06/08/2024; Aprobado: 17/11/2024

DOI: <https://doi.org/10.51372/gacetatecnica261.3>

RESUMEN

El artículo de investigación que se presenta, aborda el diseño experimental adicionando ceniza y fibra de Gallus Domesticus, se revisaron métodos de las aplicaciones similares para obtener dosificaciones optimas de ceniza en 0,5%CGD, 1,0%CGD y 2,0%CGD, en cambio en las fibras fue de 0,2%FGD, 0,5%FGD y 1,0%FGD. Con el fin de mejorar las propiedades del concreto se evaluaron en estado fresco y endurecido, realizando ensayos de compresión y flexión a los 7, 14 y 28 días, analizando tres muestras para cada diseño, en este caso se añadió ceniza y fibra de acuerdo al peso del cemento. Considerando los objetivos se realizó el ensayo de temperatura, trabajabilidad y peso unitario, así mismo se verifico a los 28 días, observándose con este último que con la adición de 0,5%CGD y 0,2%FGD se obtuvieron resultados máximos a compresión de 37,51MPa superando en 4,15% al diseño patrón, en cambio en la resistencia a flexión con la adición de 1,0%FGD y 0,5%FGD se obtuvo la máxima resistencia de 6,03MPa teniendo un incremento de 27,35% respecto al diseño patrón.

Palabras clave: ceniza de Gallus Domesticus; fibra de Gallus Domesticus; Raquis; agregado fino; agregado grueso; propiedades del concreto

¹Paul Piero, Prado Condori. Estudiante de la Universidad Cesar Vallejo. Lima. Perú Correo: ppapradocou01@ucvvirtual.edu.pe ORCID: <https://orcid.org/0009-0006-7165-410X>

²Leopoldo, Choque Flores. Doctor en ingeniería civil. Docente investigador en la Universidad Cesar Vallejo. Correo: lchoquef@ucv.edu.pe ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0914-7159>

ABSTRACT

The research article presented deals with the experimental design adding ash and fiber from Gallus Domesticus. Methods from similar applications were reviewed to obtain optimal dosages of ash at 0.5%CGD, 1.0%CGD and 2.0%. CGD, on the other hand, in the fibers was 0.2%FGD, 0.5%FGD and 1.0%FGD instead. In order to improve the properties of the concrete, they were evaluated in a fresh and hardened state, performing compression and bending tests at 7, 14 and 28 days, analyzing three samples for each design, in this case ash and fiber were added according to the cement weight. the objectives, the temperature, workability and unit weight test was carried out, and it was also verified after 28 days, observing with the latter that with the addition of 0.5%CGD and 0.2%FGD maximum results were obtained. compression of 37.51MPa, exceeding the standard design by 4.15%, on the other hand, in the flexural strength with the addition of 1.0%FGD and 0.5%FGD The maximum resistance of 6.03MPa was obtained, having an increase of 27.35% compared to the standard design.

Keywords: *Gallus Domesticus ash; Gallus Domesticus fiber; Rachis; fine aggregate; coarse aggregate; concrete properties*

1. INTRODUCCIÓN

El concreto se ha caracterizado como el elemento de construcción más utilizado a nivel mundial, lo cual es aplicado en varios tipos de construcciones, debido a las propiedades que tiene, de igual manera ocurre en el Perú siendo el más utilizado, considerándose el motor de la economía y principal indicador del crecimiento del país [1]. El cemento es el principal material que interviene en la elaboración del concreto, a la vez en su producción es uno de los materiales más contaminantes, exponiendo el CO₂ y el CaCO₃ [2], estas emisiones son preocupantes sobre el gran objetivo de minimizar el calentamiento global y efecto invernadero [3]. Por otro lado, para minimizar la contaminación y mejorar el concreto en el ámbito global se han utilizado reemplazar relativamente al cemento con cenizas volantes, escoria granulada, cenizas de mazorca de maíz y ceniza de cascara de arroz [4], buscando mejorar las propiedades físicos y mecánicas del concreto, respetando los estándares establecidos [5].

En el Perú la mayor parte de las construcciones de concreto muestran deficiencias, estos errores se encuentran especialmente en el pavimento rígido, mostrándose como una amenaza en el mediano y largo plazo, causando el deterioro y poca durabilidad e incumpliendo con la vida útil [6]. A la vez ocasionan dificultades en el transporte y accidentes de tránsito, mostrando el deterioro acelerado del concreto, que afecta a la seguridad y durabilidad de las estructuras viales, ocasionando aspectos negativos en la estética y gastos en la reparación [7]. Ante esta realidad en el ámbito global las empresas dedicadas a las construcciones de la infraestructura vial buscan crear estructuras con mayor resistencia y durabilidad mejorando las propiedades del concreto [8]. En respuesta se tienen nuevos aportes tecnológicos y

materiales son aplicados con más frecuencia en el concreto buscando mejorar la calidad [9], ya que estos derivados de la materia prima obtenidos por la incineración muestran componentes químicos favorables en el concreto [10].

Los estudios científicos han demostrado que las cenizas son beneficiosos para sustituir al cemento, con un nivel óptimo de remplazo proporciona el mayor rendimiento físico y mecánico del concreto [11], de la misma manera las cenizas orgánicas han demostrado que cumplen e influyen como filler en las mezclas de concreto [12], como en este caso las cenizas de Gallus Domesticus (CGD) son procedentes de la combustión de la biomasa de plumas de pollo, que opta propiedades químicas que reaccionan de una manera positiva en el concreto [13]. Por esta razón es una alternativa como material cementante y de esta manera se demuestra el potencial de la recolección de estos productos utilizados como material en la construcción y elaboración de pavimentos rígidos [4].

