



Resistencia del concreto estructural con la incorporación de fibras de vidrio y aditivo Sikacem PE

Jeanpier Humberto Alarcon Alarcon¹

jalarconal@ucvvirtual.edu.pe

<https://orcid.org/0000-0002-2904-2840>

Universidad César Vallejo

Lima Perú

Elías Flores Paitan

fflorepa@ucvvirtual.edu.pe

<https://orcid.org/0000-0001-8581-1256>

Universidad César Vallejo

Lima Perú

Luis Villar Requis Carbajal

LREQUIS@ucvvirtual.edu.pe

<https://orcid.org/0000-0002-3816-7047>

Universidad César Vallejo

Lima Perú

Luis Jimmy Clemente Condori

kelvin0296@yahoo.es

<https://orcid.org/0000-0002-0250-4363>

Universidad César Vallejo

Lima Perú

Leopoldo Choque Flores

lchoquef@ucv.edu.pe

<https://orcid.org/0000-0003-0914-7159>

Universidad César Vallejo

Lima Perú

RESUMEN

En esta investigación se evaluó el efecto de la combinación de fibra de vidrio y aditivo sikacem PE, cuya procedencia de la fibra vidrio son las botellas de vidrio que se obtuvo en almacenes y el aditivo en la marca, los cuales van a ser incorporados en la mezcla del concreto con el objetivo de alterar su resistencia a compresión y flexión como objetivos de primer nivel y de segundo nivel, es verificar su trabajabilidad y asentamiento del concreto. La dosificación de la fibra fue reemplazada respecto al peso del agregado fino y en el aditivo sikacem PE fue reemplazado respecto al peso del cemento. La estructura de la investigación estuvo conformada por dos fases; en la primera fase se realizó la caracterización de los agregados utilizados en la elaboración del concreto, y en la segunda fase se realizaron ensayos para determinar la resistencia a compresión y flexión de los grupos experimentales del 3%SKC+1%FV; 3%SKC+1.5%FV; 4%SKC+1%FV y 3%SKC+1.5%FV, además de la mezcla patrón para evaluar la resistencia óptima. En base a los resultados obtenidos, se llegó a concluir que la influencia de la adición de la fibra y aditivo sikacem PE tiene mayor alteración sobre la resistencia del concreto

Palabras clave: concreto; fibra de vidrio; resistencia a compresión; aditivo sikacem PE

¹ Autor principal:

Correspondencia: jalarconal@ucvvirtual.edu.pe

Strength of structural concrete with incorporation of glass fibers and sikacem PE additive

ABSTRACT

In this investigation, the effect of the combination of fiberglass and sikacem PE additive was evaluated, whose origin of fiberglass are the glass bottles obtained in warehouses and the additive in the brand, which will be incorporated into the concrete mix with the objective of altering its compressive and flexural resistance as first level and second level objectives, is to verify its workability and concrete settlement. The fiber dosage was replaced with respect to the weight of the fine aggregate and in the sikacem PE additive it was replaced with respect to the weight of the cement. The structure of the investigation consisted of two phases; In the first phase, the characterization of the aggregates used in the preparation of the concrete was carried out, and in the second phase, tests were carried out to determine the resistance to compression and flexion of the experimental groups of 3%SKC+1%FV; 3%SKC+1.5%FV; 4%SKC+1%FV and 3%SKC+1.5%FV, in addition to the standard mix to evaluate optimal resistance. Based on the results obtained, it was concluded that the influence of the addition of the fiber and sikacem PE additive has a greater alteration on the resistance of the concrete.

Keywords: concrete; fiberglass; compressive strength; sikacem PE additive

Artículo recibido 16 mayo 2023

Aceptado para publicación: 16 junio 2023

INTRODUCCIÓN

La historia de concreto está conectada a diversas épocas históricas porque muchas de las civilizaciones que han habitado el mundo, emplearon este material para una variedad de propósitos y han ido perfeccionando su uso en la industria de la construcción, siendo uno de los componentes más empleados con una variedad en cuanto al peso volumétrico o densidad que posee y el más común el concreto convencional que suele estar alrededor de los 210 kg/cm². Sin embargo, a pesar de ser el material más resistente, presenta problemas como el agrietamiento o fisuras que suelen mostrarse en cualquier etapa de la vida útil del concreto; en un inicio las dimensiones de estas fallas son pequeñas por lo que no afecta la estabilidad de la estructura; por el contrario, con el pasar del tiempo las grietas aumentan su ancho, al estar la estructura sujeta a tensión causando así un daño a la estructura (Khan y ANAS, 2022).

