

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL



**Comportamiento del concreto añadiendo fibra de vidrio y diseñado
parcialmente con agregado grueso reciclado de pavimentos de concreto**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE
INGENIERO CIVIL**

AUTOR

Diego Antonio Tadeo Aurich Temoche

ASESOR

Hector Augusto Gamarra Uceda

<https://orcid.org/0000-0002-3653-1394>

Chiclayo, 2025

**Comportamiento del concreto añadiendo fibra de vidrio y diseñado
parcialmente con agregado grueso reciclado de pavimentos de
concreto**

PRESENTADA POR

Diego Antonio Tadeo Aurich Temoche

A la Facultad de Ingeniería de la
Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo
para optar el título de

INGENIERO CIVIL

APROBADA POR

Cesar Eduardo Cachay Lazo

PRESIDENTE

Fidel Ortiz Zapata

SECRETARIO

Héctor Augusto Gamarra Uceda

VOCAL

Dedicatoria

Dedico la presente investigación a mi abuela y mis padres por apoyarme en todo el proceso y brindarme palabras de aliento, pese a las dificultades que se han presentado en el transcurso de mi camino profesional, a mis hermanos que siempre voy a estar ahí para ellos apoyándolos en lo que necesiten y a todos los que me apoyaron con esta presente investigación.

Agradecimientos

En primer lugar, agradecer a Dios por permitirme llegar hasta este punto de mi vida y de mi carrera la cual ya estoy a punto de culminar ya que siempre está guiándome por el buen camino, porque cuando me he propuesto metas me a dado todas las herramientas necesarias para poder cumplirlas, infinitas gracias; en segundo lugar, agradecer a mis padres y mi familia por brindarme todo el apoyo que he recibido en todo este tiempo porque sé que siempre van a estar ahí para mí, muchas gracias; y en tercer lugar, agradecer a mi asesor, docentes e ingenieros por brindarme todo este conocimiento y poder aplicarlo en la vida y en esta investigación, a mis amigos y compañeros por compartir varios momentos en todo este proceso que nos ha enseñado y hemos aprendido muchas cosas.

INFORME DE ORIGINALIDAD

22%

INDICE DE SIMILITUD

21%

FUENTES DE INTERNET

3%

PUBLICACIONES

12%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	hdl.handle.net Fuente de Internet	6%
2	Submitted to Universidad Cesar Vallejo Trabajo del estudiante	1%
3	Submitted to Universidad Privada del Norte Trabajo del estudiante	1%
4	repositorio.unc.edu.pe Fuente de Internet	1%
5	informatica.upla.edu.pe Fuente de Internet	1%
6	repositorio.ucp.edu.pe Fuente de Internet	1%
7	Submitted to Universidad Andina Nestor Caceres Velasquez Trabajo del estudiante	1%
8	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	1%
9	repositorio.unap.edu.pe Fuente de Internet	

Índice

Resumen	6
Abstract	7
Introducción.....	8
Revisión de literatura	11
Materiales y métodos	32
Resultados y discusión	50
Discusiones	94
Conclusiones	99
Recomendaciones	100
Referencias	101
Anexos	105

Resumen

El principal objetivo de esta investigación es demostrar que la adición parcial de agregado grueso reciclados y fibra de vidrio mejora las propiedades del concreto, específicamente su resistencia a la compresión y a la flexión, mediante una serie de ensayos controlados. En este estudio, la fibra de vidrio fue incorporada en proporciones del 0.25%, 0.50% y 1% sobre el peso del material cementante, mientras que el agregado grueso reciclado fue añadido en porcentajes del 25%, 50% y 70%. Además, se realizó una caracterización detallada del agregado reciclado para garantizar que la mezcla de concreto sea óptima y permita alcanzar la mayor resistencia posible.

En cuanto a los resultados, se comprobó que el agregado reciclado utilizado, cumple con los parámetros establecidos por la normativa, y las propiedades del concreto fresco, como la trabajabilidad y temperatura, no presentando variaciones significativas respecto al concreto estándar. Los ensayos mostraron que el concreto experimental con la adición de fibra de vidrio logró mejores resultados en resistencia a la flexión en comparación con el concreto convencional, gracias a que la fibra contribuye favorablemente a este tipo de esfuerzo. En cuanto a la resistencia a la compresión, se obtuvieron resultados superiores al concreto estándar, con algunas excepciones en los porcentajes más altos de agregado reciclado. Finalmente, se recomienda no exceder el 2% de fibra de vidrio en la mezcla, ya que proporciones mayores podrían reducir la resistencia en lugar de aumentarla. Este estudio concluye que el uso combinado de agregado grueso reciclado y fibra de vidrio es una alternativa viable para la producción de concreto, proporcionando mejoras significativas en la resistencia a la flexión y manteniendo propiedades aceptables en la resistencia a la compresión, lo que puede contribuir a la construcción más sostenible y eficiente.

Palabras clave: Concreto, agregado grueso reciclado, fibra de vidrio, resistencia a la compresión, resistencia a la flexión.

Abstract

The main objective of this research is to demonstrate that the partial addition of recycled coarse aggregates and glass fiber improves the mechanical properties of concrete, specifically its compressive and flexural strength, through a series of controlled tests. In this study, glass fiber was incorporated in proportions of 0.25%, 0.50%, and 1% based on the weight of the cementitious material, while recycled coarse aggregates were added in percentages of 25%, 50%, and 70%. Additionally, a detailed characterization of the recycled aggregates was carried out to ensure that the concrete mix was optimal and allowed for achieving the highest possible strength.

Regarding the results, it was confirmed that the recycled aggregates used meet the standards set by the applicable regulations, and the properties of fresh concrete, such as workability and temperature, did not show significant variations compared to standard concrete. The tests demonstrated that the experimental concrete with the addition of glass fiber achieved better results in flexural strength compared to conventional concrete, as the fiber contributes favorably to this type of stress. As for compressive strength, results were generally higher than standard concrete, with some exceptions at higher percentages of recycled aggregate. Finally, it is recommended not to exceed 2% of glass fiber in the mix, as higher proportions could decrease strength rather than increase it.

This study concludes that the combined use of recycled aggregates and glass fiber is a viable alternative for concrete production, providing significant improvements in flexural strength while maintaining acceptable properties in compressive strength, which can contribute to more sustainable and efficient construction practices.

Keywords: Concrete, recycled coarse aggregate, fiberglass, compressive strength, flexural strength.

Introducción

El material más empleado en los sistemas constructivos es el concreto a nivel mundial, aunque su efecto sobre el medio ambiente es significativo. La producción de cemento, componente clave del concreto, representa cerca del 7% de las emisiones mundiales de CO₂, lo que lo convierte en un factor relevante en el cambio climático [1]. Además, en obras de ingeniería se utiliza más 50 mil millones de toneladas de agregados naturales anualmente, lo que crea una presión insostenible sobre sus recursos y agrava la degradación del ambiente [2].

La gestión de los residuos de construcción y demolición es uno de los mayores desafíos a nivel global. En Europa, se generan aproximadamente 374 millones de toneladas de restos de construcción de este tipo cada año, lo que representa entre el 25% y el 30% del total de residuos producidos en la región [3]. Un porcentaje significativo de estos desechos corresponde a concreto, que, en muchos casos, no se recicla de manera eficiente. En Estados Unidos, por ejemplo, solo el 20% de los residuos de construcción se reciclan, mientras que el resto se envía a vertederos, lo que implica una pérdida considerable de recursos y un impacto ambiental negativo [4].

En Perú, la generación de residuos de construcción y demolición (RCD) representa un problema significativo para el manejo de residuos sólidos. Según estimaciones del Ministerio del Ambiente (MINAM), aproximadamente entre el 30% y 40% del total de residuos sólidos generados en todo el país corresponden a residuos de construcción y demolición, lo que representa alrededor de 7 millones de toneladas anuales [5].

También se ha comenzado a implementar la reutilización de residuos de construcción y demolición (RCD) en obras de pavimentación y otras infraestructuras. Un estudio en San Isidro, Lima, reportó que los residuos de la construcción se utilizan en la fabricación de adoquines para pavimentos, demostrando que hasta un 30% de agregado reciclado tomando el lugar del agregado grueso puede mejorar la resistencia del concreto poroso, lo que es ideal para pavimentos expuestos a condiciones climáticas adversas [6].

En la región de Lambayeque, uno de los principales problemas es el deterioro y colapso de las aceras rígidas en varias calles y avenidas. Estas infraestructuras presentan grietas y otros defectos debido a un diseño inadecuado y la ausencia de mantenimiento por parte de las autoridades [7]. Un ejemplo claro es el fenómeno de "jaku", que ha exacerbado estos problemas en los pavimentos. Una solución sostenible sería reutilizar estos materiales, aprovechando aquellos que de otro modo serían considerados desechos y enviados a vertederos, minimizando el impacto ambiental y fomentando la economía circular [8].

El desafío del reciclaje insuficiente de residuos de construcción no es exclusivo de los países industrializados, sino que se trata de una preocupación global. Esta situación ha llevado a un enfoque creciente en los aspectos ambientales, sociales y económicos relacionados con la sostenibilidad en la construcción [9]. En respuesta a esta problemática, diversos investigadores en todo el mundo están explorando alternativas para minimizar los efectos negativos y promover prácticas más sostenibles.

También se ha implementado un marco normativo para la gestión de los residuos sólidos de construcción y demolición (RCD). Esta normativa, derivada de la Ley N° 27.314, establece registrar la cantidad mínima de residuos para su protección ambiental. El reglamento busca garantizar una gestión adecuada de los residuos, tanto desde un enfoque sanitario como ambiental, para lograr el desarrollo sostenible del país [10].

Por otro lado, la incorporación de fibras de vidrio en el concreto ha demostrado ser beneficiosa al mejorar sus propiedades y controlar las fisuras. El uso de estas fibras refuerzan estructuralmente, mejorando su tenacidad y capacidad para resistir cargas dinámicas, lo que se traduce en una mayor durabilidad. Asimismo, el uso de agregados reciclados como agregado parcial en la mezcla de concreto es una solución sostenible que reduce la demanda de agregados naturales como los residuos de construcción enviados a vertederos. El agregado reciclado se obtiene mediante la trituración de concreto desechados, lo que no solo disminuye la extracción de recursos naturales, sino que también reduce significativamente el volumen de residuos [11].

En este contexto, la investigación busca responder la pregunta: ¿Cuál es la influencia de la incorporación de agregado grueso reciclado y fibra de vidrio en la resistencia de compresión y flexión del concreto?

La justificación de este estudio se sustenta en varias perspectivas. Desde el punto de vista técnico, se pretende mejorar ciertas propiedades que presenta el concreto mediante la adición de agregado grueso reciclado y fibras de vidrio, esto contribuiría a un menor impacto ambiental y a un concreto más resistente a la flexo-compresión. Económicamente, la fibra de vidrio ofrece una alternativa más accesible en comparación con las fibras de acero, lo que podría resultar en un ahorro significativo en los costos de construcción, sin sacrificar las propiedades estructurales del concreto [12]. Socialmente, el uso de agregado grueso reciclado contribuye a la reducción de residuos, lo que beneficiaría a las comunidades cercanas al reutilizar estos desechos, para que mejore su calidad de vida de personas cercanas a estas zonas.

El objetivo principal de esta investigación es demostrar que la adición parcial de agregado grueso reciclado de pavimentos de concreto y fibra de vidrio aumenta la resistencia tanto a la compresión y flexión del concreto. Entre los objetivos específicos se incluyen la determinación de la granulometría óptima para la elaboración del concreto con agregado grueso reciclado y fibra de vidrio, además establecer la influencia del agregado grueso reciclado y fibra de vidrio en la adición del concreto incrementa la resistencia a la compresión a comparación de un concreto convencional, así mismo, decretar la influencia del agregado grueso reciclado y fibra de vidrio en la adición del concreto incrementa la resistencia a la flexión a comparación de un concreto convencional, también estatuir el porcentaje óptimo de agregado grueso reciclado y fibra de vidrio para la mezcla del concreto y precisar el costo - beneficio utilizando agregado grueso reciclado y fibra de vidrio.

Estudios previos, como el realizado por Bleger Freddy García Chambilla en Puno, han demostrado que añadir fibras de vidrio mejora las propiedades mecánicas del concreto, como su resistencia a compresión [13]. Estos hallazgos sugieren que el uso de fibras de vidrio y agregados reciclados puede tener implicaciones significativas para la industria de la construcción en Perú, permitiendo la creación de estructuras más sostenibles y duraderas.

Revisión de literatura

De acuerdo con **Mahbube Subhani, Saima Ali, Ryan Allan, Aidan Grace y Mahbubur Rahman** [14] cuyo objetivo fue investigar cómo actúan las partículas de vidrio reciclado como sustituto parcial de los agregados finos en el concreto geopolímero autocompactante, evaluando su impacto en las propiedades físicas y mecánicas del material. El experimento incluyó la sustitución de arena con vidrio reciclado en proporciones del 10%, 30% y 50%, utilizando partículas bien graduadas y gruesas. Además, en algunas mezclas se añadieron fibras de basalto para mejorar las propiedades mecánicas y la durabilidad.

Las pruebas realizadas incluyeron la resistencia a la tracción, compresión, su módulo de elasticidad, y el flujo de asentamiento para evaluar la trabajabilidad del concreto. También se realizaron análisis microscópicos para observar la distribución del vidrio y los modos de falla. Tras culminar el estudio se demostró que el usar hasta un 20% de vidrio reciclado, mejorando sus propiedades logrando una resistencia a la compresión de 25 M Pa. Sin embargo, al superar el 20%, la resistencia disminuyó, lo que lo hace inapropiado para aplicaciones estructurales.

En términos de fluidez, las partículas bien graduadas redujeron ligeramente la trabajabilidad con el aumento del contenido de vidrio, mientras que las partículas gruesas mejoraron la fluidez debido a la menor área superficial total. El estudio concluye que el vidrio reciclado puede utilizarse como reemplazo parcial de los agregados en las mezclas de concreto geopolímero autocompactante, haciendo que se vuelva sostenible el uso de agregados naturales y los desechos de vidrio. Sin embargo, con proporciones superiores al 20%, es necesario ajustar la mezcla para evitar una pérdida en el rendimiento mecánico. La inclusión de fibras de basalto también mejoró la resistencia de sus propiedades y la creación de fisuras, mejorando su durabilidad.

Según señalan los autores **Ebenezer O. Fanijo, John Temitope Kolawole, Adewumi John Babafemi y Jian Liu** [15] investigaron donde el objetivo principal fue examinar el uso de agregados reciclados de concreto (RCA) en la construcción de pavimentos, evaluando sus propiedades físicas, mecánicas y de sostenibilidad a diferencia de los agregados naturales (NA). El procedimiento experimental de la revisión se centró en comparar las propiedades físicas, químicas y mecánicas de los pavimentos construidos con RCA frente a aquellos con NA. Se examinaron diferentes métodos de trituración ya que estos factores afectan directamente su rendimiento en la construcción de pavimentos. Además, la revisión evaluó el rendimiento del RCA en capas subterráneas de pavimentos, capas rígidas y flexibles, utilizando diversas técnicas de evaluación y pruebas específicas.

Los resultados indicaron que el RCA presenta propiedades mecánicas y de durabilidad adecuadas para ser utilizado en pavimentos, aunque su rendimiento depende significativamente del proceso de recuperación y la cantidad de mortero adherido. Se observará que el RCA ofrece importantes beneficios de sostenibilidad, como la reducción de la huella de carbono, el mantenimiento de recursos naturales y la disminución de residuos en vertederos. Sin embargo, en algunos casos, se encontró que el RCA presenta una menor resistencia al aplastamiento y mayor porosidad a diferencia con los NA, afectando la durabilidad del pavimento para un mayor tiempo. Las conclusiones del estudio subrayan que el uso de RCA en la construcción de pavimentos es una opción viable y sostenible, siempre que se tomen las medidas adecuadas para mejorar su microestructura y eliminar el mortero adherido. Los autores sugieren que el RCA puede utilizarse con éxito en las capas subterráneas y en algunas aplicaciones de capas rígidas y flexibles, pero recomiendan continuar investigando para optimizar su uso y garantizar su rendimiento a largo plazo.

Tal como menciona el autor **Yan Bin Yao, Wenjiao Zhang, Ying Fu, Bojian Wu y Xiangqing Kong** [16], en su estudio, evaluó el comportamiento mecánico y la resistencia al impacto del hormigón utilizando agregados reciclados (RAC) y fibras de acero recicladas (RSF) en combinación con humo de sílice. El procedimiento experimental incluyó el uso de 10% de humo de sílice y diferentes proporciones de RSF (0,25%, 0,5%, 0,75%) para analizar sus efectos sobre la resistencia a la compresión, al impacto y la microestructura del hormigón. Los especímenes fueron sometidos a pruebas de resistencia a la tracción y compresión, además de ser analizados por vista microscópica de barrido (SEM) con el fin de investigar la interacción entre el cemento y los agregados reciclados/fibras. También se utilizó la distribución de Weibull para modelar los datos obtenidos de las pruebas de impacto y predecir la vida útil del material. Los resultados revelaron que el efecto sinérgico entre el humo de sílice y las fibras de acero recicladas mejoró significativamente la resistencia. En particular, el espécimen con 10% de humo de sílice y 0,75% de RSF presentó un aumento del 421,9% en la energía de la primera grieta y del 461,3% en la energía de impacto a la falla. Además, el humo de sílice redujo la porosidad y mejoró la compacidad de la zona de transición interfacial (ITZ), mientras que las fibras de acero ayudaron a retrasar la aparición y el crecimiento de grietas.

Las conclusiones del estudio indicaron que la combinación de humo de sílice y RSF contribuye a la sostenibilidad al disminuir el uso de materiales nuevos y reciclar residuos de construcción. La acción conjunta de estos materiales produce una mejora en la resistencia al impacto y la durabilidad del hormigón, lo que lo hace adecuado para aplicaciones que requieren alta resistencia al impacto.

De acuerdo a **Mohamed A. Awad, Sherif A. Mostafa y Hossam H. Afifi** [17] realizaron una investigación centrada en las propiedades mecánicas y la durabilidad del concreto de alta resistencia que incorpora fibras de vidrio y agregados reciclados de concreto (RCA). El objetivo principal fue analizar el comportamiento del concreto reforzado con diferentes proporciones de fibras de vidrio, y examinar como actúa al reemplazar parcialmente los agregados naturales por RCA en la resistencia y durabilidad del material.

El procedimiento experimental incluyó la sustitución del 25% de los agregados desde su origen por los reciclados, y la adición de fibra en porcentajes de 0.5%, 1.0% y 1.5%. Las propiedades evaluadas fueron la resistencia a la compresión, la resistencia a la flexión, y la durabilidad del concreto, utilizando pruebas de absorción de agua y penetración de cloruros para medir el desempeño bajo condiciones agresivas.

Los datos que se obtuvieron al incorporar la fibra incrementó la resistencia a la flexión hasta un 30%, con la mezcla que contenía 1% de fibras de vidrio mostrando el mejor equilibrio entre resistencia y trabajabilidad. No obstante, el uso de RCA como sustituto parcial redujo la resistencia a la compresión en un 15%, aunque esta disminución no afectó de manera significativa el desempeño estructural del concreto en aplicaciones de alta resistencia.

Las conclusiones indicaron que las fibras aumentan la durabilidad del concreto al reducir la penetración de cloruros, lo cual es esencial en ambientes agresivos. Sin embargo, los autores recomiendan limitar el uso de RCA a un 25% para evitar una reducción considerable en la resistencia a la compresión. Este enfoque, que combina fibras de vidrio con RCA, ofrece una alternativa sostenible y de alto rendimiento para la construcción en áreas que requieren alta resistencia y durabilidad.

Como indica **Saksham Kumar Sharma y Shalika Mehta** [18] en su investigación experimental tuvo el objetivo de analizar los efectos de usar agregados reciclados y fibras de vidrio en el concreto, motivada por encontrar soluciones más sostenibles en el sector construcción, ante el creciente volumen de desechos y la demanda de materiales ecológicos. En este estudio, se utilizaron agregados gruesos reciclados de concreto (RCA) como reemplazo parcial de los agregados naturales, añadiendo fibras de vidrio para mejorar las propiedades del concreto, como la resistencia a la flexión y a la tracción.

El procedimiento experimental involucró la preparación de mezclas de concreto de grado M40, reemplazando hasta un 70% de los agregados naturales. Además, se incorporó un 2% de fibras de vidrio con el fin de potenciar sus propiedades mecánicas, especialmente en términos de flexión y tensión. Las mezclas se diseñaron siguiendo la norma IS 10262:2009, y los especímenes fueron evaluadas en pruebas de compresión y flexión después de 7 y 28 días de

curado. Se obtuvieron resultados con 30% de reemplazo de agregados naturales por RCA presentaron resultados comparables a la muestra convencional, en cuanto a la compresión. Al incorporar fibras mejoró notablemente la capacidad de flexión y tensión, con un incremento del 30% en comparación con las mezclas sin fibras. Sin embargo, al aumentar el contenido de RCA más allá del 30%, la resistencia a la compresión disminuyó significativamente, lo que sugiere un límite óptimo para la sustitución de agregados naturales.

En conclusión, la investigación demostró que la combinación de agregados reciclados y fibras de vidrio es una alternativa viable para mejorar la sostenibilidad del concreto, reduciendo costos y reutilizando desechos de construcción, sin comprometer significativamente las propiedades mecánicas. Los autores recomiendan un reemplazo máximo del 30% de agregados naturales por RCA y un 2% de fibra de vidrio para lograr una mezcla equilibrada entre rendimiento y costo.

Según los autores **C. Vivek Kumar, M. Palanisamy, C. Balakrishna y S. Pooja Sri Reddy** [19] llevaron a cabo un estudio donde han evaluado las propiedades mecánicas del concreto utilizando agregados finos y gruesos reciclados provenientes de desechos de construcción y demolición, en lugar de agregados naturales. El estudio también buscaba determinar la cantidad óptima de agregados reciclados que se puede incorporar en la mezcla sin comprometer sus propiedades.

El experimento consistió en preparar mezclas de concreto de grado M30, donde los agregados naturales fueron reemplazados progresivamente por agregados reciclados en porcentajes del 10%, 15%, 20%, 25%, 30% y 35%, de acuerdo con lo que menciona la norma IS 10262:2009. Las mezclas se sometieron a pruebas de tracción indirecta, resistencia a la compresión, (split tensile strength) para flexión a los 7, 14 y 28 días de curado. Estas propiedades se compararon con un concreto convencional sin agregados reciclados.

Los resultados mostraron que el concreto con un 10% de agregados reciclados presentó una resistencia a la compresión de 40 MPa, similar al concreto convencional. No obstante, conforme aumentaba el porcentaje de reemplazo, la resistencia disminuía de forma significativa. Por ejemplo, al utilizar un 30% de agregados reciclados, la resistencia a la compresión se redujo a 31.4 MPa, una caída del 21.5% en comparación con el concreto sin agregados reciclados. Esta tendencia se observó también en la resistencia a la tracción, con una disminución marcada a partir de un 20% de reemplazo. Aunque la resistencia a la flexión también se vio afectada, la disminución fue menos pronunciada que en las otras pruebas.

El estudio también reveló que los agregados reciclados, al tener mayor porosidad y absorción de agua, reducen la trabajabilidad de la mezcla, lo que puede ser compensado mediante el uso

de aditivos superplastificantes, que mejoran la fluidez y cohesión de la mezcla durante su colocación.

En conclusión, el estudio determinó que el uso de agregados reciclados es una opción viable en la construcción, siempre que se controle el porcentaje de reemplazo. Los resultados sugieren reemplazar el 10% de agregados naturales por reciclados mantiene propiedades mecánicas similares al concreto convencional. Sin embargo, porcentajes superiores al 30% de reemplazo conllevan una reducción significativa en la resistencia, lo que limita su uso en aplicaciones estructurales de alta exigencia.

De acuerdo a los autores **S. Vaishnavi Devi, R. Gausikan, S. Chithambaranathan y J. Wilfred Jeffrey** [20] realizaron un estudio cuyo objetivo fue investigar el uso de residuos de construcción y demolición (C&D) en la producción de concreto, utilizando agregados reciclados (RA) como sustituto parcial de los agregados naturales (NA). El enfoque principal fue comparar las propiedades mecánicas y físicas de los RA con los NA, evaluando su viabilidad para aplicaciones estructurales y no estructurales. Además, el estudio buscaba determinar si los RA pueden ofrecer una solución sostenible frente a la creciente demanda de materiales de construcción y reducir el impacto ambiental asociado con los residuos.

El diseño experimental utilizó una mezcla de concreto basada en la norma M25, donde los NA fueron reemplazados por RA en diferentes proporciones: 0% (M1), 30% (M2) y 50% (M3). La cantidad de cemento en las mezclas fue constante, con 438 kg/m^3 , y la relación de agua-cemento fue de 0.45. Se llevaron a cabo pruebas tanto en estado fresco como endurecido, incluyendo la evaluación de la trabajabilidad mediante el ensayo del cono de asentamiento y la resistencia a la compresión a los 7, 14 y 28 días.