De la misma forma las fibras siempre estuvieron presentes como un componente de relleno en los materiales de construcción [14], dando usos estructurales como al adobe, la tapia y morteros de cal con el fin de conseguir estructuras más resistentes para la protección de agentes climáticos y peligros externos [15]. En la actualidad gracias a los avances científicos se ha optado por el estudio e implementación de fibras naturales [16], actualmente contribuyen en la mejora de elementos estructurales como resistencia al impacto y tracción [17], estas adiciones son caracterizados por disminuir el peso de las estructuras y mejorar las propiedades mecánicas del concreto [18]. Por lo expuesto el objeto de esta investigación es verificar la influencia de las cenizas y fibras de Gallus Domesticus en las propiedades del concreto

2. DESARROLLO

En una investigación se utilizó pluma de pollo y polvo de cáscara de anacardo como remplazo parcial del cemento, presentando optimizar las características del concreto, tanto en su estado fresco como endurecido, diseñando una mezcla de concreto de grado 30MPa, mejoraron positivamente la resistencia a compresión y flexión, concluyendo que adiciones en mayor cantidad disminuye las propiedades del concreto [8]. Otro estudio titulado “Las propiedades físicas y mecánicas del hormigón mejoradas mediante el uso de polvo de desechos orgánicos como sustituto del cemento” tuvo como objetivo obtener un material alternativo de residuos orgánicos en la industria de la construcción, se logró los resultados que al incrementar el polvo residual orgánico reduce la densidad específica y la resistencia a compresión, en cambio en el ensayo de contenido de vacío ocurre todo lo contrario [19].

Revista Gaceta Técnica. Artículo de Investigación. 26(1), 35-50, enero-junio, 2025

ISSN: 2477-9539



Las fibras son renovables y para su durabilidad dependen de la edad, origen y condiciones climáticas al que está expuesto, podrían usarse como compuestos, porque son económicos, compleja y heterogénea, a la vez está conformado por varios y diversas capas de pared, optando características de rugosidad y resistencia [20]. De acuerdo a estos antecedentes se hizo uso de las fibras de Gallus Domesticus (FGD) o Raquis (<3.cm), que opta una dura estructura física, con una buena densidad ($0,0648\text{g/cm}^3$) y resistencia a la tracción ($0,21\text{MPa}$), lo podría convertir en una buena opción para su uso en el concreto [18]. Hasta donde se sabe la CGD no ha sido empleada antes en el concreto, solo otros tipos de ceniza orgánica, en este contexto el objeto de esta investigación fue estudiar la influencia generado por la adición de CGD en proporción de 0,5%, 1,0% y 2,0% y FGD en 0,2%, 0,5% y 1,0% todo esto en relación del peso del cemento, promoviendo el aprovechamiento de estos desperdicios, con el fin de encontrar un material alternativo y apto para ser empleado de una forma óptima y a la vez evitando la contaminación del suelo a causa de estos desperdicios, de la misma forma mejorando las deficiencias por la baja resistencia del concreto.

3. METODOLOGÍA

En el presente estudio para el cumplimiento del objetivo, se orienta a una investigación de enfoque cuantitativo, diseño experimental (cuasi experimental), tipo aplicada y nivel explicativo. La metodología utilizada se centró en elaboración de 36 probetas ($6'' \times 12''$) y 24 vigas ($6'' \times 6'' \times 20''$), con los diseños patrón de 28MPa, 0,5%CGD+0,2%FGD, 1,0%CGD+0,5%FGD, 2,0%CGD+1,0%FGD.

3.1. Materiales

Caracterización de CGD

De acuerdo a lo planteado se realizó la caracterización de las CGD, el ensayo de análisis granulométrico se ejecutó mediante tamaño de partículas por tamizado, la Tabla 1 muestra los resultados obtenidos del ensayo.

Tabla 1. Ensayo granulométrico de la CGD. Fuente: los autores

Nº de Malla	Abertura (mm)	Peso Retenido	% Retenido	% Retenido Acumulado	% Pasante Acumulado
20	0,85	0	0	0	100
50	0,3	17,27	14,4	14,4	85,6
70	0,212	21,8	18,7	32,56	67,44
100	0,15	17,7	14,3	46,87	53,13
140	0,106	21,96	18,3	65,17	34,83
200	0,075	29,62	24,68	89,85	10,15

De acuerdo a la curva granulométrica en la Figura 1 se puede visualizar que el pasante

acumulado al 100% ocurre a partir de la malla N° 20.

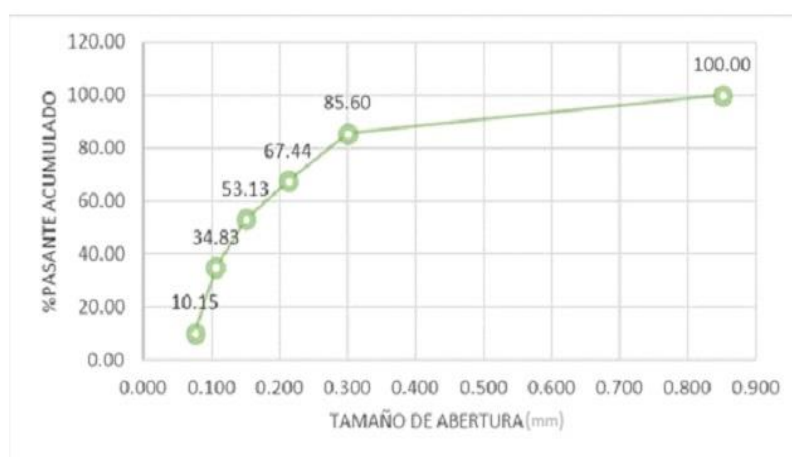


Figura 1. Curva granulométrica de las CGD. Fuente: los autores

El ensayo de fluorescencia de Rayos X-XFR que consiste en la composición química por óxidos, el equipo utilizado para este ensayo fue el SHIMADZU EDX, mediante un balance al 100% de óxidos calculados del análisis elemental (del sodio al uranio) por espectrometría de fluorescencia de rayos X, considerando un límite de detección del equipo (LCM) al 0,001%, en la Tabla 2 se aprecia los resultados obtenidos del ensayo X-XFR.

