

Incorporación de vidrio pulverizado y conchas de abanico calcinadas en el concreto

Incorporation of Powdered Glass and Calcined Fan Shells into Concrete

EPISTEMUS
ISSN: 2007-8196 (electrónico)

Erick Luis Milla Montes ¹

Recibido: 25 / 10 / 2022

Aceptado: 20 / 02 / 2023

Publicado: 27 / 03 / 2023

DOI: <https://doi.org/10.36790/epistemus.v17i34.253>

Autor de Correspondencia:
Erick Luis Milla Montes
Correo : construyeperu@hotmail.com

Resumen

La investigación busca determinar la influencia de la incorporación de vidrio pulverizado y conchas de abanico calcinadas en la resistencia a la compresión del concreto $f'c=210$ kg/cm². La metodología empleada en la investigación es de tipo aplicada, el diseño es experimental con un enfoque cuantitativo y las muestras están integradas por una cantidad de 18 testigos. Los resultados obtenidos nos indican que: a los 7 días la fuerza es de 194.5kg/cm² en el concreto patrón y de 196.5kg/cm² en el concreto muestra; en el día 14 fue de 237.8kg/cm² en el concreto patrón y de 238.9kg/cm² en el concreto muestra. Por último, a los 28 días se observó que la resistencia a la compresión en el concreto patrón fue de 295.4kg/cm² menor que el concreto muestra que fue de 306.1kg/cm², resaltando que al emplear vidrio pulverizado y conchas de abanico calcinadas mejora la calidad del concreto de diseño $f'c=210$ kg/cm².

Palabras clave: concreto, vidrio pulverizado, fluorescencia.

Abstract

The research seeks to determine the influence of the incorporation of pulverized glass and calcined fan shells on the pressure resistance of concrete $f'c=210$ kg/cm². The methodology used in the research is applied, the design is experimental, with a quantitative approach and the samples are made up of an amount of 18 witnesses. The obtained results indicate that in the 7 days it is 194.5kg/cm² in the standard concrete and 196.5kg/cm² in the sample concrete; by day 14 it was 237.8kg/cm² in the standard concrete and 238.9kg/cm² in the sample concrete, additionally by 28 days we could observe that the compressive strength in the standard concrete was 295.4kg/cm² less than the concrete shows that it was 306.1kg/cm². It is important to highlight that by using powdered glass and calcined fan shells the quality of the design concrete $f'c=210$ kg/cm² is improved.

Keywords: concrete, powdered glass, fluorescence.

¹ Bachiller en Ingeniería civil, Ancash, Universidad Cesar Vallejo, Huaraz, Perú, construyeperu@hotmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-4046-9853>



INTRODUCCIÓN

Los residuos constituyen hoy en día una preocupación a nivel mundial, entre ellos tenemos el vidrio reciclado. El cual es un producto que no tiene salida en el mercado y tarda mucho tiempo en degradarse, lo que se convierte en un problema ambiental de suma importancia, ya que a diario se generan desechos, convirtiéndose en un gran problema a nivel internacional. En un informe del Banco Mundial “se analiza el panorama de administración de los desperdicios sólidos hasta 2050 en el mundo, se reporta que, si no se actúa urgentemente, la generación de residuos aumentará en un 70% debido al rápido desarrollo urbano y el crecimiento social” [5].

“La industria del reciclaje de vidrio, permite a los recolectores y empresas relacionadas con esta actividad, la oportunidad de mejorar su economía actual a través del aprovechamiento este recurso, el cual se encuentra presente entre los principales residuos sólidos de su localidad” [10].

En la actualidad, las construcciones son las que producen mayor desarrollo en nuestro país, sin embargo, hay una gran cantidad de construcciones que están generando una sobreproducción de recursos no degradables, lo que implica una contaminación de avance rápido en el Perú. Se tiene conocimiento que se ha explorado diversos materiales que pueden sustituir en porcentajes a la mezcla del concreto como respuesta para elevar la resistencia del mismo, pero a pesar de ello, la mayor parte daña y contamina el medio ambiente. “En la ciudad de Huaraz se puede observar gran contaminación de las calles, lo que implica un problema difícil de controlar por parte de las autoridades a causa del desuso de vidrio y su bajo costo, lo que hace más fácil reemplazar el material que reusarlo” [6].

