

Influence of fiberglass and accelerator additive on the resistance of concrete $f'c$ 280 kg/cm², Trujillo 2023

Elkin Ronaldo Juárez Rodríguez¹, Juan Carlos Martell-Ortiz, Msc.¹
Eduardo Manuel Noriega-Vidal, Msc.¹, Juan Paul Edward Henríquez-Ulloa, Msc.¹, Alan Yordan
Valdivieso-Velarde, Dr.¹, Eduar Jose Rodríguez-Beltrán, Msc.¹, erjuarezr@ucvvirtual.edu.pe,
jmartellor@ucvvirtual.edu.pe, enoriegavi@ucvvirtual.edu.pe, jhenriquezu@ucvvirtual.edu.pe,
avaldivieso@ucv.edu.pe, erodriguezb@ucv.edu.pe,

¹Departamento de Ingeniería Civil, Universidad César Vallejo, Perú

Abstract– Given the problem of concrete, we sought to increase the compressive strength, analyzing its behavior by adding fiberglass and chema extract so that it has better properties, for this reason the objective was to determine the influence of both additives on the resistance of concrete 280 kg/cm². This research was called experimental-applied because it uses a quantitative approach. The doses used were 1.0%, 2.0% and 3.0% tested at ages of 3, 7, 14 and 28 days, 12 standard specimens were tested, 36 of each additive and 108 with combinations of both additives. The effects achieved by adding fiberglass in a dose of 2.0% improve the unit weight, temperature, compression, but the workability decreases, using chema extract the workability, temperature, unit weight and compression improve with a dose of 3.0%, the tests at compression of 28 days with the standard specimens obtained a resistance of 282.40 kg/cm², adding fiberglass resistances of 192.38 kg/cm², 310.67 kg/cm² and 301.50 kg/cm². Using chema extract resistances of 293.74 kg/cm², 303.84 kg/cm² and 333.72 kg/cm². Likewise, when making combinations, the most favorable result was adding 2.0% FV + 3.0% ChE, obtaining resistance of 364.32 kg/cm². Concluding that both additives positively influence the concrete.

Keywords-Concrete, compression, chema extract, fiberglass, resistance.

Influencia de la fibra de vidrio y el aditivo acelerador en la resistencia del hormigón f'c 280 kg/cm², Trujillo 2023

Elkin Ronaldo Juárez Rodríguez¹, Juan Carlos Martell-Ortiz, Msc.¹,
 Eduardo Manuel Noriega-Vidal, Msc.¹, Juan Paul Edward Henríquez-Ulloa, Msc.¹, Alan Yordan
 Valdivieso-Velarde, Dr.¹, Eduar Jose Rodríguez-Beltrán, Msc.¹, erjuarezr@ucvvirtual.edu.pe,
 jmartellor@ucvvirtual.edu.pe, enoriegavi@ucvvirtual.edu.pe, jhenriquezu@ucvvirtual.edu.pe,
 avaldivieso@ucv.edu.pe, erodriguezb@ucv.edu.pe,

¹Departamento de Ingeniería Civil, Universidad César Vallejo, Perú

Resumen— Ante la problemática del concreto, se buscó aumentar la resistencia a la compresión, analizando su comportamiento agregando fibra de vidrio y aditivo acelerante (ChE), por tal motivo el objetivo fue determinar la influencia de ambos aditivos en la resistencia del concreto. 280 kg/cm². Esta investigación se denominó experimental-aplicada porque utiliza un enfoque cuantitativo. Las dosis utilizadas fueron 1.0%, 2.0% y 3.0% ensayadas a 3, 7, 14 y 28 días, se ensayaron 12 ejemplares estándar, 36 de cada aditivo y 108 con combinaciones de ambos aditivos. Los efectos que se logran al agregar fibra de vidrio en una dosis de 2.0% mejoran el peso unitario, temperatura, compresión, pero la trabajabilidad disminuye, utilizando aditivo acelerante (ChE) la trabajabilidad, temperatura, peso unitario y compresión mejoran con una dosis de 3.0%, las pruebas a compresión de 28 días con las probetas estándar se obtuvo una resistencia de 282.40 kg/cm², sumando resistencias de fibra de vidrio de 192.38 kg/cm², 310.67 kg/cm² y 301.50 kg/cm². Utilizando resistencias aditivo acelerante (ChE) de 293.74 kg/cm², 303.84 kg/cm² y 333.72 kg/cm². Asimismo, el resultado más favorable fue agregar 2.0% FV + 3.0% ChE, obteniendo una resistencia de 364.32 kg/cm². Concluyendo que ambos aditivos influyen positivamente en el concreto.

Palabras clave- Concreto, compresión, , fibra de vidrio, resistencia.

Abstract-Given the problem of concrete, we sought to increase the compressive strength, analyzing its behavior by adding fiberglass and accelerating additive (ChE), for this reason the objective was to determine the influence of both additives on the resistance of the concrete. 280 kg/cm². This research was called experimental-applied because it uses a quantitative approach. The doses used were 1.0%, 2.0% and 3.0% tested at 3, 7, 14 and 28 days, 12 standard specimens were tested, 36 of each additive and 108 with combinations of both additives. The effects achieved by adding glass fiber in a dose of 2.0% improve the unit weight, temperature, compression, but the workability decreases, using accelerator additive (ChE) the workability, temperature, unit weight and compression improve with a dose of 3.0%, the 28-day compression tests with the standard specimens obtained a resistance of 282.40 kg/cm², adding fiberglass resistances of 192.38 kg/cm², 310.67 kg/cm² and 301.50 kg/cm². Using accelerator additive resistances (ChE) of 293.74 kg/cm², 303.84 kg/cm² and 333.72 kg/cm². Likewise, the most favorable result was adding 2.0% FV + 3.0% ChE, obtaining a resistance of 364.32 kg/cm². Concluding that both additives positively influence the concrete.

Keywords- Concrete, compression, fiberglass, resistance.

I. INTRODUCCIÓN

Según [1], Con el paso del tiempo el ámbito de la construcción está experimentando una rápida mejora, con fines de aumentar su resistencia del concreto usando una variedad de fibras naturales y aditivos químicos y minerales disponibles en el mercado. Materiales reciclados que sirven para la fabricación de concreto se está volviendo una exigencia para el cuidado del medio ambiente y la optimización de uso de los recursos en la construcción.

Según [2], el hormigón fibroso que mejora la entereza estructural se conoce como hormigón reforzado con fibra. El ambiente donde se desarrolla es la ciudad de Trujillo, lugar donde ha roto el récord de la temperatura.

Además [3], Estas temperaturas de van desde los 22 °C hasta 30 °C, de acuerdo a lo reportado por el Senamhi (2022) durante el paso del ciclo Yaku, fenómeno que vino cargado de fuertes lluvias, vientos y oleajes anómalos que sobrepasó la capacidad de absorción del suelo y las infraestructuras existentes conllevando algunas al colapso o perjuicios irreparables por ello se requería su reparación inmediata y puesta en operación. Es muy frecuente ver hoy diferentes estructuras en donde intervenga la aplicación de concreto en diferentes obras ya sea para edificaciones, puentes, carreteras o como también en pavimentaciones de concreto, estas presentan déficit ya que dichos elementos estructurales están expuestos a agentes externos conllevando a la corrosión y como resultado estructuras vulnerables. Los efectos climáticos que causan los daños en diferentes componentes estructurales de las edificaciones habitables en el distrito de Salaverry, Trujillo. Los perjuicios que ocasionan más daños, tenemos a la humedad teniendo un valor de 37%, la temperatura teniendo un valor de 31%, los fuertes vientos teniendo un valor de 24 % y lluvias afectan en porcentaje de 8% que afectan a los elementos estructurales de las viviendas, es por ello también determinó que una de las causas es tener cerca al océano del pacífico [4].