Tabla 2. Composición química expresados como óxidos de la CGD. Fuente: los autores

Código de Laboratorio	Parámetro	Unidad	LCM	Resultados
S-1521	Oxido de potasio, K ₂ O	%	0,001	36,24
	Oxido de calcio, CaO	%	0,001	17,607
	Óxido de hierro, Fe ₂ O ₃	%	0,001	16,475
	Oxido de zinc, ZnO	%	0,001	10,497
	Oxido de fósforo, P ₂ O ₅	%	0,001	9,578
	Oxido de silicio, SiO ₂	%	0,001	5,327
	Oxido de azufre, SO ₃	%	0,001	1,809
	Oxido de magnesio, MnO	%	0,001	0,948
	Oxido de cobre, CuO	%	0,001	0,733
	Oxido de titanio, TiO ₂	%	0,001	0,581
	Oxido de estroncio, SrO	%	0,001	0,205



Figura 2. (a) Colocación de la ceniza en la mufla, (b) Horno para la calcinación, (c) CGD calcinados a 700 °C. Fuente: los autores

En la Figura 2 se visualiza el proceso de colocación en la mufla de: (a) las cenizas calcinadas artesanalmente, (b) de la misma forma se puede visualizar la calcinación a una temperatura de 700°C por dos horas, y (c) finalmente se muestra el resultado de calcinación.

Caracterización de FGD

Para determinar la propiedad de la FGD (Raquis) se realizó el ensayo de densidad para 50gr utilizando el método de gravimetría, la Tabla 3 detalla los resultados del ensayo, y en la Tabla 4 la resistencia a tracción.

Tabla 3. *Propiedades físicas del Raquis. Fuente: los autores*

Código de Laboratorio	Parámetro	Unidad	Resultados
S-1984	Densidad	g/cm ³	0,684

Tabla 4. *Ensayo a tracción del Raquis. Fuente: los autores*

Código de Laboratorio	Parámetro	Unidad	Numero de Probeta	Resultados	Promedio de Resultados
S-1984	Resistencia a Tracción	N/pluma	1	2,142	1,969
			2	1,947	
			3	1,779	
			4	1,916	
			5	2,063	

3.2. Caracterización de los Agregados

Los agregados finos y gruesos fueron adquiridos de la cantera Trapiche, ubicados en el departamento de Lima, Perú. Se realizaron los ensayos correspondientes según la norma ASTM C136 [21], la Tabla 5 detalla el resumen de los ensayos realizado al agregado para el diseño de mezcla ACI 211 [22].

Tabla 5. *Resultado del ensayo de los agregados. Fuente: los autores*

Materiales	Peso Específico (g/cc)	Módulo de fineza	Humedad Natural %	Absorción	P. Unitario S. gr/cm3	P. Unitario C. gr/cm3
Cemento Sol tipo I	3,12					
Agregado fino	2,63	3.09	1.92	1.91	1365	1578
agregado grueso	2,64	6.91	0.19	0.93	1421	1561

3.3. Diseño de la Mezcla

Se elaboró un diseño de mezcla utilizando la metodología ACI 211[22], para una resistencia de f'_c de 27,46 MPa, la Tabla 6 detalla el diseño de mezcla determinado en kilogramos para un metro cubico de concreto, de la misma forma específica la cantidad utilizada para esta investigación, adicionando el 5% de desperdicio. La Tabla 7 muestra la proporción

determinado para la elaboración de la mezcla, donde se presentó un total de 9 probetas y 6 vigas por tanda, siendo un total de 36P y 24V.

Tabla 6. Resultado final de diseño de mezcla. Fuente: los autores

Material	Proporción				
	En volumen (kg/m ³)	En peso	En bolsa de cemento	La tesis (36P + 24V) = 0,4609m ³	Desperdicio 5%
Cemento	435,17	1	42,5	200,57	210,59
Agregado fino	769,30	1,76	74,8	354,57	372,29
Agregado grueso	922,74	2,12	90,1	425,29	446,55
Agua	209,47	0,48	20,4	96,55	101,38

Tabla 7. Proporción del agregado en kilogramos para la investigación. Fuente: los autores

Descripción	DP	0,5%CGD +0,2%FGD	1,0% CGD +0,5% FGD	2,0% CGD +1,0% FGD
Cemento	52,65 kg	52,28 kg	51,86 kg	51,07
Agregado fino	93,07 kg	93,07 kg	93,07 kg	93,07 kg
Agregado grueso	111,64 kg	111,64 kg	111,64 kg	111,64 kg
Agua	25,35 kg	25,35 kg	25,35 kg	25,35 kg
0,5% CGD		0,26 kg	0,53 kg	1,05 kg
0,2% FGD		0,11 kg	0,26 kg	0,53 kg

3.4. Ensayo para Determinar las Propiedades Físicas y Mecánicas del Concreto

Los ensayos realizados en el concreto con el diseño ACI 211 [22] y con la adición de CGD y FGD son vitales para corroborar y verificar las características y diferencias con resultados mencionados, tal cual plantean algunos estudiosos de la carrera de ingeniería civil u otros relacionados con este rubro, los ensayos realizados en el estado fresco fueron: temperatura, trabajabilidad y peso unitario. Así mismo, para el estado endurecido se realizaron los ensayos de resistencia a compresión y flexión.