Los datos obtenidos del estudio mostraron diferencias significativas entre los RA y los NA. En términos de gravedad específica, los RA tuvieron un valor más bajo (2.48 frente a 2.67 de los NA), debido a la presencia de mortero adherido. Asimismo, los RA presentaron una mayor absorción de agua (0.30%), lo que sugiere la necesidad de ajustar la mezcla con mayor cantidad de agua o aditivos para mantener la trabajabilidad.

En cuanto a las propiedades mecánicas, al tener 30% de RA (M2) mostró un rendimiento adecuado con una resistencia a la compresión de 27.56 MPa a los 28 días, lo que es viable para aplicaciones estructurales. Sin embargo, con 50% de RA (M3), la resistencia disminuyó considerablemente a 23.91 MPa, limitando su uso a aplicaciones no estructurales. El concreto sin RA (M1) alcanzó una resistencia de 30.69 MPa, lo que confirmó que el uso de RA afecta la resistencia, aunque es viable hasta un 30% de reemplazo.

El estudio concluyó que los agregados reciclados pueden ser utilizados para la producción de concreto como una nueva alternativa sostenible para reducir el uso de agregados naturales. Las mezclas con 30% de RA ofrecen un rendimiento satisfactorio en términos de resistencia a la compresión, haciéndolas adecuadas para aplicaciones estructurales. No obstante, reemplazos superiores al 50% comprometen la resistencia y la trabajabilidad, por lo que se recomienda su uso solo en aplicaciones no estructurales.

Ferdynnan Torres Álvarez, Jorge Luis Acuña Oviedo y Fredy Rojas Díaz [21] realizaron un estudio en el que se investigó el comportamiento mecánico del concreto reforzado con fibra de vidrio (AR). El propósito fue analizar cómo la adición de diferentes porcentajes de esta fibra afecta las propiedades del concreto, específicamente la resistencia a la compresión y la flexión. El estudio se enfocó en determinar la mezcla óptima para el concreto reforzado, también en comparar los resultados obtenidos con mezclas sin adición de fibra.

Se utilizaron varios porcentajes de fibra de vidrio, y el procedimiento experimental incluyó la fabricación de vigas y probetas de concreto. Las mezclas pasaron pruebas de resistencia a la compresión a los 7, 14, 21 y 28 días, además de pruebas de resistencia a la flexión siguiendo normas técnicas, como la ASTM C947. En concreto, se observó que la resistencia a la compresión disminuyó levemente con la incorporación de fibra, en especial a mayores dosificaciones, pero mejoró la resistencia a la flexión en proporciones específicas.

Los resultados mostraron que, aunque la adición de fibra de vidrio reduce la trabajabilidad del concreto, esta puede compensarse con un ajuste en la dosificación o con el uso de aditivos. El concreto con un porcentaje moderado de fibra mostró mejoras significativas en su comportamiento a la flexión, haciéndolo adecuado para ciertos usos estructurales, pero la alta dosificación afectó la resistencia a la compresión, lo que sugiere su uso limitado en aplicaciones no estructurales.

En conclusión, los autores señalaron que el concreto reforzado con fibra tiene potencial con el cual se va a reducir el uso de refuerzos de acero en elementos no estructurales, lo que implica una disminución de costos y una mejora en la sostenibilidad. Sin embargo, sugirieron continuar investigando para optimizar el uso de fibras en concretos de alta resistencia y en otras aplicaciones industriales.

Bleger Freddy García Chambilla [13] realizó una investigación con el propósito de analizar el efecto de la adición de fibras de vidrio en la resistencia a la compresión del concreto y su costo de fabricación. Para ello, se seleccionaron distintos porcentajes de fibras de vidrio (0.025%, 0.075% y 0.125% respecto al peso de los materiales) y se realizaron ensayos para determinar su influencia en la resistencia a la compresión a los 7, 14 y 28 días.

El concreto se preparó utilizando un diseño de mezcla basado en el método del Comité 211 del ACI, con una resistencia de diseño de 210 Kg/cm². Se llevaron a cabo pruebas tanto en estado fresco (prueba de revenimiento) como en estado endurecido (prueba de compresión según ASTM C39). Las probetas cilíndricas se evaluaron para medir la influencia de las fibras de vidrio en sus propiedades mecánicas.

Los resultados mostraron que la resistencia a la compresión aumentó en un 6.65% con el 0.025% de fibra, en un 2.26% con el 0.075%, y en un 1.26% con el 0.125%. Sin embargo, al aumentar el porcentaje de fibras, la trabajabilidad disminuyó, lo que afectó la consistencia del concreto. Además, se observó que el costo de producción se redujo en un 2.94% al incorporar el 0.025% de fibra. La investigación concluye que la incorporación de fibras de vidrio mejora la resistencia a la compresión del concreto hasta cierto punto, y representa una alternativa viable para reducir costos en la producción de concreto, siempre y cuando se mantengan proporciones controladas de fibra.

Cesar Camargo Najjar [22] señala en su investigación tuvo el objetivo principal analizar la incorporación de agregados reciclados, obtenidos de pavimentos rígidos demolidos, en sus propiedades físicas y mecánicas del concreto. Se toma en cuenta el creciente problema de los residuos sólidos de construcción y demolición, particularmente en la ciudad de Juliaca, Puno, donde el colapso de pavimentos rígidos ha generado grandes cantidades de escombros.

Para abordar este problema, se hacen diseños de mezclas de concreto utilizando diferentes cantidades de agregados reciclados y naturales, con la finalidad de cuantificar su impacto en la resistencia a la compresión y otras propiedades relevantes. Se establecieron cinco familias de concreto, cada una con una combinación distinta de agregados reciclados y naturales: la primera familia usó un 100% de agregados reciclados, mientras que las demás combinaron entre un 60% y un 80% de agregados reciclados con agregados naturales.

El procedimiento experimental incluyó la preparación de sondas de concreto que fueron sometidas a pruebas de compresión a los 4, 7, 14 y 28 días. Los resultados mostraron que la resistencia a la compresión mejoraba al incrementar la proporción de agregados naturales en la mezcla. Por ejemplo, las sondas con un 80% de agregado natural y 20% de agregado reciclado presentaron una resistencia superior a los 210 kg/cm² especificados en el diseño original, alcanzando hasta 255 kg/cm² a los 28 días. Sin embargo, las mezclas con mayor proporción de agregados reciclados se reduce su resistencia a la compresión. Además, se evaluaron las propiedades físicas de los agregados reciclados, incluyendo su peso unitario, absorción y módulo de finura. Se encontró que los agregados reciclados tenían una mayor absorción de agua debido a su mayor porosidad en comparación con los agregados naturales, lo que implicó la

necesidad de ajustar las cantidades de agua en las mezclas para lograr la trabajabilidad adecuada.

En conclusión, el estudio destaca el análisis de agregados reciclados provenientes de pavimentos rígidos como una alternativa para su producción, contribuyendo a la reducción de los residuos sólidos de la construcción y preservando los recursos naturales no renovables. Sin embargo, es fundamental mantener un equilibrio adecuado en la proporción de agregados reciclados para garantizar la resistencia y durabilidad del concreto, especialmente en aplicaciones estructurales. Se recomienda la utilización de hasta un 50% de agregado reciclado en mezclas de concreto para asegurar un buen rendimiento.

Lenin Stalin Abrigo Campos [23] en su tesis, investigó la adición de fibra de vidrio en diferentes proporciones para ver el efecto de la resistencia a la compresión de la muestra patrón, con una resistencia de diseño de 210 kg/cm². El objetivo fue mejorar sus propiedades mecánicas, específicamente su resistencia a la compresión, y determinar el porcentaje óptimo de adición de fibra de vidrio para lograr una mayor eficiencia en la mezcla sin comprometer su trabajabilidad ni resistencia.

Se han hecho con sondas de concreto elaboradas mediante el método ACI, utilizando agregados extraídos de la cantera Roca Fuerte del río Chonta, de la ciudad de Cajamarca. Se prepararon cuatro tipos de mezclas: una sin adición de fibra de vidrio (patrón) y tres con adiciones del 2%, 4% y 6% de fibra de vidrio, en función del peso del cemento. El objetivo principal era comparar los resultados de la resistencia a la compresión a los 7, 14 y 28 días en cada mezcla, y observar cómo se comporta la fibra en las propiedades del concreto endurecido.

El proceso experimental para el concreto incluyó la evaluación de la trabajabilidad del concreto fresco con la prueba de revenimiento, y resistencia a la compresión endurecido mediante ensayos de compresión axial. Las sondas fueron sometidas a estas pruebas en el laboratorio. Para analizar los resultados, se generaron gráficos de esfuerzo-deformación, comparando los datos obtenidos del patrón y de las diferentes mezclas con fibra de vidrio.

Los resultados mostraron que la adición de fibra de vidrio al 2% mejoró significativamente la resistencia a la compresión, alcanzando 251.41 kg/cm² a los 28 días, superando al concreto patrón que alcanzó 230.13 kg/cm². Sin embargo, con mayores proporciones de fibra, como el 4% y 6%, la resistencia disminuyó progresivamente a 245.78 kg/cm² y 240.89 kg/cm², respectivamente. Este fenómeno se atribuye a una reducción en la cohesión de la mezcla, lo que afectó negativamente las propiedades mecánicas del concreto. Además, se observó que al aumentar el contenido de fibra de vidrio, la trabajabilidad disminuía, lo que dificultaba la manipulación y colocación de la mezcla.

El estudio concluye que el uso de fibra de vidrio en un 2% es óptimo para mejorar la resistencia a la compresión, haciéndolo viable en aplicaciones estructurales que requieren concreto de mayor resistencia, sin afectar significativamente la trabajabilidad. En cambio, proporciones mayores de fibra no ofrecen mejoras adicionales y, en algunos casos, pueden ser contraproducentes.

BASES TEORICAS:

Concreto: Se define como un material de construcción que se compone de una combinación de piedra, arena, cemento y agua, esta debe ser una mezcla homogénea; además es altamente valorado por sus propiedades duraderas, su capacidad de resistencia y su versatilidad, puesto que puede adaptarse a diversas formas y tamaños según los requerimientos del proyecto. Durante el proceso de mezclado, se pueden incorporar otros productos o materiales con el fin de mejorar determinadas características del concreto. A modo de resultado, existen varios tipos de concreto, tales como el ordinario, armado, pretensado, mixto, ciclópeo, ligero, entre otros [24].

Componentes:

Cemento: Como se sabe es uno de los materiales principales en la construcción, utilizado para unir y solidificar diversos componentes, creando estructuras sólidas y duraderas. Es un elemento esencial para estructuras. Es un polvo fino, generalmente de color gris, que se mezcla con agua y otros agregados formando una pasta, una vez fraguada y endurecida, adquiere una notable resistencia y estabilidad[24].

Composición del Cemento:

Su principal componente es el clinker, el cual representa entre el 90% y el 95% del cemento. El clinker se produce al calcinar materias primas como la caliza y materiales arcillosos a altas temperaturas, y está compuesto por cuatro principales componentes químicos que determinan las propiedades del cemento: el silicato tricálcico (C_3S), el silicato bicálcico (C_2S), el aluminato tricálcico (C_3A) y el ferraluminato tetracálcico (C_4AF). El C_3S constituye entre 50% y 60% del clinker, siendo el principal responsable de la resistencia pues reacciona rápidamente con el agua. El C_2S , que representa entre 15% y 30%, proporciona una resistencia más lenta pero más sostenida a largo plazo. Por su parte, el C_3A (5% a 10%) es el compuesto que reacciona más rápidamente con el agua, pero puede ser vulnerable en ambientes con presencia de sulfatos, lo que podría generar problemas de durabilidad. Finalmente, el C_4AF (5% a 15%) facilita el proceso de fabricación del clinker al reducir la temperatura de calcinación necesaria [25].

Agregado fino: Es un elemento granular también llamado arena, es esencial para la mezcla del concreto y el mortero ya que es un componente imprescindible. Su función principal es aportar cohesión y facilidad de manipulación a la mezcla [26].

El contenido de agregado fino suele estar entre el 35% y el 45% del peso total o magnitud tridimensional del agregado, según el proyecto específico. Estas partículas deben ser limpias, preferentemente de forma angular, duras, resistentes y compactas. En otras palabras, el

material no debe quedar atrapado en más del 45% en dos tamices consecutivos del mismo tamaño considerado, y no debe contener más del 5% del material que pasa por el último tamiz, que suele ser la malla. No 200.

Agregado grueso: Se refiere al material como piedras trituradas o grava, que desempeña un papel esencial en la construcción. Su función principal es brindar resistencia mecánica y estabilidad a la producción de concreto y otros elementos estructurales utilizados en proyectos de construcción [26].

Agua: Debe ser lo suficientemente pura para no interferir en la reacción de hidratación del cemento, puesto que puede presentar impurezas como aceites o sales pueden perjudicar el fraguado y la durabilidad del concreto [24].

Propiedades del Concreto:

Resistencia a la compresión: Propiedad más importante se refiere a su capacidad para soportar cargas axiales de compresión sin fallar. Es la principal consideración para la mayoría de las aplicaciones estructurales, debido a que el concreto está diseñado principalmente para resistir este tipo de esfuerzo [27].

Resistencia a la flexión: Se refiere a la capacidad del concreto para resistir cargas perpendiculares que tienden a doblar el material. Aunque es considerablemente menor que la resistencia a la compresión es importante en elementos estructurales como losas y pavimentos [28].

Agregado

Reciclado:

Se adquiere a partir de la trituración de residuos de construcción y demolición, como concreto, ladrillos, pavimentos y otros elementos previamente utilizados en estructuras. Estos materiales son reutilizados para reemplazar los agregados naturales (como la grava y la arena) en la fabricación de nuevo concreto y otros productos de construcción. Los agregados reciclados representan una opción sostenible que ayuda a disminuir el impacto ambiental relacionado con la extracción de recursos y la acumulación de desechos de construcción. Además de reducir estos residuos, el uso de agregados reciclados puede producir concreto con un rendimiento adecuado, siempre que se realicen los ajustes correctos en las proporciones de la mezcla [29].

Sostenibilidad y Economía del Uso de Materiales Reciclados:

El uso de agregados reciclados en el concreto es una estrategia que responde a las crecientes demandas de sostenibilidad en la industria de la construcción. Este enfoque se alinea con los principios de economía circular, donde los materiales de construcción, especialmente

los provenientes de la demolición de pavimentos de concreto, se reutilizan en nuevos proyectos, reduciendo así la extracción de recursos vírgenes y la generación de residuos, el empleo de agregados reciclados puede reducir significativamente el impacto ambiental, particularmente en términos de reducción de la huella de carbono y de la cantidad de desechos de construcción enviados a vertederos. Además, la utilización de fibras de vidrio junto con agregados reciclados contribuye a mejorar la durabilidad y resistencia del concreto, extendiendo su vida útil y reduciendo la necesidad de reparaciones futuras [30].

Economía

Circular:

La economía circular en la construcción se basa en la idea de cerrar los ciclos de materiales, es decir, mantener los materiales en uso durante el mayor tiempo posible. En el contexto del concreto con agregados reciclados, esta práctica incluye el reciclaje de pavimentos de concreto demolidos para ser reutilizados como agregados en nuevas estructuras, promoviendo la sostenibilidad, la economía circular no solo disminuye el impacto ambiental, sino que también aporta beneficios económicos a largo plazo, al reducir la necesidad de recursos naturales vírgenes y de transporte de materiales [31].

Fibras

de

Vidrio:

Compuesto por filamentos finos de vidrio que se utilizan como refuerzo en el concreto para mejorar sus propiedades mecánicas, especialmente en términos de resistencia a la tracción y flexión. Las fibras de vidrio se añaden al concreto con el objetivo de controlar la formación de fisuras, aumentar la resistencia a la tracción y mejorar la durabilidad general del material. En el concreto reforzado con fibra de vidrio (GRC o GFRC, por sus siglas en inglés), las fibras actúan como refuerzo, distribuyéndose uniformemente en la mezcla, lo que permite que el concreto tenga un mejor comportamiento bajo esfuerzos de flexión y tracción. Este tipo de concreto es más resistente a la fisuración y presenta una mayor capacidad para soportar cargas de impacto.

Las fibras de vidrio se caracterizan por ser ligeras, no conductoras y resistentes a la corrosión, lo que las hace ideales para aplicaciones donde el concreto puede estar expuesto a condiciones ambientales agresivas. Sin embargo, es importante controlar la cantidad de fibra añadida, ya que un exceso puede afectar la trabajabilidad del concreto [32].

Esta fibra es de uso comercial por lo que en la ficha técnica se indica su gravedad específica la cual va ser fundamental para la aplicación de esta debido a que se requiere para las dosificaciones que se van a requerir en la mezcla de concreto, así como también sus propiedades que se mencionan anteriormente, además de presentar propiedades eléctricas y térmica de las cuales se han aplicado en muchos ámbitos de la construcción, no confundir

con “lana de fibra de vidrio” que es enfocado principalmente para este ámbito de la cual presenta un enmallado con un espesor de 15cm, en este caso esto no se va a tomar en cuenta ya que el propósito de esta investigación se basa en el aumento de su resistencia en compresión y flexión con una fibra de vidrio tipo E, que son filamentos finos de vidrio.

Composición de la fibra de vidrio:

Es un material inorgánico compuesto principalmente por sílice, cal, alúmina y magnesita, a los que se añaden óxidos diversos. Estos materiales se trituran finamente para obtener una masa homogénea para ponerla al horno a temperaturas extremadamente altas, alrededor de 1,550 °C, para su fundición. El vidrio fundido se extruye y estira, generando filamentos finos que constituyen la fibra de vidrio [33].

Su composición química está dominada por el dióxido de silicio (SiO_2), que constituye entre el 53% y el 54% de su masa total. Este compuesto es esencial para otorgarle a la fibra su resistencia y estabilidad estructural. Además, contiene entre 14% y 15,5% de Al_2O_3 (óxido de aluminio), que contribuye a mejorar la durabilidad y la resistencia a las temperaturas elevadas [33].

Normas aplicadas: a continuación, se mostrarán las normas que se han utilizado para poder determinar los ensayos que se han realizado para todo el desarrollo de la investigación pertinente:

- NTP 339.204: Esta norma se refiere a los diferentes tipos de concreto reforzado con fibras que, con los ingredientes mezclados de manera uniforme, permite su prueba y ensayo [34].
- NTP 339.034: Esta norma explica acerca de las muestras cilíndricas de concreto evaluadas a resistencia a la compresión [35].
- ASTM C 39: Esta norma trata de lo mismo que realiza la NTP 339.034, sin embargo, en lo que se a basado este estudio es en los especímenes de ensayo estándar de cilindros de concreto [36].
- NTP 339.078: en la que estipula cual es el procedimiento para hallar la resistencia a la flexión en una viga simplemente apoyada en la que se ensayan con cargas ubicadas a un tercio de la luz [37].
- NTP 339.183 Nos menciona acerca del procedimiento de la elaboración y el curado de las probetas de concreto teniendo un control, cauteloso de los materiales y cuáles serían las condicione óptimas de ensayo, con concretos que pueden ser consolidados mediante el vibrado o varillado [38].

- NTP 339.035 Se utilizará para determinar el asentamiento del concreto de cemento portland [39].
- NTP 339.177: Definir el procedimiento para medir el contenido de iones cloruros solubles en muestras de suelo utilizando el método volumétrico de Mohr, con nitrato de plata [40].
- NTP 339.152: Medir la cantidad de sales solubles presentes en muestras de suelo, lo cual es fundamental para evaluar el impacto de la salinidad en la capacidad del suelo [41].
- NTP 339.178: Medir el contenido de iones sulfato en muestras de suelo mediante dos métodos: el método gravimétrico y el método turbidimétrico [42].
 - De acuerdo a los ensayos de los agregados a realizar se tiene lo siguiente:

1. Análisis granulométrico de los agregados

Este estudio examina la distribución de los tamaños de las partículas de un agregado, evaluada mediante su paso por una serie de tamices con aberturas cuadradas, desde el de mayor tamaño hasta el de menor. Los resultados se presentan como el porcentaje en peso de cada tamaño en relación con el peso total del agregado. Para el agregado fino, la gradación debe cumplir con los límites establecidos por la norma NTP 400.012, y su granulometría debe ser preferiblemente uniforme o continua, con los valores retenidos en los tamices de mallas N°4 a N°100. Se recomiendan límites específicos para el agregado fino. En cuanto al agregado grueso, también debe estar clasificado según la NTP 400.012, la cual establece los límites correspondientes. Se prefiere una granulometría continua, asegurando que no más del 5% del material quede retenido en la malla de 1" y no más del 6% pase la malla de ¼", respetando los límites granulométricos recomendados.

El módulo de finura de los agregados, según la norma NTP 400.011, es una medida del tamaño promedio de las partículas. Aunque puede entenderse como un tamaño medio ponderado, no refleja con precisión la repartición exacta de las partículas. Este módulo está inversamente relacionado con la superficie específica; por lo tanto, un módulo de finura más alto indica una menor cantidad de agua por muestra de área superficial.

En el análisis granulométrico del agregado fino, el módulo de finura se calcula sumando los porcentajes acumulados retenidos en los tamices entre las mallas N°4 y N°100 [43].

$$MF = \frac{\%RET.ACUM.TAMICES MENCIONADOS}{100}$$

Con lo que respecta al incorporado grueso, se computa según el estudio granulométrico sumando la cantidad de las proporciones % retenidos almacenados (acumulados) en los tamices comprendidos entre 1" y N°4, más el valor de 500; y dividiendo esta suma entre 100.

$$MF = \frac{\%RET.ACUM.TAMICES MENCIONADOS + 500}{100}$$

2. Peso específico y absorción

Según la norma NTP 400.21 para el agregado grueso se tuvo en cuenta los siguientes puntos que se muestran a continuación [44]:

Peso específico de masa: La densidad es la medida de la masa de un material en un volumen estándar a una temperatura específica, tomando en cuenta tanto los poros permeables como los impermeables del material.

- Para el peso determinado de masa se agregado grueso se calcula mediante la siguiente expresión:

$$Pe.m = \frac{Wms}{S - Wma}$$

Donde:

Se refiere a Wms como el peso en el aire de la muestra secada al fogón (horno) a 105°C, a S como el peso en el aire de la muestra saturada de superficie seca y Wma como el peso en el agua de la muestra saturada.

Peso específico de la masa saturada frívolamente seca: Es similar con lo viene a ser el peso determinado de masa, excepto se incluye el agua en los poros permeables de la masa.

- Para el peso específico de, la masa saturada frívolamente seca, se automatiza mediante la sucesiva expresión para el caso del agregado grueso:

$$Pe.m(s.s.s) = \frac{S}{S - Wma}$$

Donde:

Se refiere a S como el Peso en el aire, de la muestra saturada superficialmente seca y W_{ma} como el Peso en el agua, de la muestra saturada.

Peso específico nominal o aparente: El porcentaje de absorción es la proporción, a una calentura constante, entre la masa en el aire de un volumen estándar y la masa en el agua de un volumen equivalente de agua con la misma densidad. Para sólidos, el volumen se considera igual a la parte no permeable.

- Para el peso específico nominal o aparente del incorporado grueso, se calcula mediante la siguiente expresión:

$$Pe. a = \frac{W_{ms}}{W_{ms} - W_{ma}}$$

Donde:

Se refiere a W_{ms} como el Peso en el aire, de la muestra secada al horno a 105°C . y W_{ma} como el Peso en el agua, de la muestra saturada.

Absorción: El porcentaje de absorción de los agregados, tanto finos como gruesos, indica su capacidad para retener líquido (en este caso, agua) en los espacios permeables de su estructura interna cuando están sumergidos durante 24 horas. Se calcula como la relación entre el aumento de peso y el peso inicial de la muestra seca, expresado en porcentaje.

Este valor es influenciado por la porosidad del material y resulta crucial para concordar con las proporciones de la mezcla de concreto. Además, afecta otras características del agregado, como su resistencia a la abrasión, su capacidad de adherencia al cemento y la resistencia del concreto al deshielo y congelamiento.

- Se calcula con la siguiente expresión:

$$Abs = \frac{S - W_{ms}}{W_{ms}} * 100$$

Donde:

Se refiere a S como el peso de la muestra, evaluada secada al horno a los 105°C y W_{ms} como Es el peso de la muestra, saturada de superficie seca.

Según la norma NTP 400.021 para el agregado fino se tuvo en cuenta los siguientes puntos que se muestran a continuación:

- Para el peso específico de masa del agregado fino, se calcula mediante la siguiente expresión:

$$Pe.m = \frac{Wms}{S - Va}$$

Donde:

Se refiere a Wms que viene a ser el peso en el aire, de la muestra secada al horno a los 105°C, a S como el peso en el aire de la muestra saturada de superficie seca y Va como el volumen, añadido de agua.

- Para el peso específico de la masa saturada superficialmente seca del agregado grueso, se calcula mediante la siguiente expresión:

$$Pe.m(s.s.s) = \frac{S}{S - Va}$$

Donde:

Se refiere a S como el peso en el aire de la muestra saturada de superficie seca y Va como el volumen, añadido de agua.

- Para el peso específico nominal o aparente del agregado grueso, se calcula mediante la siguiente expresión:

$$Pe.a = \frac{Wms}{((S - Va) - (S - Wms))}$$

Donde:

Se refiere a Wms que viene a ser el peso en el aire, de la muestra secada al horno a los 105°C, a S como el peso en el aire de la muestra saturada de superficie seca y Va como el volumen, añadido de agua.