Según [5], el concreto como tema se ha visto muchas investigaciones con fin de darle una mejora con el uso de distintos aditivos químicos y naturales con el fin de obtener superiores resistencias de las mezclas que son fabricados en obra y en planta.

En este estudio se ensayarán especímenes a compresión que busca ventajas en ayudar con nuevas técnicas que se deben emplear en los concretos tradicionales siendo los dos

aditivos muy económicos y de fácil de adquirir en los centros ferreteros. Se analizará los efectos que presentará un comparativo de un aditivo natural y un aditivo químico y ver cuál es mejor en aportar mejores propiedades mecánica a compresión y trabajabilidad en cortos tiempos de endurecido que puedan alcanzar los efectos del uso de fibra de vidrio y el aditivo acelerante (ChE) en el concreto $f'c$ 280 kg/cm².

Según [6], el desempeño mecánico depende de la resistencia del concreto, el tamaño del espécimen a ensayar, el método de preparación, el tamaño de los agregados y de las características de las fibras a usar.

Según [7] y [8], el concreto tiene una alta resistencia a compresión, pero a tensión falla de manera frágil. Cuando fibras comerciales son mezcladas al concreto, propiedades como módulo de rigidez, carga máxima, ductilidad, resistencia a la fatiga y control del agrietamiento pueden ser mejoradas.

Este artículo se evalúa de forma teórica porque usa técnicas y determinadas por las normas nacionales (RNE) difundidas como el código (ACI) usado en la construcción, así como otras normativas vigentes ASTM y las NTP para la caracterización de agregados y los ensayos pertinentes. Es así que definimos el objetivo general:

- Determinar la influencia de fibra de vidrio y el aditivo acelerante (ChE) en la resistencia del concreto $f'c$ 280 kg/cm².
Objetivos Específicos:
- Caracterizar las propiedades de los agregados que permitan diseñar un concreto $f'c$ 280 kg/cm² con la adición de los aditivos fibra de vidrio y el aditivo acelerante (ChE).
- Obtener la resistencia a compresión del concreto $f'c$ 280 kg/cm² con dosis de 1.0 %, 2.0 % y 3.0 % de fibra de vidrio y Aditivo acelerante (ChE) en edades de 3, 7, 14 y 28 días de curado.
- Obtener la resistencia a compresión con las combinaciones de fibra de vidrio y el Aditivo acelerante (ChE) en dosis de 1.0 %, 2.0 % y 3.0 % en edades de 3, 7, 14 y 28 días de curado del concreto $f'c$ 280 kg/cm².
- Realizar un análisis estadístico anova para determinar la influencia de los aditivos fibra de vidrio y el Aditivo acelerante (ChE) sobre la resistencia a compresión del concreto $f'c$ 280 kg/cm² en 28 días.

II. METODOLOGIA

Según [9], Tipo de investigación: Es aplicada, porque una investigación se determina en función de su objetivo y sus resultados

Según [10], El estudio es conocido como diseño experimental, porque sujetan algunas limitaciones al aprovechar un experimento real. Por lo cual, tenemos dos variables independientes, que llamaremos "FV - ChE", para ver sus consecuencias sobre la variable dependiente de las variables independientes.

A. Población.

La forma en que se medirá está en función a la cantidad de especímenes ensayados y la caracterización de los agregados físicos y de resistencia a compresión del concreto $f'c$ 280 kg/cm².

B. Muestra.

Por otro lado [11], en la investigación se considerará como muestra a todos los especímenes que se ensayaran en compresión definidos como una parte de la población para llevar a cabo la indagación. Como muestras que se ensayaron en el laboratorio en diferentes momentos de 3, 7, 14 y 28 días para las pruebas de compresión un total de 192 especímenes, además 48 muestras que serán ensayadas en pruebas de slump, 16 muestras en peso unitario y 16 muestras para la toma de temperatura del concreto $f'c$ 280 kg/cm² con porcentajes de 1.0%, 2.0%, 3.0% por separado y una mezcla de ambos aditivos FV y ChE como acelerantes adicionales, respectivamente.

C. Técnicas e Instrumentos de recolección de datos y análisis de datos.

1) Técnicas de recolección de datos.

En este estudio se manejaron métodos de análisis directos con pruebas de ruptura de probetas con la adición de fibra de vidrio y el aditivo acelerante (ChE) como acelerantes. Podemos decir que esto implica preferir la particularidad conveniente para los objetivos de la exploración es decir elegir disposiciones manteniendo la analogía con la naturaleza del objetivo de la investigación.

Según [12], la técnica en un proyecto de investigación es un instrumento que comprende acciones y operaciones que permiten al investigador recopilar todo lo que suceda en el desarrollo de los ensayos.

2) Instrumento de recolección de datos.

El instrumento utilizado es la herramienta para recolectar los datos por medio de una ficha de registro llamada fichas de laboratorio en las que se recolecta datos de todos los ensayos presentes en esta investigación.

D. Procedimiento.

Según [13], En el presente estudio se realizaron diversas actividades para recopilar información y garantizar la calidad de los agregados y aditivos a usar ya que por medio de ello se obtendrá veracidad y garantía en el estudio.

En primer lugar, se procedió al reconocimiento de los agregados, donde se seleccionaron el agregado fino y grueso con particularidades favorable para el diseño y fabricación de concreto $f'c$ 280 kg/cm². [14] La recolección de los aditivos a usar también se tuvo en mínimo cuidado evaluado con ficha técnica en el caso de ambos aditivos. Análisis granulométrico (MTC E109 / ASTM - D422): Este ensayo permitió determinar la distribución de tamaños de partículas en el suelo, lo cual es esencial para comprender sus propiedades y comportamientos.

Peso específico y absorción del agregado fino (ASTM C128 15): Mediante este ensayo se determinó el peso específico de las muestras y el porcentaje de absorción de las partículas que se está analizando.

Gravedad específica y absorción del agregado grueso (ASTM C127-15): Mediante este ensayo se determinó el peso específico de las muestras y el porcentaje de absorción de las partículas que se está analizando.

Peso unitario suelto y varillado de los agregados (ASTM C29-C29M-17a): Mediante este ensayo se determinó el peso unitario de los agregados, la cual consiste en el ensayo suelto llenar el molde normado hasta su capacidad luego enrasar y pesar, el otro

Tamiz estándar	Abertura (mm)	Peso Retenido (g)	% Retenido Parcial (g)	% Retenido Acumulado	% Que Pasa (g)	ASTM C 33	
						Mínimo	Máximo
3/8"	9.5	0	0	0	100	100	100
Nº 4	4.75	19.9	2.8	2.8	97.2	95	100
Nº 8	2.36	71.8	10.2	13.1	86.9	80	100
Nº 16	1.18	136.5	19.5	32.5	67.5	50	85
Nº 30	0.6	192.4	27.4	60	40	25	60
Nº 50	0.3	130.2	18.6	78.5	21.5	5	30
Nº100	0.15	108.6	15.5	94	6	0	10
Nº200	0.075	25.6	3.6	97.6	2.4	0	3
Fondo	-	16.6	2.4	100	0		
Módulo de Finura					2.81	3.45	2.15

procedimiento en llenar en 3 capas fraccionales y en cada capa varillado

25 veces con una varilla de 5/8" respectivamente para ambos agregados tanto el fino como el grueso.