Temperatura, trabajabilidad y peso unitario

La temperatura en el concreto es el resultado del calor generado en la mezcla, a partir de la hidratación del cemento al contacto con el agua formando cristales microscópicos, con el fin de adquirir estados estables [21]. Para medir la temperatura se hizo uso del termómetro, realizando 3 ensayos por cada diseño, con el fin de verificar que se encuentre en los límites establecidos según especifica la NTP 339.184 [23]. La trabajabilidad del concreto es un parámetro que muestra la facilidad de trabajar, colocar y compactarlo [22], se consideró un concreto plástico (3'' a 4'') con una relación de a/c 0,48, utilizándose el cono de Abrahán y lo especificado según indica la NTP 339.034 [24]. Para medir el peso unitario del concreto se hizo uso de un molde cilíndrico realizando 25 impactos por cada capa, realizando por tres capas de acuerdo lo especifica la NTP 339.046 [25].

Resistencia a la compresión y flexión

La resistencia a compresión se refiere a la capacidad de soportar una carga por unidad de área [26], mientras que, la resistencia a flexión es una medida a la falla por momento de una viga o losa de concreto no reforzado, donde se expresa como módulo de rotura [27], el ensayo de resistencia a flexión se realizó haciendo uso de la prensa hidráulica aplicando las fuerzas en los tercios medios de la viga, esta resistencia depende de la composición y estructura interna del material, así como de su geometría, tamaño y forma; se realizó según la NTP 339.079 [28].

4. RESULTADOS Y ANÁLISIS

4.1. Ensayos de Temperatura, Trabajabilidad y Peso Unitario

La temperatura en el concreto patrón resultó 25,70°C, la máxima temperatura alcanzado fue 27,70°C con la incorporación de 0,5%CGD+0,2%FGD superando en 7,78% respecto al diseño patrón, al incorporar las cenizas y fibras en mayor cantidad la temperatura suele disminuir. Así mismo, la trabajabilidad con diseño patrón alcanza 34 mm de slump, en cambio con la adición de 2,0%CGD+1,0%FGD resultó 43mm, superando 26,47% respecto al patrón, se puede verificar que a menos adición el slump suele disminuir. En el ensayo de peso unitario en el diseño patrón se obtuvo 2587,12 kg/m³, en cambio al incorporar con la adición 0,5%CGD+0,2%FGD resultó 2578,60, disminuyendo en 0,33% respecto al patrón, observándose que a más adición de CGD y FGD disminuye el peso unitario. La Tabla 7 detalla los resultados de los ensayos de las propiedades físicas del concreto de f'_c 27,46 MPa (280 kgf/m²).

Tabla 8. Resultado de los ensayos en estado fresco. Fuente: los autores

Ensayo	Dosificación			
	Patrón	0,5%CGD +0,2%FGD	1,0%CGD +0,5%FGD	2,0%CGD +1,0%FGD
Temperatura (°C)	25,7	27,7	26,8	24,5
Trabajabilidad (mm)	34	30	37	43
Peso Unitario (kg/m ³)	2587,12	2578,6	2558,09	2547,37

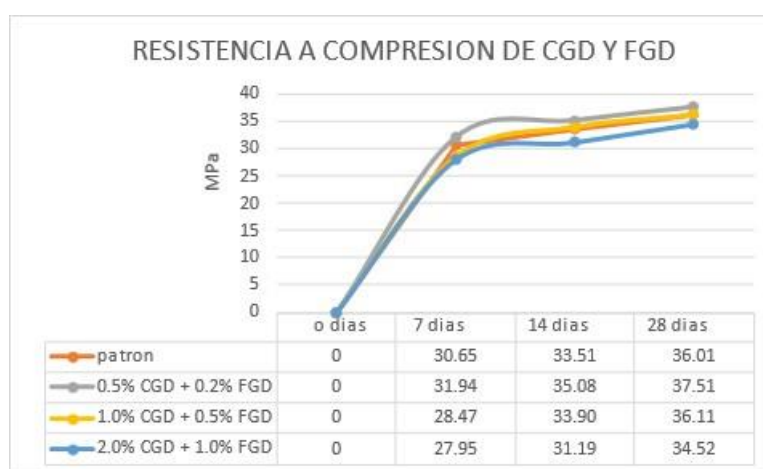
4.2. Ensayo de Resistencia a Compresión

Los resultados obtenidos en este ensayo endurecido del concreto se detallan en la Tabla 9, se puede verificar que el diseño de máximo resultado a los 28 días con la sustitución de 0,5%CGD+0,2%FGD, superando en un 4,15% respecto al diseño patrón, en cambio con el diseño 1,0%CGD +0,5%FGD hubo un leve incremento de 0,29%, en cambio con la adición de 2,0%CGD+1,0%FGD disminuyó en 4,14% respecto al diseño patrón.

Tabla 9. Rotura de Probetas. Fuente: los autores

Rotura	Dosificación			
	Patrón (MPa)	0,5%CGD+0,2%FGD (MPa)	1,0%CGD+0,5%FGD (MPa)	2,0%CGD+1,0%FGD (MPa)
Rotura a los 7 días	30,65	31,94	28,47	285,00
Rotura a los 14 días	33,51	35,08	33,90	318,15
Rotura a los 28 días	36,01	37,51	36,11	352,00

La Figura 3 ilustra la resistencia alcanzados a los 7,14 y 28 días después del curado, asimismo se visualiza que, a los 28 días de curado la dosificación 0,5%CGD+0,2%FGD alcanzó una resistencia máxima de 37,51MPa (382,45kg/cm²) superando a los demás diseños, de la misma forma la dosificación 1,0%CGD+05%FGD y 2,0%CGD+1,0%FGD llegaron a resaltar sobre el diseño patrón.