Manifiesta Tena y Sánchez (2022), que en México, en la gran mayoría de infraestructuras existentes el material predominante, es el concreto ya sea simple o reforzado, según estudios efectuados el 3% forma parte de los puentes que conforman la Red Federal de Carreteras de México, dichas estructuras están conformadas por concreto. Asimismo, los estudios muestran que en la mayoría de tramos se presentan fallas estructurales, causados por el esfuerzo ejercido por los vehículos que circulan por las rutas, esto se debe a que en la actualidad el concreto presenta deficiencias en sus propiedades mecánicas, razón por las cuales se presentan los problemas mencionados, afectando la durabilidad de las estructuras.

En Perú, Morales (2019) manifiesta que, para que el concreto pueda adquirir su máxima resistencia, se debe efectuar el curado durante un tiempo determinado, no obstante, en relación a investigaciones perpetrados en la ciudad de Lima se han visto casos en el curado del concreto no se efectúa correctamente, motivo por el cual la falta de humedad impide que se genere las reacciones químicas necesarias para que el concreto pueda alcanzar sus propiedades físicas y mecánicas en su totalidad.

A nivel local, Huaco, Inga y Camacho (2019) nos mencionan que, en la ciudad de Lima se han presentado fallas estructurales causados por agentes químicos, así como la presencia cloruros y sulfatos que entran en los poros del concreto, provocando deterioros como agrietamiento o desprendimiento de revestimiento de la estructura. Asimismo, con el paso de los tiempos se han demostrado que las construcciones en las cuales

se ha utilizado el concreto tienden a deteriorarse con el pasar de los años.

En ese sentido, se tiene estudios sobre los compuestos de cemento reforzado con fibras de origen natural, entonces Ribeiro, Castro y Nogueira (2023) nos mencionan que, de acuerdo a los problemas suscitados con las estructuras de concreto armado, a partir de 1985 en adelante, investigadores de países como Japón, Alemania y Estados Unidos efectuaron estudios en laboratorios enfocados en mejorar las propiedades del concreto, en los cuales concluyen que el emplear fibras ayuda en la mejorar de las características del concreto.

De igual forma, Huapaya y Valdivia (2019) manifiestan que, de acuerdo a un análisis elaborado por el INEI (Instituto Nacional de Estadística e Informática) muestra que en la provincia de Lima la cantidad de residuos sólidos generados va en aumento anualmente, y que en un sinnúmero de situaciones son producidos por los restos de productos desechados después de haber cumplido sus funciones, como es el caso de los envases de vidrio. De la misma manera, a partir de un estudio efectuado por el MINAM (Ministerio del Ambiente) los restos de vidrios presentes representan el 3.25% de la totalidad de los residuos y únicamente el 5% son reutilizados. En correspondencia a los autores mencionados se puede afirmar que la necesidad de reutilizar los residuos de vidrios es muy importante para disminuir la contaminación ambiental.

Por ello, Cabrera y Vivanco (2019) en la ciudad de Lima efectuó un análisis de un concreto de 210 kg/cm² de resistencia de diseño aplicado para pavimentos rígidos utilizando fibras de vidrio, comprobando que utilizando este material se consigue un concreto con altas propiedades mecánicas. De la misma manera en la actualidad, la aplicación del concreto se da en diversos tipos de estructuras y la necesidad de que el concreto, tenga buena fluidez es muy importante. Por ello, Vivanco (2021) realizó estudios utilizando el aditivo SikaCem para los cuales ponen en evidencia los beneficios aportados en la mezcla de concreto.

Además, Palacios, Diaz y Morales (2019) nos mencionan que, según estudios efectuados en diferentes distritos de Lima las diferentes estructuras existentes como puentes y edificios muestran deterioros que afectan su desempeño, dichos problemas se encuentran fuertemente relacionados con los esfuerzos ejercidos sobre la estructura (cargas vivas y cargas muertas), manifestándose con fisuras y agrietamientos en la estructura de concreto armado.