Diseño de mezclas (ACI 211.1): Este método desarrolla un procedimiento en el diseño de las mezclas para fabricar concreto que cual nos permite obtener datos de diferentes materiales que conforman la unidad cubica del concreto.

Asentamiento del concreto mediante el cono de Abrams (NTP 339 035/MTC E 705): Este ensayo evaluamos la capacidad del hormigón para fluir por peso propio de sí mismo. Este se comprueba utilizando un instrumento llamado cono de Abrams que trata en poner el concreto recién fabricado en su estado fresco en un molde de forma cónica truncada y luego medir el asentamiento que se produce por su propio peso.

Peso unitario (ASTM C138 / NTP 339 046): Esta prueba nos permite calcular el peso del hormigón en su estado fresco sirve para ver la dosis y los comportamientos de los materiales usados en su fabricación, este se evalúa el volumen de concreto que se producirá. Esto es crucial porque se comprueba la utilidad de la mezcla, se utiliza una varilla de 5/8" y el molde que tiene que estar humedecido, el proceso continúa en colocar en 3 partes iguales y cada parte debe ser varillada con 25 golpes.

Temperatura del Concreto en su Estado Fresco (ASTM C1064 / C1064M-17): Es necesario comprobar la temperatura en el concreto recién fabricado. En este ensayo depende del tiempo y la velocidad del secado ya que por medio de eso hay variaciones de temperature llevando a causar cambios en el volumen agrietamiento o fisuras.

Resistencia a la compresión de probetas cilíndricas de concreto (ASTM C39C39M-21): El objetivo es llegar al término de resistencia donde el espécimen puede romper o llegar a fallar y conseguir datos del ensayo a compresión. El espécimen ensayado depende mucho de la relación de la dosificación de agua cemento que se le agrega a la mezcla en su fabricación

III. RESULTADOS Y DISCUSION

En la tabla I la Granulometría del agregado fino se determinó mediante el tamizado manual teniendo en cuenta la duración del tamizado es de 10 minutos para el agregado fino, consiguiendo su módulo de finura de 2.81, esto se obtiene

sumando el porcentaje acumulado en los tamices dividido sobre 100 según la norma ASTM C33.

TABLA I
GRANULOMETRÍA DEL AGREGADO FINO.

En la tabla II la Granulometría del agregado grueso se determinó mediante el tamizado manual teniendo en cuenta la duración del tamizado es de 10 minutos para el agregado grueso, obteniendo su módulo de finura de 6.61, esto se obtiene sumando el porcentaje acumulado retenido en los tamices dividido sobre 100, su tamaño máximo nominal es obtenido al menor tamiz del juego usado que origina el retenido mayor a 5.0 %, en este caso el TMN será de 1/2", según la norma ASTM C33/C33M-18.

TABLA II
GRANULOMETRÍA DEL AGREGADO GRUESO.

Agregado Grueso ASTM C33/C33M - 18 - HUSO 67							
Abertura de tamices		Retenido (g)	%Retenido (g)	%Acumulado retenido (g)	%Acumulado que pasa (g)	Especificación	
Nº	Abertura mm					Mínimo	Máximo
3/4"	19.0				100	90	100
1/2"	12.5	2080	36.57	36.57	63.43	50	79
3/8"	9.50	1502.9	26.42	62.99	37.01	20	55
No. 4	4.75	2006.4	35.27	98.26	1.74	0	10
No. 8	2.36	98.2	1.73	99.99	0.01	0	5
Plato	< No. 200	0.5	0.01	100	0	-	-
						Mf	6.61
						Tmn	1/2"

En la tabla III el porcentaje de humedad en el agregado fino se obtuvo mediante la división de la muestra húmeda menos la muestra seca, descontando el peso del recipiente, luego calculado en porcentaje de acuerdo según la norma ASTM 566-19.

TABLA III
CONTENIDO DE HUMEDAD DEL AGREGADO FINO.

Item	Descripción	Und.	Datos	Cantera
1	Peso del Recipiente	g	104.2	Cantera Bauner
2	Peso de la tara + muestra húmeda	g	600.5	
3	Peso del Recipiente + muestra seca	g	595.2	
4	Contenido de humedad	%	1.08	

En la tabla IV el porcentaje de humedad en el agregado grueso se obtuvo por la división de la muestra húmeda menos la muestra seca, descontando el peso del recipiente, luego calculado en porcentaje de acuerdo según la norma ASTM 566-19.

TABLA IV
CONTENIDO DE HUMEDAD DEL AGREGADO GRUESO

Item	Descripción	Und.	Datos	Cantera
1	Peso del Recipiente	g	91.5	Cantera Bauner
2	Peso del Recipiente + muestra húmeda	g	2242.5	
3	Peso del Recipiente + muestra seca	g	2222.8	
4	Contenido de humedad	%	0.92	

En la tabla V el peso específico en el agregado fino se consiguió un promedio de 2.563, el peso específico saturado un promedio de 2.606 y el peso específico aparente con un promedio de 2.677, luego el porcentaje de absorción del agregado un valor de 1.7% según la norma ASTM 128-15.

TABLA V
PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO FINO

	Identificación	(g)	(g)	
A	Peso Mat. Sat. Sup. Seca (SSS)	497.5	493.5	
B	Peso Frasco + agua	675	668	
C	Peso Frasco + agua + muestra SSS	981.2	972.5	
D	Peso del Mat. Seco	489.7	485.1	Promedio
	Pe Bulk (Base seca) o Peso específico de masa = $D/(B+A-C)$	2.56	2.567	2.563
	Pe Bulk (Base Saturada) o Peso específico SSS = $A/(B+A-C)$	2.601	2.611	2.606
	Pe Aparente (Base seca) o Peso específico aparente = $D/(B+D-C)$	2.669	2.686	2.677
	% Abs = $100*((A-D)/D)$	1.6	1.7	1.7

En la tabla VI el peso específico del agregado grueso se consiguió un promedio de 2.617, el peso específico saturado un promedio de 2.638 y el peso específico aparente con un promedio de 2.673, luego el porcentaje de absorción del agregado un valor de 0.80% según la norma ASTM 128-15.

TABLA VI
PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO GRUESO

Datos		A (g)	B (g)
1	Peso de la muestra sss	2721	2611.2
2	Peso de la muestra sss sumergida	1685.5	1625
3	Peso de la muestra secada al horno	2699.4	2590.6
Resultados		Ensayo 1	Ensayo 2
peso específico de masa		2.607	2.627
peso específico de masa s.s.s		2.628	2.648
peso específico aparente		2.662	2.683
porcentaje de absorción		0.8	0.8

En la tabla VII se aprecia de acuerdo al código ACI la cantidad de materiales que se usara en un 1 m^3

TABLA VII
PROPORCIONES DE DISEÑO DE MEZCLA MEDIANTE EL MÉTODO ACI 211.1.

Componente	Peso seco	Peso húmedo
Cemento Tipo I	478 kg	478 kg
Agua	216 L	214 L
Aire atrapado = 2.5%	0.0 kg	0.0 kg
Agregado grueso	987 kg	995 kg
Agregado fino	603 kg	613 kg
		2300 kg

En la tabla VIII se obtuvo las dosificaciones de cada material a usar en la mezcla, las cantidades varían en kilogramos: peso de cemento 477.673 kg, agregado grueso de 996.06 kg, agregado fino de 609.193 kg y de agua 218.55 L. Las dosis de los materiales que se usara en un m^3 , en cemento se usara 11.24 bolsas, agregado grueso 0.389 m^3 , agregado fino 0.72 m^3 , agua 0.185 m^3 , y el rendimiento de 0.81 en obra

TABLA VIII
CÁLCULO PARA 1 M^3 DE CONCRETO.