El vidrio cuenta con propiedades favorables para la construcción por ser una materia tenaz a la compresión,



así como también las conchas de abanico el cual está conformada de caparazones de carbonato cálcico, llegando a ser materiales no nocivos para el concreto y con características similares al agregado convencional, considerándolos como componentes alternativos para elaborar concreto.

Debido a la problemática se formuló la siguiente pregunta ¿Cuál es la influencia de la incorporación de vidrio pulverizado y conchas de abanico calcinadas en la resistencia a la compresión del concreto $f'c=210$ kg/cm²? El objetivo general es determinar la influencia de la incorporación de vidrio pulverizado y conchas de abanico calcinadas en la resistencia a la compresión de concreto $f'c=210$ kg/cm². Los objetivos específicos son:

Determinar las características del vidrio pulverizado y las conchas de abanico calcinadas mediante fluorescencia de rayos x.

Realizar el diseño de la mezcla de un concreto con agregado convencional, y con adición del vidrio pulverizado y conchas de abanico calcinadas de una resistencia de $f'c=210$ kg/cm².

Analizar la resistencia a la compresión de la mezcla de concreto con la incorporación de vidrio pulverizado y conchas de abanico calcinadas con el concreto patrón $f'c=210$ kg/cm².



Dentro de la hipótesis se concluyó que la incorporación de vidrio pulverizado y conchas de abanico calcinadas mejora la resistencia a la comprensión de concreto $f'c=210$ kg/cm²; así como en las hipótesis específicas podemos observar que la composición química del vidrio pulverizado y las conchas de abanico calcinadas mediante fluorescencia de rayos x tienen características similares, con el porcentaje añadido de vidrio pulverizado y conchas de abanico calcinadas se logrará la combinación más práctica con mayor eficiencia en los procesos constructivos y referente a la mezcla diseñada con el vidrio pulverizado y conchas de abanico calcinadas, ello aumentará la resistencia a la comprensión del concreto con respecto al concreto base.

METODOLOGÍA

El proyecto de investigación es del tipo aplicada, porque se busca poner en práctica los conocimientos para adaptarlos directamente a los diversos problemas que aqueja a la sociedad respecto al uso de un determinado porcentaje de vidrio pulverizado y conchas de abanico calcinadas como adición al concreto, con el objetivo de aplicar una mejor determinación en la elección de un mejor diseño [8]. El diseño es experimental por ser un proceso en el cual se va, a someter al concreto a diversas condiciones y tratamientos, con el fin de examinar los efectos, o las reacciones que estas producen [2].

Tiene un enfoque cuantitativo porque recolecta y analiza datos con el fin de contestar preguntas y probar hipótesis, la investigación cuantitativa toma una forma estructural con el fin de recopilar y analizar datos obtenidos, lo que indica el uso de diversas herramientas informáticas, estadísticas y matemáticas, esto ayudará a obtener resultados. Su propósito es de medir el problema y ver qué tan propagado se encuentra, por medio de la búsqueda de resultados proyectados a una determinada producción [1].

La población serán todas las probetas de concreto que se pueda elaborar, puesto que la población a ser estudiada es un grupo de casos, se encuentra limitado, pero es accesible, sirve de referencia para elegir la muestra [3].

La muestra estuvo integrada por una cantidad de 18 testigos, utilizándose la totalidad de ellos, 9 probetas de concreto patrón y 9 probetas de concreto con adición de vidrio pulverizado y conchas de abanico calcinadas, en un 2% cada uno. El muestreo en esta investigación es no pro-



abilístico porque al seleccionar los testigos de concreto no dependen de probabilidades.

La principal herramienta para la recolección de datos fue la guía de observación, los ensayos de fluorescencia para el vidrio pulverizado y las conchas de abanico calcinadas.

En este sentido primero se efectuó la recolección de muestras del vidrio en la ciudad de Huaraz y las conchas de abanico del botadero de Huarmey. Después se trituró el vidrio en un mortero y calcinó las conchas de abanico en un horno para luego molerlas, y así obtener moléculas de conchas de abanico calcinadas. Para los ensayos de fluorescencia se mandaron las muestras de vidrio pulverizado y conchas de abanico calcinadas a un laboratorio, con el fin de ver la composición química elemental de cada una de las muestras e identificar los elementos que contienen y las cuales aportarán para la resistencia del concreto.