METODOLOGÍA

Para esta investigación se utilizó un enfoque cuantitativo, debido que se efectuó ensayos en el laboratorio, se obtuvieron y analizaron la información de manera numérica, y se probaron las teorías expuestas por (Hernández y Mendoza, 2018). El procedimiento que se empleo fue de tres testigos de concreto por diseño, es decir tres probetas por un grupo control (mezcla sin adiciones externas) y tres probetas cada grupo experimental (mezcla con aditivo y fibra) con los diferentes porcentajes de incorporación de fibra de vidrio y aditivo sikacem PE, de esta manera la población fue de 45 testigos cilíndricos de concreto y 45 vigas de concreto simple, 30 ensayos físicos; los cuales son 15 de asentamiento y 15 de peso unitario del concreto, en la cual la muestra y la población lo mismo (Fuentes et al., 2020). Como datos de inclusividad se considero que a los diseños que se agrega aditivos, y como punto de vista de rechazo fueron las demas muestras que no tienen aditivos, de acuerdo a ello se realizaron las debidas comparaciones para decretar si las propiedades del concreto aumentan o no (Arias y Covinos, 2021).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Dado el tipo de materiales que utilizaron en esta investigación, como primer paso realizó la obtención de la fibra de vidrio, proveniente de las botellas de vidrio. Y también la obtención del aditivo sikacem PE, proveniente de uno de los distribuidores de la marca. En el proceso del estudio se realizaron un diversidad de ensayos para establecer la cantidad y calidad necesaria. Los cuales se encuentran de manera detallada a continuación. La fibra de vidrio se obtuvo de las botellas de vidrio y el aditivo sikacem PE se obtuvo de uno de los distribuidores de la marca, luego se proceso determinar la calidad y cantidad final de estos materiales, como acercarse a los almacenes que tenían botellas de vidrio. Luego pasan por un proceso hasta dejarlos en forma de hilo, después se aglomeran para crear la fibra o tela (América et al., 2018). Y para el aditivo se estudió sus propiedades, se eligió por la compatibilidad que tiene con el concreto y finalmente lo obtuvimos en una distribuidora de la marca SIKA (Heredia y Peñaloza, 2021).

En la figura N°1 Aspecto de la fibra de vidrio y el aditivo sikacem PE.

Figura N°1

Fibra de vidrio reciclado y aditivo sikacem PE



Fuente: Propia

De esta manera en la tabla N°1 se denota, los materiales que fueron recolectados, estos elementos se consiguieron para realizar pruebas tales como: el peso unitario compactado y suelto, los pesos específicos como también la absorción, la humedad que contiene, el análisis granulométrico para escoger un método para la realización del diseño de mezcla.

Primero, debemos conceptualizar que los agregados se fragmentan en dos grandes grupos: agregados finos y englobados gruesos (Kang et al., 2020).

Tabla N°1

Propiedades de los agregados utilizados en la preparacion del concreto

Propiedades físicas	Agregado fino	Agregado grueso
P.U.S. (kg/m ³)	1533	1490.6
P.U.C. (kg/m ³)	1770	1622
Peso específico (g/cm ³)	2.63	2.68
MF	3.04	7.54
TMN	N° 8	3/4"
Absorción (%)	1.6	1.0

Fuente: propia

Dato: Para interpretar las abreviaturas del cuadro los cuales dan como concepto que el peso unitario suelto es (P.U.S), el peso unitario compactado es (P.U.C), el módulo de finura es (MF) y el tamaño máximo nominal es (TMN).

El en diseño de mezcla que se empleo, tuvo como dato importate el módulo de finura para realizar un grupo patron sin añadir fibra, ni aditivo, y posteriormente los grupos experimentales (GE) sus dosificaciones vendrian a ser 3% SKC+1%FV; 3% SKC+1.5%FV; 4% SKC+1%FV y 4% SKC+1.5%FV, para realizar un concreto de resistencia de 210 kg/cm². Para esta indagacion experimental se utilizo el cemento Sol de Tipo I, la cual se encuentra bajo los modelos requeridos de calidad que son exigidos por la norma AMERICAN CONCRETE INSTITUTE (ACI 211). Para verificar el efecto, la edad y las propiedades del concreto que fue evaluado, se realizaron tres testigos de concreto pora cada grupo.

En la siguiente tabla se observan los diseños de mezclas de manera precisa para el grupo patron y los grupos experimentales.

Tabla N°2. Diseños de mezclas

Materiales	CP	3%SKC + 1%FV	3%SKC + 1.5%FV	4%SKC + 1%FV	4%SKC + 1.5%FV
Agua (lt/bolsa)	33.02	33.02	33.02	33.02	33.02
Cemento (kg/bolsa)	52.95	51.36	51.36	50.83	50.83
Aditivo sikacem PE (kg/bolsa)	-	1.59	1.59	2.12	2.12
Fibra de vidrio (kg/bolsa)	-	1.21	1.81	1.21	1.81
Agregado fino (kg/bolsa)	120.53	119.32	118.72	119.32	118.72
Agregado grueso (kg/bolsa)	131.71	131.71	131.71	131.71	131.71

Fuente: propia

Dato: El peso de los materiales se constituyen en pie³, quiere decir por una bolsa de cemento de 42.5 kg. Se observan los diseños de mezclas de cinco grupos, los cuales corresponden al grupo patron y experimentales.

De esta manera se presentan los resultados de los efectos causados por cada grupo experimental y patron, se ejecuto los ensayos del laboratorio de asentamiento por medio del cono de Abrams acorde a la Norma Sociedad Americana de Pruebas y Materiales (ASTM c 143), los resultados se encuentran en la tabla N°3.