Componente	Peso húmedo
Cemento tipo I	477.673 kg
Agua	218.5 L
Aire atrapado = 2.5%	0 kg
Agregado grueso	996.06 kg
Agregado fino	609.193 kg
Slump obtenido	6.5"
Apariencia	Optima
Rendimiento	0.81

En la tabla IX se muestra las dosis en proporciones que se usara por cada 1 m^3 de concreto $f'c$ 280 kg/cm^2 . Las dosificaciones en proporciones se muestran por cada bolsa de cemento de 42.5 kg se usará 1.2 de agregado fino, 2.1 de agregado grueso y la cantidad de agua será de 19.4 litros.

TABLA IX
PROPORCIONES EN VOLUMEN DE OBRA.

Cem 11	A.F.1.22	A.G. 2.1	Agua 19.4
--------	----------	----------	-----------

En la tabla X se obtuvo los resultados usando aditivo acelerante (ChE) tenemos resultados favorables de 5.33", 5.67" y 5.93" evidenciando que a mayor cantidad de aditivo acelerante (ChE) la trabajabilidad mejora, pero en términos de costo ya no es favorable. Mientras que añadiendo Fibra de Vidrio tenemos resultados de 3.9", 3.5" y 3.2" como se evidencia a mayor cantidad de fibra de vidrio la trabajabilidad baja.

TABLA X
ENSAYO DE SLUMP.

Aditivo acelerante ChE.	Fibra vidrio			
	0%	1%	2%	3%

0%	4.2	3.9	3.5	3.2
1%	5.3			
2%	5.7			
3%	5.9			

En la Fig. 1 se aprecia la trabajabilidad del concreto en su estado fresco mediante la NTP 339.035 y MTC E705, ensayo de Slump con ambos aditivos en dosis de 1.0%, 2.0% y 3.0%, el patrón presenta un asentamiento de 4.2". Por otro lado, sumando aditivo acelerante (ChE) tenemos resultados favorables de 5.33", 5.67" y 5.93" evidenciando que a mayor cantidad de aditivo acelerante (ChE) la trabajabilidad mejora, pero en términos de costo ya no es favorable. Mientras que añadiendo fibra de vidrio tenemos resultados de 3.9", 3.5" y 3.2" como se evidencia a mayor cantidad de fibra de vidrio la trabajabilidad baja

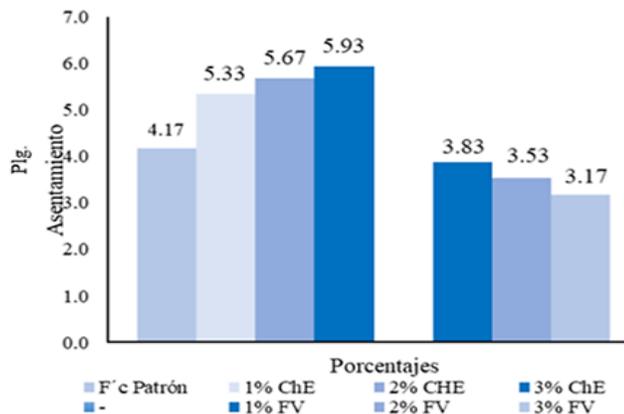


Fig. 1 Ensayo de asentamiento añadiendo FV y aditivo ChE.

En la tabla XI se obtuvo los resultados haciendo una mezcla de ambos aditivos en dosis de, 1%, 2% y 3%. El testigo patrón logra un asentamiento de 4.17". Sin embargo, añadiendo el 1.0% de ChE+1.0% de FV, el 1.0% de ChE+2.0% de FV, 1.0% de ChE+3.0% de FV se logró asentamientos de 5.17", 4.67", 4.23". Sumando 2.0% de ChE+1.0% de FV, 2.0% de ChE+2.0% de FV, 2.0% de ChE+3.0% de FV se logró asentamientos de 5.33", 5.07", 4.77". También se ensayó añadiendo 3.0% de ChE+1.0% de FV, 3.0% de ChE+2.0% de FV 3.0% de ChE+3.0% de FV se logró asentamientos de 5.43", 5.17" y de 5.03".

Tabla XI
COMBINACIÓN DE FV Y CHE EN EL ASENTAMIENTO.

Aditivo acelerante ChE	Fibra vidrio			
	0%	1%	2%	3%
0%	4.2			
1%		5.1	4.7	4.2
2%		5.3	5.1	4.8
3%		5.4	5.2	5.0

En la Fig. 2 haciendo una mezcla de ambos aditivos en el concreto en su estado fresco usando aditivo acelerante (ChE) y fibra de vidrio en dosis de, 1%, 2% y 3%. El testigo patrón

logra un asentamiento de 4.17". Sin embargo, añadiendo el 1.0% de ChE+1.0% de FV, el 1.0% de ChE+2.0% de FV, 1.0% de ChE+3.0% de FV se logró asentamientos de 5.17", 4.67",

4.23". Sumando 2.0% de ChE+1.0% de FV, 2.0% de ChE+2.0% de FV, 2.0% de ChE+3.0% de FV se logró asentamientos de 5.33", 5.07", 4.77". También se ensayó añadiendo 3.0% de ChE+1.0% de FV, 3.0% de ChE+2.0% de FV 3.0% de ChE+3.0% de FV se logró asentamientos de 5.43", 5.17" y de 5.03".

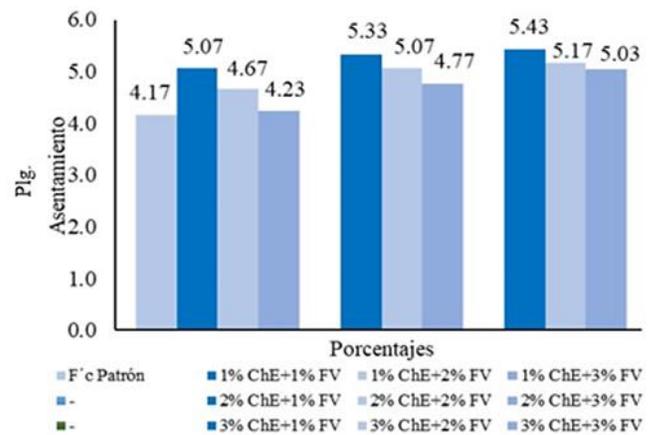


Fig. 2 Ensayo de Asentamiento añadiendo combinación de FV y ChE

En la tabla XII la variación del peso unitario empleando ambos aditivos con dosis de 1.0%, 2.0% y 3.0%, en la prueba patrón tiene un peso de 2371 kg/cm² y con las dosis existe un deceso de 2.57 % respecto a la prueba patrón con la dosis de 2.0% de Fibra de Vidrio. Por otro lado, tenemos la influencia del aditivo chema con la dosis de 2.0% disminuye un 0.97 %.

Tabla XII
PESO UNITARIO DE FV Y CHE

Muestra	Peso unitario (g)
Patrón f'c 280 kg/cm ²	2371
FV 1.0 %	3335
FV 2.0 %	2310
FV 3.0 %	2313
ChE 1.0 %	2352
ChE 2.0%	2348
ChE 3.0%	2350

En la Fig. 3 se aprecia la variación del peso unitario empleando ambos aditivos con dosis de 1.0%, 2.0% y 3.0%, en la prueba patrón tiene un peso de 2371 kg/cm² y con las dosis existe un deceso de 2.57 % respecto a la prueba patrón con la dosis de 2.0% de Fibra de Vidrio. Por otro lado, tenemos la influencia del aditivo chema con la dosis de 2.0% disminuye un 0.97 %.