También se ejecutó el diseño de mezcla por el método ACI con los agregados de la cantera de Taclan, posteriormente se hicieron las 18 briquetas, 9 probetas patrón y 9 probetas con la muestra de vidrio pulverizado y conchas de abanico calcinadas, basándose en la norma E-060.

Finalmente se ejecutó el ensayo de compresión simple de las probetas a los 7, 14 y 28 días tanto para el concreto patrón y la muestra, para evaluar los resultados obtenidos y ser representados en gráficos comparativos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se puede observar que la resistencia a la comprensión de la muestra al cual se añadió vidrio pulverizado en un 2% y conchas de abanico en el mismo porcentaje, resulta favorable para el concreto, puesto que las cifras que arrojan en el laboratorio nos muestran que a los 28 días es más favorable respecto a los 7 y 14 días, comparando a la resistencia del concreto patrón, en los 28 días el concreto patrón llegó a tener una resistencia de 295.4 kg/cm², mientras que el concreto con adición de vidrio pulverizado y conchas de abanico calcinadas mostraron como resultado una resistencia de 306.1 kg/cm², guardando relación con lo que indica [7], porque en los resultados de su investigación muestran el incremento en la resistencia a la comprensión del concreto al ir añadiendo los porcentajes de vidrio molido, concluyendo que es viable emplear estos materiales, porque cada uno de estos cumplió con la resistencia del diseño base.



Tabla 1. Comparación de la resistencia a la compresión promedio.

| CONCRETO DE RESISTENCIA 210 KG/CM ² | EDAD | KG/CM ² |
|---|------|--------------------|
| Concreto patrón | 7 | 194.5 |
| Ensayo de mezcla de concreto con 2% de vidrio pulverizado y 2% de conchas de abanico calcinadas | 7 | 196.5 |
| Concreto patrón | 14 | 237.8 |
| Ensayo de mezcla de concreto con 2% de vidrio pulverizado y 2% de conchas de abanico calcinadas | 14 | 238.9 |
| Concreto patrón | 28 | 295.4 |
| Ensayo de mezcla de concreto con 2% de vidrio pulverizado y 2% de conchas de abanico calcinadas | 28 | 306.1 |

Fuente: Resultados obtenidos en el laboratorio NICOLES HYDGEOSTRUCT S.A.C

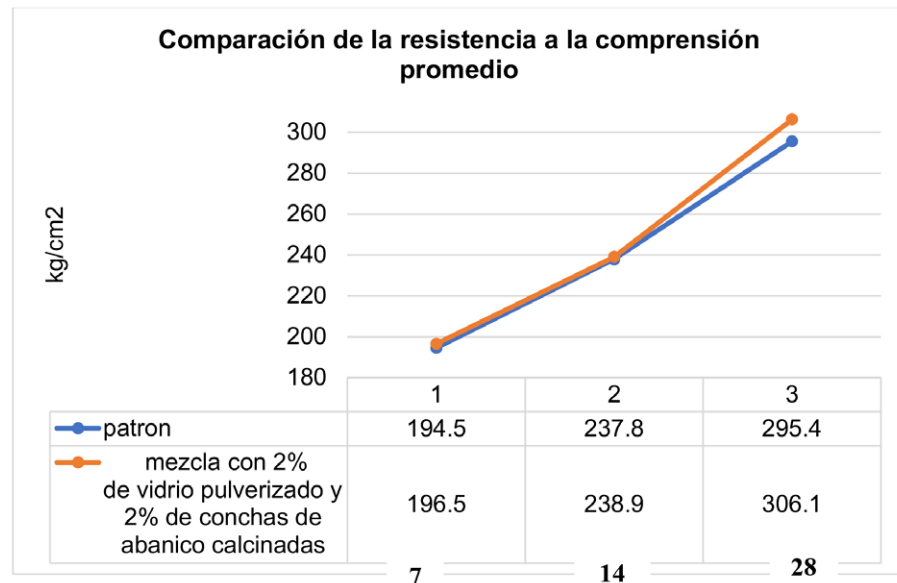


Figura 1. Resistencia a la compresión con adición de vidrio pulverizado y conchas de abanico calcinadas. Fuente: Elaboración propia

La tabla 1 y la figura 1, muestra que la mezcla diseñada a la cual se añadió vidrio pulverizado y conchas de abanico calcinadas, a los 28 días, es más favorable que al de los 7 y 14 días respecto al concreto patrón, mostrando una diferencia de $f'c=10.7$ kg/cm² entre el concreto patrón, ello nos indica que al emplear vidrio y conchas de abanico mejoran la resistencia a la compresión del concreto.