3. Contenido de humedad

Según la norma NTP 339.185, la cantidad de agua, expresada en porcentaje y medida en una saturación con superficie seca, es un factor crucial a tener en cuenta, ya que influye directamente en la cantidad de agua presente en el concreto. Este parámetro es clave para ajustar las proporciones en las mezclas de diseño de concreto según sea necesario. La cantidad de agua en exceso puede variar en función del porcentaje de absorción del agregado, lo cual dependerá de las características específicas del mismo [45].

Los agregados pueden presentarse en distintos estados, como secos en el laboratorio, secos al aire, saturados superficialmente secos y mojados. Al realizar el procesamiento

de datos para definir las proporciones de los componentes del concreto, se asume que el agregado se encuentra en el estado de saturación superficial seca, lo que implica que todos sus poros están completamente llenos de agua, pero la superficie del agregado no presenta humedad.

- Se calcula el contenido de Humedad mediante la siguiente expresión:

$$W\% = \frac{A - B}{B} * 100$$

Donde:

Se refiere A como el Peso de la muestra húmeda y B como el Peso de muestra seca al horno a una temperatura de $105^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$.

4. Peso unitario de los agregados

Conforme a la norma NTP 400.017, El peso volumétrico es la cantidad de peso de un material seco necesario para llenar un recipiente de volumen unitario. Se utiliza este concepto para realizar conversiones entre cantidades de peso y volúmenes, y viceversa. El peso unitario depende directamente de la distribución el tamaño y la forma de las partículas, así como del grado de compactación, que puede ser suelto o compactado [46].

- **Peso unitario suelto de los agregados:**

Se determina estableciendo la relación peso/volumen al dejar caer libremente el agregado desde una altura de aproximadamente 5 cm en un recipiente de un volumen estable y conocido. Este valor es crucial para la conversión de pesos a volúmenes y viceversa.

- **Peso unitario compactado de los agregados:**

El método de apisonado es similar al peso unitario suelto, pero implica compactar el material en capas dentro de un molde. Este método se utiliza en ciertos diseños de composiciones, como el del “American Concrete Institute” (ACI), que incluye el método de apisonado.

- ✓ Método del Apisonado: se colocan tres capas de igual volumen dentro del recipiente, llenándolo aproximadamente hasta la superficie. Luego, se compacta la muestra utilizando una varilla compactadora con 25 golpes, distribuidos de manera homogénea en cada capa y alrededor del contorno del recipiente. La varilla de acero tiene 60 cm de longitud y 16 mm de ancho, y

al apisonar, Se ejerce la fuerza suficiente para que la varilla pase únicamente a través de la capa en la que se está trabajando.

Después de compactar, se usa la varilla como una regla para nivelar la superficie. Luego, se calcula el (peso neto del agregado) para determinar su peso unitario seco compactado, como se explicará más adelante en los resultados obtenidos.

5. Especímenes de concreto

Se siguieron las directrices de la norma NTP 339.183 para la fabricación de los especímenes de concreto. Se produjeron especímenes cilíndricos, con probetas de 15 cm de diámetro y 30 cm de altura, para las pruebas de compresión. También se elaboraron especímenes prismáticos, con dimensiones de 15 cm de arista y 50 cm de longitud, para las pruebas de flexión. Estos especímenes se fabricaron según el diseño correspondiente a cada tipo de adición de fibra mencionada anteriormente. La maquinaria y equipos utilizados para la elaboración de estos especímenes, tanto cilíndricos como prismáticos, fueron [38]:

- ✓ Recipiente para pesar los materiales.
- ✓ Balanza con capacidad de 30kg.
- ✓ Cucharon y baldes de plástico.
- ✓ Una varilla de 5/8" y 60cm de largo.
- ✓ Mezcladora.
- ✓ Martillo de tipo goma.
- ✓ Moldes cilíndricos de plástico.



Figura 1: molde estándares de probetas de plástico

6. Asentamiento o Slump

El ensayo "Slump", según la normativa NTP 339.035, se emplea para evaluar la consistencia, de una masa de concreto mediante la medición del asentamiento en pulgadas o centímetros. En este procedimiento, se coloca y compacta una masa de concreto en un molde metálico con forma troncocónica y dimensiones específicas establecidas en el laboratorio. Luego, se mide la diferencia de altura entre la masa de concreto y el molde metálico una vez retirado, lo que define el nivel de asentamiento de la mezcla [39].

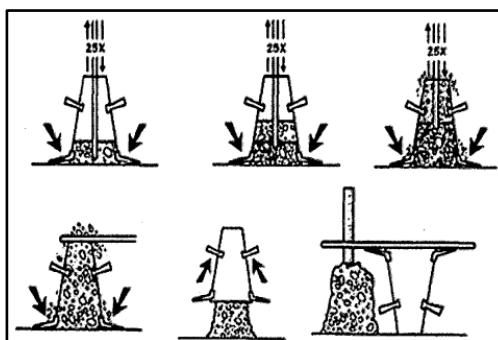


Figura 2: procedimiento de cono de Abrams

7. Ensayo resistencia a la compresión

Según, la normativa NTP 339.034, este ensayo implica aplicar una carga mediante una prensa sobre el área circular de una probeta cilíndrica, previamente medida en cuanto a su diámetro. En esta investigación, se utilizaron probetas cilíndricas estándar de con una altura de 30 cm y un diámetro 15 cm [35].

Se suele medir a los 28 días después del vaciado, momento en el que se obtiene la resistencia máxima. En este estudio, se realizó un proceso de curado a los 7 y 28 días para evaluar el comportamiento del concreto, como fibras y agregado grueso reciclado.

8. Ensayo resistencia a la flexión

La normativa NTP 339.078 en este ensayo es de particular interés en estudios donde se incorpora fibras, ya que estas pueden afectar de manera demostrativa la resistencia a la flexión. Durante el ensayo, una viga de concreto, simplemente apoyada, es sometida a una carga de flexión aplicada a través de dos puntos concentrados ubicados en los extremos del tercio central de la luz de prueba. Además, el ensayo debe cumplir con condiciones específicas, como las relacionadas con la luz de ensayo y la manera en que se aplica la carga:

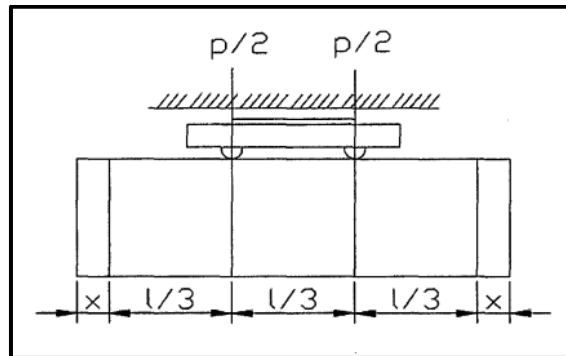
Para las cargas $P/2$ aplicadas en los límites del tercio central [37]:

$$L > 3h$$

Donde:

Se refiere a L como la distancia de ensayo y correspondiente a la altura.

La longitud “ x ” tiene que ser igual o mayor a 2,5cm entre cada línea de apoyo y el extremo más cercano de la probeta como se muestra a continuación:



Materiales y métodos

Tipo de Investigación:

En este proyecto según el fin que persigue tenemos que es una investigación aplicada; pues se describe como aquella que tiene por intención una problemática existente, que se pueda lograr comprender, intervenir, construir y alterarla; su enfoque primordial es el lograr darle una solución a la problemática, priorizando esto por encima del desarrollo de un conocimiento de aplicación universal.

Nivel de Investigación:

La metodología de este estudio es experimental puesto que se desea mejorar la resistencia a la compresión y flexión manipulando las variables independientes, contando con probetas y viguetas que se van a realizar para los ensayos correspondientes.

Hipótesis y operacionalización de variables:

- **Formulación de la hipótesis:**

La incorporación de agregado grueso reciclado de pavimento de concreto y fibra de vidrio en el concreto incrementa su resistencia a la compresión y su resistencia a la flexión.

- **Variables – Operacionalización:**

Variables Independiente: Está conformada por el agregado grueso reciclado y la fibra de vidrio.

Variable Dependiente: Está conformada por los parámetros a evaluar que sería la resistencia a la compresión y resistencias a la flexión.

Variables Intervinientes: Tenemos el curado de concreto, así como también la trabajabilidad y el tipo de concreto a utilizar.

Como objeto de estudio tenemos al concreto que es el tema principal a tratar.

- **Operacionalización de variables:**

VARIABLE	INDICADOR	UND DE MEDIDA	RANGO DE VARIABILIDAD	METODO DE MEDICION (Instrumento, ensayo, NTP)
VARIABLE INDEPENDIENTE				
Incorporacion de fibra de vidrio	Cantidad de fibra	%	0.25%, 0.5% y 1%	BALANZA (añadiendo el porcentaje según la dosificación de la mezcla)
Incorporacion de agregado grueso reciclado	Cantidad de agregado grueso reciclado	%	25%, 50% y 70%	BALANZA (añadiendo el porcentaje según la dosificación de la mezcla)
VARIABLE DEPENDIENTE				
Resistencia a la compresion del concreto	Fuerza de compresion aplicada a cilindros de concreto	kg/cm ²	-	NORMA ASTM C 39 (Metodo de prueba estandar para resistencia a la compresion de especimenes cilíndricos de concreto)
Resistencia a la flexion del concreto	Fuerza a flexion aplicada a viguetas de concreto	kg/cm ²	-	NTP 339.078 (Metodo de ensayo para determinar la resistencia a la flexion del concreto en vigas simplemente apoyadas)
VARIABLES INTERVINIENTES				
Curado del concreto	Tiempo de curado	dias	7 y 28 dias	NTP 339.033
Trabajabilidad del concreto	Slump	pulg	3" a 4"	ENSAYO DE CONO DE ABRAMS (339.035/ASTM C136)
Cemento	Tipo de cemento	bolso	Tipo I	-

Población, muestra y muestreo:

- **Población:**

Para la investigación la población está definida por las muestras de concreto, en probetas, para el ensayo resistencia a la compresión, y viguetas para el ensayo resistencia a la flexión, con la adición de agregado grueso reciclado y fibra de vidrio

- **Muestra de estudio:**

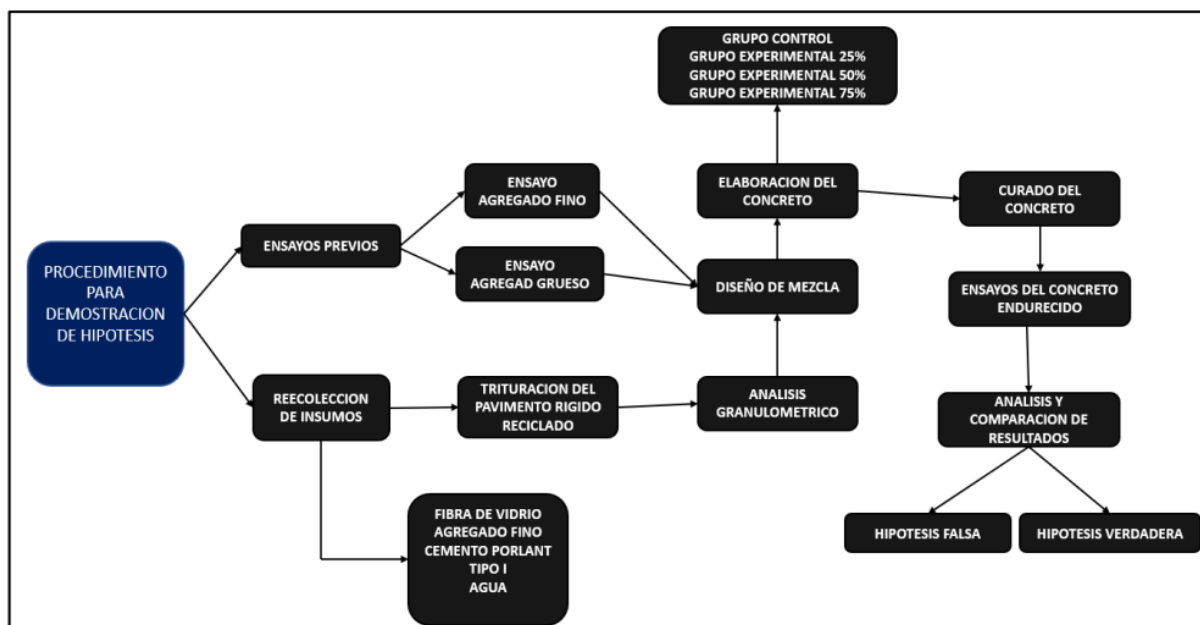
La muestra está sujeta por 72 cilindros de concreto de 150x300mm en el ensayo resistencia a la compresión, divididos por sus diversos porcentajes, de agregado grueso reciclado y fibra de vidrio de la misma manera se clasifico para el curado teniendo en cuenta 7 y 28 días, a su vez se tiene 36 viguetas de concreto de 150x150x400mm en el ensayo resistencia a la flexión, clasificadas de la misma manera que el ensayo anterior.

Muestreo:

ENSAYOS	DISEÑO DE MEZCLA	CURADO	% DE FIBRA	CANT DE PROBETAS
RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO	Grupo de control	7 dias	0.25%	3
			0.50%	3
			1.00%	3
		28 dias	0.25%	3
			0.50%	3
			1.00%	3
	Grupo experimental (25%)	7 dias	0.25%	3
			0.50%	3
			1.00%	3
		28 dias	0.25%	3
			0.50%	3
			1.00%	3
	Grupo experimental (50%)	7 dias	0.25%	3
			0.50%	3
			1.00%	3
		28 dias	0.25%	3
			0.50%	3
			1.00%	3
Grupo experimental (70%)	7 dias	0.25%	3	
		0.50%	3	
		1.00%	3	
	28 dias	0.25%	3	
		0.50%	3	
		1.00%	3	

ENSAYOS	DISEÑO DE MEZCLA	CURADO	% DE FIBRA	CANT DE VIGUETAS	
RESISTENCIA A LA FLEXION DEL CONCRETO	Grupo de control	28 dias	0.25%	3	
			0.50%	3	
			1.00%	3	
	Grupo experimental (25%)	28 dias	28 dias	0.25%	3
				0.50%	3
				1.00%	3
	Grupo experimental (50%)	28 dias	28 dias	0.25%	3
				0.50%	3
				1.00%	3
	Grupo experimental (70%)	28 dias	28 dias	0.25%	3
				0.50%	3
				1.00%	3

Estrategia metodológica para la demostración de la hipótesis:



Añadiendo a esto se deberá caracterizar el agregado del pavimento reciclado debido a que puede estar contaminado, esto con el fin de garantizar una óptima mezcla de concreto en la cual se pueda determinar una mejor resistencia para los ensayos establecidos.

Criterios de selección:

En la investigación presentada se ha empleado agregados que se ajusten a las especificaciones señaladas en las Normas Técnicas Peruanas (NTP), los cuales vienen de una procedencia de diferentes canteras pertenecientes a la región: Lambayeque. Para el agregado fino se ha obtenido proveniente de la cantera, la victoria ubicada en el en el distrito de: Pátapo, con respecto al agregado grueso se obtuvo de la cantera, tres Tomás en el distrito de: mesones mur o en el distrito de Ferreñafe.



Figura 1 y 2: llegada de material natural al laboratorio



Figura 3 y 4: organización de material natural

Para el uso de la fibra de vidrio se seleccionó como proveedor *GKUELAP* en la ciudad de Chiclayo debido a que trabaja con diferentes aditivos de marcas reconocidas, por consiguiente, se pidió 3 kilos de fibra para la presente investigación.

Además de esto según algunos antecedentes revisados, se incorporó dosificaciones por peso de material cementante, ya que dichos antecedentes lo toman por volumen de material cementante, dicho esto según la norma técnica peruana 339.204 nos dice que se podría tomar cualquiera de las dos formas, de la misma manera es recomendable no exceder los porcentajes para la cantidad de fibra ya que mientras más aumente, la mezcla es menos trabajable y a su vez en estos mismo se a corroborado la disminución de la resistencia con un alto porcentaje de fibra de vidrio.



Figura 5: obtención de fibra de vidrio

Para la recolección del agregado grueso reciclado, se a conseguido del distrito de: Ferreñafe, en la localidad de Pueblo Nuevo teniendo como ubicación exacta las calles Buenaventura Sialer, Policarpio y la calle Cahuide donde esta ultima fue la que se logró recolectar la mayor cantidad de material reciclado, dicho esto las calles mencionadas ya presentaban un deterioro grande, las cuales estaban siendo reparadas y el tema al estar enfocado en el reciclaje de material se consiguió para su reutilización.

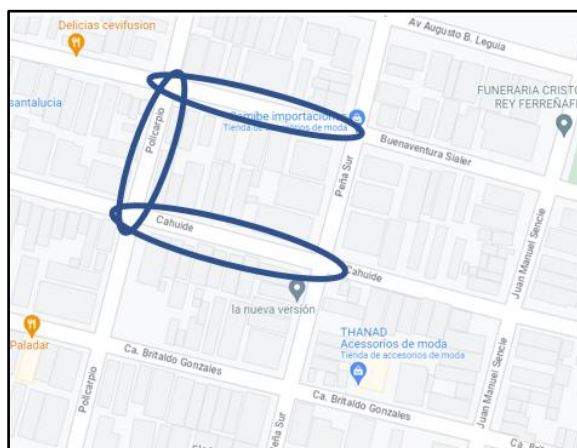


Figura 6: ubicación de AG reciclado



Figura 7 y 8: Recolección de AG reciclado



Figura 8 y 9: Material reciclado llevado a chancadora

Una vez obtenido el material se llevó a la chancadora para obtener el agregado chancado de $\frac{1}{2}$ " y poder realizar los respectivos ensayos en el laboratorio.



Figura 10 y 11: Material reciclado triturado



Figura 12: Contabilización de material reciclado

Posteriormente se procedió a llevar el material reciclado a los laboratorios usat.

Técnicas e Instrumentos de recolección de datos:

- **Técnica:**

- **Investigación:** Mediante la recolección de información, la cual una vez proporcionada podremos desarrollar y elaborar nuestro tema a tratar.
- **Experimental:** Se tiene que realizar, la manipulación de las variables para evidenciar, validar o descartar, la hipótesis planteada.

- **Fuentes:**

- Norma, Técnica Peruana. (NTP)
- American Society for Testing and Materials (ASTM)
- Normas ACI

Instrumentos de recolección de datos:

- Programas de cómputo:
 - Microsoft Office: Word.
 - Microsoft Office: Excel.

Procedimiento

a) Análisis granulométrico de los agregados

Se realizó, el método del cuarteo, el cual consiste en verter la muestra en forma cónica, tratando que todo el material quede de una manera uniforme, como se mencionó anteriormente. Se procedió a pesar la muestra representativa, por lo menos 5000gr para el agregado grueso, y 500gr para el agregado fino.

La muestra más representativa, es decir, la muestra seleccionada se deja secar a una temperatura de: $110^{\circ} \text{C} \pm 5^{\circ} \text{C}$, para posteriormente, pasar por los tamices o mallas de acuerdo a lo mencionando dependiendo el tipo de agregado y de manera descendente.



Figura 13 y 14: Granulometría del agregado grueso



Figura 15 y 16: Granulometría del agregado fino

b) Peso específico y absorción de los agregados

Agregado grueso

- ✓ Por un periodo de 24 horas, se sumerge la muestra.
- ✓ Se procede a secarla superficialmente, esto extrayendo la muestra.
- ✓ Se determina su peso sumergido en agua, colocando la muestra en la canastilla de alambre, a una temperatura entre 21°C y 25°C .

- ✓ Posteriormente se coloca la muestra en el horno, a una temperatura de 105°C, durante 24 horas.
- ✓ Se deja enfriar, y se procede a pesar la respectiva muestra.



Figura 17: peso de agregado más agua



Figura 18: peso de la tara



Figura 19: peso de agregado mas tara

Agregado fino:

- ✓ Se procedió, a seleccionar una muestra de 500gr, que haya pasado la malla N°4.
- ✓ Se pesa la fiola, en la que se va verter el material.
- ✓ Una vez dentro, las burbujas se eliminan dentro de la fiola.
- ✓ Se deja reposar, durante 24 horas.
- ✓ Se pesa la fiola más el peso del agua (hasta la marca, de calibración de la arena)
- ✓ Se verter en una tara, todo el contenido y se coloca al horno por un periodo de 24 horas.
- ✓ Se pesa, la muestra seca.

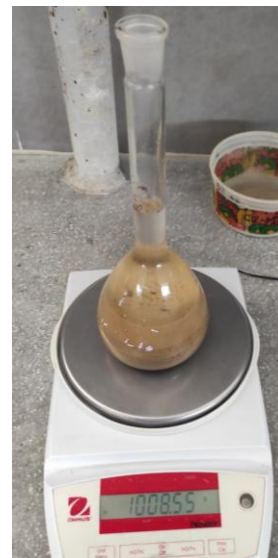
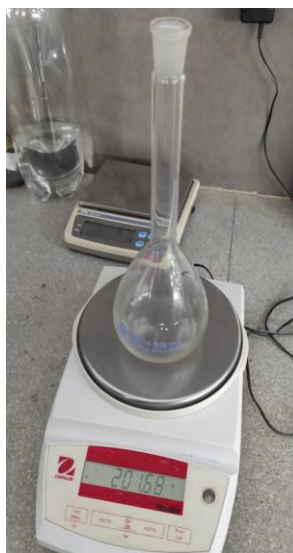
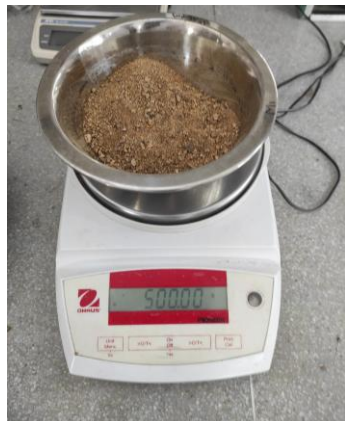


Figura 20: peso del agregado Figura 21 y 22: peso del molde y agregado

c) Contenido de humedad

- ✓ En primer lugar, una muestra de 500gr de arena se pesa, como también 5kg de piedra, en su estado natural.
- ✓ Seleccionar y pesar la tara.
- ✓ Después se procede a colocar el material en tara seleccionada anteriormente
- ✓ Colocar en el horno de temperatura $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ por 24 horas, para obtener un peso constante.
- ✓ Sacar del horno y pesar.

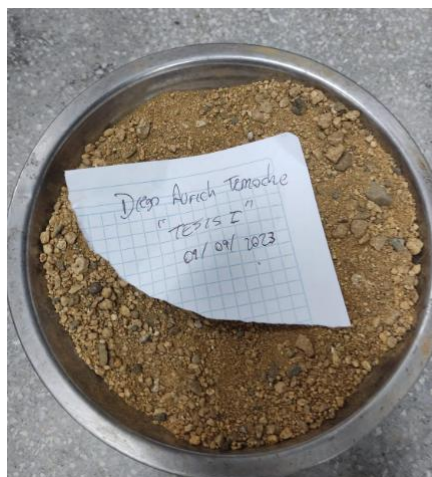


Figura 23: peso del AF



Figura 24: peso del AG



Figura 25: muestra al horno

d) Peso unitario de los agregados:

• **Peso unitario suelto de los agregados:**

- ✓ Se pesa el molde estándar, cuando este vacío.
- ✓ Procedemos a tarar el molde para verter el material.
- ✓ Se determina, el volumen del recipiente.
- ✓ Se procede a llenar el recipiente, con el agregado grueso hasta el borde, y con la varilla de acero liso nivelamos, hasta que quede plano.
- ✓ Posteriormente pesamos la muestra.



Figura 26: peso del molde Figura 27 y 28: peso del AF y AG suelto

• **Peso unitario compactado, de los agregados:**

- ✓ Determinar el volumen de los recipientes.

- ✓ Pesar el molde estándar cuando este vacío.
- ✓ Se procede a tarar el recipiente para verter el material.
- ✓ Colocar el material, sobre el recipiente en tres capas iguales, cada capa, deberá ser compactada con una varilla de acero lisa con: 25 golpes, sin que se altere, la capa anterior.
- ✓ En la ultima capa, colocar una proporción mayor al recipiente, con el objetivo de que la compactación, alcance el nivel del recipiente.
- ✓ Se enraza la superficie superior.
- ✓ Se pesa el recipiente y se obtiene el peso del material.