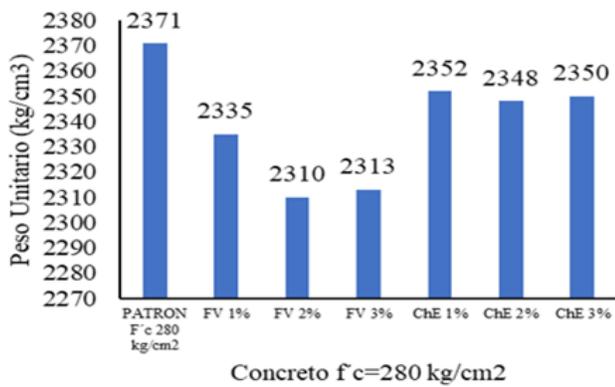


Fig. 3 Influencia de FV y ChE en el peso unitario.

En la tabla XIII la variación del peso unitario empleando ambos aditivos con dosis de 1.0%, 2.0% y 3.0%.

TABLA XIII
PESO UNITARIO DE LAS COMBINACIONES DE FV Y CHE

Muestra	Peso unitario (g)
1.0 % FV + 1.0 % ChE	2340
1.0 % FV + 2.0 % ChE	2335
1.0 % FV + 3.0 % ChE	2339
2.0 % FV + 1.0 % ChE	2342
2.0 % FV + 2.0 % ChE	2331
2.0 % FV + 3.0 % ChE	2325
3.0 % FV + 1.0 % ChE	2346
3.0 % FV + 2.0 % ChE	2321
3.0 % FV + 3.0 % ChE	2317

En la Fig. 4 se aprecia la variación del peso unitario empleando ambos aditivos con dosis de 1.0%, 2.0% y 3.0%, en la prueba patrón tiene un peso de 2371 kg/cm² y con combinaciones del 1.0% de FV + 2.0% ChE existe un deceso de 1.52 %, con la combinación de 2.0% FV + 3.0% ChE se aprecia un deceso del peso en un 1.94 %, con las combinaciones de 3.0 % FV + 2.0% ChE, 3.0% + 3.0% de 3.0% ChE, existen decesos de 2.11% y 2.28 %.

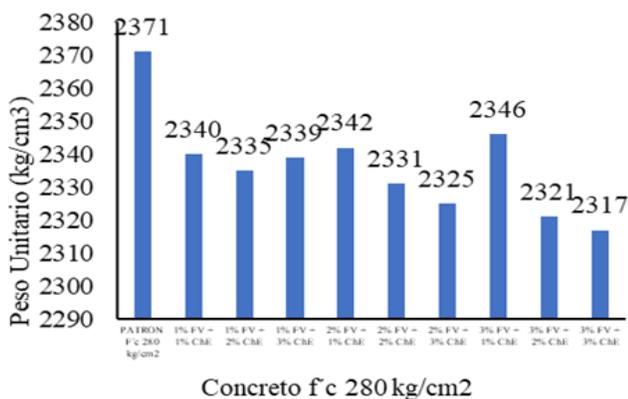


Fig. 4 Combinaciones de FV y ChE en peso unitario.

En la tabla XIV la variación de la temperatura usando fibra de vidrio y aditivo acelerante (ChE) en dosis del 1%, 2% y 3% y como también la variación de las combinaciones de ambos aditivos.

TABLA XIV
TEMPERATURA DEL CONCRETO EMPLEANDO FV Y CHE

N°	Identificación	Temperatura (°C)
1	Patrón	23 °C
2	FV 1.0 %	22 °C
3	FV 2.0 %	21 °C
4	FV 3.0 %	20 °C
5	ChE 1.0 %	22 °C
6	ChE 2.0 %	21 °C
7	ChE 3.0 %	21 °C
8	FV 1.0 % + ChE 1.0 %	23 °C
9	FV 1.0 % + ChE 2.0 %	22 °C
10	FV 1.0 % + ChE 3.0 %	22 °C
11	FV 2.0 % + ChE 1.0 %	22 °C
12	FV 2.0 % + ChE 2.0 %	21 °C
13	FV 2.0 % + ChE 3.0 %	22 °C
14	FV 3.0 % + ChE 1.0 %	22 °C
15	FV 3.0 % + ChE 2.0 %	22 °C
16	FV 3.0 % + ChE 3.0 %	21 °C

En la Fig. 5. la variación de la temperatura usando fibra de vidrio y aditivo acelerante (ChE) en dosis del 1%, 2% y 3% y como también la variación de las combinaciones de ambos aditivos. El concreto patrón presento una temperatura de 23 °C, mientras que añadiendo FV en dosis del 3% esta baja a 20°C, usando ChE con dosis de 3% bajo a 21°C, mientras en las combinaciones de ambos aditivos todas las temperaturas bajan por debajo de la muestra patrón manteniendo el rango de 21°C y 22°C, estos beneficios ya que minimizamos los posibles efectos de contracción plástica que experimenta el concreto en las primeras horas de fraguado

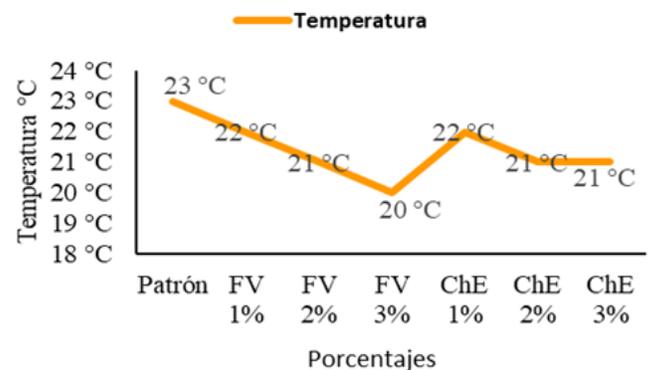


Fig. 5 Temperatura del concreto empleando FV y ChE.

En la tabla XV la variación de la resistencia a compresión en 3 días de curado mediante la norma ASTM C-

39 usando aditivo acelerante (ChE) y fibra de vidrio en dosis de, 1.0%, 2.0% y 3.0% en función a la cantidad de cemento.

TABLA XV

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN EN 3 DÍAS

Aditivo acelerante ChE	Fibra vidrio			
	0%	1%	2%	3%
0%	169.47	195.48	201.13	196.21
1%	195.70			
2%	238.27			
3%	246.16			

En la Fig. 6 la variación de la resistencia a compresión en 3 días de curado mediante la norma ASTM C-39 usando aditivo acelerante (ChE) y fibra de vidrio en dosis de, 1.0%, 2.0% y 3.0% en función a la cantidad de cemento. El testigo patrón cumple con los parámetros de diseño de ACI f'_c 280 kg/cm², logrando así una resistencia de 169.47 kg/cm², añadiendo aditivo acelerante (ChE) en dosis de 1.0%, 2.0% y 3.0% se obtiene resistencias de 195.70 kg/cm², 238.27 kg/cm², 246.16 kg/cm². así mismo añadiendo fibra de vidrio en la misma dosis alcanzó resistencias de 195.48 kg/cm², 201.13 kg/cm², 196.21 kg/cm², teniendo resultados favorables para ambos aditivos que superan por encima del f'_c patrón.