Las características del vidrio pulverizado y las conchas de abanico calcinadas mediante fluorescencia de rayos x, mostraron los siguientes resultados:

Tabla 2. Composición química elemental del vidrio pulverizado y conchas de abanico calcinadas, analizado en el laboratorio a través del método de fluorescencia de rayos x.

| COMPOSICIÓN QUÍMICA DEL VIDRIO PULVERIZADO | | COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LAS CONCHAS DE ABANICO CALCINADAS | | MÉTODO UTILIZADO |
|--|------------------------------|--|------------------------------|---|
| COMPOSICIÓN QUÍMICA | RESULTADOS, % ⁽¹⁾ | COMPOSICIÓN QUÍMICA | RESULTADOS, % ⁽¹⁾ | |
| Silicio, Si | 47.074 | Silicio, Si | 0.363 | Espectrometría de fluorescencia de rayos X de energía dispersiva ⁽²⁾ |
| Sodio, Na | 35.218 | Sodio, Na | 0.000 | |
| Calcio, Ca | 10.449 | Calcio, Ca | 97.303 | |
| Aluminio, Al | 3.443 | Aluminio, Al | 0.000 | |
| Magnesio, Mg | 2.516 | Magnesio, Mg | 0.000 | |
| Potasio, K | 0.432 | Potasio, K | 0.499 | |
| Azufre, S | 0.408 | Azufre, S | 0.026 | |
| Hierro, Fe | 0.307 | Hierro, Fe | 1.066 | |
| Cromo, Cr | 0.061 | Cromo, Cr | 0.000 | |
| Fosforo, P | 0.036 | Fosforo, P | 0.000 | |
| Circonio, Zr | 0.033 | Circonio, Zr | 0.019 | |
| Estroncio, Sr | 0.023 | Estroncio, Sr | 0.490 | |

Fuente: Resultados obtenidos en el laboratorio LABICER

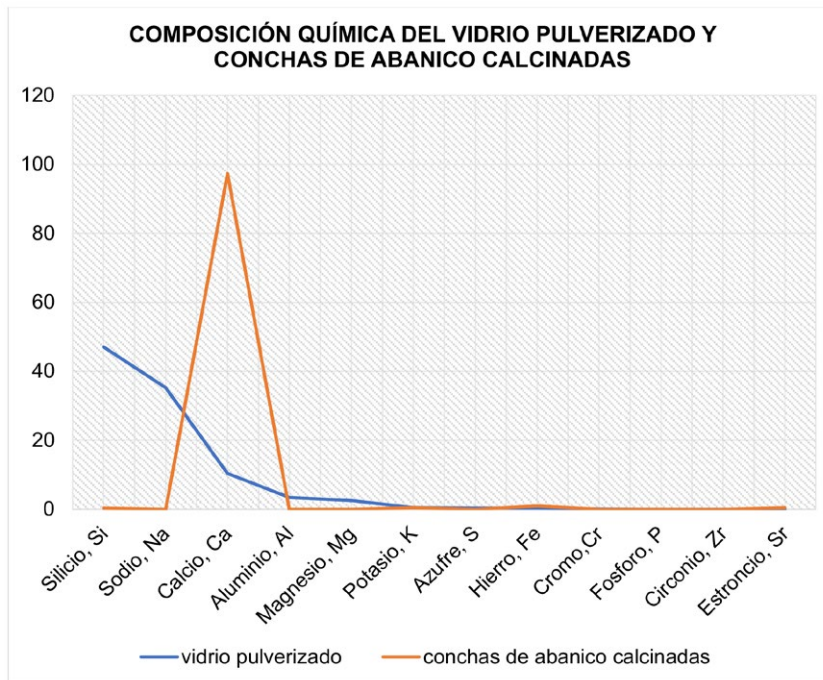


Figura 2. Comparación entre vidrio pulverizado y conchas de abanico calcinadas. Fuente: Elaboración propia

En la tabla 2 y la figura 2 se observa que los elementos más significativos que conforman al vidrio pulverizado son el silicio, sodio y calcio mientras que las conchas de abanico calcinadas están compuestas en mayor cantidad por el calcio, hierro y potasio, apreciando que el calcio que compone las conchas de abanico calcinadas, supera al calcio que compone el vidrio pulverizado en una diferencia de 86.854%.