Tabla N°3. Asentamientos del concreto de los grupos experimentales y patron

Diseño de mezcla	Patrón	GE-1	GE-2	GE-3	GE-4
Asentamiento (pulgadas)	4	2.5	0.5	1	0

Fuente: propia

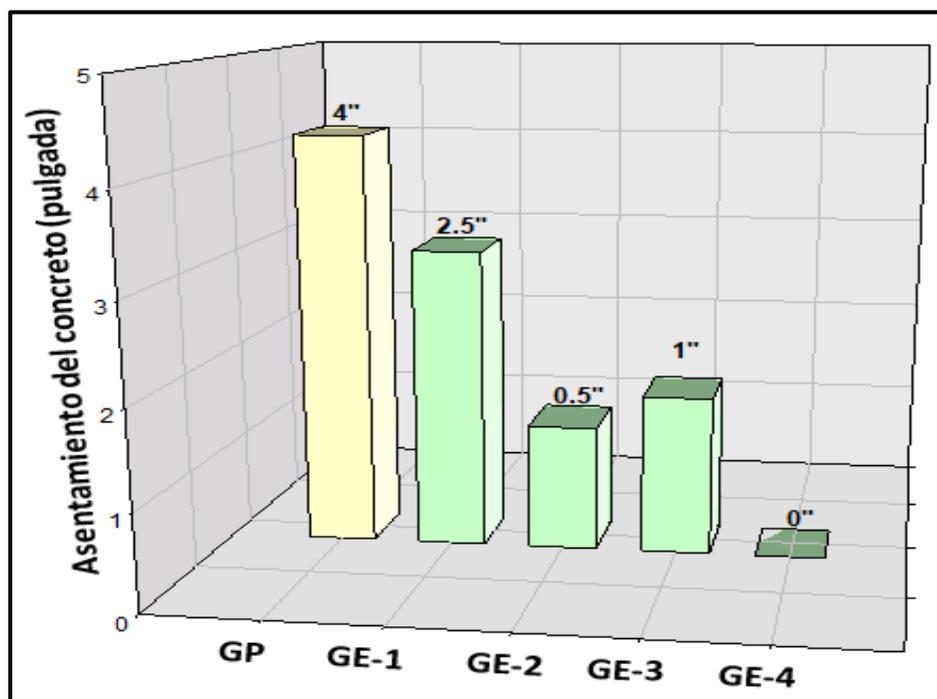
Dato: Los grupos experimentales son GE-1 (3%SKC + 1%FV), GE-2 (3%SP + 1.5%FV), GE-3 (4%SP + 1%FV) y GE-4 (4%SP + 1.5%FV).

En la tabla N°3 se muestran los resultados del asentamiento del concreto del propiedades fisicas, en relacion a las adiciones con porcentajes del 1% y 1.5% de fibra de vidrio (FV) y el 3% y 4% de aditivo sikacem PE (SKC). En donde la principal observacion, son los datos promediados que demuestran que se utiliza mayor porcentaje de adición y fibra la trabajabilidad del concreto se ve dañada. Sin embargo, en los resultados se determinó que en el grupo patrón manifeto un asentamiento de 4", el resultado de la

dosificación del grupo experimental 1 (GE-1) con el 1% de FV y el 3% SKC, contienen los valores inferiores al del diseño de mezcla patrón, sin embargo predomina en los grupos experimentales.

El ensayo consistió en llenar un molde de metal de tamaño estándar, compactarlo con 25 varilladas en tres capas, y después de desmoldar se mide el asentamiento que perciben la mezcla de concreto instalada en el molde y determinar la trabajabilidad de la mezcla (Liu et al., 2020).

Figura N°2. *Asentamiento de los diseños de mezclas*



Fuente: propia

En cuanto a los resultados del asentamiento del concreto observadas en la figura N°2, demostradas en los grupos experimentales (GE) y el grupo patrón (GP), manifestaron ser bajas con respecto al concreto patrón; pero el resultado más evidente fue para los porcentajes de mayor cantidad de aditivo y fibra.

Se ejecutaron tres testigos de acuerdo a los estándares del manual del Norma Sociedad Americana de Pruebas y Materiales (ASTM c 138), el cual detalla los resultados obtenidos que se promedió los valores de esta manera determinando la alteracion del peso del concreto en estado fresco, así como se esta especificando en la tabla N°4.