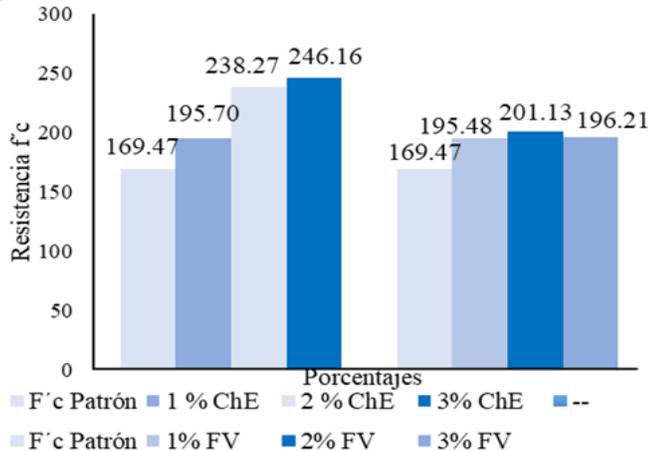


Fig. 6 Influencia de ChE y FV en 3 días de Curado.

En la tabla XVI la variación de la resistencia a compresión en 7 días de curado mediante la norma ASTM C-39 usando aditivo acelerante (ChE) y fibra de vidrio en dosis de, 1%, 2% y 3% en función a la cantidad de cemento

TABLA XVI
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN EN 7 DÍAS

Aditivo acelerante ChE	Fibra vidrio			
	0%	1%	2%	3%
0%	201.34	235.42	250.79	244.84

1%	244.80		
2%	256.90		
3%	266.02		

En la Fig. 7 la variación de la resistencia a compresión en 7 días de curado mediante la norma ASTM C-39 usando aditivo acelerante (ChE) y fibra de vidrio en dosis de, 1%, 2% y 3% en función a la cantidad de cemento. El testigo patrón cumple con los parámetros de diseño de ACI (280 Kg/cm²), logrando así una resistencia de 201.34 Kg/cm², añadiendo aditivo acelerante (ChE) en dosis de 1.0%, 2.0% y 3.0% se obtiene resistencias de 244.80 kg/cm², 256.90 kg/cm² y de 266.02 kg/cm². De la misma manera añadiendo fibra de vidrio en la misma dosis alcanzó resistencias de 235.42 kg/cm², 250.79 kg/cm² y de 244.84 kg/cm², teniendo resultados favorables para ambos aditivos que superan por encima del f'_c patrón

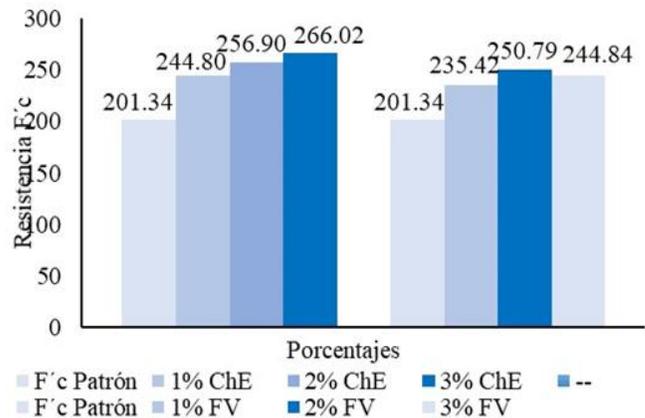


Fig. 7 Influencia de ChE y FV en 7 días de Curado.

En la tabla XVII la variación de la resistencia a compresión en 14 días de curado mediante la norma ASTM C-39 usando aditivo acelerante (ChE) y fibra de vidrio en dosis de, 1%, 2% y 3% en función a la cantidad de cemento

TABLA XVII
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN EN 14 DÍAS

Aditivo acelerante ChE	Fibra vidrio			
	0%	1%	2%	3%
0%	262.37	270.90	277.23	269.71
1%	279.56			
2%	282.19			
3%	286.14			

En la Fig. 8 la diferenciación de la resistencia a compresión ensayado en 14 días, esto mediante la normativa ASTM C39 usando aditivo acelerante (ChE) y fibra de vidrio en dosis de, 1.0%, 2.0% y 3.0%. El testigo patrón logra una

resistencia de 262.37 Kg/cm², añadiendo aditivo acelerante (ChE) se obtiene resistencias de 279.56 kg/cm², 282.19 kg/cm² y de 286.14 kg/cm². Añadiendo fibra de vidrio alcanzó resistencias de 270.90 kg/cm², 277.23 kg/cm² y de 269.71 kg/cm², teniendo resultados favorables para ambos aditivos que superan por encima del F'c patrón establecido.

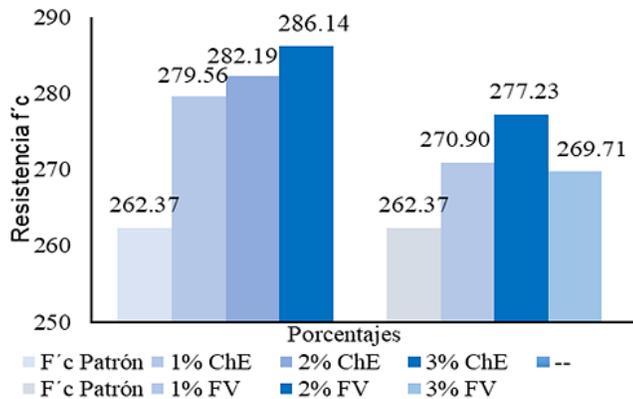


Fig. 8 Influencia de ChE y FV en 14 días de Curado

En la tabla XVIII la variación de la resistencia a compresión en 28 días de curado mediante la norma ASTM C-39 usando aditivo acelerante (ChE) y fibra de vidrio en dosis de, 1%, 2% y 3% en función a la cantidad de cemento

TABLA XVIII
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN EN 28 DÍAS

Aditivo acelerante ChE	Fibra vidrio			
	0%	1%	2%	3%
0%	282.40	292.38	310.67	301.50
1%	293.74			
2%	303.84			
3%	333.72			

En la Fig. 9 la diferenciación de la resistencia a compresión ensayado en 28 días, esto mediante la normativa ASTM C39 usando aditivo acelerante (ChE) y fibra de vidrio en dosis de, 1.0%, 2.0% y 3.0%. El testigo patrón logra una resistencia de 282.40 kg/cm², añadiendo aditivo acelerante (ChE) se obtiene resistencias de 293.74 kg/cm², 303.84 kg/cm² y de 333.72 kg/cm². De la misma manera añadiendo fibra de vidrio consiguió resistencias de 292.38 kg/cm², 310.67 kg/cm² y de 301.50 kg/cm², teniendo resultados favorables para ambos aditivos que superan por encima del f'c patrón.

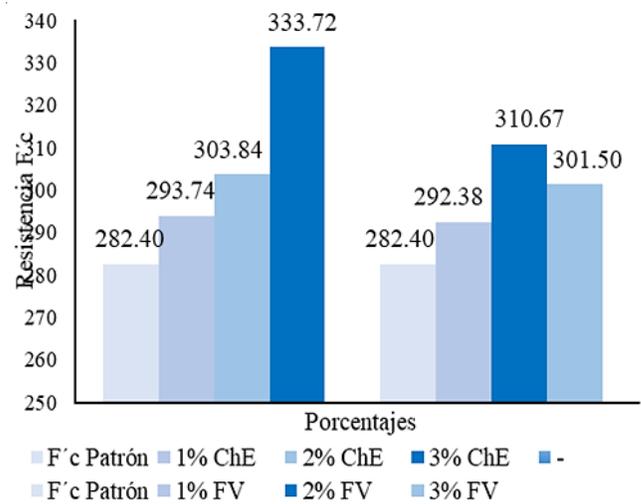


Fig. 9 Influencia de ChE y FV en 28 días de Curado.