Tabla 3. Muestra del análisis químico expresado en óxidos del vidrio pulverizado y de las conchas de abanico calcinadas.

| | DESCRIPCION | VIDRIO PULVERIZADO | CONCHAS DE ABANICO |
|----|---|--------------------|--------------------|
| 1 | óxido de silicio, SiO ₂ | 65.157 | 0.681 |
| 2 | óxido de sodio, Na ₂ O | 20.037 | 0.000 |
| 3 | óxido de calcio, CaO | 7.976 | 96.815 |
| 4 | óxido de aluminio, Al ₂ O ₃ | 3.845 | 0.000 |
| 5 | óxido de magnesio, MgO | 1.743 | 0.000 |
| 6 | óxido de azufre, SO ₃ | 0.587 | 0.552 |
| 7 | óxido de potasio, K ₂ O | 0.289 | 0.491 |
| 8 | óxido de hierro, Fe ₂ O ₃ | 0.231 | 1.006 |
| 9 | óxido de cromo, Cr ₂ O ₃ | 0.046 | 0.000 |
| 10 | óxido de fósforo, P ₂ O ₅ | 0.045 | 0.000 |
| 11 | óxido de circonio, ZrO ₂ | 0.027 | 0.019 |
| 12 | óxido de estroncio, SrO | 0.016 | 0.435 |

Fuente: Resultados obtenidos en el laboratorio LABICER

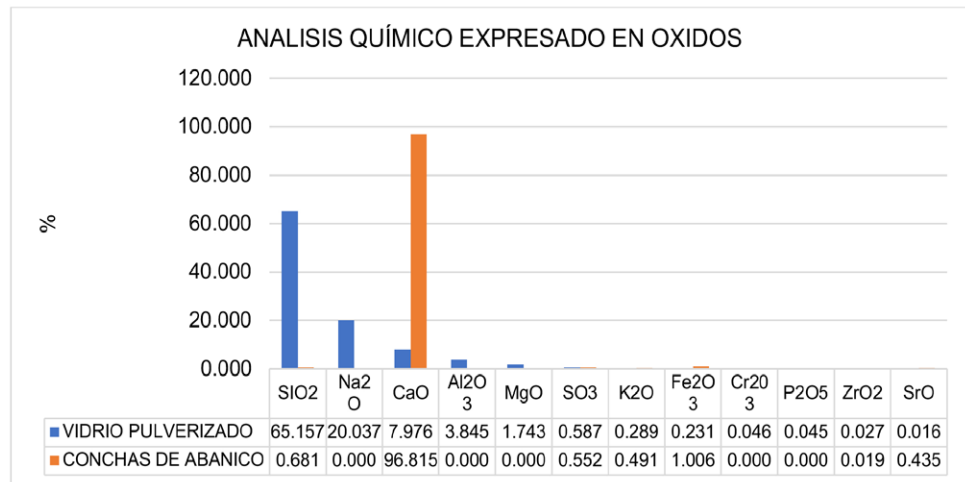


Figura 3. Comparación de vidrio pulverizado y conchas de abanico calcinadas expresados en óxidos. Fuente: elaboración propia

En la tabla 3 y la figura 3, se aprecia que ambas muestras contienen óxido de calcio CaO, en el vidrio encontramos un 7.976% y en las conchas de abanico un 96.815%, dando una diferencia de 88.839%, mientras tanto en el óxido de silicio se aprecia que el vidrio contiene un 65.157% y las conchas de abanico contiene un 0.681%, dando una diferencia de 64.476%.

La tabla 4, tabla 5, tabla 6 y la tabla 7 nos detalla la cantidad de material a utilizar para la obtención del diseño de la mezcla de un concreto, con agregado convencional y con adición del vidrio pulverizado y conchas de abanico calcinadas, de una resistencia de f'c 210 kg/cm², basándose en la medida de la probeta mostrada en la figura 4.