Figura 29 y 30: colocación y enrase de ensayo



Figura 31 y 32: peso del AF y AG compactado

e) Elaboración de probetas

- El procedimiento que se describe a continuación está detallado a la confección de los especímenes:

- ✓ Se pesan los agregados (agregado grueso y agregado fino) en estado húmedo, de acuerdo a la cantidad de moldes que se realicen, como también, la cantidad de cemento y agua total (corregida por humedad de los agregados) y por último la fibra o el material que se esté adicionando.
- ✓ La mezcladora, se prepara antes de cargar los materiales, humedeciéndola poco.
- ✓ Primero, se carga el agregado grueso y después el agregado fino en la mezcladora, a su vez se agrega una fracción del agua total (de un 20 a 25% aproximadamente).
- ✓ Durante 30 segundos, revolver los agregados, para humedecerlos completamente.
- ✓ Se adiciona una pequeña partición de fibra o material, que se va a trabajar en la mezcladora (un 30 % aproximadamente), mediante una "continua lluvia" de estos filamentos, los cuales se van a dejar mezclar durante unos 15 segundos aproximadamente.
- ✓ Se procede aplicar el cemento, en la mezcladora.
- ✓ Y adicionar otra pequeña parte de fibra en la mezcladora (un 40% del total sobrante aproximadamente), dejar mezclando durante unos 15 segundos más (si fuera el caso de agregar cierto porcentaje de fibra).
- ✓ Dejar amasar los materiales durante 3 minutos, añadiendo el agua y los agregados restantes junto con la fibra sobrante hasta entonces.
- ✓ Manipular la mezcladora, verificando su estado (asegurándose de que no se encuentre material en las paredes de la mezcladora o sin mezclar adherido al fondo) y dejar durante otros 3 minutos.
- ✓ Revolver manualmente la mezcladora, asegurándose de que la fibra se haya mezclado uniformemente y que no haya grumos.
- ✓ Ubicar las probetas correspondientes y llenar proporcionando la tanda de concreto para los ensayos planificados del concreto.

Una vez obtenida la mezcla de concreto reforzado con fibra de vidrio y agregado grueso reciclado se realizó a la elaboración de los especímenes cilíndricos de concreto. Según la norma NTP 339.183 se añadió en tres capas la mezcla del material, con un espesor similar dentro de los moldes que tendrán una dimensión de 15 cm de diámetro, estos mimos tienen que estar debidamente engrasados. Luego de depositar cada capa con una varilla graduada de 60 cm de largo y 5/8" de diámetro esto será apisonado, teniendo 25

golpes por capa, distribuyendo los golpes en toda la sección del molde. Al concluir el apisonado de cada capa realizada se golpeará con un martillo de goma dando 12 golpes. El curado de todas las muestras de concreto se realizó siguiendo los procedimientos indicados en la NTP 339.183, las probetas cilíndricas a las 24 horas de haberlas confeccionadas en el laboratorio fueron desmoldadas, y se almacenaron, en una poza de curado de concreto, cubiertas con agua, a una temperatura de $23^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ aproximadamente, estarán todo el tiempo, dependiendo de la edad de los especímenes de concreto requerida para los ensayos, por lo que las probetas estuvieron 7 y 28 días sumergidos, en la poza de curado del laboratorio usat.

Respecto a las diferentes mezclas de concreto se elaboraron según norma, así como también, el curado de estas usando agua potable, a temperatura ambiente, las cuales están elaboradas con y sin fibra de vidrio, además del material reciclado según lo especificado.



Figura 33 y 34: elaboración de probetas de concreto



Figura 35 y 36: Desencofrado y curado de probetas

f) Asentamiento en la mezcla de concreto:

Este método de ensayo determina el asentamiento de concreto medido en pulgadas o centímetros en estado fresco, con la ayuda de un cucharón, se empieza a colocar el material dentro del cono e ir moviendo el cucharón para que el material caiga en toda el área y luego cada capa se tendrá que compactar aplicando: 25 golpes, con la varilla para distribuir en toda la superficie. En la última capa se deberá agregar material hasta la superficie y tener que enrasar rondando con la varilla, sobre la superficie del molde. Luego se debe seguir asegurando el molde, para tener que retirar en dirección vertical y poder medir el asentamiento, girando el cono de Abrams, en donde el diámetro mayor, se encuentra en la parte superior y con la ayuda de la varilla colocarla encima del cono de manera horizontal, y con la wincha determinar la medida de asentamiento, con respecto a la posición inicial que tenía el concreto, cuando se encontraba dentro del molde.



Figura 37: Colocación de mezcla



Figura 38: levantamiento del cono de Abrams

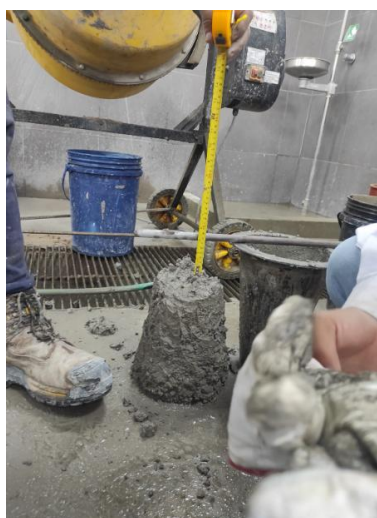


Figura 39: medición de slump

g) Ensayo de temperatura del concreto

Este ensayo, se determina colocando un termómetro digital, en el cual se sumerge sobre la probeta de concreto fresco, y comparando la variación con respecto, a la temperatura ambiente, siguiendo la norma NTP 339.184, logrando determinar que la temperatura del concreto, es mayor a comparación de la temperatura ambiental.



Figura 39: medición de temperatura

h) Ensayo de resistencia a la compresión de muestras cilíndricas

La probeta se colocará en la máquina compresora, de manera que la longitud menor, este en paralelo con a la parte de la placa inferior de la máquina. Luego, se deberá ajustar la máquina, indicando el diámetro y la altura de la probeta, que en este caso será de 15cm x 30cm respectivamente.

La carga se deberá aplicar, a una velocidad de movimiento correspondiente, en forma continua y sin choques. Durante los primeros instantes, la aplicación de la carga se llegará hasta 3000kgf, con una velocidad máxima permitida de una manera controlada, para posteriormente bajar la intensidad a una velocidad media y proseguir con el ensayo y obtener los resultados.



Figura 40 y 41: rotura de probeta de concreto en maquina

i) Ensayo de resistencia a la flexión

Se realizará los siguientes pasos a seguir:

- ✓ Sobre las cuatro caras mayores se tiene que trazar rectas con un plumón indeleble que marquen las secciones de apoyo y de carga, de tal manera que no alteren el tamaño o la forma de la muestra a ensayar.
- ✓ Para el trazado se recomienda verificar la rectitud de los contactos con la regla rectificadora, para que este alineado a la hora de ingresar la muestra a la máquina.
- ✓ Las aristas de las dos caras laterales se miden con tal exactitud que después esas van hacer de referencias para los tercios.
- ✓ Limpiar la parte de las zonas de contacto y la superficie de las piezas de apoyo.



Figura 42 y 43: rotura de viga de concreto en maquina

Plan de procesamiento de datos:

Para desarrollar esta investigación, se plantearon cuatro etapas, las cuales son las siguientes:

- Etapa 1: Recopilación de datos
 - ✓ Revisión de bibliografía.
 - ✓ Buscar investigaciones previas tanto nacionales e internacionales.
 - ✓ Revisión de normas relacionadas con el tema.
 - ✓ Uso de hojas de calculo para recopilar los datos necesarios.
 - ✓ Revisión parcial, por parte del asesor.
- Etapa 2: Obtención de materiales.
 - ✓ Obtención de agregados.
 - ✓ Herramientas y moldes de probetas.
 - ✓ Compra de: fibra de vidrio.
 - ✓ Reserva de laboratorio.
- Etapa 3: Ensayos a los agregados y diseño de mezcla
 - ✓ Ensayo a los agregados.
 - ✓ Adecuado desarrollo, de un diseño de mezcla.
 - ✓ Elaboración de: probetas.
 - ✓ Curado de: probetas.
 - ✓ Ensayo de: resistencia a la compresión.
- Etapa 4: Análisis de los resultados obtenidos
 - ✓ Para la exploración de los resultados finales, la información que se obtuvo de las variables de estudio fue cuantitativa para las diferentes muestras de concreto en la cuales, habido un proceso mediante métodos estadísticos como la determinación de promedios, el análisis de varianza, etc. Por lo tanto, se han empleado programas como son Microsoft Word y Excel.
 - ✓ Conclusiones y Recomendaciones.

Resultados y discusión

De acuerdo con la investigación presentada, se obtuvieron los resultados correspondientes a las características de los materiales empleados en la mezcla de los especímenes de concreto, en función de los distintos porcentajes y dosificaciones de fibra de vidrio y material grueso reciclado. Estos resultados permitieron evaluar cómo la variación en la proporción de dichos materiales afectó las propiedades del concreto, tanto en términos de resistencia mecánica como de trabajabilidad, garantizando un análisis exhaustivo del impacto de cada componente en el rendimiento del concreto final.

Se usó método cuantitativo:

- El método cuantitativo se usó para medir las variables cuantitativas de estudio de las dosificaciones de concreto elaboradas; para lo cual se emplearon equipos e instrumentos del laboratorio tales como:
 - ✓ Máquina de ensayo a compresión.
 - ✓ Moldes adecuados para la elaboración de los especímenes de concreto (cilíndricos y prismáticos).
 - ✓ Tamices compatibles con las NTP y ASTM correspondientes.
 - ✓ Balanzas, baldes, varillas, cucharones, etc.

Los resultados de los ensayos realizados están sujetos a variaciones de acuerdo a cada tipo de muestra que se ha elaborado en la presente tesis. Asimismo, con estas variaciones mediante el análisis estadístico se puede diferenciar el comportamiento de las dosificaciones de estudio. A continuación, se presentará los resultados de las siguientes variables de evaluación:

- ✓ Análisis granulométrico, peso específico, contenido de humedad, peso unitario de los agregados.
- ✓ Resistencia a la compresión en probetas cilíndricas de concreto a 7 y 28 días.
- ✓ Resistencia a la flexión, en especímenes prismáticos de concreto, a los 28 días de ensayo.
- ✓ Determinar el mejor porcentaje óptimo, de acuerdo a los resultados obtenidos, haciendo un análisis de datos.
- ✓ Análisis costo/beneficio del concreto convencional y el concreto adicionando fibra de vidrio y agregado grueso reciclado.

Ensayo químico del agregado grueso reciclado:

Para esta investigación se optó por realizar ensayo químico en lo que respecta al agregado grueso reciclado y a su vez al agregado grueso natural esto con el fin de establecer una comparativa para ver si cumplía con los parámetros de la normativa en cuanto a sales, cloruros y sulfatos, por lo cual se presenta a continuación:

- Contenido de sales

Se tuvo en cuenta la normativa NTP 400.037 donde esta misma nos da un parámetro en la que no debe superar el 0.1%, esto correspondiendo con el agregado grueso de cantera. En la tabla 43 se muestra el análisis químico con lo que respecta al contenido de sales teniendo para el agregado grueso natural proveniente de la cantera Tres Tomas tiene un porcentaje de 0.019% y para el agregado grueso reciclado 0.194% cumpliendo los parámetros de la normativa.

Tabla43. Análisis químico – sales

Este ensayo fue realizado teniendo en cuenta la normativa NTP 339.152

Ensayo de sales solubles NTP 339.152	A.grueso reciclado	A.grueso natural
Relacion de mezcla de agregado + agua destilada	1.2	1.2
Numero de beaker	6	4
Peso del beaker	g 125.119	124.662
Peso del beaker + residuo de sales	g 125.41	124.69
Peso del residuo de sales	g 0.291	0.028
Volumen de solucion tomada	ml 45	45
Constituyentes de sales solubles en licuota	ppm 6466.7	622.2
Constituyentes de sales solubles en muestra	ppm 1940	187
Constituyentes de S.S en peso seco	% 0.194	0.019

Fuente: Elaboración propia

- Contenido de cloruros:

Se tuvo en cuenta la normativa NTP 400.042 donde esta misma nos da un parámetro en la que no debe superar el 0.1%, esto correspondiendo con el agregado grueso de cantera. En la tabla 44 se muestra el análisis químico con lo que respecta al contenido de sales teniendo para el agregado grueso natural proveniente de la cantera Tres Tomas tiene un porcentaje de 0.01% y para el agregado grueso reciclado 0.082% cumpliendo los parámetros de la normativa.

Tabla44. Análisis químico – cloruros

Este ensayo fue realizado teniendo en cuenta la normativa NTP 339.177

		A.grueso reciclado	A.grueso natural
Ensayo de cloruros solubles AASHTO T291 - NTP 339.177			
Volumen de agua destilada	ml	300	300
Peso del agregado seco	g	100	100
Volumen de solución tomada	ml	25	25
Titulación de la solución nitrato de plata	T	1.05	1.05
Consumo de solución de nitrato de plata	ml	4.31	4.31
Peso de muestra en volumen de solución	g	8.31	8.35
Ph de ensayo		7.3	7.3
Contenido de cloruros	ppm	822	95
Contenido de cloruros	%	0.082	0.01

Fuente: Elaboración propia

- Contenido de sulfatos:

Se tuvo en cuenta la normativa NTP 400.042 donde esta misma nos da un parámetro en la que no debe superar el 1%, esto correspondiendo con el agregado grueso de cantera. En la tabla 45 se muestra el análisis químico con lo que respecta al contenido de sales teniendo para el agregado grueso natural proveniente de la cantera Tres Tomas tiene un porcentaje de 0.183% y para el agregado grueso reciclado 0.237% cumpliendo los parámetros de la normativa.

Tabla45. Análisis químico – sulfatos

Este ensayo fue realizado teniendo en cuenta la normativa NTP 339.178

		A.grueso reciclado	A.grueso natural
Ensayo de sulfatos solubles NTP 339.178			
Volumen de agua destilada	ml	300	300
Peso del agregado seco	g	100	100
Numero de crisol		2	6
Peso del crisol	g	23.33	23.49
Peso del crisol + residuos del sulfato	g	23.411	23.555
Peso de residuos de sulfato	g	0.083	0.064
Volumen de la solución tomada	ml	35	35
Peso de la muestra en volumen de la solución	g	12	12
Concentración de ion sulfato	ppm	2371	1829
Contenido de sulfatos	%	0.237	0.183

Fuente: Elaboración propia

Ensayo de los agregados naturales:

a) Granulometría

- Granulometría del agregado fino

Se tuvo en cuenta la normativa NTP 400.012 donde esta misma nos da un parámetro del A.F en la que debe estar comprendido entre 2.3 y 3.1 esto correspondiendo con el agregado de cantera. En la tabla 6 podemos notar que el agregado fino proveniente de la cantera de Pátapo, cumple con los parámetros establecidos según norma y cuyo módulo de fineza es de 2.81.

Tabla 6. Granulometría del agregado fino

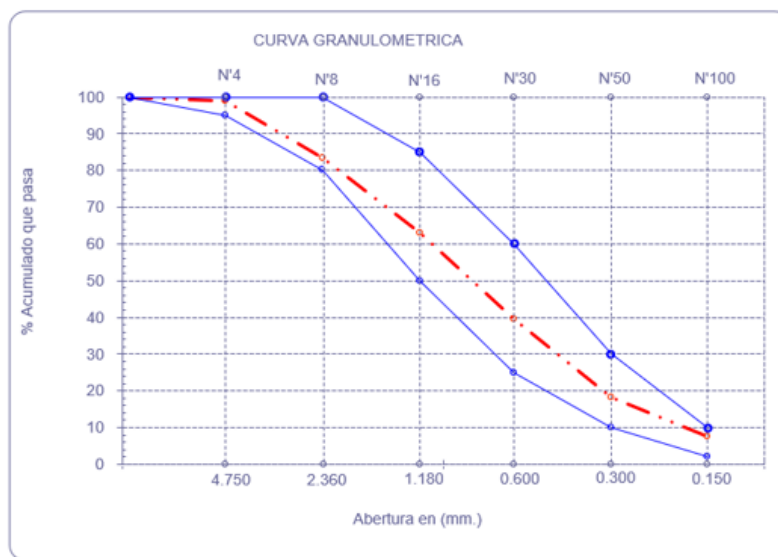
Este ensayo de análisis granulométrico del agregado fino fue realizado tomando en cuenta la norma ASTM C-136 ó N.T.P. 400.012.

Malla		Peso Ret.	(% Ret.)	(% Acum. Ret.)	(% Acum. Que Pasa)	Especificaciones:	
Pulg.	(mm.)						
1/2"	12.700	0	0.0	0.0	100.0	100	100
3/8"	9.500	0	0.0	0.0	100.0	100	100
Nº 04	4.750	9.03	1.0	1.0	99.0	95	100
Nº 08	2.370	137.04	15.7	16.7	83.3	80	100
Nº 16	1.180	176.2	20.2	36.9	63.1	50	85
Nº 30	0.600	205.27	23.5	60.4	39.6	25	60
Nº 50	0.300	185.38	21.2	81.6	18.4	10	30
Nº 100	0.150	93.3	10.7	92.3	7.7	2	10
Fondo		67.17	7.7	100.0	0.0		
Módulo de Fineza				2.890			

Fuente: Elaboración Propia

En el grafico 1 se llega a observar que el agregado fino proveniente de la cantera de Pátapo cumple con los parámetros granulométricos establecidos por la norma.

Grafico 1. Curva granulométrica del agregado fino



Fuente: Elaboración Propia

- Granulometría del agregado grueso

Se tuvo en cuenta la normativa NTP 400.037 que esta establece porcentajes máximos y mínimos del material retenido en cada tamiz según el tamaño nominal del A.G, correspondiendo con el agregado de cantera. En la tabla 7, podemos notar que, para el agregado grueso, proveniente la cantera de Tres Tomas, cumple con los parámetros establecidos, según norma.

Tabla 7. Granulometría del agregado grueso

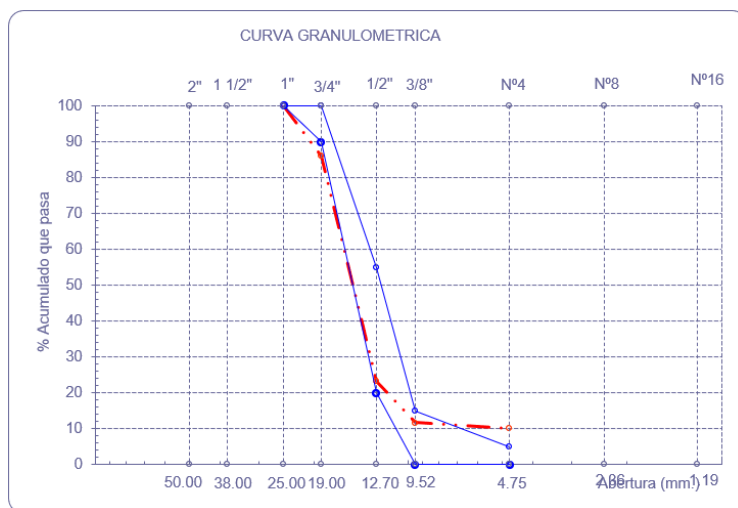
Este ensayo de análisis granulométrico del agregado grueso fuer realizado tomando en cuenta la norma ASTM C-136 ó NTP 400.037

Malla		Peso Ret.	(% Ret.	(% Acum. Ret.	(% Acum. Que Pasa	Especificaciones USO 56	
Pulg.	(mm.)						
2"	50.00	0.0	0.0	0.0	100.0		
1 1/2"	38.00	0.0	0.0	0.0	100.0	100.0	100.0
1"	25.00	0.0	0.0	0.0	100.0	90.0	100.0
3/4"	19.00	325.9	13.9	13.9	86.1	40.0	85.0
1/2"	12.70	1478.8	63.0	76.9	23.1	10.0	40.0
3/8"	9.52	268.1	11.4	88.4	11.6	0.0	15.0
Nº 04	4.75	36.7	1.6	89.9	10.1	0.0	5.0
Nº 08	2.36	16.2	0.7	90.6	9.4	0.0	0.0
Nº 16	1.19	14.3	0.6	91.2	8.8	#;REF!	0.0
Fondo		206.0	8.8	100.0	0.0		
Tamaño Maximo			1"	38.00			
Tamaño Maximo Nominal			3/4"	25.00			

Fuente: Elaboración propia

En el grafico 2 se puede observar el agregado grueso proveniente de la cantera Tres tomas, cumple con los parámetros granulométricos por la norma.

Gráfico 2. Curva granulométrica del agregado grueso



Fuente: Elaboración propia

b) Peso específico y absorción

- Se tuvo en cuenta la normativa NTP 400.022 donde establece un peso específico entre 2.5 - 2.8 y una absorción hasta 3% para el A.F, correspondiendo con el agregado de cantera. Para el A.F en la tabla 8 se obtuvo un peso específico del agregado fino proveniente de la cantera de Pátapo de 2.571 g/cm³ y un grado de absorción de 0.68%.

Tabla 8. Peso específico y absorción del agregado fino

Este ensayo de absorción del agregado y peso específico fue realizado tomando en cuenta la norma ASTM C-128 ó N.T.P. 400.022

I.DATOS:

1.- Peso de la Arena Sup. Seca + Peso del Frasco + Pes	(g)	1008.6	1008.6
2.- Pesc Peso de la Arena Sup. Seca + Peso del Frasco	(g)	701.68	701.68
3.- Peso del Agua	(g)	306.87	306.87
4.- Peso de la Arena Secada al Horno + Peso del Frasco	(g)	698.29	698.29
5.- Peso del Frasco	(g)	201.68	201.68
6.- Peso de la Arena Secada al Horno	(g)	497	497
7.- Volumen del frasco	(g)	500	500

II.RESULTADOS:

A.- PESO ESPECIFICO DE MASA	(g/cm ³)	2.571
B.- PESO ESP. DE MASA SAT. SUP. SECO	(g/cm ³)	2.589
C.- PESO ESPECIFICO APARENTE	(g/cm ³)	2.617
D.- PORCENTAJE DE ABSORCIÓN	(%)	0.68

Fuente: Elaboración Propia

- Se tuvo en cuenta la normativa NTP 400.021 donde establece un peso específico entre 2.5 - 2.8 y una absorción hasta 2% para el A.G, correspondiendo con el agregado de cantera. Para el A.G en la tabla 9 se obtuvo un peso específico del agregado grueso proveniente de la cantera de Tres Tomas de 2.626 g/cm³ y un grado de absorción de 1.04%.

Tabla 9. Peso específico y absorción del agregado grueso

Este ensayo de absorción del agregado y peso específico fue realizado tomando en cuenta la norma ASTM C-128 ó N.T.P. 400.021

I.DATOS:

1.- Peso de la muestra secada al horno	(g)	5020	5020
2.- Peso de la muestra superficialmente seca	(g)	5072	5072
3.- Peso de la muestra dentro del agua + peso del cana	(g)	4170	4170
4.- Peso de la canastilla	(g)	1010	1010
5.- Peso de la muestra saturada dentro del agua	(g)	3160	3160

II.RESULTADOS:

A.- PESO ESPECIFICO DE MASA	(g/cm ³)	2.626
B.- PESO ESP. DE MASA SAT. SUP. SECO	(g/cm ³)	2.653
C.- PESO ESPECIFICO APARENTE	(g/cm ³)	2.699
D.- PORCENTAJE DE ABSORCIÓN	(%)	1.04

Fuente: Elaboración Propia

c) Peso unitario suelto y compactado

- **Agregado fino**

Se tuvo en cuenta la normativa NTP 400.017 donde establece un peso unitario suelto entre 1500 – 1700 kg/m³ y un peso unitario compactado entre 1600 – 1800 kg/m³ para el A.F, correspondiendo con el agregado de cantera. Los resultados obtenidos en las tablas 10 y 11 indicaron un peso unitario suelto de 1646 kg/m³ y un peso unitario compactado de 1780 kg/m³.

Tabla 10. Peso unitario suelto del agregado fino

Este ensayo de peso unitario fue realizado tomando en cuenta la norma ASTM C-29 ó N.T.P. 400.017

I.-Peso unitario suelto

1.- Peso de la muestra suelta + recipiente	(gr.)	9146	9140
2.- Peso del recipiente	(gr.)	0.0	0.0
3.- Peso del material		9146	9140
4.- Constante ó Volumen	(m ³)	0.00548	0.00548
5.- Peso unitario suelto húmedo	(kg/m ³)	1669	1668
6.- Peso unitario suelto seco (Promedio)	(kg/m ³)	1646	

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 11. Peso unitario compactado del agregado fino

II.-Peso unitario compactado:

1.- Peso de la muestra suelta + recipiente	(gr.)	9892	9884
2.- Peso del recipiente	(gr.)	0.0	0.0
3.- Peso del material		9892	9884
4.- Constante ó Volumen	(m ³)	0.00548	0.00548
5.- Peso unitario compactado húmedo	(kg/m ³)	1805	1804
6.- Peso unitario compactado seco (Promedio)	(kg/m ³)	1780	

Fuente: Elaboración Propia

- **Agregado grueso**

Se tuvo en cuenta la normativa NTP 400.017 donde establece un peso unitario suelto entre 1400 – 1500 kg/m³ y un peso unitario compactado entre 1500 – 1800 kg/m³ para el A.G, correspondiendo con el agregado de cantera. Los resultados obtenidos en las tablas 12 y 13 indicaron un peso unitario suelto de 1418 kg/m³ y un peso unitario compactado de 1539 kg/m³.