Tabla N°4. Pesos unitarios del concreto de los grupos experimentales y patron

Diseño de mezcla	Patrón	GE-1	GE-2	GE-3	GE-4
Peso unitario (kg/m ³)	2414.6	2388	2347.50	2357.3	2353.3

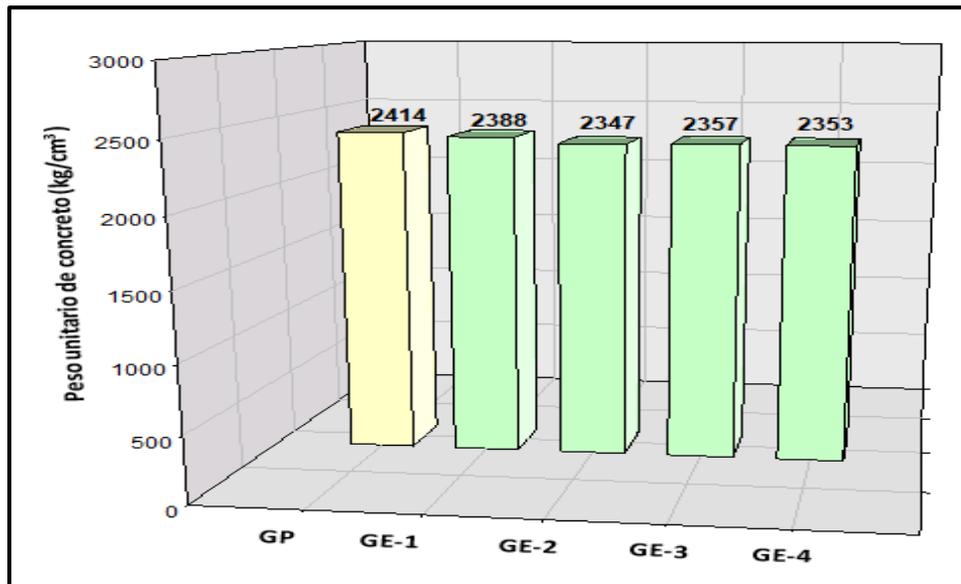
Fuente: propia

De los cinco diseño realizados, se determino que afectó de manera positiva para los cuatro grupos experimentales (GE) del 1%, 1.5% de fibra de vidrio (FV) y 3%, 4% de aditivo sikacem PE (SKC), es decir directamente al peso del concreto. Los resultados se obtuvieron en la tabla N°4, en donde el peso del concreto para los diseños presentan una serie de alteraciones, el diseño patrón denoto que tuvo el peso mayor el cual en promedio de 2414.6kg/m³, mientras que el más favorable para un concreto ligero es la proporción del 3% FV más el 1.5% SKC correspondiente al grupo experimental 2 (GE-2) con un promedio de 2347.50 kg/m³.

El concreto convencional suele pesar entre 2200 y 2400 kg/m³ (137 a 150 lbs/piés³) y se utiliza para construir pavimentos, edificios y otras estructuras (Infant y Arunachalam, 2019).

Posteriormente de manera gráfica se denota en la figura N°3 los resultados de las prueas de peso unitario del concreto, en cuanto a las alteraciones de los diseños.

Figura N°3 Resultados de los pesos unitarios del concreto de los diseños de mezclas



Fuente: propia

La trabajabilidad se refiere en términos técnicos como asentamiento del concreto, es una cualidad que hace posible mezclarlo, transportarlo, verterlo, consolidarlo y terminarlo la uniformidad del concreto no debe verse afectada por la trabajabilidad (Aidarov et al., 2022).

Ademas, en la resistencia a compresión de los 28 días se observo los realizados de acuerdo a la norma Sociedad Americana de Pruebas y Materiales (ASTM) C39-07 / Norma Tecnica Perauna (NTP 339.034.11), los resultados se manifiestan en la tabla N°5.

Tabla N°5 Resistencia a compresión del concreto a los 28 días

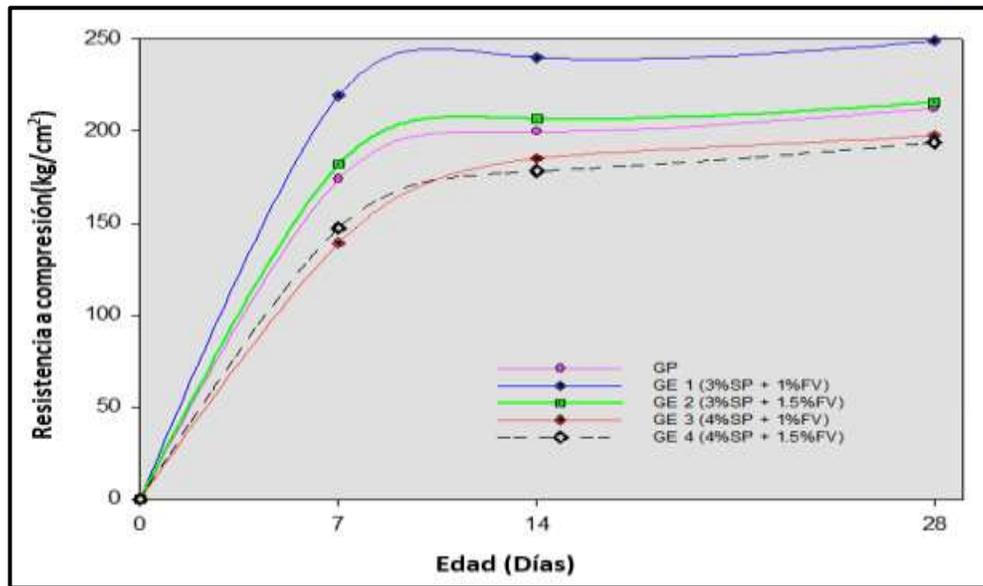
Tipo de diseño	Maduración (N° días)	Resistencia de rotura promediada (kg/cm ²)
Patrón	28	212.6
GE-1	28	249.2
GE-2	28	215.7
GE-3	28	197.7
GE-4	28	194.0