Tabla 4. Peso de materiales por kg/m³

| Descripción | Cemento (kg/m ³) | A. fino (kg/m ³) | A. grueso (kg/m ³) | Agua (lt/bolsa) |
|----------------|------------------------------|------------------------------|--------------------------------|-----------------|
| Seco | 475.74 | 833.85 | 931.53 | 216 |
| Húmedo | 475.74 | 869.16 | 940.98 | 169.64 |
| Por cada bolsa | 1 | 77.65 | 84.06 | 15.15 |

Fuente: Elaboración propia

Tabla 5. Peso de materiales por bolsa

| PROPORCIONAMIENTO EN PESO | | | | |
|---------------------------|-------|-------|--|-------|
| 42.5 | 77.65 | 84.06 | | 15.15 |
| C | AF | AG | | AGUA |
| BLS | KG | KG | | KG |

Fuente: Elaboración propia

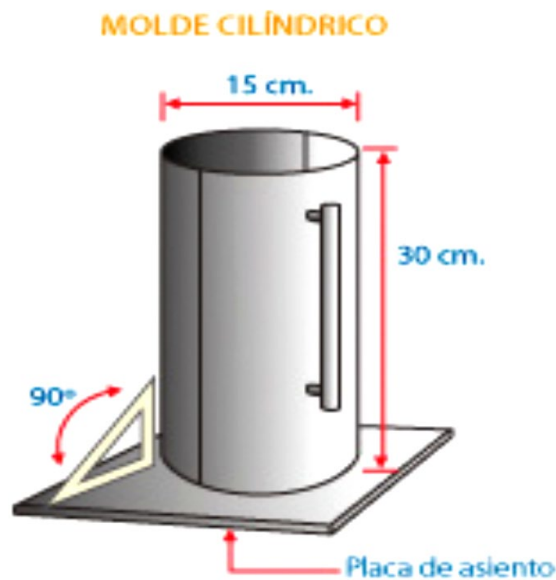


Figura 4. Medidas de la probeta.

Fuente: Elaboración propia

Tabla 6. Proporción de materiales por 9 probetas de la muestra patrón

| PARA 9 PROBETAS DEL DISEÑO | | |
|--|----------------|----------------|
| $v = \pi r^2 h$ | 0.005301 | m ³ |
| $v = 0.005301 * 9$ | 0.047709 | m ³ |
| $v = 1.2 * 0.047709$ | 0.057251 | m ³ |
| $\text{cemento} = 0.0572508 * 475.74$ | 27.2365 | kg |
| $A_f = 0.0572508 * 869.16$ | 49.76011 | kg |
| $A_g = 0.0572508 * 940.98$ | 53.87186 | kg |
| $\text{Agua efectiva} = 0.047709 * 169.64$ | 8.093354 | lt |
| SUMA | 138.962 | kg |

Fuente: Elaboración propia

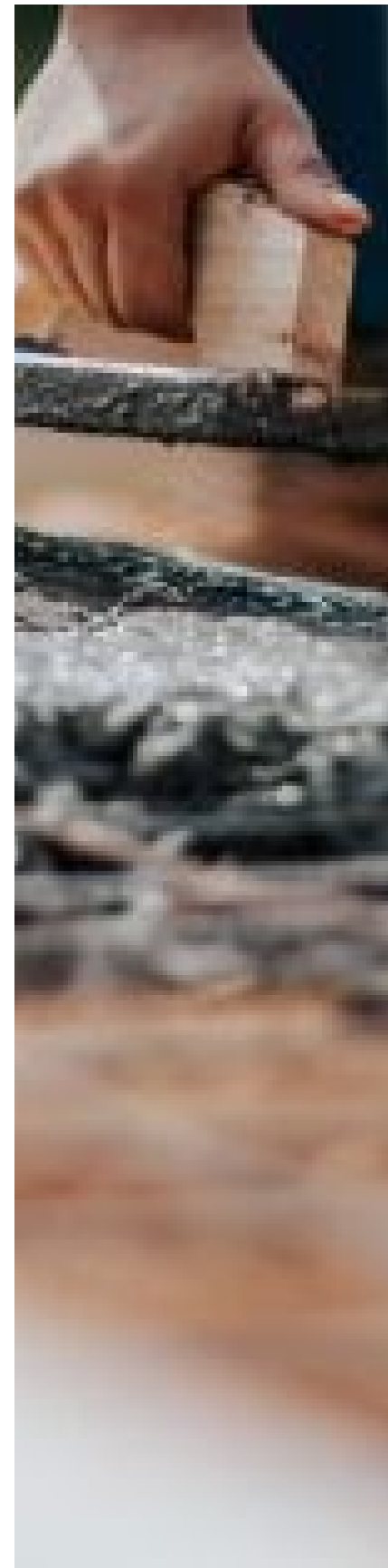




Tabla 7. Proporción de materiales por probeta, añadiendo 2% de vidrio pulverizado y 2% de conchas de abanico calcinadas