Tabla 12. Peso unitario compactado del agregado grueso

Este ensayo de peso unitario fue realizado tomando en cuenta la norma ASTM C-29 ó N.T.P. 400.017

I.-Peso unitario suelto

1.- Peso de la muestra suelta + recipiente	(gr.)	7748	7740
2.- Peso del recipiente	(gr.)	0.0	0.0
3.- Peso del material		7748	7740
4.- Constante ó Volumen	(m ³)	0.00544	0.00544
5.- Peso unitario suelto húmedo	(kg/m ³)	1423	1422
6.- Peso unitario suelto seco (Promedio)	(kg/m ³)	1418	

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 13. Peso unitario compactado del agregado grueso

II.-Peso unitario compactado

1.- Peso de la muestra suelta + recipiente	(gr.)	8400	8410
2.- Peso del recipiente	(gr.)	0.0	0.0
3.- Peso del material		8400.0	8410.0
4.- Constante ó Volumen	(m ³)	0.00544	0.00544
5.- Peso unitario compactado húmedo	(kg/m ³)	1543	1545
6.- Peso unitario compactado seco (Promedio)	(kg/m ³)	1539	

Fuente: Elaboración Propia

d) Contenido de humedad

Se tuvo en cuenta la normativa NTP 339.185 donde establece un contenido de humedad entre 0.5% – 2% para el A.F, correspondiendo con el agregado de cantera. En la tabla 14 se obtenido como resultado del agregado fino proveniente de la cantera de Pátapo un contenido de humedad de 1.38%.

Tabla 14. Contenido de humedad del agregado fino

- **Agregado fino**

Este ensayo de contenido de humedad fue realizado tomando en cuenta la norma ASTM C-535 ó N.T.P. 339.185

A.- Peso de muestra húmeda	(gr.)	885.4	885.4
B.- Peso de muestra seca	(gr.)	873.35	873.35
C.- Peso de recipiente	(gr.)	0.0	0
D.- Contenido de humedad	(%)	1.38	1.38
E.- Contenido de humedad (promedio)	(%)	1.38	

Fuente: Elaboración Propia

- **Agregado grueso**

Se tuvo en cuenta la normativa NTP 339.185 donde establece un contenido de humedad entre 0.2% – 1% para el A.G, correspondiendo con el agregado de cantera. En la tabla 15 se obtenido como resultado del agregado grueso proveniente de la cantera de Tres Tomas un contenido de humedad de 0.31%.

Tabla 15. Contenido de humedad del agregado grueso

Este ensayo de contenido de humedad fue realizado tomando en cuenta la norma SASTM C-535 ó N.T.P. 339.185

A.- Peso de muestra húmeda	(gr.)	2353.3	2353.3
B.- Peso de muestra seca	(gr.)	2345.8	2345.8
C.- Peso de recipiente	(gr.)	0.0	0
D.- Contenido de humedad	(%)	0.3	0.3
E.- Contenido de humedad (promedio)	(%)	0.31	

Fuente: Elaboración Propia

Ensayos del agregado grueso reciclado:

e) Granulometría

- Granulometría del agregado grueso

En la tabla 16 podemos notar, que el agregado grueso proveniente de la cantera de Tres Tomas, cumple con los parámetros, establecidos según norma.

Tabla 16. Granulometría del agregado grueso

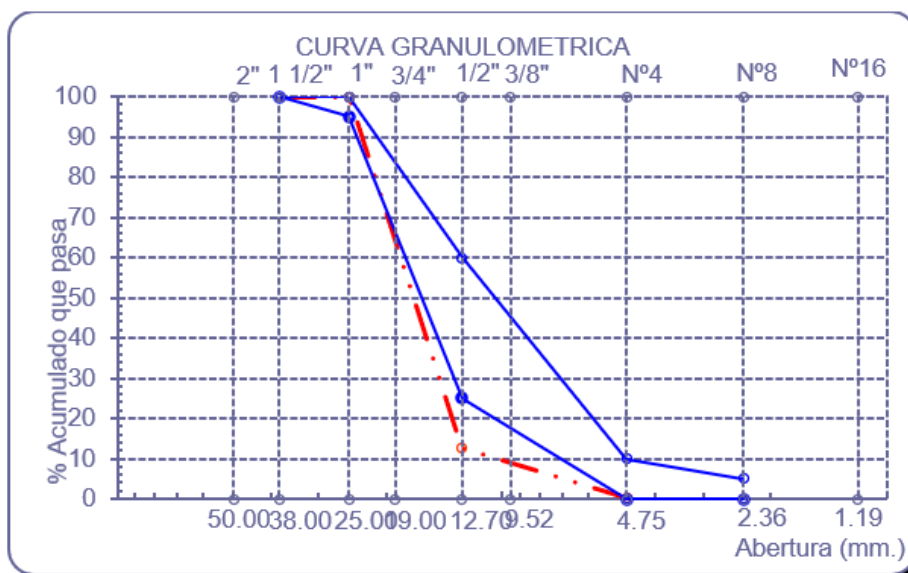
Este ensayo de análisis granulométrico del agregado grueso fue realizado tomando en cuenta la norma ASTM C-136 ó N.T.P. 400.012

Malla		Peso	(%)	(%) Acum.	(%) Acum.	Especificaciones	
Pulg.	(mm.)	Ret.	Ret.	Ret.	Que Pasa		
2"	50.00	0.0	0.0	0.0	100.0		
1 1/2"	38.00	0.0	0.0	0.0	100.0	100.0	100.0
1"	25.00	0.0	0.0	0.0	100.0	90.0	100.0
3/4"	19.00	375.9	15.6	15.6	84.4	40.0	85.0
1/2"	12.70	1688.8	70.3	85.9	14.1	10.0	40.0
3/8"	9.52	298.1	12.4	98.3	1.7	0.0	15.0
N° 04	4.75	29.7	1.2	99.6	0.4	0.0	5.0
N° 08	2.36	6.2	0.3	99.8	0.2	0.0	0.0
N° 16	1.19	2.3	0.1	99.9	0.1	0.0	0.0
Fondo		2.0	0.1	100.0	0.0		
<u>Modulo de fineza</u>				4.54			
<u>Tamaño Maximo</u>				1"			
<u>Tamaño Maximo Nominal</u>				3/4"			

Fuente: Elaboración Propia

En el grafico 3 se puede observar que el agregado grueso reciclado, cumple con los parámetros granulométricos establecidos por la norma.

Gráfico 3. Curva granulométrica del agregado grueso



Fuente: Elaboración Propia

f) Peso específico y absorción

- Agregado grueso

En la tabla 9 se obtuvo un peso específico del agregado grueso reciclado es de 3.107 g/cm³ y un grado de absorción de 5.56%.

Tabla 17. Peso específico y absorción del agregado grueso

Este ensayo de absorción del agregado y peso específico fue realizado tomando en cuenta la norma ASTM C-128 ó N.T.P. 400.021

I.DATOS:

1.- Peso de la muestra seca al horno (Restando peso de tara)	1833 g
2.- Peso de la muestra saturada superficialmente seca	1935 g
3.- peso de la muestra saturada dentro del agua + peso de la canastilla	2355 g
4.- Peso de la canastilla	1010 g
5.- Peso de la muestra saturada dentro del agua (3-4)	1345 g

II.RESULTADOS:

A.- PESO ESPECIFICO DE MASA	1/(2-5)	3.107 g/cm³
B.- PESO ESPECIFICO DE LA MASA S.S.S.	2/(2-5)	3.280 g/cm ³
C.- PESO ESPECIFICO APARENTE	1/(1-5)	3.756 g/cm ³
D.- PORCENTAJE DE ABSORCIÓN.	$((2-1)/1)*100$	5.56

Fuente: Elaboración Propia

g) Peso unitario suelto y compactado

- **Agregado grueso**

Los resultados obtenidos en las tablas 18 y 19 indicaron un peso unitario suelto de 1427 kg/m³ y un peso unitario compactado de 1567.9 kg/m³.

Tabla 18. Peso unitario compactado del agregado grueso

Este ensayo de peso unitario fue realizado tomando en cuenta la norma ASTM C-29 ó N.T.P. 400.017

I.-Peso unitario suelto

1.- Peso de la muestra suelta + recipiente	17668 g	17757 g
2.- Peso del recipiente	10120 g	10120 g
3.- Peso del material	7548 g	7637 g
4.- Constante ó Volumen (m ³)	0.00530 m ³	0.00530 m ³
5.- Peso unitario suelto húmedo	1423.76 kg/m ³	1440.55 kg/m ³
6.- Peso unitario suelto seco (Promedio)	1427.5 kg/m ³	

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 19. Peso unitario compactado del agregado grueso**II.-Peso unitario compactado**

1.- Peso de la muestra suelta + recipiente	18455 g	18464 g
2.- Peso del recipiente	10120 g	10120 g
3.- Peso del material	8335 g	8344 g
4.- Constante ó Volumen (m3)	0.00530 m3	0.00530 m3
5.- Peso unitario compactado húmedo	1572.22 kg/m3	1573.91 kg/m3
6.- Peso unitario compactado seco (Promedio)	1567.9 kg/m3	

*Fuente: Elaboración Propia***h) Contenido de humedad**

- **Agregado grueso**

En la tabla 20 se obtenido como resultado del agregado grueso proveniente de la cantera de Tres Tomas un contenido de humedad de 0.84%.

Tabla 20. Contenido de humedad del agregado grueso

Este ensayo de contenido de humedad fue realizado tomando en cuenta la norma, ASTM C-5356N.T.P.339.185.

1.- Peso de la tara	134.18 g
2.- Peso de la tara más muestra Húmeda	2438.34 g
3.- Peso de la tara más muestra Seca	2419.14 g
4.- Peso de la muestra Húmeda (Ph): 2-1	2304.16 g
5.- Peso de la muestra Seca (Ps); 3-1	2284.96 g
6.- Peso del agua: 2-3	19.20 g
Contenido de Húmedad	0.84

*Fuente: Elaboración Propia***Diseño de mezcla**

Después de obtener los resultados de los ensayos a los agregados se buscó un diseño de mezcla patrón cuya dosificación nos dé una resistencia cercana de 210 kg/cm², a la edad de 28 días. Es por ese motivo que se optó por usar un f'cr de 295 kg/cm² siguiendo los pasos del ACI 211.

Datos de los agregados

	A. FINO	A. GRUESO
01. Tamaño Máximo Nominal, (TMN)	-	3/4"
02. Peso, Unitario Suelto Seco	1.646 g/cm ³	1.409 g/cm ³
03. Peso, Unitario Compacto Seco	1.780 g/cm ³	1.539 g/cm ³
04. Peso, Especifico de masa Seco	2.571 g/cm ³	2.626 g/cm ³
05. Contenido de Humedad.	1.38 %	0.32 %
06. Contenido de Absorción.	0.68 %	1.04 %
07. Módulo de Fineza.	2.81	-

PASO 1: Determinar la resistencia requerida (f'_{cr}):

Resistencia especificada a la compresión, Kg/cm ²	Resistencia promedio requerida a la compresión, Kg/cm ²
$f'_c < 210$	$f'_{cr} = f'_c + 70$
$210 \leq f'_c \leq 350$	$f'_{cr} = f'_c + 85$
$f'_c > 350$	$f'_{cr} = 1,1f'_c + 50$

Resistencia a la compresión: $F'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$, por lo tanto:

$$210 \leq f'_c \leq 350 \quad \longrightarrow \quad f'_{cr} = f'_c + 85$$

$$f'_{cr} = f'_c + 85$$

$$f'_{cr} = 295 \text{ kg/cm}^2$$

PASO 2: Determinar del Tamaño Máximo Nominal, del Agregado Grueso (TMN):

$$3/4''$$

PASO 3: Selección del Asentamiento:

$$\text{Slump} = 3'' - 4''$$

PASO 4: Determinación del Volumen Unitario de agua de diseño y aire atrapado

SLUMP	Agua en lt/m ³ de concreto para los tamaños máximos nominales de agregados gruesos y consistencia indicados							
	3 / 8 '' (9.5 mm.)	1 / 2 '' (12.5 mm.)	3 / 4 '' (19 mm)	1 '' (25 mm)	1 1 / 2 '' (37.5 mm)	2 '' (50 mm)	3 '' (75 mm)	6 '' (150 mm)
CONCRETOS SIN AIRE INCORPORADO								
1'' a 2''	207	199	190	179	166	154	130	113
3'' a 4''	228	216	205	193	181	169	145	124
6'' a 7''	243	228	216	202	190	178	160	---
Porcentaje (%) de Aire Atrapado								
% Aire Atrapado	3	2.5	2	1.5	1	0.5	0.3	0.2

Según el TMN=3/4'' y con un slump de 4'', obtenemos:

❖ Agua. = 205 lt/m³

❖ Aire Atrapado. = 2%

PASO 5: Selección de la relación Agua / Cemento:

- **POR RESISTENCIA:**

Tabla 16. Selección de la relación a/c por resistencia (f'_{cr})

f'_{cr} A LOS 28 DÍAS (kg/cm ²)	C° S/AIRE INCORPORADO	C° C/AIRE INCORPORADO
140	0.82	0.74
150	0.80	0.71
200	0.70	0.61
210	0.68	0.59
250	0.62	0.53
280	0.57	0.48
300	0.55	0.46
350	0.48	0.40
400	0.43	0.34
420	0.41	0.33
450	0.38	0.31

Como nuestro $f'_{cr}=295$ kg/cm²; se debe interpolar los siguientes valores:

$$280 \rightarrow 0.57$$

$$295 \rightarrow X$$

$$300 \rightarrow 0.55$$

$$\frac{x - 0.57}{295 - 280} = \frac{0.55 - 0.57}{300 - 280}$$

$$X = a/c = 0.555$$

PASO 6: Determinación, del Factor Cemento (bls/m³):

$$FC = \frac{\text{Agua}}{a/c}$$

$$FC = \frac{205}{0.555}$$

$$FC = 369.37 \text{ kg} = 8.691 \text{ bls}$$

PASO 7: Determinación del Contenido de Agregado Grueso

Tabla 5. Peso del Agregado Grueso por unidad de Volumen del concreto

Tamaño máximo nominal del A.G.	Volumen del agregado grueso, seco y compactado por unidad de volumen, para diversos módulos de finura			
	2.4	2.6	2.8	3
1/2" (12.5 mm)	0.59	0.57	0.55	0.53
3/4" (19 mm)	0.66	0.64	0.62	0.6
1" (25 mm)	0.71	0.69	0.67	0.65
1 1/2" (37.5 mm)	0.75	0.73	0.71	0.69
1 1/2" (37.5 mm)	0.75	0.73	0.71	0.69
2" (50 mm)	0.78	0.76	0.74	0.72
3" (75 mm)	0.82	0.8	0.78	0.76
6" (150 mm)	0.87	0.85	0.83	0.81

Según el TMN=3/4" y el Modulo de Finura=2.81, obtenemos:

$$2.80 \rightarrow 0.62$$

$$2.81 \rightarrow X$$

$$3.00 \rightarrow 0.60$$

$$\frac{x - 0.62}{2.81 - 2.80} = \frac{0.60 - 0.62}{3.00 - 2.80}$$

$$X = \frac{b}{b_0} = 0.619$$

Por tanto, el peso del agregado grueso= (b/b₀) x Peso unitario Seco Compactado

$$\text{Peso del Agregado grueso} = (0.619) \times (1539) = 952.641 \text{ kg}$$

PASO 8: Calculo, de Volúmenes Absolutos:

- Cemento:

$$C = \frac{C. \text{ cemento}}{\gamma_{\text{cemento}}} = \frac{369.37}{2.98 * 1000} = 0.124 \text{ m}^3$$

- Agua:

$$A = \frac{A_{\text{agua}}}{\gamma_{\text{agua}}} = \frac{205}{1000} = 0.205 \text{ m}^3$$

- Aire:

$$A_{\text{aire}} = \frac{A_{\text{aire}}}{100} = \frac{2}{100} = 0.020 \text{ m}^3$$

- Agregado Grueso Seco:

$$AG = \frac{\text{Peso seco}_{AG}}{\gamma_{AG}} = \frac{952.641}{2626} = 0.3628 \text{ m}^3$$

Cantidades en volumen, para 1m³ de concreto:

- Cemento : 0.1240 m³.
- Agua: 0.2050 m³.
- Aire: 0.0200 m³.
- Peso seco Agr. Grueso : 0.3628 m³.
- Σ volúmenes: 0.7118 m³

PASO 9: Determinación, del Volumen Absoluto del Ag. Fino:

Vol. Absoluto AF= 1.00 - Volumen Absoluto

Vol. Absoluto AF= 1.00 – 0.7118

Vol. Absoluto AF= 0.2882 m³

PASO 10: Determinación del Peso Seco del Agregado Fino:

Peso Seco AF= Vol. Abs AF x Peso Específico

Peso Seco AF= (0.2882) * (2571.38)

Peso Seco AF= 741.072 kg/m³

PASO 11: Determinación, de los valores de diseño seco:

- Cemento : 369.37 kg./m³
- Agua: 205 lt/m³
- Aire: 2%
- Agr. Fino seco: 741.072 kg/m³.
- Agr. Grueso seco : 952.641 kg/m³.

PASO 12: Corrección de los valores de diseño por Humedad del Agregado:

- **Pesos Húmedos**

➤ P.H Ag. Fino= Peso AF Seco x (1+% C. Humedad AF)

P.H Ag. Fino= (741.072) * (1+1.37%)

P.H Ag. Fino= 751.22 kg/m³

➤ P.H Ag. Grueso= Peso AF Grueso x (1+% C. Humedad AF)

P.H Ag. Grueso= (952.641) * (1+0.31%)

P.H Ag. Grueso= 955.59 kg/m³

- **Humedad Superficial**

- Humedad Superficial AF = % C. Humedad - % Absorción
Humedad Superficial AF = 1.37% - 0.68%

Humedad Superficial AF = 0.69%

- Humedad Superficial AG = % C. Humedad - % Absorción
Humedad Superficial AG = 0.31% - 1.04%

Humedad Superficial AG = -0.72%

- **Aporte de Humedad de los Agregados**

- Aporte Humedad AF = Peso AF Seco * Humedad Superficial AF
Humedad Superficial AF = (741.072) * (0.69%)

Humedad Superficial AF = 5.113 lts/m³

- Aporte Humedad AG = Peso AG Seco * Humedad Superficial AG
Humedad Superficial AG = (952.641) * (-0.72%)

Humedad Superficial AG = -6.859 lts/m³

- **Agua Efectiva:**

Agua Efectiva = Agua Diseño +/- (Σ Aporte de Humedad AF+AG)

Agua Efectiva = 205 – (5.113-6.859)

Agua Efectiva = 206.746 lts/m³

- **Pesos de Materiales corregidos, por Humedad:**

- Cemento : 369.37 kg
- Agua : 206.746 lts
- Agregado Fino: 751.22 kg
- Agregado Grueso: 955.59 kg

Finalmente se obtienen las dosificaciones en peso y volumen:

Tabla 3. Dosificación del concreto en Peso

Cemento	Ag. Fino	Ag. Grueso	Agua
1.00	1.71	1.44	23.7

Fuente: Elaboración propia

Tabla 4. Dosificación del concreto en, Volumen

Cemento.	Ag. Fino.	Ag. Grueso.	Agua.
1.00	1.56	1.52	23.7

Fuente: Elaboración propia

Para el caso del agregado grueso reciclado no interviene en el diseño de mezcla debido a que se esta considerando como una adición parcial en cuanto al porcentaje del material cementante (bien puede ser como porcentaje del cemento ó como porcentaje de la sumatoria total de los materiales, como se describe en los antecedentes), y este al ser una investigación con fines de la mejora de las propiedades en cuanto a la resistencia de compresión y flexión no se tiene en cuenta dentro de este diseño puesto que si se tomara dentro del diseño se mantendría en una resistencia estándar que vendría a ser un porcentaje optimo por lo cual se quería demostrar y se demostró con este concreto experimental un beneficio en cuanto a la mejora de compresión y flexión, que aparte de tiene un aprovechamiento del residuo de construcción que causaría un desperdicio por lo que se a reutilizado de acuerdo a cada porcentaje establecido.

En cuanto a la dosificación de la mezcla quedaría de la siguiente manera:

Dosificación en peso:

Dosificación del concreto con Ag reciclado 25%

Cemento	Arena	Piedra	Ag reciclado	Agua
1	1.71	1.44	0.25	23.71

Fuente: Elaboración propia

Dosificación del concreto con Ag reciclado 50%

Cemento	Arena	Piedra	Ag reciclado	Agua
1	1.71	1.44	0.5	23.71

Fuente: Elaboración propia

Dosificación del concreto con Ag reciclado 70%

Cemento	Arena	Piedra	Ag reciclado	Agua
1	1.71	1.44	0.7	23.71

Fuente: Elaboración propia

Dosificación en volumen:*Dosificación del concreto con Ag reciclado 25%*

Cemento	Arena	Piedra	Ag reciclado	Agua
1	1.56	1.52	0.26	23.71

*Fuente: Elaboración propia**Dosificación del concreto con Ag reciclado 50%*

Cemento	Arena	Piedra	Ag reciclado	Agua
1	1.56	1.52	0.53	23.71

*Fuente: Elaboración propia**Dosificación del concreto con Ag reciclado 70%*

Cemento	Arena	Piedra	Ag reciclado	Agua
1	1.56	1.52	0.74	23.71

*Fuente: Elaboración propia***Incorporación de fibra de vidrio a la mezcla**

Según la norma NTP 339.204 la fibra se puede incorporar en peso o en volumen, para esta investigación se a elegido la opción de peso dándose en porcentaje de material de cementante en 0.25%, 0.50% y 1%. En cuanto a la dosificación de los demás materiales no sufrirán alguna modificación como lo explicado anteriormente para el caso del agregado grueso reciclado. Por lo tanto, a continuación, se tiene las dosificaciones finales en las cuales intervienen las dos adiciones tanto el agregado grueso reciclado como la fibra de vidrio.

Dosificación en peso:***Dosificación concreto experimental N°1***

Cemento	Arena	Piedra	Ag reciclado	Fibra	Agua
1	1.71	1.44	0.25	0.0025	23.71

Fuente: Elaboración propia***Dosificación concreto experimental N°2***

Cemento	Arena	Piedra	Ag reciclado	Fibra	Agua
1	1.71	1.44	0.5	0.005	23.71

Fuente: Elaboración propia***Dosificación concreto experimental N°3***

Cemento	Arena	Piedra	Ag reciclado	Fibra	Agua
1	1.71	1.44	0.7	0.01	23.71

Fuente: Elaboración propia**Dosificación en volumen:*****Dosificación concreto experimental N°1***

Cemento	Arena	Piedra	Ag reciclado	Fibra	Agua
1	1.71	1.44	0.25	0.0017252	23.71

Fuente: Elaboración propia***Dosificación concreto experimental N°2***

Cemento	Arena	Piedra	Ag reciclado	Fibra	Agua
1	1.71	1.44	0.5	0.0034503	23.71

Fuente: Elaboración propia***Dosificación concreto experimental N°3***

Cemento	Arena	Piedra	Ag reciclado	Fibra	Agua
1	1.71	1.44	0.7	0.01	23.71

Fuente: Elaboración propia

Slump

En la tabla 5 se muestra el asentamiento del concreto, se registra que para la muestra patrón se tuvo un asentamiento de 4", lo cual está dentro del rango que se tomó para el diseño de mezcla. Además, debemos tener cuenta que para los porcentajes del 0.25%, 0.50% y 1% de fibra de vidrio, se tiene un slump del 3.7", 3,4" y 3" respectivamente, por lo que también están dentro del rango que es de 3" a 4" según lo que establece la norma; lo cual se consideran para un concreto con una consistencia plástica y trabajable.

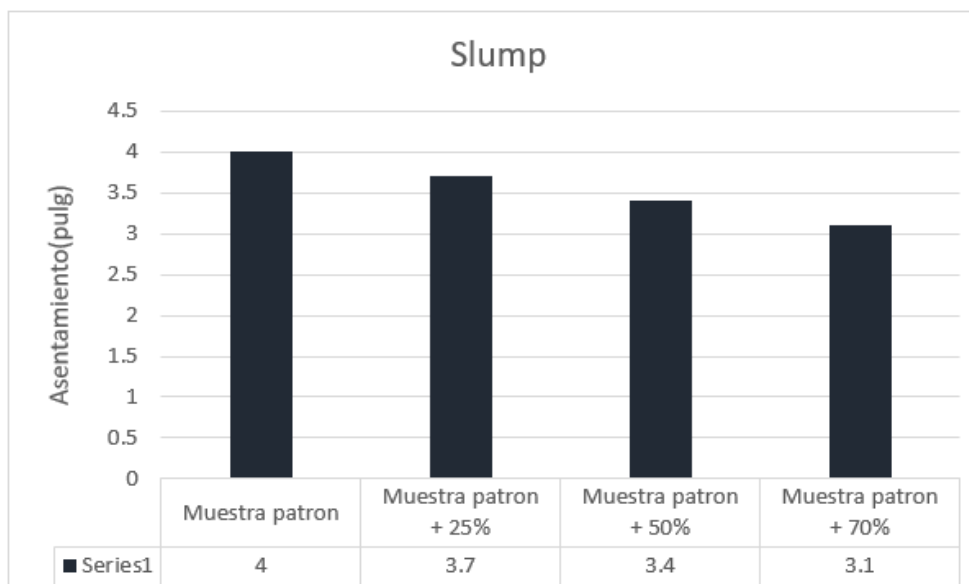
Tabla 5. Resumen slump

F'c = 210 Kg/cm ²	
Diseño de mezcla	SLUMP(pulg)
Muestra patron	4
Muestra patron + 25%	3.7
Muestra patron + 50%	3.4
Muestra patron + 70%	3.1

Fuente: Elaboración propia/

En el grafico 4 representa la variación del asentamiento del concreto en comparación con los diferentes tipos de concreto experimentales, donde se observa que el concreto patrón es el más trabajable.