Fuente: propia

En la tabla N°5 se observa que el valor mayor, el cual corresponde a la resistencia a compresión del grupo experimental 1 (GE 1) a los 28 días de maduración, aumentando a la resistencia total del diseño de 210 kg/cm² en un 118.66%. y para el grupo experimental 2 (GE 2) con se alcanzó 215.7 kg/cm² siendo mayor al grupo patrón en un 102.7% y por otro lado, el menor resultado de espécimen fue grupo experimental 4 (GE 4) en un 92.37%, se observo una diferencia entre estos dos diseños. Sin embargo, el los dos últimos diseños experimentales, no resultaron llegar a la resistencia permitida, es decir, se comprende que mientras mas porcentaje de fibra mas altera al concreto.

Los efectos de los ensayos de propiedades mecánicas realizadas durante la producción de especímenes de concreto, pueden ser utilizados para brindar la garantía sobre la calidad, (Odumade, Ezeah y Ugwu, 2019).

Figura N°4. La resistencia a compresión a los 28 días



Fuente: propia

La resistencia a compresión del concreto se ve afectada por el porcentaje de fibras y aditivos, de manera en que pasa los días aumenta hasta lograr su máximo desarrollo, tal y como se interpreta en la figura N°4. Siendo el diseño de mezcla más óptimo el grupo experimental 1.

Los ensayos fueron ejecutados de acuerdo norma Sociedad Americana de Pruebas y Materiales (ASTM C39-07) / Norma Técnica Peruana (NTP 339.034.11), en los cuales se encuentra la resistencia a flexión de los testigos de concreto a edad de 28 días, estos resultados se representa de forma resumida en la siguiente tabla.

Tabla N°6 Resistencia a flexión del concreto a los 28 días

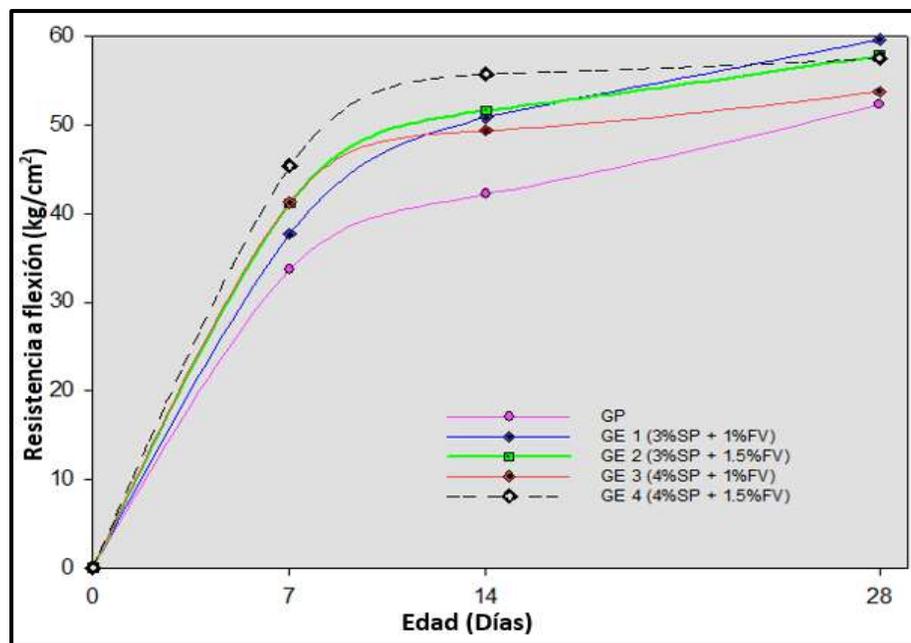
Tipo de diseño	Maduración (N° días)	Resistencia de rotura promediada (kg/cm2)
Patrón	28	52.3
GE-1	28	59.7
GE-2	28	57.9
GE-3	28	53.8
GE-4	28	57.6

Los resultados mostrados en la tabla N°6 indican la resistencia a flexión, en los cuales los resultados son mayores a la muestra del concreto patrón que a los diseños que contienen aditivo y fibra, es por ello que,

todos los grupos experimentales (GE) lograron superar la resistencia a del grupo patrón con creces, así la mayor resistencia fue de 59.7kg/cm², así mismo se interpreta que el (GE-1) obtuvo 59.7kg/cm² superando a grupo patrón, y el grupo experimental que menos resistencia tuvo a comparación de los demás grupos experimentales fue (GE-3) que alcanzó un valor de 53.8kg/cm².