**Figura 3.** Resultado del ensayo a compresión a los 7, 14 y 28 días. Fuente: los autores

4.3. Ensayo de Resistencia a Flexión

En la resistencia a flexión los resultados obtenidos presentan la Tabla 10, se puede apreciar que con la incorporación de ceniza y fibra mejoraron todas las dosificaciones respecto al diseño patrón, con la adición de 0,5%CGD +0,2%FGD mejoró significativamente en 12,88%, con la adición de 0,5%CGD+0,2%FGD tuvo el mejor incremento superando en 27,35%, en cambio con la adición de 2,0%CGD +1,0%FGD tuvo un incremento de 18,79%.

Tabla 10. Rotura de vigas. Fuente: los autores

Rotura	Dosificación			
	Patrón (MPa)	0,5%CGD+0,2%FGD (MPa)	1,0%CGD+0,5%FGD (MPa)	2,0%CGD+1,0%FGD (MPa)
Rotura a los 14 días	4,41	4,79	4,50	4,48
Rotura a los 28 días	4,71	5,34	6,02	5,62

La Figura 4 detalla los resultados obtenidos a los 14 y 28 días, donde se puede observar que las resistencias obtenidas son mayores que del diseño patrón, alcanzando la máxima resistencia 6,02MPa (61.41kg/cm²) a los 28 días con la adición de 1,0% CGD+0,5% FGD, de

la misma forma con el diseño de 0,5%CGD+0,2%FGD y 2,0%CGD+1,0%FGD superaron al diseño patrón.



Figura 4. Resultado del ensayo a flexión a los 7, 14 y 28 días. Fuente: los autores

4.4. Análisis Estadístico de la Resistencia a Compresión

Se verificó si la incorporación de ceniza y fibra de Gallus Domesticus incide en la propiedad mecánica de resistencia de compresión del concreto f'_c 27,46MPa (280 kg/cm²), en la Figura 5 se visualiza la prueba de la normalidad mediante Anderson Darling, mostrando un valor de $p > 0.05$, esto quiere decir que los datos son paramétricos de distribución normal. Seguidamente se realizó la igualdad de varianza mediante el método de Bartlett para determinar si son iguales o diferentes, en este caso resultó que todas las varianzas son iguales, finalmente se determine la igualdad de medias, para la verificación, si son iguales o, todo lo contrario.

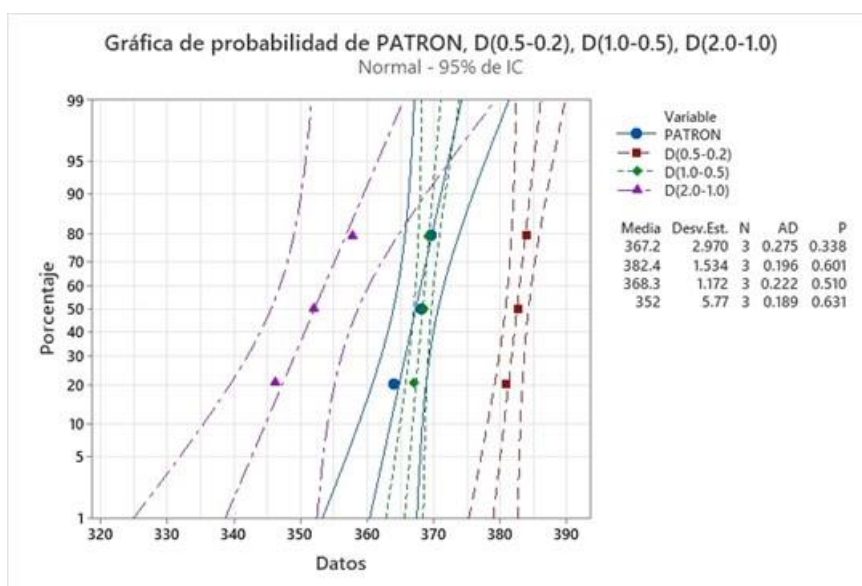


Figura 5. Prueba de normalidad de resistencia a compresión a los 28 días. Fuente: los autores

De las comparaciones múltiples de Tukey se puede verificar que si hubo un incremento

máximo con la adición de 0,5%CGD+0,2%FGD respecto al diseño patrón, esto quiere decir que las medias difieren significativamente respecto al diseño, por lo tanto, las CGD y FGD si inciden en las propiedades mecánicas del pavimento (ver Figura 6).

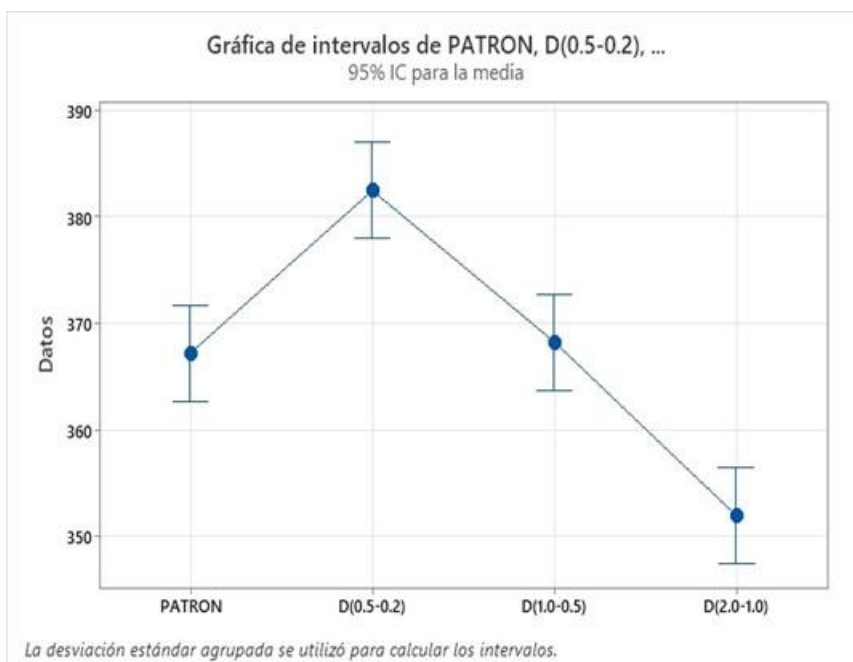


Figura 6. Diferencia de medias de Tukey para resistencia a compresión. Fuente: los autores