En la tabla XIX se detalla la resistencia a compresión haciendo combinaciones de FV y ChE en edad de 3 días mediante la norma ASTM C-39, usando aditivo acelerante (ChE) y fibra de vidrio en dosis de, 1.0%, 2.0% y 3.0%.

TABLA XIX
RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE LAS COMBINACIONES DE CHE Y FV EN 3 DÍAS.

Aditivo acelerante ChE	Fibra vidrio			
	0%	1%	2%	3%
0%	169.47			
1%		201.13	214.58	201.34
2%		252.70	261.14	252.02
3%		257.07	264.62	242.85

En la Fig. 10 la diferenciación de la resistencia a compresión haciendo combinaciones de FV y ChE en edad de 3 días ensayado mediante la norma ASTM C-39 usando aditivo acelerante (ChE) y fibra de vidrio en dosis de, 1.0%, 2.0% y 3.0%. El testigo patrón logra una resistencia de 169.47 Kg/cm², añadiendo el 1.0% de ChE + 1.0% de FV, el 1.0% de ChE + 2.0% de FV, 1.0% de ChE + 3.0% de FV se logró resistencias de 201.13 kg/cm², 214.58 kg/cm², de 201.34 kg/cm², Sumando 2.0% de ChE + 1.0% de FV, 2.0% de ChE + 2.0% de FV, 2.0% de ChE + 3.0% de FV se logró resistencias de 252.70 kg/cm², 261.14 kg/cm² y de 252.02 kg/cm². También se ensayó añadiendo 3.0% de ChE + 1.0% de FV, 3.0% de ChE + 2.0% de FV, 3.0% de ChE + 3.0% de FV se logró resistencias de 257.07 kg/cm², 264.62 kg/cm² y de 242.85 kg/cm², la fusión de ambos aditivos combinados supera al concreto tradicional establecido.

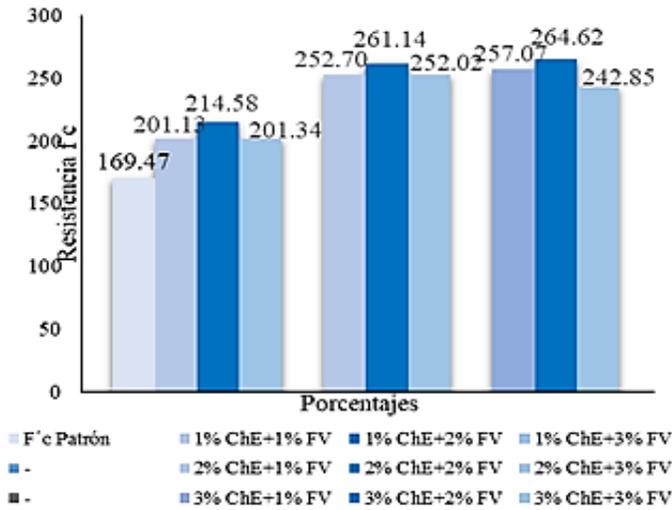


Fig. 10 Influencia de las combinaciones de ChE y FV en 3 días de Curado.

En la tabla XX la diferenciación de la resistencia a compresión haciendo combinaciones de FV y ChE en edad de 28 días ensayado mediante la norma ASTM C-39 usando aditivo acelerante (ChE) y fibra de vidrio en dosis de, 1.0%, 2.0% y 3.0%.

TABLA XX
RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE LA COMBINACIÓN DE CHE Y FV EN 28 DÍAS.

Aditivo acelerante ChE	Fibra vidrio			
	0%	1%	2%	3%
0%	282.40			
1%		309.61	318.35	306.89
2%		329.81	341.86	307.49
3%		350.52	364.32	349.89

En la Fig. 11 la diferenciación de la resistencia a compresión haciendo una combinación de FV y ChE en edad de 28 días ensayado mediante la norma ASTM C-39 usando aditivo acelerante (ChE) y fibra de vidrio en dosis de, 1.0%, 2.0% y 3.0%. El testigo patrón logra una resistencia de 282.40 kg/cm², añadiendo el 1.0% de ChE + 1.0% de FV, el 1.0% de ChE + 2.0% de FV, 1.0% de ChE + 3.0% de FV se logró resistencias de 309.61 kg/cm², 318.35 kg/cm², de 306.89 kg/cm², Sumando 2.0% de ChE + 1.0% de FV, 2.0% de ChE+ 2.0% de FV, 2.0% de ChE + 3.0% de FV

Se logró resistencias de 329.81 kg/cm², 341.86 kg/cm² y de 307.49 kg/cm². También se ensayó añadiendo 3.0% de ChE + 1.0% de FV, 3.0% de ChE + 2.0% de FV, 3.0% de ChE + 3.0% FV se logró resistencias de 350.52 kg/cm², 364.32 kg/cm² y de 349.89 kg/cm², la fusión de ambos aditivos combinados supera al concreto tradicional establecido

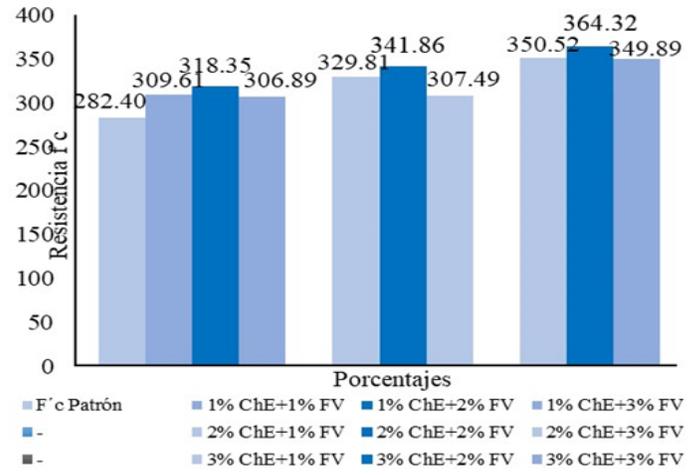


Fig. 11 Influencia de combinaciones de ChE y FV en 28 días de Curado. Anova

Se uso un análisis de varianza de dos factores con varias muestras por grupo con nivel de significancia del 95 % de confianza ($\alpha=0.05\%$). Con apoyo del software Microsoft Excel para los cálculos de los cuadros anova.

Segun [14], Criterio de rechazo. Se rechazará la hipótesis nula (H0) cuando el F experimental > F teórico, en el que el F experimental se consigue de manera experimental y el F teórico se consigue mediante las tablas de Fisher.

Hipótesis nula (H0): En medida que añadiendo fibra de vidrio y aditivo acelerante (ChE) en dosis de 1.0%, 2.0% y 3.0%, no hay efectos en el aumento de resistencia a compresión en 3 días. Hipótesis alterna (H1): A disposición que se acrecienta las cantidades de 1.0%, 2.0% y 3.0% de fibra de vidrio y aditivo acelerante (ChE) afecta el incremento positivamente la resistencia a compresión en 28 días.

En la tabla XXI se puede apreciar en el cuadro bifactorial en un nivel de significancia del 95% el acrecentamiento de la resistencia a compresión en 28 días, teniendo una influencia significativa en la crecida de la resistencia del f'c con aditivo acelerante (ChE) (Factor A) F experimental=16139.49 mayor al F teórico=2.901 y con fibra de vidrio (Factor B) F experimental=4814.91 mayor al F teórico=2.9014 y también la interacción de ambos factores, evidenciando que se consiente la hipótesis alterna y se descarta la nula. En consecuencia, la influencia de los aditivos aditivo acelerante (ChE) y fibra de vidrio si afecta positivamente en la crecida de la resistencia a compresión en 28 días.