Gráfico 4. Trabajabilidad del concreto



Fuente: Elaboración propia

Temperatura

En la tabla 6 podemos observar que la temperatura de concreto patrón y concreto experimental de los diferentes porcentajes se encuentra entre 25°C y 26.7° C.

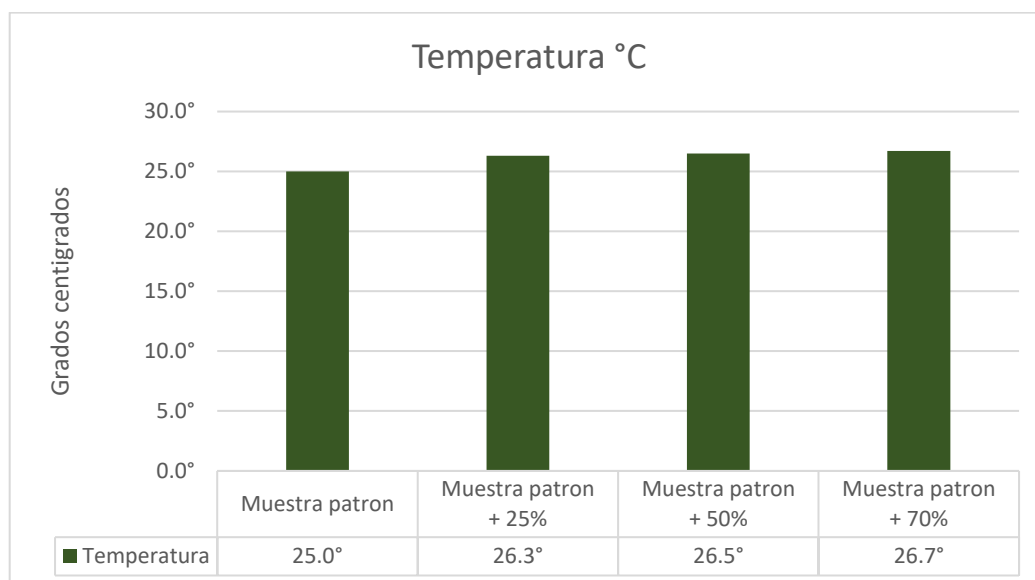
Tabla 6. Resumen temperatura

Muestra	Temperatura °C
Muestra patron	25.0°
Muestra patron + 25%	26.3°
Muestra patron + 50%	26.5°
Muestra patron + 70%	26.7°

Fuente: Elaboración propia

En el grafico 5 se puede apreciar la temperatura del concreto patrón que es de 25°C, donde también se observa como tiene una pequeña variación en cuanto al concreto experimental con resultado de 26.3°C para el concreto patrón más 25%, 26.5°C para el concreto patrón más 50%, 26.7°C para el concreto patrón más 70%, teniendo un máximo de 1.068% por encima del concreto patrón.

Gráfico 5. Temperatura del concreto



Fuente: Elaboración propia

Resistencia a la compresión

➤ **Concreto patrón**

En la tabla 21 se muestra las diferentes resistencias alcanzadas por las muestras patrón, donde antes de analizar las resistencias para los 7 y 28 días se a evaluado para 3 días para ver si cumplimos con el porcentaje de resistencia obtenida para la verificación del diseño de mezcla, dicho esto vemos que a los 7 días alcanzo una resistencia promedio de 233.13kg/cm² y por consiguiente a los 28 días una resistencia promedio de 270.92 kg/cm².

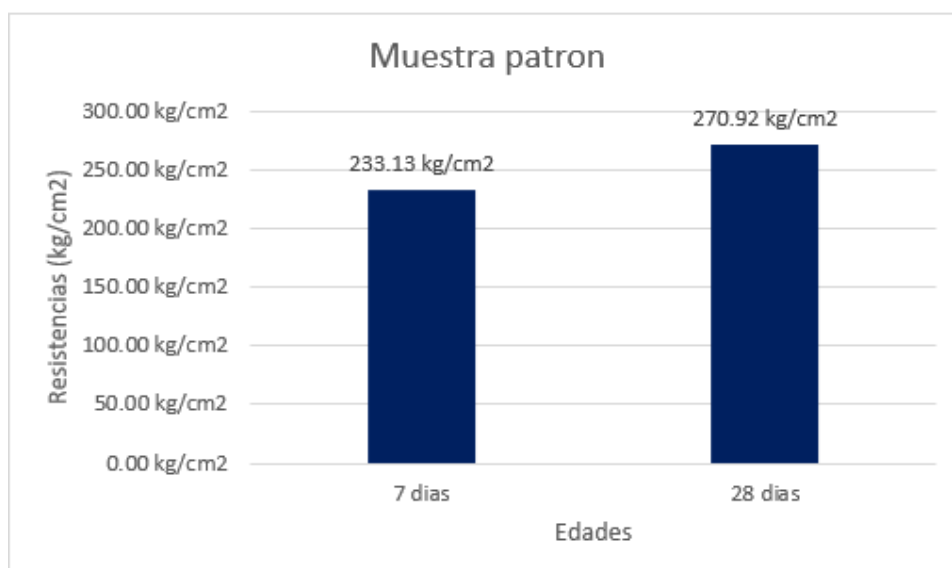
Tabla 21. Resistencia a la compresión del concreto patrón

Nº muestra	Curado	Fecha de ensayo	Diametro(cm)	Altura(cm)	Resistencia(kgf/cm ²)	PROMEDIO
M1	3 días	29/09/2023	15	30	160.8 kg/cm ²	160.8 kg/cm ²
M2	7 días	3/10/2023	15	30	230.1 kg/cm ²	233.13 kg/cm ²
M3		3/10/2023	15	30	235.4 kg/cm ²	
M4		3/10/2023	15	30	233.9 kg/cm ²	
M5	28 días	5/10/2023	15	30	269.7 kg/cm ²	270.92 kg/cm ²
M6		5/10/2023	15	30	276.8 kg/cm ²	
M7		5/10/2023	15	30	266.3 kg/cm ²	

Fuente: Elaboración Propia

En el siguiente grafico se muestra una comparación de la resistencia a la compresión evaluado a los 7 días obteniendo un valor de 233.1 kg/cm² y para los 28 días un valor de 270.92 kg/cm².

Gráfico 6. Concreto patrón



Fuente: Elaboración Propia

- Concreto experimental 25% y 0.25% de fibra

En la tabla 23 se muestra las diferentes resistencias alcanzadas por la muestra experimental de 25% y 0.25% de fibra, donde vemos que a los 7 días alcanzo una resistencia promedio de 233.20kg/cm² y por consiguiente a los 28 días una resistencia promedio de 288.53kg/cm².

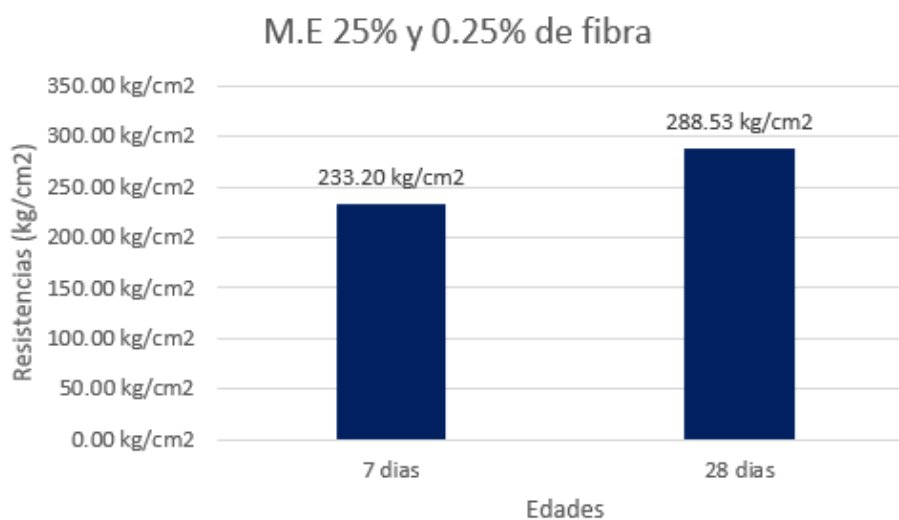
Tabla 23. Resistencia a la compresión del concreto 25% y 0.25% de fibra

Nº muestra	Curado	Fecha de ensayo	Diametro(cm)	Altura(cm)	Resistencia(kgf/cm ²)	PROMEDIO
M1	7 días	3/10/2023	15	30	231.3 kg/cm ²	233.20 kg/cm ²
M2		3/10/2023	15	30	233.0 kg/cm ²	
M3		3/10/2023	15	30	235.3 kg/cm ²	
M4	28 días	5/10/2023	15	30	288.2 kg/cm ²	288.53 kg/cm ²
M5		5/10/2023	15	30	290.5 kg/cm ²	
M6		5/10/2023	15	30	286.9 kg/cm ²	

Fuente: Elaboración Propia

En el siguiente grafico se muestra una comparación de la resistencia a la compresión evaluado a los 7 días obteniendo un valor de 233.2 kg/cm² y para los 28 días un valor de 288.53 kg/cm².

Gráfico 8. M.E 25% y 0.25% de fibra



Fuente: Elaboración Propia

- Concreto experimental 25% y 0.50% de fibra

En la tabla 24 se muestra las diferentes resistencias alcanzadas por la muestra experimental de 25% y 0.50% de fibra, donde vemos que a los 7 días alcanzo una

resistencia promedio de 245.57kg/cm² y por consiguiente a los 28 días una resistencia promedio de 291.02kg/cm².

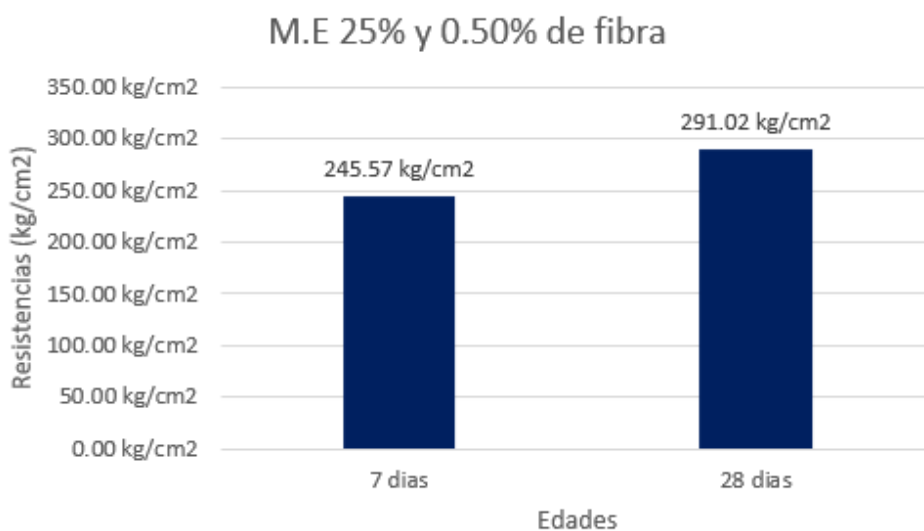
Tabla 24. Resistencia a la compresión del concreto 25% y 0.50% de fibra

Nº muestra	Curado	Fecha de ensayo	Diametro(cm)	Altura(cm)	Resistencia(kgf/cm ²)	PROMEDIO
M1	7 días	3/10/2023	15	30	246.2 kg/cm ²	245.57 kg/cm ²
M2		3/10/2023	15	30	244.7 kg/cm ²	
M3		3/10/2023	15	30	245.8 kg/cm ²	
M4	28 días	5/10/2023	15	30	293.4 kg/cm ²	291.02 kg/cm ²
M5		5/10/2023	15	30	287.6 kg/cm ²	
M6		5/10/2023	15	30	292.1 kg/cm ²	

Fuente: Elaboración Propia

En el siguiente grafico se muestra una comparación de la resistencia a la compresión evaluado a los 7 días obteniendo un valor de 245.57 kg/cm² y para los 28 días un valor de 291.02 kg/cm².

Gráfico 9. M.E 25% y 0.50% de fibra



Fuente: Elaboración Propia

- Concreto experimental 25% y 1% de fibra

En la tabla 25 se muestra las diferentes resistencias alcanzadas por la muestra experimental de 25% y 1% de fibra, donde vemos que a los 7 días alcanzo una

resistencia promedio de 270.87kg/cm² y por consiguiente a los 28 días una resistencia promedio de 293.43kg/cm².

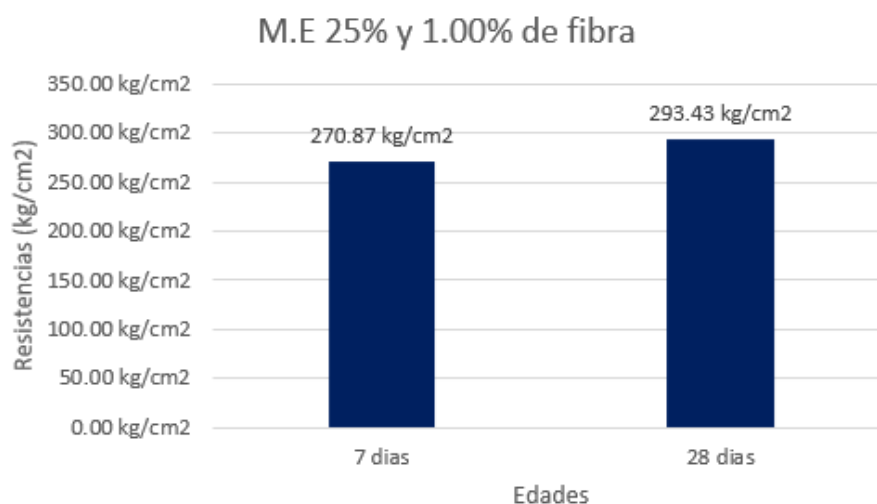
Tabla 25. Resistencia a la compresión del concreto 25% y 1% de fibra

Nº muestra	Curado	Fecha de ensayo	Diametro(cm)	Altura(cm)	Resistencia(kgf/cm ²)	PROMEDIO
M1	7 días	3/10/2023	15	30	268.3 kg/cm ²	270.87 kg/cm ²
M2		3/10/2023	15	30	276.8 kg/cm ²	
M3		3/10/2023	15	30	267.5 kg/cm ²	
M4	28 días	5/10/2023	15	30	302.9 kg/cm ²	293.43 kg/cm ²
M5		5/10/2023	15	30	290.5 kg/cm ²	
M6		5/10/2023	15	30	286.9 kg/cm ²	

Fuente: Elaboración Propia

En el siguiente grafico se muestra una comparación de la resistencia a la compresión evaluado a los 7 días obteniendo un valor de 270.87 kg/cm² y para los 28 días un valor de 293.43 kg/cm².

Gráfico 10. M.E 25% y 1.00% de fibra



Fuente: Elaboración Propia

- Concreto experimental 50% y 0.25% de fibra

En la tabla 26 se muestra las diferentes resistencias alcanzadas por la muestra experimental de 50% y 0.25% de fibra, donde vemos que a los 7 días alcanzo una resistencia promedio de 221.57kg/cm² y por consiguiente a los 28 días una resistencia promedio de 284.87kg/cm².

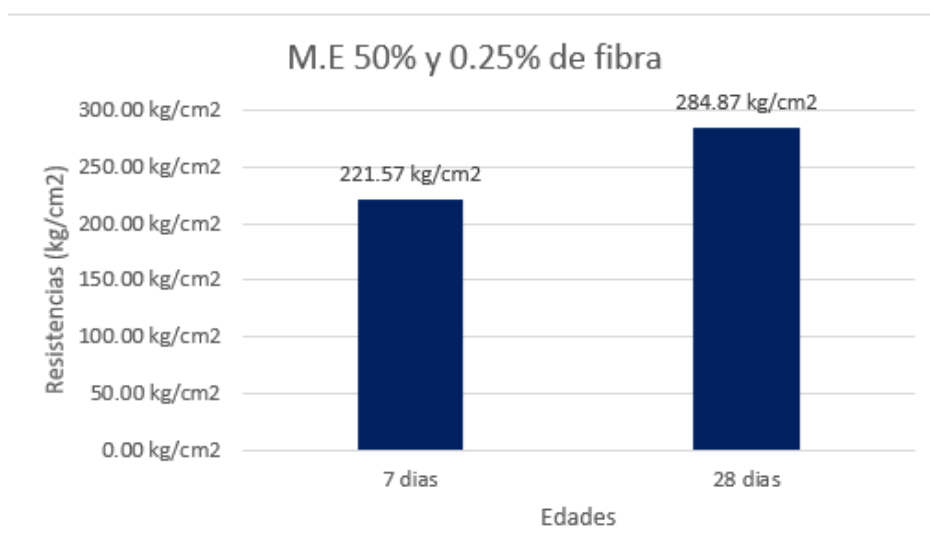
Tabla 26. Resistencia a la compresión del concreto 50% y 0.25% de fibra

Nº muestra	Curado	Fecha de ensayo	Diametro(cm)	Altura(cm)	Resistencia(kgf/cm ²)	PROMEDIO
M1	7 días	3/10/2023	15	30	220.0 kg/cm ²	221.57 kg/cm ²
M2		3/10/2023	15	30	220.2 kg/cm ²	
M3		3/10/2023	15	30	224.5 kg/cm ²	
M4	28 días	5/10/2023	15	30	290.3 kg/cm ²	284.87 kg/cm ²
M5		5/10/2023	15	30	280.4 kg/cm ²	
M6		5/10/2023	15	30	283.9 kg/cm ²	

Fuente: Elaboración Propia

En el siguiente grafico se muestra una comparación de la resistencia a la compresión evaluado a los 7 días obteniendo un valor de 221.57 kg/cm² y para los 28 días un valor de 284.87 kg/cm².

Gráfico 11. M.E 50% y 0.25% de fibra



Fuente: Elaboración Propia

- Concreto experimental 50% y 0.50% de fibra

En la tabla 27 se muestra las diferentes resistencias alcanzadas por la muestra experimental de 50% y 0.50% de fibra, donde vemos que a los 7 días alcanzo una resistencia promedio de 225.27kg/cm² y por consiguiente a los 28 días una resistencia promedio de 285.20kg/cm².

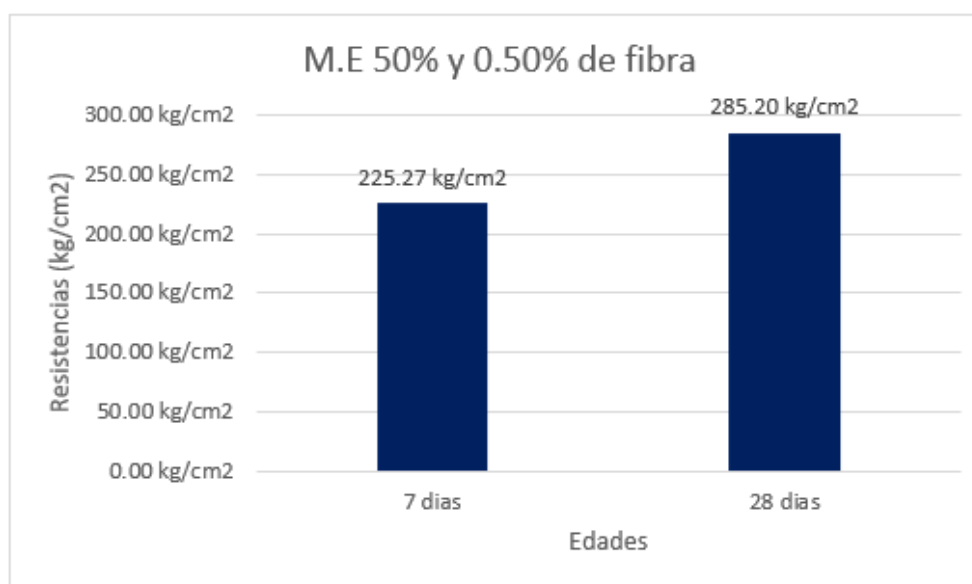
Tabla 27. Resistencia a la compresión del concreto 50% y 0.50% de fibra

Nº muestra	Curado	Fecha de ensayo	Diametro(cm)	Altura(cm)	Resistencia(kgf/cm ²)	PROMEDIO
M1	7 días	3/10/2023	15	30	225.7 kg/cm ²	225.27 kg/cm ²
M2		3/10/2023	15	30	224.5 kg/cm ²	
M3		3/10/2023	15	30	225.6 kg/cm ²	
M4	28 días	5/10/2023	15	30	296.6 kg/cm ²	285.20 kg/cm ²
M5		5/10/2023	15	30	290.3 kg/cm ²	
M6		5/10/2023	15	30	268.7 kg/cm ²	

Fuente: Elaboración Propia

En el siguiente grafico se muestra una comparación de la resistencia a la compresión evaluado a los 7 días obteniendo un valor de 225.27 kg/cm² y para los 28 días un valor de 285.20 kg/cm².

Gráfico 12. M.E 50% y 0.50% de fibra



Fuente: Elaboración Propia

- Concreto experimental 50% y 1% de fibra

En la tabla 28 se muestra las diferentes resistencias alcanzadas por la muestra experimental de 50% y 1% de fibra, donde vemos que a los 7 días alcanzo una resistencia promedio de 228.03kg/cm² y por consiguiente a los 28 días una resistencia promedio de 291.80kg/cm².

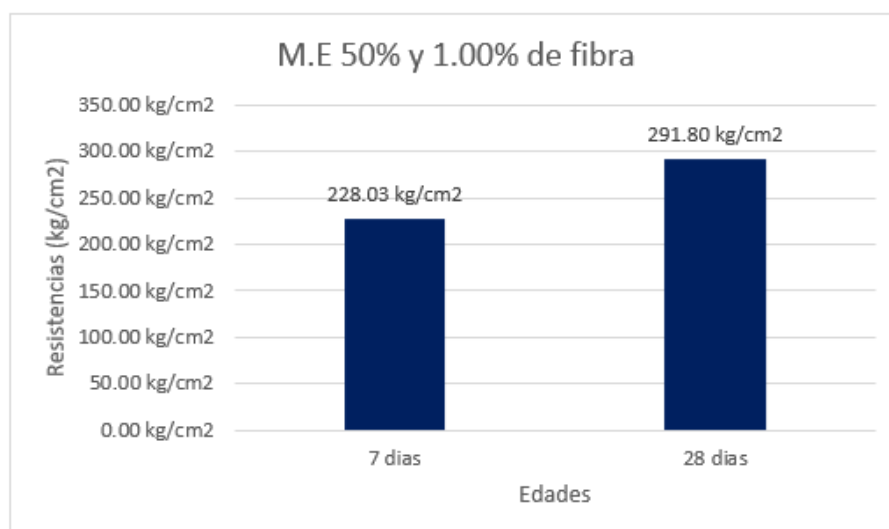
Tabla 28. Resistencia a la compresión del concreto 50% y 1% de fibra

N° muestra	Curado	Fecha de ensayo	Diametro(cm)	Altura(cm)	Resistencia(kgf/cm ²)	PROMEDIO
M1	7 días	3/10/2023	15	30	227.6 kg/cm ²	228.03 kg/cm ²
M2		3/10/2023	15	30	227.0 kg/cm ²	
M3		3/10/2023	15	30	229.5 kg/cm ²	
M4	28 días	5/10/2023	15	30	300.7 kg/cm ²	291.80 kg/cm ²
M5		5/10/2023	15	30	290.5 kg/cm ²	
M6		5/10/2023	15	30	284.2 kg/cm ²	

Fuente: Elaboración Propia

En el siguiente grafico se muestra una comparación de la resistencia a la compresión evaluado a los 7 días obteniendo un valor de 228.03 kg/cm² y para los 28 días un valor de 291.80 kg/cm².

Gráfico 13. M.E 50% y 1.00% de fibra



Fuente: Elaboración Propia

- Concreto experimental 70% y 0.25% de fibra

En la tabla 29 se muestra las diferentes resistencias alcanzadas por la muestra experimental de 70% y 0.25% de fibra, donde vemos que a los 7 días alcanzo una resistencia promedio de 199.73kg/cm² y por consiguiente a los 28 días una resistencia promedio de 225.93kg/cm².