4.5. Análisis Estadístico de Resistencia a Flexión

Se realizó la evaluación considerando ¿si la incorporación de ceniza y fibra de Gallus Domesticus incide en la propiedad mecánica de resistencia a flexión para concreto f'_c 27,46MPa (280 kg/cm²) la Figura 7 ilustra la normalidad de los datos, lo cual se determinó mediante el método de Anderson Darling para un valor de $p < 0.05$; este método refleja que los datos son de distribución normal. Posteriormente se pasó a determinar la igualdad de varianzas mediante el método de Bartlett, donde se determinó que todas las varianzas son iguales, finalmente se determina la igualdad de las medias, los datos analizados mostraron un valor de significancia de 0,000, implicando que se acepta la hipótesis alterna y se rechaza la nula. Donde, la hipótesis nula: todas las medias son iguales, alterna: las medias difieren de los demás.

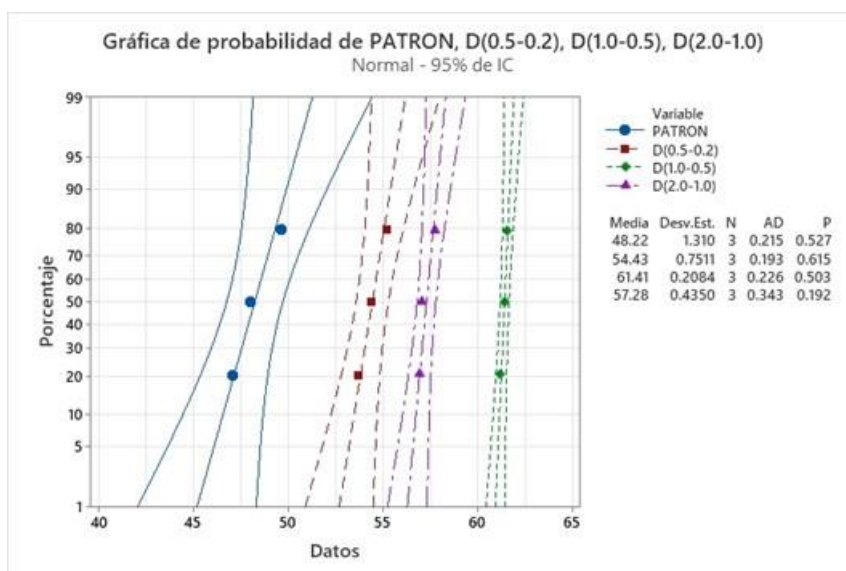


Figura 7. Prueba de normalidad de resistencia a compresión a los 28 días. Fuente: los autores

De las comparaciones múltiples de Tukey se puede verificar las dosificaciones más eficientes en términos de resistencia a flexión ilustradas en la Figura 8, en el diseño de concreto f'_c 27,46MPa (280 kg/cm²), con una dosificación en intervalos D(1,0-0,5), muestra la máxima resistencia obtenida respecto al diseño patrón.

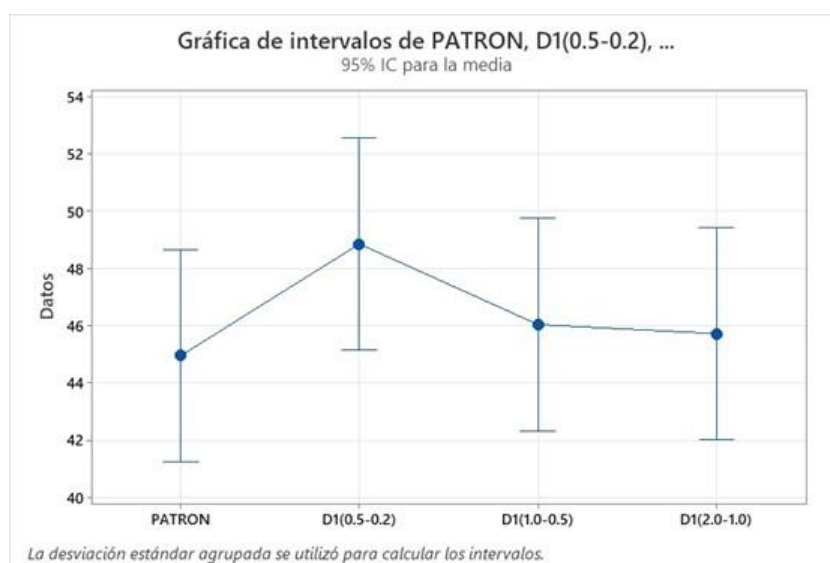


Figura 8. Diferencia de medias de Tukey para resistencia a flexión. Fuente: los autores

En cambio, el diseño D(2,0-1,0) D(0,5-0,2) muestran variaciones mínimas, a la vez señala que los diseños difieren significativamente respecto al diseño patrón, por lo tanto las medias correspondientes son significativamente diferentes, lo cual las CGD Y FGD inciden positivamente en el ensayo de resistencia a flexión.