La finalidad del ensayo es comprender las propiedades mecánicas de los componentes en relación con las tensiones y deformaciones en los puntos críticos y de rotación (Vahidpour, Kheyroddin y Kioumars, 2022).

Figura N°5 Evaluación de la resistencia a flexión para los 28 días



Fuente: propia

En la figura N°5 se manifiesta el incremento de la resistencia a flexión del concreto, con las mayores proporciones de la fibra de vidrio (FV) y aditivo sikacem PE (SKC). También, la resistencia se incrementa con el pasar de los días, logrando alcanzar su resistencia total a los 28 días, se denota, las curvas de la gráfica que indica el primer, segundo y cuarto grupo experimental en comparación al patrón presenta demasiada diferencia.

CONCLUSIONES

En conclusión, para el grupo experimental 1 (GE 1), se observó que tuvo un asentamiento de 2.5” que en

relación al grupo patrón tuvo un 62% de asentamiento, es decir que hubo una reducción en la trabajabilidad. Y en su peso unitario obtuvo un peso de 2388 kg/m³ que en relación al grupo patrón tuvo un 98%, lo cual quiere decir que se tornó un poco ligero. Además, en la resistencia a compresión y flexión obtuvieron los mejores resultados en comparación del grupo patrón y los grupos experimentales, la resistencia a compresión tuvo 249.2 kg/cm² y la resistencia a flexión 59.3 kg/cm².

Como segunda conclusión tenemos que para el grupo experimental 2 (GE 2), se examinó que en el asentamiento dio como resultado 0.5" y en relación al grupo patrón tuvo un 12% de asentamiento, es decir que hubo demasiada reducción en la trabajabilidad del concreto. Y en su peso unitario obtuvo un peso de 2347.3 kg/m³ y en relación al grupo patrón tuvo un 97%, lo cual quiere decir que se tornó aún más ligero que el grupo experimental 1 (GE 1). Además, en la resistencia a compresión y flexión se denoto una mejora en sus resultados en comparación del grupo patrón y los grupos experimentales 3 y 4, en la resistencia a compresión tuvo 215.7 kg/cm² y la resistencia a flexión 57.9 kg/cm².

Como ultima conclusión tenemos que para el grupo experimental 3 (GE 3) y grupo experimental 4 (GE 4), se reconoció que en el asentamiento dieron los peores resultados, es decir que hubo demasiada reducción en el asentamiento del concreto con unos resultados de 1" y 0". Por consiguiente, en su peso unitario se obtuvieron un peso de 2357.3 kg/m³ y 2353.3 kg/m³ en relación al grupo patrón tuvieron un 97%, lo cual quiere decir que se volvió aún más ligero que el grupo experimental 1 (GE 1) y grupo experimental 2 (GE 2). Además, en la resistencia a compresión se mostró una reducción en sus resultados en comparación del grupo patrón y los grupos experimentales 1 y 2, la resistencia a compresión tuvo 197.5 kg/cm² y 194.0 kg/cm², y en la resistencia a flexión se denoto una reducción en sus resultados en comparación del grupo patrón y los grupos experimentales 1 y 2, en la resistencia a flexión tuvieron 53.8 kg/cm² y 57.6 kg/cm².