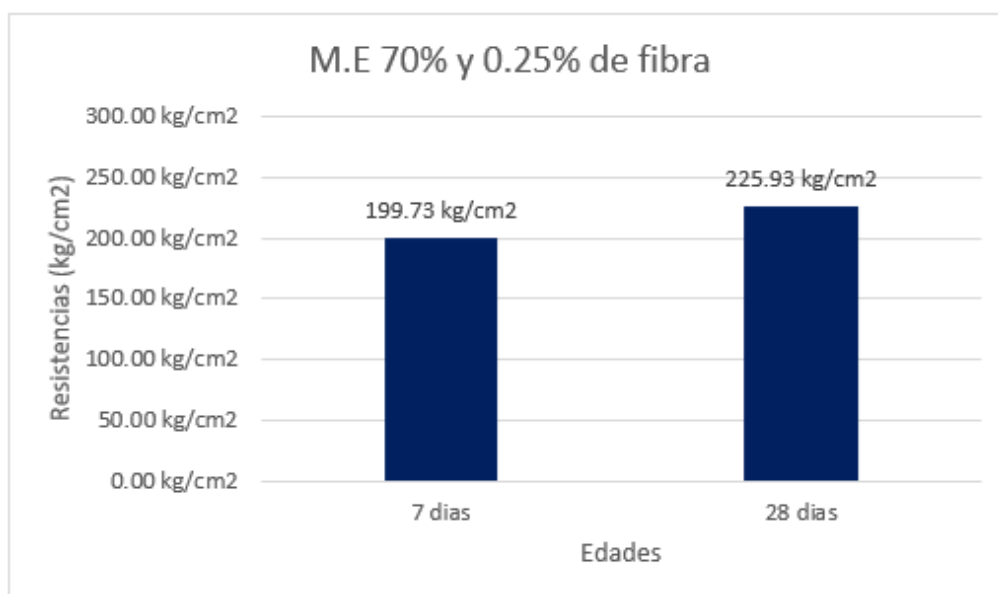
Tabla 29. Resistencia a la compresión del concreto 70% y 0.25% de fibra

Nº muestra	Curado	Fecha de ensayo	Diametro(cm)	Altura(cm)	Resistencia(kgf/cm ²)	PROMEDIO
M1	7 días	3/10/2023	15	30	198.2 kg/cm ²	199.73 kg/cm ²
M2		3/10/2023	15	30	198.9 kg/cm ²	
M3		3/10/2023	15	30	202.1 kg/cm ²	
M4	28 días	5/10/2023	15	30	230.5 kg/cm ²	225.93 kg/cm ²
M5		5/10/2023	15	30	220.5 kg/cm ²	
M6		5/10/2023	15	30	226.8 kg/cm ²	

Fuente: Elaboración Propia

En el siguiente grafico se muestra una comparación de la resistencia a la compresión evaluado a los 7 días obteniendo un valor de 199.73 kg/cm² y para los 28 días un valor de 225.93 kg/cm².

Gráfico 14. M.E 70% y 0.25% de fibra



Fuente: Elaboración Propia

- Concreto experimental 70% y 0.50% de fibra

En la tabla 30 se muestra las diferentes resistencias alcanzadas por la muestra experimental de 70% y 0.50% de fibra, donde vemos que a los 7 días alcanzo una resistencia promedio de 204.90kg/cm² y por consiguiente a los 28 días una resistencia promedio de 242.47kg/cm².

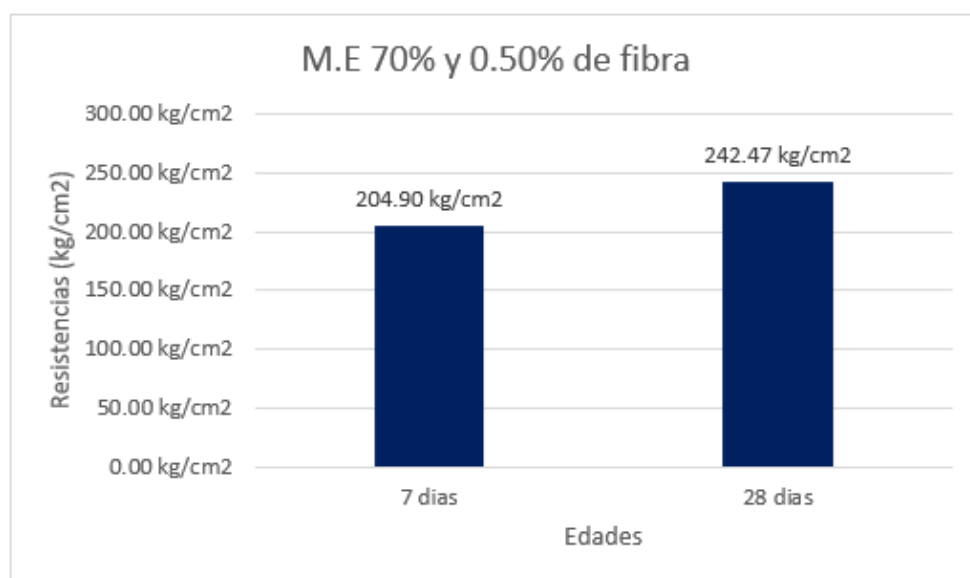
Tabla 30. Resistencia a la compresión del concreto 70% y 0.50% de fibra

Nº muestra	Curado	Fecha de ensayo	Diametro(cm)	Altura(cm)	Resistencia(kgf/cm ²)	PROMEDIO
M1	7 días	3/10/2023	15	30	205.4 kg/cm ²	204.90 kg/cm ²
M2		3/10/2023	15	30	202.2 kg/cm ²	
M3		3/10/2023	15	30	207.1 kg/cm ²	
M4	28 días	5/10/2023	15	30	239.2 kg/cm ²	242.47 kg/cm ²
M5		5/10/2023	15	30	254.3 kg/cm ²	
M6		5/10/2023	15	30	233.9 kg/cm ²	

Fuente: Elaboración Propia

En el siguiente grafico se muestra una comparación de la resistencia a la compresión evaluado a los 7 días obteniendo un valor de 204.90 kg/cm² y para los 28 días un valor de 242.47 kg/cm².

Gráfico 15. M.E 70% y 0.50% de fibra



Fuente: Elaboración Propia

- Concreto experimental 70% y 1% de fibra

En la tabla 31 se muestra las diferentes resistencias alcanzadas por la muestra experimental de 70% y 1% de fibra, donde vemos que a los 7 días alcanzo una resistencia promedio de 216.93kg/cm² y por consiguiente a los 28 días una resistencia promedio de 280.43kg/cm².

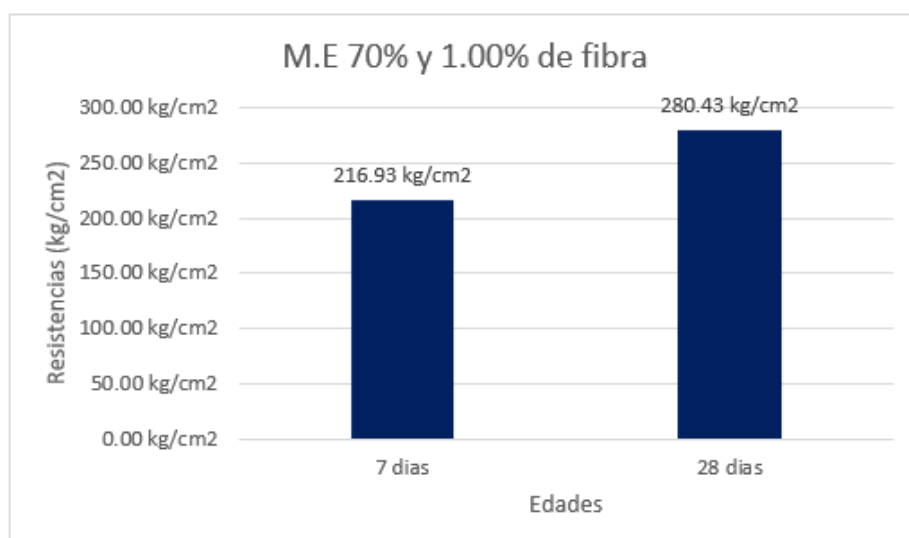
Tabla 31. Resistencia a la compresión del concreto 70% y 1% de fibra

Nº muestra	Curado	Fecha de ensayo	Diametro(cm)	Altura(cm)	Resistencia(kgf/cm ²)	PROMEDIO
M1	7 días	3/10/2023	15	30	216.8 kg/cm ²	216.93 kg/cm ²
M2		3/10/2023	15	30	218.2 kg/cm ²	
M3		3/10/2023	15	30	215.8 kg/cm ²	
M4	28 días	5/10/2023	15	30	287.2 kg/cm ²	280.43 kg/cm ²
M5		5/10/2023	15	30	272.5 kg/cm ²	
M6		5/10/2023	15	30	281.6 kg/cm ²	

Fuente: Elaboración Propia

En el siguiente grafico se muestra una comparación de la resistencia a la compresión evaluado a los 7 días obteniendo un valor de 216.93 kg/cm² y para los 28 días un valor de 280.43 kg/cm².

Gráfico 16. M.E 70% y 1.00% de fibra



Fuente: Elaboración Propia

Resumen de resultados de ensayos a compresión

Los resultados de compresión para cada tipo de concreto que se a evaluado en la presente investigación se muestran en la siguiente tabla

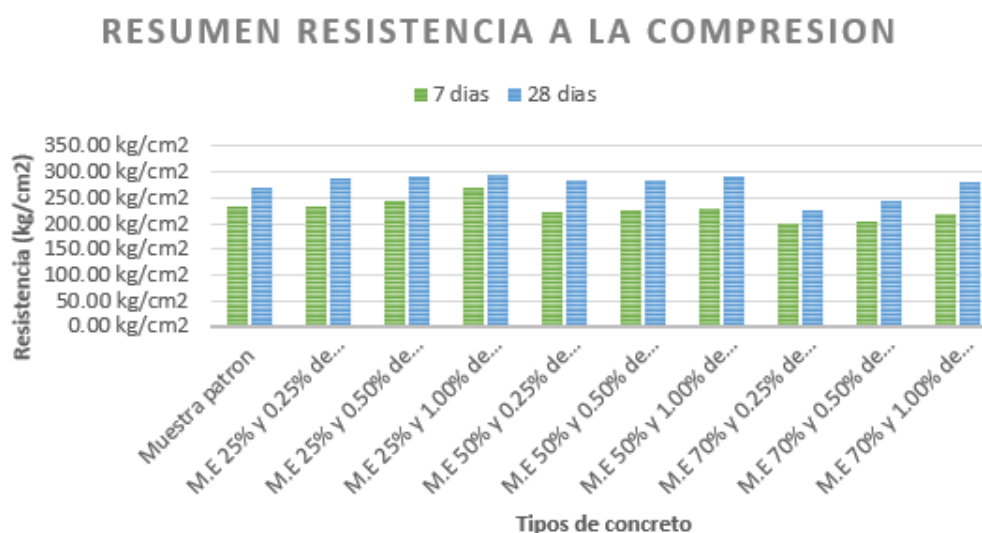
Tabla 32. Resumen resistencia a compresión

	7 días	28 días
Muestra patron	233.13 kg/cm ²	270.92 kg/cm ²
M.E 25% y 0.25% de fibra	233.20 kg/cm ²	288.53 kg/cm ²
M.E 25% y 0.50% de fibra	245.57 kg/cm ²	291.02 kg/cm ²
M.E 25% y 1.00% de fibra	270.87 kg/cm ²	293.43 kg/cm ²
M.E 50% y 0.25% de fibra	221.57 kg/cm ²	284.87 kg/cm ²
M.E 50% y 0.50% de fibra	225.27 kg/cm ²	285.20 kg/cm ²
M.E 50% y 1.00% de fibra	228.03 kg/cm ²	291.80 kg/cm ²
M.E 70% y 0.25% de fibra	199.73 kg/cm ²	225.93 kg/cm ²
M.E 70% y 0.50% de fibra	204.90 kg/cm ²	242.47 kg/cm ²
M.E 70% y 1.00% de fibra	216.93 kg/cm ²	280.43 kg/cm ²

Fuente: Elaboración Propia

El siguiente grafico muestra una comparación más detallada de las resistencias obtenidas tanto para los 7 y 28 días de curado.

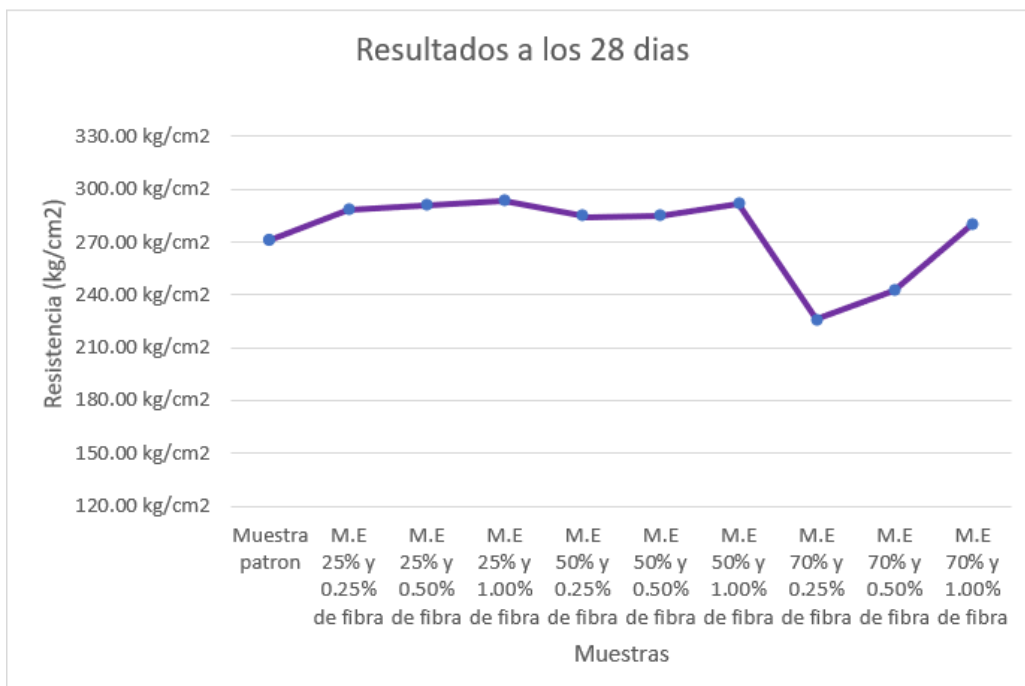
Gráfico 17. Resumen resistencia a la compresión



Fuente: Elaboración Propia

La resistencia a la compresión alcanzada a los 28 días para cada tipo de concreto sometido a ensayo se muestra en el siguiente gráfico, donde muestra incrementos de la resistencia y a su vez una disminución máxima del 19.91% en comparación con el concreto patrón.

Gráfico 18. Resistencia a la compresión a los 28 días



Fuente: Elaboración Propia

Cálculo de módulo de elasticidad

En base a los datos resultantes de la resistencia a la compresión del concreto patrón y las diferentes muestras experimentales, se obtiene un resultado teórico para el módulo de elasticidad, teniendo en cuenta para las resistencias a los 28 días que es donde alcanza el máximo valor resultante, según la normativa E060 se tiene como formula dada $15000 * \sqrt{f'c}$, dando los valores teóricos como se muestra a continuación:

Tabla 43. Cuadro Modulo de elasticidad

Muestras	R. promedio 28 días	Modulo de Elasticidad
Muestra patron	270.92 kg/cm ²	246893.20 kg/cm ²
M.E 25% y 0.25% de fibra	288.53 kg/cm ²	254794.03 kg/cm ²
M.E 25% y 0.50% de fibra	291.02 kg/cm ²	255891.09 kg/cm ²
M.E 25% y 1.00% de fibra	293.43 kg/cm ²	256948.44 kg/cm ²
M.E 50% y 0.25% de fibra	284.87 kg/cm ²	253169.90 kg/cm ²
M.E 50% y 0.50% de fibra	285.20 kg/cm ²	253317.98 kg/cm ²
M.E 50% y 1.00% de fibra	291.80 kg/cm ²	256232.32 kg/cm ²
M.E 70% y 0.25% de fibra	225.93 kg/cm ²	225466.18 kg/cm ²
M.E 70% y 0.50% de fibra	242.47 kg/cm ²	233570.12 kg/cm ²
M.E 70% y 1.00% de fibra	280.43 kg/cm ²	251192.16 kg/cm ²

Fuente: Elaboración Propia

Resistencia a la flexión:

- Concreto patrón

En la tabla 34 se muestra las diferentes resistencias alcanzadas por la muestra patrón de 0.25%, 0.50% y 1.00% de fibra, evaluadas a los 28 días de curado donde vemos que alcanzo un módulo de rotura promedio de 25.47kg/cm², 39.51kg/cm². y 45.69kg/cm² respectivamente.

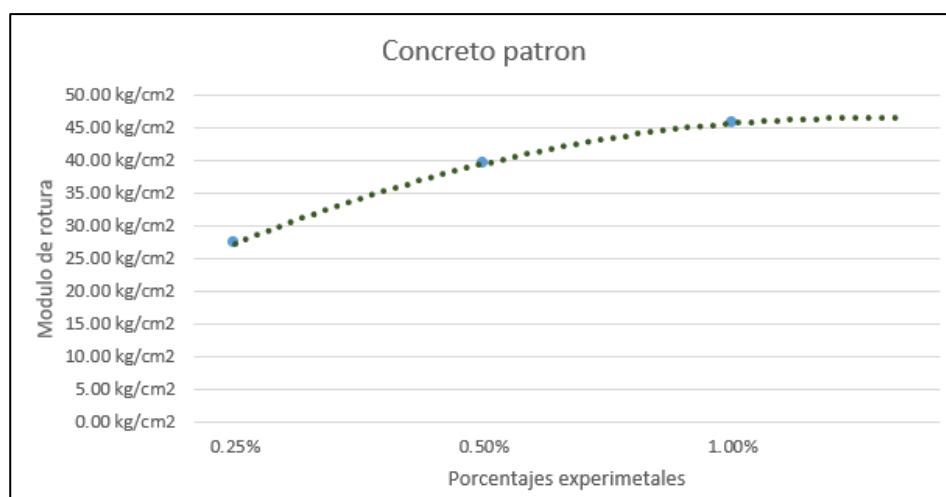
Tabla 34. Resistencia a la flexión de concreto patrón

Muestra N°	Denominación de Espécimen	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Carga (N)	Antigüedad del Espécimen	Módulo de Rotura (MPa)	Módulo de Rotura (Kg/cm ²)	Módulo de Rotura (Kg/cm ²) Promedio
01	CONCRETO PATRON 210 +0.25% FIBRA	4/04/2024	2/05/2024	18338.342	28	2.4	24.93	25.47
02	CONCRETO PATRON 210 +0.25% FIBRA	4/04/2024	2/05/2024	18730.606	28	2.5	25.47	
03	CONCRETO PATRON 210 +0.25% FIBRA	4/04/2024	2/05/2024	19122.87	28	2.5	26.00	
04	CONCRETO PATRON 210 +0.50% FIBRA	4/04/2024	2/05/2024	27850.744	28	3.7	37.87	39.51
05	CONCRETO PATRON 210 +0.50% FIBRA	4/04/2024	2/05/2024	29125.602	28	3.9	39.60	
06	CONCRETO PATRON 210 +0.50% FIBRA	4/04/2024	2/05/2024	30204.328	28	4.0	41.07	
07	CONCRETO PATRON 210 +1.00% FIBRA	4/04/2024	2/05/2024	33440.506	28	4.5	45.47	45.69
08	CONCRETO PATRON 210 +1.00% FIBRA	4/04/2024	2/05/2024	33538.572	28	4.5	45.60	
09	CONCRETO PATRON 210 +1.00% FIBRA	4/04/2024	2/05/2024	33832.77	28	4.5	46.00	

Fuente: Elaboración Propia

En el siguiente grafico se muestra un módulo de rotura en cuanto a la resistencia a la flexión del concreto patrón con un mínimo de 25.47 kg/cm² y máximo de 45.69 kg/cm².

Gráfico 21. Resistencia a la flexión concreto patrón



Fuente: Elaboración Propia

- Concreto experimental 25%

En la tabla 35 se muestra las diferentes resistencias alcanzadas por la muestra experimental de 25% de agregado grueso reciclado con 0.25%, 0.50% y 1.00% de fibra, evaluadas a los 28 días de curado donde vemos que alcanzo un módulo de rotura promedio de 44.27kg/cm², 51.47kg/cm². y 451.87kg/cm² respectivamente.

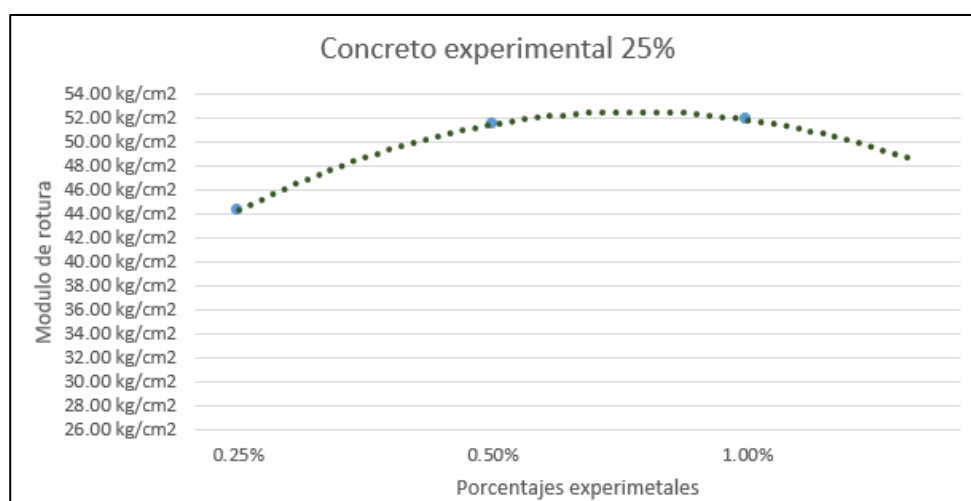
Tabla 35. Resistencia a la flexión de concreto experimental 25%

Muestra N°	Denominación de Espécimen	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Carga (N)	Antigüedad del Espécimen	Módulo de Rotura (MPa)	Módulo de Rotura (Kg/cm ²)	Módulo de Rotura (Kg/cm ²) Promedio
01	CONCRETO PATRON 210 + 25% y 0.25% FIBRA DE VIDRIO	4/04/2024	2/05/2024	33048.242	28	4.4	44.93	44.27
02	CONCRETO PATRON 210 + 25% y 0.25% FIBRA DE VIDRIO	4/04/2024	2/05/2024	32165.648	28	4.3	43.73	
03	CONCRETO PATRON 210 + 25% y 0.25% FIBRA DE VIDRIO	4/04/2024	2/05/2024	32459.846	28	4.3	44.13	
04	CONCRETO PATRON 210 + 25% y 0.50% FIBRA DE VIDRIO	4/04/2024	2/05/2024	36382.486	28	4.9	49.47	51.47
05	CONCRETO PATRON 210 + 25% y 0.50% FIBRA DE VIDRIO	4/04/2024	2/05/2024	38049.608	28	5.1	51.73	
06	CONCRETO PATRON 210 + 25% y 0.50% FIBRA DE VIDRIO	4/04/2024	2/05/2024	39128.334	28	5.2	53.20	
07	CONCRETO PATRON 210 + 25% y 1.00% FIBRA DE VIDRIO	4/04/2024	2/05/2024	39030.268	28	5.2	53.07	51.87
08	CONCRETO PATRON 210 + 25% y 1.00% FIBRA DE VIDRIO	4/04/2024	2/05/2024	36676.684	28	4.9	49.87	
09	CONCRETO PATRON 210 + 25% y 1.00% FIBRA DE VIDRIO	4/04/2024	2/05/2024	38736.07	28	5.2	52.67	

Fuente: Elaboración Propia

En el siguiente grafico se muestra un módulo de rotura en cuanto a la resistencia a la flexión del concreto experimental de 25% con un mínimo de 44.27 kg/cm² y máximo de 51.87 kg/cm².

Gráfico 22. Resistencia a la flexión M.E 25%



Fuente: Elaboración Propia

- Concreto experimental 50%

En la tabla 36 se muestra las diferentes resistencias alcanzadas por la muestra experimental de 50% de agregado grueso reciclado con 0.25%, 0.50% y 1.00% de fibra, evaluadas a los 28 días de curado donde vemos que alcanzo un módulo de rotura promedio de 42.71kg/cm², 45.51kg/cm². y 49.20kg/cm² respectivamente.