| PARA 9 PROBETAS DEL DISEÑO | | | Vidrio pulverizado y conchas de abanico calcinadas | |
|--|----------------|----------------|--|--------------|
| $v=\text{pixr}2\text{xh}$ | 0.005301 | m ³ | | |
| $v=0.005301*9$ | 0.047709 | m ³ | 2% vidrio pulverizado | 2.779 |
| $v=1.2*0.047709$ | 0.057251 | m ³ | 2% conchas de abanico calcinadas | 2.779 |
| $\text{cemento}=0.0572508*475.74$ | 27.2365 | kg | SUMATORIA | 5.558 |
| $Af=0.0572508*869.16$ | 49.76011 | kg | | |
| $Ag=0.0572508*940.98$ | 53.87186 | kg | | |
| $\text{Agua efectiva}=0.047709*169.64$ | 8.093354 | lt | | |
| SUMA | 138.962 | kg | | |

Fuente: Elaboración propia

Para realizar la mezcla de 9 probetas se usarán: cemento 27.2365 kg, agregado grueso 53.87 kg, agregado fino 49.76 kg, agua 8.09 kg; de los cuales para las 9 probetas que se emplearán como muestras, se añadirá el vidrio pulverizado al 2% que representan un total de 2.779 kg, lo mismo para las conchas de abanico calcinadas se usarán 2.779 kg.

Tabla 8. Cronograma para el análisis de la resistencia

| DESCRIPCION | CANTIDAD DE MUESTRAS | FECHA | | EDAD EN DIAS |
|---|----------------------|-------------|------------|--------------|
| | | ELABORACION | ROTURA | |
| Ensayo de mezcla de concreto patrón | 3 | 03/09/2022 | 10/09/2022 | 7 |
| Ensayo de mezcla de concreto con 2% de vidrio pulverizado y 2% de conchas de abanico calcinadas | 3 | 03/09/2022 | 10/09/2022 | 7 |
| Ensayo de mezcla de concreto patrón | 3 | 03/09/2022 | 17/09/2022 | 14 |
| Ensayo de mezcla de concreto con 2% de vidrio pulverizado y 2% de conchas de abanico calcinadas | 3 | 03/09/2022 | 17/09/2022 | 14 |
| Ensayo de mezcla de concreto patrón | 3 | 03/09/2022 | 01/10/2022 | 28 |
| Ensayo de mezcla de concreto con 2% de vidrio pulverizado y 2% de conchas de abanico calcinadas | 3 | 03/09/2022 | 01/10/2022 | 28 |

Fuente: Elaboración propia

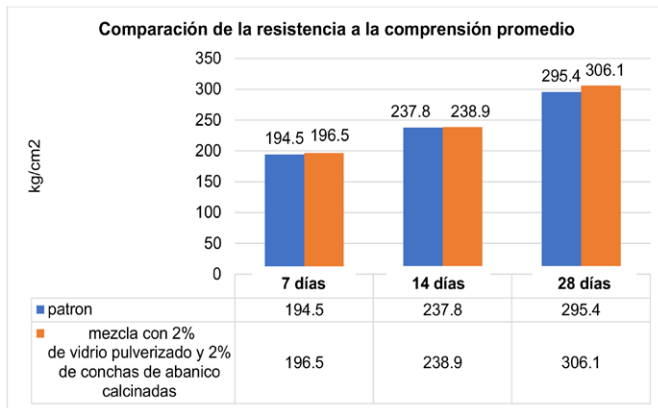


Figura 5. Resultados promedio de los 7, 14 y 28 días en los ensayos a compresión Fuente: Elaboración propia

En la tabla 8, se muestra el cronograma para el análisis de la resistencia y en la figura 5 muestra la comparación de la resistencia a la compresión en las edades 7, 14 y 28 días; mostrando mínima diferencia entre el concreto patrón y el concreto añadido vidrio pulverizado y conchas de abanico, a los 7 y 14 días en 1 kg/cm² y 1.1 kg/cm² respectivamente, mientras que en los 28 días la diferencia es de 10.7 kg/cm², esto nos indica que la resistencia a la compresión da mejores resultados a los 28 días de curado.