LISTA DE REFERENCIAS

- Aidarov, S., Nogales, A., Reynvart, I., Tošić, N., & De La Fuente, A. (2022). Effects of Low Temperatures on Flexural Strength of Macro-Synthetic Fiber Reinforced Concrete: Experimental and Numerical Investigation. *Materials*, 15(3), 1153. Extraído de: <https://doi.org/10.3390/ma15031153>
- Amer, A. A. R., Abdullah, M. Z., Ming, L. C., & Tahir, M. F. M. (2018). Performance and properties of glass fiber and its utilization in concrete - A review. En *Nucleation and Atmospheric Aerosols*. American Institute of Physics. <https://doi.org/10.1063/1.5066937>
- Amer, A. A. R., Abdullah, M. Z., Ming, L. C., & Tahir, M. F. M. (2018). Performance and properties of glass fiber and its utilization in concrete - A review. En *Nucleation and Atmospheric Aerosols*. American Institute of Physics. <https://doi.org/10.1063/1.5066937>
- Augusto, P. R. C. (2019). *Diseño de pavimento rígido empleando fibras de vidrio al concreto en el grupo 1a, Sector 6, Villa El Salvador, 2019*. <https://hdl.handle.net/20.500.12692/50908>
- Fuentes-Doria, D. D., Hernández, A. E. T., Malvaceda-Espinoza, E., Ballesteros, J. A. G., & Pertuz, L. A. D. (2020). *Metodología de la investigación: Conceptos, herramientas y ejercicios prácticos en las ciencias administrativas y contables*. <https://doi.org/10.18566/978-958-764-879-9>
- David, S. C. C. (2021). *Propuesta del concreto auto consolidante con aditivos superplastificantes para la construcción de estructuras verticales en el proyecto Asturias distrito de Surco, Lima-Perú, 2021*. <https://hdl.handle.net/20.500.12867/4942>
- Roberto, H. S. (2018). *Metodología de la investigación: las rutas: cuantitativa ,cualitativa y mixta*. <http://bitly.ws/usjs>
- Cardenas, G., Inga, W., & Camacho, A. (2019). Seismic structural assessment of a 40 years old melt shop facility. *Tecnia*, 29(2). <https://doi.org/10.21754/tecnica.v29i2.722>
- Augusto, E. A. C. (2019, 2 diciembre). *Uso de vidrio reciclado como adición en la elaboración de concreto $f'c=315$ kg/cm² para obras portuarias*. <http://hdl.handle.net/10757/628257>
- Alex, X. I., & Arunachalam, K. (2019). Flexural behavior of fiber reinforced lightweight concrete. *Revista De La Construccion*, 18(3), 536-544. <https://doi.org/10.7764/rdlc.18.3.536>

- Kang, M., Zhang, Z., Song, N., Liu, L., Sun, P., Chen, X., Tang, B. Z., & Tang, B. Z. (2020). Aggregation-enhanced theranostics: AIE sparkles in biomedical field. *Aggregate*, *1*(1), 80-106. <https://doi.org/10.1002/agt2.7>
- Anas, M., Khan, M., Bilal, H., Jadoon, S., & Khan, M. N. (2022). *Fiber Reinforced Concrete: A Review*. <https://doi.org/10.3390/engproc2022022003>
- Kaiwen, L., Yue, F., Su, Q., Zhou, C., Xiong, Z., & He, Y. (2020). Assessment of the use of fiberglass-reinforced foam concrete in high-speed railway bridge approach involving foundation cost comparison. *Advances in Structural Engineering*, *23*(2), 388-396. <https://doi.org/10.1177/1369433219867622>
- Morales, J. M. (2019). DEVELOPING OF A GIS TOOL TO ESTIMATE THE REPAIR COST OF BUILDINGS DUE TO EARTHQUAKE EFFECTS IN PERU. *Tecnia*, *29*(2). <https://doi.org/10.21754/tecnica.v29i2.718>
- Odumade, A. O., Ezeah, C., & Ugwu, O. O. (2019). Cement saturation and the effect on stability and compressive strength of concrete. *Journal of Physics: Conference Series*, *1299*(1), 012013. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1299/1/012013>
- Palacios, J. C., Diaz, M. A., & Morales, J. (2019). Analysis of structural performance of existing rc building designated as tsunami evacuation shelter in case of earthquake-tsunami scenarios in lima citya. *Tecnia*, *29*(2). <https://doi.org/10.21754/tecnica.v29i2.704>
- Ribeiro, I. J. S., De Castro Pessoa, J. R., & Bittencourt, T. N. (2023). Analysis of shear strength of complementary mechanisms trends in reinforced concrete beams. *Revista IBRACON de Estruturas e Materiais*, *16*(2). <https://doi.org/10.1590/s1983-41952023000200008>
- Tena-Colunga, A., & Sánchez-Ballinas, D. (2022). The collapse of Álvaro Obregón 286 building in Mexico City during the September 19, 2017 earthquake. A case study. *Revista de Ingeniería de la Construcción*, *49*, 104060. <https://doi.org/10.1016/j.jobc.2022.104060>
- Vahidpour, M., Kheyroddin, A., & Hendriks, M. A. (2022). Experimental Investigation on Flexural Capacity of Reinforced Concrete Beams Strengthened with 3D-Fiberglass, CFRP and

GFRP. *International Journal of Concrete Structures and Materials*, 16(1). <https://doi.org/10.1186/s40069-022-00508-w>

Aurelio, T. R. J. (2021). *Evaluación de la consistencia del concreto con aditivo SikaCem plastificante en mezclas secas embolsadas sobre la resistencia del concreto en la ciudad de Huancayo - 2019*. <https://hdl.handle.net/20.500.12394/10525>