TABLA XXI
RESISTENCIA ANOVA A 28 DÍAS DE CURADO.

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	F experimental	F teórico	Valor-P
Efectos principales						
A: chema estruct	18903.66	3	6301.22	16139.49	2.901	3.789
B: fibra de vidrio	5639.54	3	1879.85	4814.91	2.901	4.251
Interacciones						
AB	997.89	9	110.88	283.99	2.189	3.075
Residuos	12.49	32	0.39			

Total (corregido)	25553.58	47				
-------------------	----------	----	--	--	--	--

III. CONCLUSIONES

- Se logro determinar la influencia de la fibra de vidrio y el aditivo acelerante (ChE) en el concreto $f'c$ 280 kg/cm² que si aportan positivamente ambos aditivos con resistencias que superan a la muestra patrón de 282.40 kg/cm² y los resultados conseguidos que superan son de 310.67 kg/cm² con dosis de 2.0% de FV y 333.72 kg/cm² con dosis del 3.0% de ChE.
- Se logro caracterizar el agregado fino, obteniendo el módulo de finura de 2.6, el porcentaje de humedad de 1.08%, el ensayo de gravedad especifica 2.06 g/cm³, el porcentaje de absorción 1.70%, peso unitario seco promedio método suelto y compactado de 1622 kg/m³ y 1783 kg/m³; así también las del agregado grueso, su módulo de fineza de 6.61, tamaño máximo nominal de 1/2", contenido de humedad 0.92%, peso específico aparente de 2.64 g/cm³, absorción 0.80%, peso unitario seco promedio método suelto y compactado de 1460 Kg/m³ y 1618 kg/m³.
- Se realizo el diseño de mezcla del concreto $f'c$ 280 kg/cm² según el método ACI, obteniendo un promedio de la resistencia que se requería en 28 días 282.40kg/cm² basado en los estudios de agregados, se determinó la proporción 1:1.2:2.1:19.4 con una relación de A/C de 0.45, haciendo un cálculo que por cada M3, un peso de cemento de 477.673 kg, el agregado fino de 609.193 kg, el agregado grueso de 996.06 kg y de agua potable será de 218.5 L.
- Se determino la resistencia a compresión en edades de 3, 7, 14 y 28 días, obtenido resultados de 169.74 kg/cm², de 201.34 kg/cm², de 262.37 kg/cm² y de 282.40 kg/cm², y añadiendo FV en dosis de 1.0%, 2.0% y 3.0% en 28 días se consiguió resistencias de 292.38 kg/cm², 310.67 kg/cm² y de 301.50 kg/cm² y con el aditivo acelerante (ChE) resistencias de 293.74 kg/cm², 303.84 kg/cm² y de 333.72 kg/cm² respectivamente superan a la muestra patrón.
- Se determinó la resistencia a compresión en 28 días realizando combinaciones de ambos aditivos las más resaltante fue haciendo la combinación de 3.0% de ChE + 2.0% de FV obteniendo resultado de 364.32 kg/cm² que es la más alta seguido de las combinaciones de 3.0% de ChE + 1.0% de FV con 350.52 kg/cm² y agregado el 3.0% de ChE + 3.0% de FV se obtiene resultados de 349.89 kg/cm² que superan a la muestra patrón de 282.40 kg/cm².
- Se determino mediante el método anova la influencia de los aditivos aditivo acelerante (ChE) y fibra de vidrio que si afectan positivamente ya que las dosificaciones de ambos aditivos aditivo acelerante (ChE) (Factor A) y el aditivo fibra de vidrio (Factor B) rechazan todas las hipótesis nulas formuladas, de manera que si influyen positivamente ambos aditivos en la crecida de resistencia del concreto $f'c$ 280 kg/cm² aceptando todas las hipótesis alternas y descartando las hipótesis nulas.

REFERENCIAS

[1] J. Amorós, M. Centurion y M. Hoyos. "Uso de material reciclado en la fabricación de concreto" artículo científico [Universidad nacional de

Cajamarca, 2019]. Disponible en: https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/RUNC_62f3b99891580f30d9f43bc94c0ff980

[2] A. Parashar. & N. Gupta. "Investigation of the effect of bagasse ash, hooked steel fibers and glass fibers on the mechanical properties of concrete," [Materials Today: Proceedings, 2022 vol. 44]. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S2214785320383346>

[3] S. Yatnikasari, M. Damaiyanti y R. Azzahra. "Effect of Additional Fiberglass Fiber on Concrete Performance," [University Muhammadiyah Kalimantan Timur-2019].

[4] J. Pantoja. "Análisis de los elementos y factores climáticos en estado de conservación de viviendas del distrito Salaverry, Trujillo, 2022" tesis de grado [Universidad César Vallejo-2022]. Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/105861>

[5] G. Rivera. "Concreto Simple". 1era Edición. Universidad del Cauca. 2013. Pag.13. Colombia.

[6] N. Campoy, O. Chávez y E. Rojas. "Análisis esfuerzo-deformación de concreto reforzado con fibras metálicas y polímeros" artículo científico. [Universidad Autónoma de Querétaro], Mexico - 2019. Disponible en: <https://www.redalyc.org/journal/404/40471795007/>

[7] A. Meza, R. Moreno, L. Herrera, A. Alvarado, D. Gallegos y J. Esquivel. "Deviceto Produce Fibers to Reinforce the Concrete" artículo científico. Mexico - 2018. Disponible en: <https://www.redalyc.org/journal/944/94457671006/>

[8] Y. Doo y N. Bantia, N. "Experimental and numerical analysis of the flexural response of amorphous metallic fiber reinforced concrete" artículo científico. Materials Structure, 2017, vol. 50.

[9] R. Alarcón y J. Tantaléan "Estudio comparativo del concreto alta resistencia con aditivos chema plast y aditivo acelerante (ChE) para estructuras especiales. Lambayeque 2018" tesis de grado [Universidad Señor de Sipán - 2019]. Disponible en: <https://repositorio.uss.edu.pe/handle/20.500.12802/7546>

[10] J. Castillo. "Influencia de la fibra de vidrio en las propiedades mecánicas del concreto estructural". [Universidad Señor de Sipán - 2023]. Disponible en: <https://repositorio.uss.edu.pe/handle/20.500.12802/11070>

[11] P. López. "Población muestra y muestreo". Revista scielo [en línea]. Vol. 09 N° 08. [fecha de consulta 14 de Julio de 2023]. Disponible en: <http://www.scielo.org.bo/pdf/rpc/v09n08/v09n08a12.pdf>

[12] S. Hernández y D. Duana. "Técnicas e instrumentos de recolección de datos" revista científica de las ciencias económico administrativas del ICEA [en línea]. 2020- Vol.09 N° 17. [fecha de consulta 16 de Agosto de 2023]. Disponible en: <https://repository.uaeh.edu.mx/revistas/index.php/icea/article/view/6019>

[13] L. Rodríguez. "Análisis de confiabilidad y procedimiento sobre entornos personales de aprendizaje (PLE)". Revista de ensayos pedagógicos [en línea]. Vol. 13 N° 01. [fecha de consulta 18 de Julio de 2023]. Disponible en: <https://www.revistas.una.ac.cr/index.php/ensayospedagogicos/article/view/10645>

[14] J. Dagnino, "Análisis de varianza" 2010