5. CONCLUSIONES

Esta investigación tubo el objeto de estudio, evaluar la incidencia de la ceniza y fibra de

Gallus Domesticus adicionado a la mezcla en el concreto, realizando la caracterización de cada componente a detalle, posteriormente realizando los ensayos respectivos. Por otro lado, reducir la contaminación del medio ambiente y mitigar las fallas por baja resistencia del concreto, con la finalidad de obtener un pavimento rígido más resistente. Con base en los resultados obtenidos en esta investigación se demostró que la temperatura del concreto patrón resultó 25,70°C, los demás diseños con la sustitución parcial del cemento y fibra resultaron una temperatura cercana al patrón, implicando que no influyen deliberadamente en el concreto, ya que las temperaturas obtenidas tienen una cercanía y se encuentran dentro de las normas establecidas.

En los ensayos de trabajabilidad se verificó que la adición de las CGD y FGD si influye en el resultado, ya que a mayor adición de cenizas y fibra aumenta la trabajabilidad, esto se podría utilizar en cualquier tipo de proyecto que se necesite un concreto más fluido o plástico, el uso de la ceniza y fibra no repercute en ninguna de sus propiedades negativamente. Por otro lado, se encontró que la ceniza y fibra al utilizar en el concreto es beneficioso ya que disminuye el peso unitario sin disminuir las propiedades mecánicas del concreto, esto es muy beneficioso ya que en la actualidad necesitamos concretos resistentes, pero de menor masa, ya que esos podrían ser beneficioso en la resistencia a compresión.

Los ensayos de resistencia a la compresión y flexión mejoraron significativamente la resistencia, especialmente en la compresión con la adición de 0,5%CGD y 0,2%FGD, dió el mejor resultado, de la misma forma se evaluó la flexión verificándose que con la adición de 1,0%CGD y 0,5%FGD dio el mejor resultado, todos estos ensayos fueron evaluados a los 28 días. Finalmente, para la verificación de la igualdad de las medias se realizó el análisis estadístico, concluyendo que las medias son diferentes entre sí, de la misma forma se verificó con Tukey, donde ilustra que nuestras medias son diferentes, esto quiere decir que la diferencia de nuestras medias es significativamente diferente, motivo por el cual se concluye que la ceniza y fibra si incide positivamente en el concreto f'_c 27,46MPa (280 kg/cm²).

Se recomienda realizar el uso de las fibras y cenizas de Gallus Domésticos en un diseño factorial para poder tener los resultados de cómo afecta la variable independiente a la dependiente en todos los niveles. Por otro lado, se recomienda profundizar los ensayos de estado endurecidos a más de 28 días.

6. AGRADECIMIENTO

Agradecemos a la universidad Cesar Vallejo ya que apoyó esta investigación, con el fin de

aportar un granito de arena en el ámbito de la carrera de ingeniería civil.

7. FINANCIAMIENTO

Propio de los autores.

8. CONFLICTO DE INTERÉS

Los autores declaran no tener ningún conflicto de interés.

9. CONTRIBUCIÓN DE LOS AUTORES

PPPC: Definición del problema de estudio, se realizó la recolección de datos sobre teorías similares del uso de cenizas orgánicas y fibras naturales con el fin de obtener dosificaciones optimas, para el cumplimiento del objetivo se orientó a una investigación de enfoque cuantitativo, diseño experimental (cuasi experimental), tipo aplicada y nivel explicativo, de la misma forma se realizaron ensayos de laboratorio, procesamiento de datos, finalmente se corroboro los resultados mediante el análisis estadístico.

LCF: Apoyo en la definición del problema de estudio, recopilación de información referidos al tema de investigación concreto f'_c 27,46MPa (280 kg/cm²), asistencia en la elaboración de la metodología experimental, análisis estadístico de resultados, elaboración de gráficos y tablas, contribución en la redacción y revisión del artículo de investigación principal, asistencia en la definición del problema de estudio, recopilación de información sobre propiedades mecánicas del concreto para pavimentos rígidos, contribución en la redacción y revisión del artículo.

10. REFERENCIAS

- [1] A. Zamora y G. Polar, “Análisis del Sector construcción en el Perú debido al impacto originado por la pandemia del covid-19, los casos dedos obras privadas y dos obras estatales”, Tesis, Perú, Disponible en: <http://hdl.handle.net/20.500.12404/24156>, 2022
- [2] S. Ali y M. Khizar, “Compuestos de cemento mezclado con ceniza: opción ecológica y sostenible para el uso de ceniza de mazorca de maíz”, *Departamento de Ingeniería Civil*, N° 175, pp.442-455, Pakistán, Doi: 10.1016/j.jclepro.2017.12.050, 2017
- [3] B. Correia et al, “Influencia del pretratamiento químico en la puzolanidad de micropartículas de vidrio reciclado utilizadas como sustituto del cemento Portland”, *Materiales de Construcción*, Vol. 74, N° 354, Doi: 10.3989/mc.2024.362723, 2024
- [4] J. García et al, “Ultra-high-performance concrete with local high unburned carbon fly ash”, *Revista DYNA*, Vol. 88, N°. 216, pp. 38-47, Doi: 10.15446/dyna.v88n216.89234, 2021
- [5] P. Jha et al, “Agro-waste sugarcane bagasse ash (ScBA) as partial replacement of