CONCLUSIONES

La resistencia a la compresión del concreto $f'c$ 210 kg/cm², incorporando vidrio pulverizado y conchas de abanico calcinadas a los 28 días, fue de 306.1 kg/cm² con respecto al concreto patrón 294.7 kg/cm², ello nos indica que el vidrio y las conchas de abanico pueden ser incluidas en la elaboración del concreto, al ser muy favorables para obtener un concreto de mayor calidad.

Los compuestos químicos que predominan en las conchas de abanico calcinadas son el calcio en un 97.303% y el hierro 1.066%, mientras que los compuestos químicos que predominan en mayor cantidad en el vidrio pulverizado son: el silicio con un 47.074%, el sodio 35.218% y el calcio 10.449%, indicando que el compuesto químico que predomina en ambas muestras es el calcio.

Se concluye que a través del método A.C.I 211.1 basado en la norma ASTM C33 se determinaron las proporciones de los materiales como son (1:1.98:2.07/15.15); para el cemento, agregado fino, agregado grueso y el agua resaltando que al añadir el vidrio pulverizado al 2% y conchas de abanico calcinadas al 2%, los resultados a los 7 días dieron un promedio de 196.5 kg/cm², a los 14 días arrojaron un resultado de 238.9 kg/cm² y a los 28 días se obtuvo una $f'c$ máxima de 306.1 kg/cm² en promedio, mostrando que el vidrio pulverizado y las conchas de abanico añaden un 45.7% de resistencia a la compresión del concreto, no obstante a las 7 y 14 días de curado también tienden a ser superiores que el concreto patrón aunque en menor porcentaje.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] D. Alan y L. Cortez. Procesos y fundamentos de la investigación científica. Universidad Técnica de Machala, 2017. ISBN: 978-9942-24-093-4
- [2] F. Arias. Diseño experimental. (Archivo de blog), 2012.
- [3] J. Arias; M. Villasís y M. Miranda. "El protocolo de investigación III: la población de estudio". Revista alergia México, 63(2), 201-206, 2016. ISSN: 0002-5151. DOI: <https://doi.org/10.29262/ram.v63i2.181>
- [4] M. Cueva. Influencia del uso de residuo de concha de abanico como reemplazo de agregado en la porosidad del concreto. Tesis (Título de Ingeniero Civil). Piura: Universidad de Piura, 2019. 104 pp.
- [5] Empleo del vidrio reciclado triturado en sustitución parcial del árido fino para elaborar hormigón con fines de sostenibilidad por Zenaida Paulette Frómata Salas [et al]. Santiago de Cuba: Centro de Información y Gestión Tecnológica, vol. 1, núm. 4: 64-81, agosto 2020.
- [6] J. Giraldo. Investigación del uso del vidrio crudo en la ciudad de Huaraz –barrio de Shancayan como material constructivo. Proyecto de investigación. Huaraz: Universidad Nacional Santiago Antúnez De Mayolo, 2020. 14 pp.
- [7] E. Hernández y J. Rojas. Estudio de la resistencia a la compresión del concreto, con vidrio molido reciclado como sustituto parcial del agregado fino. Tesis (Trabajo de grado). Bogotá: Universidad Católica De Colombia, 2021. 83 pp. <https://hdl.handle.net/10983/27150>
- [8] J. Lozada. "Investigación aplicada". Revista de divulgación científica de la Universidad Tecnológica Indoamericana, 3(1), 47-50, 2014. ISSN-e: 1390-9592.
- [9] D. Peñafiel. Análisis de la resistencia a la compresión del hormigón al emplear vidrio reciclado molido en reemplazo parcial del agregado fino. Tesis (Título de Ingeniero Civil). Ecuador: Universidad Técnica De Ambato, 2016. 114 pp. <http://repositorio.uta.edu.ec/jspui/handle/123456789/23038>
- [10] J. Castañón. "El impacto económico y social de la gestión productiva en las empresas relacionadas al reciclaje de botellas de vidrio". Bachiller de ingeniería industrial (Trabajo de investigación). Peru: Universidad Privada del Norte, 2020. 31 pp. <https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/26433/Trabajo%20de%20investigaci%C3%B3n.pdf?sequence=2>

Cómo citar este artículo:

Milla Montes, E. L. (2023). Incorporación de vidrio pulverizado y conchas de abanico calcinadas en el concreto. *EPISTEMUS*, 17(34).

<https://doi.org/10.36790/epistemus.v17i34.253>