- binder material in concrete”, *Elsevier*, Vol. 44, pp. 419-427, DOI: 10.1016/j.matpr.2020.09.751, 2021
- [6] C. Sotomayor, “Entendiendo a las fisuras y grietas en las estructuras de concreto”, Artículo Técnico, Perú, Disponible en: <http://consultcreto.com/pdf/entendiendo.pdf>, 2020.
- [7] K. Monsalve et al, “Patologías de la estructura vial del pavimento rígido”, *Formación Estratégica*, Vol. 3, N°. 1, España, Disponible en: <https://acortar.link/uskVyD>, 2022
- [8] C. Pavithra et al. “Comportamiento del hormigón añadiendo pluma de pollo como fibra con sustitución parcial del cemento por polvo de cáscara de anacardo”, *Elsevier*, Vol. 43, pp. 1173-1178, Doi: 10.1016/j.matpr.2020.08.731, 2020
- [9] W. Gustavo Valencia, D. Angulo, et al, “Resistencia química de concretos de activación alcalina ceniza volante/ escoria: Sulfatos y ácidos”, *Informador Técnico*, VOL. 1, N°. 82, pp. 67-77, Doi: 10.23850/22565035.1351, 2018
- [10] N. Perez y C. Sandoval, “Concrete hydraulic modified with silica obtained of the rice husk”, *Ciencia e Ingeniería Neogranadina*, Vol. 27, N° 1, pp. 91-109, Doi: 10.18359/rcin.1907, 2016
- [11] E. Aydin y H. Arel, “Datos sobre las propiedades físicas y mecánicas de los compuestos de pasta de cemento de cenizas volantes de alto volumen”, *Elseiver*, Vol. 16, pp.321-326, Doi: 10.1016/j.conbuildmat.2017.09.08, 2018
- [12] A. López, et al, “Desempeño de la adición de ceniza de bagazo de caña como filler para producir concretos autocompactantes”, *ALCONPAT*, Vol. 13, N°. 1, pp. 80-96, Doi: 10.21041/ra.v13i1.642, 2023
- [13] T. Ramos et al, “Mortero con cenizas de residuos de madera: Resistencia a la carbonatación y expansión ASR”, *Elseiver*, Vol. 49, N° 19, pp. 343-351, Doi: 10.1016/j.conbuildmat.2013.08.026, 2013
- [14] E. Laban et al, “Resistencia del concreto con incorporación de fibras de caña de azúcar y ceniza de carbón de madera”, *Ciencia Latina Revista Multidisciplinar*, Vol. 6, N° 6, pp.11116-11135, Doi: 10.37811/cl_rcm.v6i6.4188, 2022
- [15] J. Betancourt et al, “Revisión sobre el uso de fibras en concretos y su comportamiento mecánico”, *Revista Academia Journals*, Vol. 10, N° 7, pp.153-158, Disponible en: <https://acortar.link/DepoxK>, 2018
- [16] J. Carrión y S. Paramo, “Flexural Tests of Concrete Slabs-on-Ground Reinforced with Steel Fibers”, *Ingeniería, investigación y tecnología*, Vol. XVII, N°. 3, pp. 317-33, Doi: [10.1016/j.riit.2016.07.003](https://doi.org/10.1016/j.riit.2016.07.003), 2016
- [17] Y. Olivera et al, “Systematic Literature on the Improvement of the Mechanical Properties of Concrete with Fibers of Artificial-Natural Origin” *Revista Ingenieria*, Vol. 27, N°. 2, pp. 1-18, Doi: 10.14483/23448393.18207, 2021
- [18] R. Dhilipkumar et al, “Investigación experimental sobre ecología de concreto utilizando fibra natural como pluma de pollo” *Revista Internacional de Investigación Innovadora en Ciencia, Ingeniería y Tecnología*, Vol. 7, N°. 3, pp. 2461-2468, Doi: 10.14483/23448393.18207, 2018

- [19] I. Soto et al, “Propiedades físicas y mecánicas del hormigón usando polvo residual de desechos orgánicos como reemplazo parcial del cemento” *Revista Ingeniería de Construcción*, Vol. 33, N°. 3, pp. 229-239, Doi: [10.4067/S0718-50732018000300229](https://doi.org/10.4067/S0718-50732018000300229), 2018
- [20] P. Winne et al, “Tratamiento de Fibra Natural para Aplicación en Pavimentos de Concreto”, *Hindawi*, Vol. 13, N°. 1, pp. 1-13, Doi: 10.1155/2021/6667965, 2021
- [21] ASTM C136/C136M-19, “*Standard Test Method for Sieve Analysis of Fine and Coarse Aggregates*” West Conshohocken, PA: ASTM International, 2019
- [22] ACI Committee 211, “Guide for Selecting Proportions for High-Strength Concrete with Portland Cement and Fly Ash”, ACI 226.4R, *ACI Material Journal*, 90, 272-283, 1993
- [23] NTP 339.184, “*NORMA TÉCNICA PERUANA NTP 339.184*”, Dirección de Normalización - INACAL, San Isidro, Lima, Perú, 2021
- [24] NTP 339.034, “*NORMA TÉCNICA NTP 339.034*”, Dirección de Normalización – INACAL, San Isidro, Lima, Perú, 2015
- [25] NTP 339.046, “*NORMA TÉCNICA NTP 339.046*” Comisión de Normalización y de Fiscalización de Barreras Comerciales No Arancelarias – INDECOPI, Lima, Perú, 2008
- [26] P. Kumar y P. Monteiro, “*Concreto, propiedades y materiales*”, Primera edición, ISBN: 968-464-083-8. Disponible en: <https://es.scribd.com/document/591736662/Concreto-Mehta-Monteiro>, 1998
- [27] J. Ruiz y G. Ruiz, “Modelo analítico para el análisis de la flexión y la fisuración en secciones de hormigón armado como alternativa al diagrama de pivotes” *Sciencia Direct*, Vol. 68, N°. 282, pp. 147-154, Doi: 10.1016/j.hya.2017.04.007, 2017
- [28] NTP 339.079, “*NORMA TÉCNICA NTP 339.079*” Comisión de Normalización y de Fiscalización de Barreras Comerciales No Arancelarias – INDECOPI, Lima, Perú, 2012