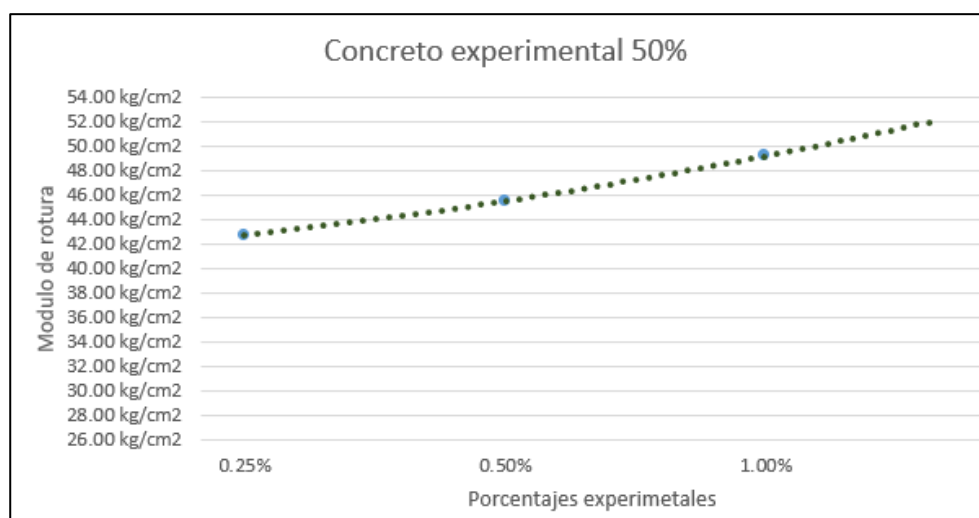
Tabla 36. Resistencia a la flexión de concreto experimental 50%

Muestra N°	Denominación de Espécimen	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Carga (N)	Antigüedad del Espécimen	Módulo de Rotura (MPa)	Módulo de Rotura (Kg/cm ²)	Módulo de Rotura (Kg/cm ²) Promedio
01	CONCRETO PATRON 210 + 50% y 0.25% FIBRA DE VIDRIO	4/04/2024	2/05/2024	31773.384	28	4.2	43.20	42.71
02	CONCRETO PATRON 210 + 50% y 0.25% FIBRA DE VIDRIO	4/04/2024	2/05/2024	31086.922	28	4.1	42.27	
03	CONCRETO PATRON 210 + 50% y 0.25% FIBRA DE VIDRIO	4/04/2024	2/05/2024	31381.12	28	4.2	42.67	
04	CONCRETO PATRON 210 + 50% y 0.50% FIBRA DE VIDRIO	4/04/2024	2/05/2024	32655.978	28	4.4	44.40	45.51
05	CONCRETO PATRON 210 + 50% y 0.50% FIBRA DE VIDRIO	4/04/2024	2/05/2024	32067.582	28	4.3	43.60	
06	CONCRETO PATRON 210 + 50% y 0.50% FIBRA DE VIDRIO	4/04/2024	2/05/2024	35696.024	28	4.8	48.53	
07	CONCRETO PATRON 210 + 50% y 0.70% FIBRA DE VIDRIO	4/04/2024	2/05/2024	35892.156	28	4.8	48.80	49.20
08	CONCRETO PATRON 210 + 50% y 0.70% FIBRA DE VIDRIO	4/04/2024	2/05/2024	36284.42	28	4.8	49.33	
09	CONCRETO PATRON 210 + 50% y 0.70% FIBRA DE VIDRIO	4/04/2024	2/05/2024	36382.486	28	4.9	49.47	

Fuente: Elaboración Propia

En el siguiente grafico se muestra un módulo de rotura en cuanto a la resistencia a la flexión del concreto experimental de 50% con un mínimo de 42.71 kg/cm² y máximo de 49.20 kg/cm².

Gráfico 23. Resistencia a la flexión M.E 50%



Fuente: Elaboración Propia

- Concreto experimental 70%

En la tabla 37 se muestra las diferentes resistencias alcanzadas por la muestra experimental de 70% de agregado grueso reciclado con 0.25%, 0.50% y 1.00% de fibra, evaluadas a los 28 días de curado donde vemos que alcanzo un módulo de rotura promedio de 40.80kg/cm², 42.93kg/cm². y 47.15kg/cm² respectivamente.

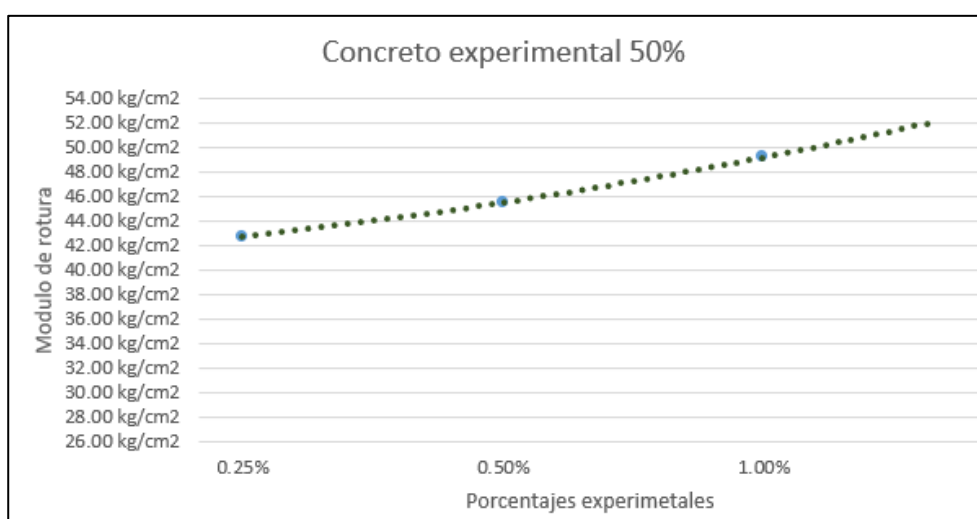
Tabla 37. Resistencia a la flexión de concreto experimental 50%

Muestra N°	Denominación de Espécimen	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Carga (N)	Antigüedad del Espécimen	Módulo de Rotura (MPa)	Módulo de Rotura (Kg/cm ²)	Módulo de Rotura (Kg/cm ²) Promedio
01	CONCRETO PATRON 210 + 70% y 0.25% FIBRA DE VIDRIO	4/04/2024	2/05/2024	28929.47	28	3.9	39.33	40.80
02	CONCRETO PATRON 210 + 70% y 0.25% FIBRA DE VIDRIO	4/04/2024	2/05/2024	29910.13	28	4.0	40.67	
03	CONCRETO PATRON 210 + 70% y 0.25% FIBRA DE VIDRIO	4/04/2024	2/05/2024	31184.988	28	4.2	42.40	
04	CONCRETO PATRON 210 + 70% y 0.50% FIBRA DE VIDRIO	4/04/2024	2/05/2024	32459.846	28	4.3	44.13	42.93
05	CONCRETO PATRON 210 + 70% y 0.50% FIBRA DE VIDRIO	4/04/2024	2/05/2024	30988.856	28	4.1	42.13	
06	CONCRETO PATRON 210 + 70% y 0.50% FIBRA DE VIDRIO	4/04/2024	2/05/2024	31283.054	28	4.2	42.53	
07	CONCRETO PATRON 210 + 70% y 1.00% FIBRA DE VIDRIO	4/04/2024	2/05/2024	34028.902	28	4.5	46.27	47.15
08	CONCRETO PATRON 210 + 70% y 1.00% FIBRA DE VIDRIO	4/04/2024	2/05/2024	34323.1	28	4.6	46.67	
09	CONCRETO PATRON 210 + 70% y 1.00% FIBRA DE VIDRIO	4/04/2024	2/05/2024	35696.024	28	4.8	48.53	

Fuente: Elaboración Propia

En el siguiente grafico se muestra un módulo de rotura en cuanto a la resistencia a la flexión del concreto experimental de 70% con un mínimo de 40.80 kg/cm² y máximo de 47.15 kg/cm².

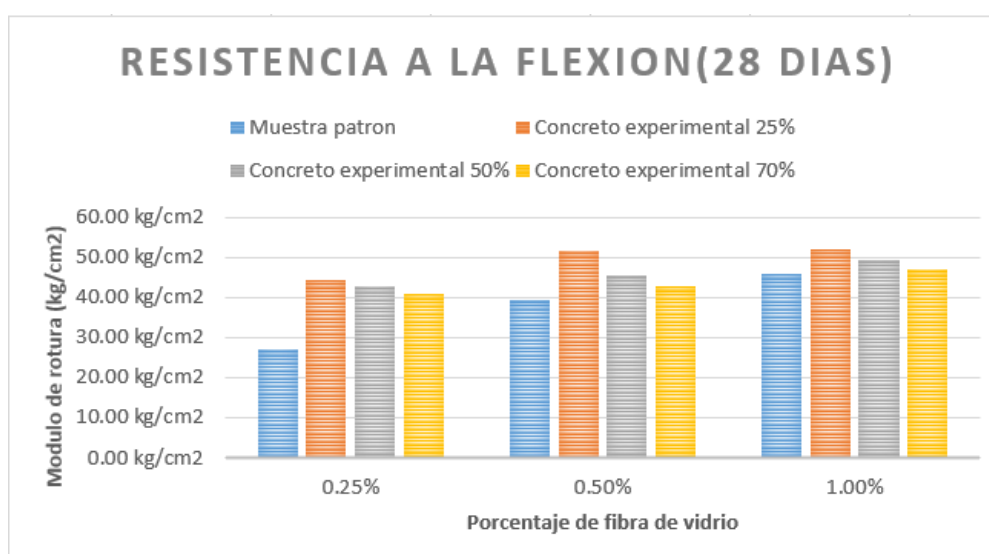
Gráfico 23. Resistencia a la flexión M.E 70%



Fuente: Elaboración Propia

En el gráfico 19 muestra los cambios del módulo de rotura tanto para el concreto patrón como para el concreto experimental, donde se puede evidenciar que conforme va aumentando el porcentaje de fibra, mayor es la resistencia a la flexión incluso con el agregado grueso reciclado que en su porcentaje máximo sigue siendo mayor que el concreto patrón. Se puede apreciar que para el concreto patrón con 0.25%, 0.50% y 1.00% se ha obtenido, un módulo de rotura promedio, de 27.23 kg./cm², 39.51 kg./cm² y 45.69 kg./cm² respectivamente, para el concreto experimental con 25% y las adiciones de 0.25%, 0.50% y 1.00% se obtuvo, un promedio de módulo de rotura, de 44.27 kg/cm², 51.47 kg/cm² y 51.87 kg/cm² respectivamente, para el concreto experimental 50% con 0.25%, 0.50% y 1.00% se obtuvo, un promedio de módulo de rotura, de 42.71 kg/cm², 45.51 kg/cm² y 49.20 kg/cm² respectivamente, para el concreto experimental 70% con 0.25%, 0.50% y 1.00% se obtuvo, un promedio de módulo de rotura, de 40.80 kg/cm², 42.93 kg/cm² y 47.16 kg/cm² respectivamente.

Gráfico 19. Resistencia a la flexión a los 28 días



Fuente: Elaboración Propia

Análisis económico:

Este análisis económico se centra en la comparación entre dos tipos de concreto comúnmente utilizados: el concreto convencional y el concreto experimental evaluado en la presente investigación. A través de un estudio detallado de sus costos de producción y sus diferentes propiedades, se busca determinar cuál de estos materiales ofrece una mejor relación costo-beneficio en distintos contextos de aplicación.

Tabla 38. Precio unitario del concreto patrón.

ANALISIS DE COSTO UNITARIO						
PARTIDA:	Concreto convencional f'c=210kg/cm2					
RENDIMIENTO:	MO= 20 m3/día		EQ= 20 m3/día			
Descripción	Und	Cuad.	Cant.	P.U	P.P	P.T
MANO DE OBRA						105.20
Operador de equipo liviano	hh	1	0.4000	28.51	11.40	
Operario	hh	2	0.8000	27.57	22.06	
Oficial	hh	1	0.4000	21.68	8.67	
Peon	hh	8	3.2000	19.71	63.07	
MATERIALES						375.98
Cemento(42.5kg)	bls		9.05	29.50	266.98	
Agregado fino	m3		0.556	25.00	13.90	
Agregado grueso 1/2"	m3		0.567	60.00	34.02	
Agua	m3		0.205	5.30	1.09	
Flete agregado	glb			60.00	60.00	
MAQUINARIA, EQUIPO Y/O HERRAMIENTAS						13.16
Mezcladora concreto 9-11p3	hm	1	0.4000	10.00	4.00	
Vibrador ϕ 2" - 4HP	hm	1	0.4000	15.00	6.00	
Herramientas manuales	%MO		3.000		3.16	
TOTAL						494.34

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 39. Precio unitario del concreto experimental 0.25% fibra

ANALISIS DE COSTO UNITARIO						
PARTIDA:	Concreto convencional f'c=210kg/cm2					
RENDIMIENTO:	MO=	20 m3/dia		EQ=	20 m3/dia	
Descripción	Und	Cuad.	Cant.	P.U	P.P	P.T
MANO DE OBRA						113.09
Operador de equipo liviano	hh	1	0.4000	28.51	11.40	
Operario	hh	2	0.8000	27.57	22.06	
Oficial	hh	1	0.4000	21.68	8.67	
Peon	hh	9	3.6000	19.71	70.96	
MATERIALES						419.73
Cemento(42.5kg)	bls		9.05	29.50	266.98	
Agregado fino	m3		0.556	25.00	13.90	
Agregado grueso 1/2"	m3		0.567	60.00	34.02	
Agua	m3		0.205	5.30	1.09	
Fibra de vidrio	kg		1.25	11.00	13.75	
Flete agregado	glb			90.00	90.00	
MAQUINARIA, EQUIPO Y/O HERRAMIENTAS						13.39
Mezcladora concreto 9-11p3	hm	1	0.4000	10.00	4.00	
Vibrador ϕ 2" - 4HP	hm	1	0.4000	15.00	6.00	
Herramientas manuales	%MO		3.000		3.39	
TOTAL						546.21

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 40. Precio unitario del concreto experimental 0.50% fibra

ANALISIS DE COSTO UNITARIO						
PARTIDA:	Concreto convencional f'c=210kg/cm2					
RENDIMIENTO:	MO=	20 m3/dia		EQ=	20 m3/dia	
Descripción	Und	Cuad.	Cant.	P.U	P.P	P.T
MANO DE OBRA						113.09
Operador de equipo liviano	hh	1	0.4000	28.51	11.40	
Operario	hh	2	0.8000	27.57	22.06	
Oficial	hh	1	0.4000	21.68	8.67	
Peon	hh	9	3.6000	19.71	70.96	
MATERIALES						433.59
Cemento(42.5kg)	bls		9.05	29.50	266.98	
Agregado fino	m3		0.556	25.00	13.90	
Agregado grueso 1/2"	m3		0.567	60.00	34.02	
Agua	m3		0.205	5.30	1.09	
Fibra de vidrio	kg		2.51	11.00	27.61	
Flete agregado	glb			90.00	90.00	
MAQUINARIA, EQUIPO Y/O HERRAMIENTAS						13.39
Mezcladora concreto 9-11p3	hm	1	0.4000	10.00	4.00	
Vibrador ϕ 2" - 4HP	hm	1	0.4000	15.00	6.00	
Herramientas manuales	%MO		3.000		3.39	
TOTAL						560.07

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 41. Precio unitario del concreto experimental 1.00% fibra

ANALISIS DE COSTO UNITARIO						
PARTIDA:	Concreto convencional f'c=210kg/cm2					
RENDIMIENTO:	MO=	20 m3/dia		EQ=	20 m3/dia	
Descripción	Und	Cuad.	Cant.	P.U	P.P	P.T
MANO DE OBRA						113.09
Operador de equipo liviano	hh	1	0.4000	28.51	11.40	
Operario	hh	2	0.8000	27.57	22.06	
Oficial	hh	1	0.4000	21.68	8.67	
Peon	hh	9	3.6000	19.71	70.96	
MATERIALES						461.20
Cemento(42.5kg)	bls		9.05	29.50	266.98	
Agregado fino	m3		0.556	25.00	13.90	
Agregado grueso 1/2"	m3		0.567	60.00	34.02	
Agua	m3		0.205	5.30	1.09	
Fibra de vidrio	kg		5.02	11.00	55.22	
Flete agregado	glb			90.00	90.00	
MAQUINARIA, EQUIPO Y/O HERRAMIENTAS						13.39
Mezcladora concreto 9-11p3	hm	1	0.4000	10.00	4.00	
Vibrador ϕ 2" - 4HP	hm	1	0.4000	15.00	6.00	
Herramientas manuales	%MO		3.000		3.39	
TOTAL						587.68

Fuente: Elaboración Propia

La tabla 42 muestra el resumen del análisis de precios unitarios para cada tipo de porcentaje que se a utilizado en la presente investigación.

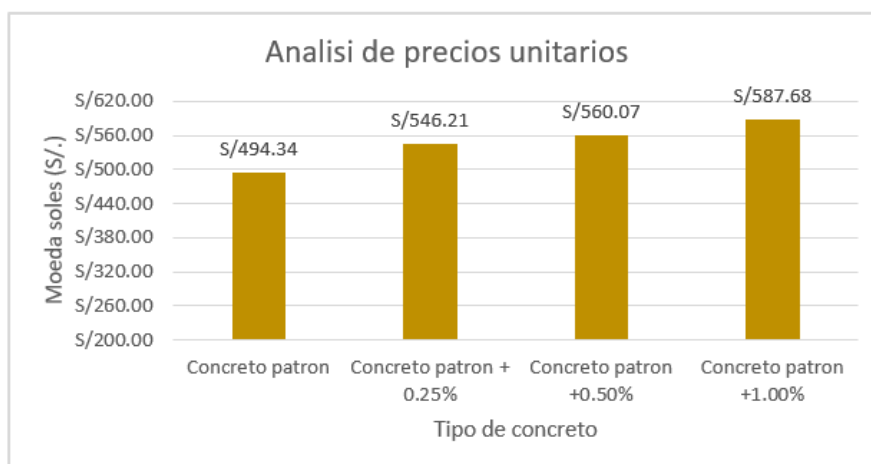
Tabla 42. Resumen de precio unitario

Decripcion	Unidad	Precio(S/.)
Concreto patron	m3	S/494.34
Concreto patron + 0.25%	m3	S/546.21
Concreto patron +0.50%	m3	S/560.07
Concreto patron +1.00%	m3	S/587.68

Fuente: Elaboración Propia

En el gráfico 20, se aprecia, como a medida aumenta el porcentaje de fibra de vidrio también aumenta su precio.

El siguiente grafico muestra como aumenta su precio, por metro cúbico, teniendo para el concreto patrón, un costo de S/.494.34, para el concreto con 0.25% de fibra se obtuvo un costo de S/.546.21, para el concreto con 0.50% de fibra se obtuvo un costo de S/.560.07 y para el concreto con 1.00% de fibra se obtuvo un costo de S/.587.68.

Gráfico 20. Gráfico resumen de precio unitario

Fuente: Elaboración Propia

Para el análisis costo beneficio, se debe tener en cuenta una comparación de costos económicos al usar el concreto convencional y concreto experimental (materiales, mano de obra, material reciclado y fibra de vidrio), con los beneficios que va a generar, como costos ahorrados y beneficios para el medio ambiente, se va a cuantificar el aspecto monetario como los no monetarios para determinar si es sustentable y factible. Para determinar esto se ha elaborado un cuadro *ratio* evaluado en base al $f'c$ del concreto con el análisis económico, como se presenta a continuación:

En la tabla 44 se muestra el *ratio costo beneficio*, del $f'c$ de la muestra patrón, con $f'c$ mayor obtenido que en este caso es para la muestra experimental +25%, evaluando esto con el análisis respectivo para cada uno tenemos el siguiente cuadro:

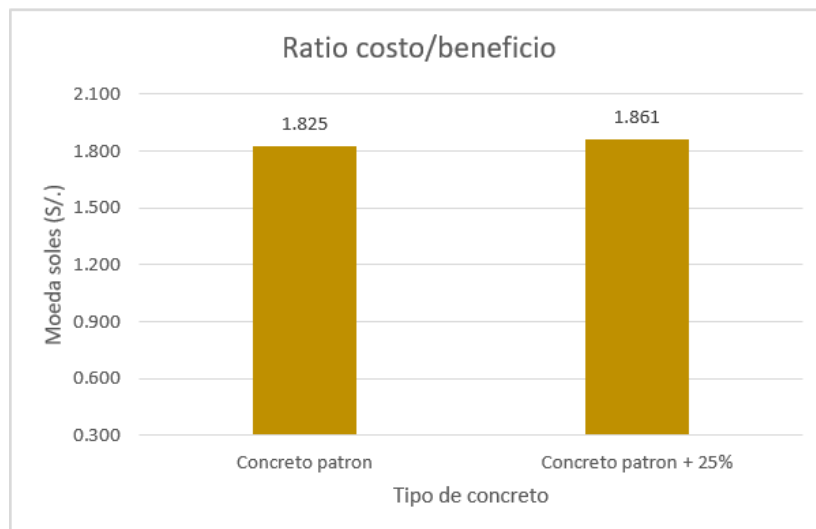
Tabla 44. Ratio costo/beneficio

	$F'c$ (kg/cm ²)	RATIO COSTO/BENEFI
Concreto patron	270.92	1.825
Concreto patron + 25%	293.43	1.861

Fuente: Elaboración Propia

En el gráfico 21 muestra cómo se tiene una similitud, con valores de 1.825 para el concreto patrón y 1.861 para el concreto experimental.

Gráfico 21. Gráfico ratio costo/beneficio



Fuente: Elaboración Propia

Discusiones

- De acuerdo al objetivo específico, determinar y establecer la granulometría óptima para la elaboración del concreto, con agregado grueso reciclado y fibra de vidrio, después de haber realizado el ensayo correspondiente al agregado fino, proveniente de la cantera “La victoria” y el agregado grueso, proveniente de la cantera “Tres tomas”, los resultados mostrados en la tabla muestran que la granulometría cumple con los requisitos, de la normativa NTP 400.0.12 en la cual están comprendidos los parámetros del módulo de fineza para el agregado fino que tiene un valor de 2.81, además de no haber presencia de agregado retenido, en las mallas de $\frac{1}{2}$ ” y $\frac{3}{8}$ ” por lo que el material proporcionado es de una buena calidad, según lo ensayado en laboratorio y para el agregado grueso, un tamaño máximo nominal de $\frac{3}{4}$ ”. Resultados que al ser comprados con lo encontrado por la investigación obtiene un módulo de fineza de 3.01 lo cual indicaría un agregado fino de mayor diámetro y para el agregado grueso, un tamaño máximo nominal, igual al de la presente investigación, además comparando con otro autor para, el agregado fino obtiene, un módulo de fineza de 3.08, y para el agregado grueso, un tamaño máximo nominal de $\frac{3}{4}$ ”, ambos estudios al ser comparados se asemejan con la presente tesis cumpliendo los parámetros de la normativa NTP 400.012.

- Según el objetivo específico, establecer la influencia del agregado grueso reciclado y fibra de vidrio en la adición del concreto incrementa la resistencia a la compresión a comparación con un concreto convencional, se realizaron 3 probetas ensayadas a los 7 y 28 días de curado, tanto para el concreto patrón como para los diferentes porcentajes, los resultados mostrados en las tablas mencionadas anteriormente, donde vemos que alcanzo una resistencia promedio, de 270.92kg/cm² a los 28 días, para el concreto patrón, que comparando con las resistencias de los diferentes porcentajes de 25% y 0.25% de fibra se obtuvo 288.53kg/cm² obteniendo 1.06% por encima de la resistencia patrón, para el porcentaje de 25% y 0.50% de fibra se obtuvo una resistencia promedio, de 291.02kg/cm² la cual está por encima con 1.07%, para el porcentaje de 25% y 1.00% de fibra se obtuvo una resistencia promedio de 293.43 kg/cm² que refleja 1.08% de incremento, para el porcentaje de 50% y 0.25% de fibra se obtuvo una resistencia promedio de 284.87kg/cm² la cual está por encima con 1.051%, para el porcentaje de 50% y 0.50% de fibra se obtuvo una resistencia promedio de 285.20 kg/cm² que muestra 1.053% de incremento, para el porcentaje de 50% y 1.00% de fibra se obtuvo una resistencia promedio de 291.80kg/cm² la cual está por encima con 1.077%, para el porcentaje de 70% y 0.25% de fibra se obtuvo una resistencia promedio de 225.93kg/cm² la cual está por debajo con 0.17%, para el porcentaje de 70% y 0.50% de fibra se obtuvo una resistencia promedio de 242.47 kg/cm² que muestra 0.11% por debajo, para el porcentaje de 70% y 1.00% de fibra se obtuvo una resistencia promedio de 280.43kg/cm² la cual está por encima con 1.04%. Estos datos al ser comparados con la investigación, quien tiene resultados similares con respecto al porcentaje de incremento de la resistencia comparada con mi investigación, cabe resaltar que esta investigación solo toma en cuenta una de las variables como viene a ser la fibra de vidrio ya que según, para el agregado grueso reciclado viene en disminución de las resistencias a compresión para los dos tipos de concreto que utiliza, también comparando con la investigación, muestra resultados en contradice en cierta parte con mi investigación ya que solo tiene un incremento en su primer porcentaje que viene el 2% de fibra mientras en los porcentajes de 4 y 6% presenta una disminución considerable por lo que no necesariamente a mayor porcentaje de fibra habrá un incremento mayor de resistencia a la compresión.

De la misma manera en base a estos resultados obtenido de resistencia a la compresión se obtuvo un cálculo del módulo de elasticidad, teniendo en cuenta la norma técnica E060 en donde especifica la formula dada en base al f_c correspondiente para cada concreto tanto para la muestra patrón como para las muestras experimentales que se han evaluado en esta investigación. Resultando un módulo de elasticidad de la muestra patrón un valor de 246893.20kg/cm² lo cual sirve como referencia para las muestras experimentales, para las M.E 25% se observa un incremento alcanzando valores entre 254794.03kg/cm² y 256948.44kg/cm², esto indica que una adición moderada de agregado grueso reciclado junto con la incorporación de fibra de vidrio favorece a la rigidez del concreto manteniendo un comportamiento estructural más estable. Para las M.E 50% los valores del módulo de elasticidad se encuentran entre 253169.90kg/cm² y 256232.32kg/cm² siendo ligeramente superiores a la muestra patrón, esto indica que a este porcentaje mantiene un desempeño comparable y similar en todo el rango de porcentaje de fibra de vidrio, sin embargo, se percibe una ligera disminución en comparación con grupo experimental anterior. En el caso de las M.E 70% el módulo de elasticidad cae notablemente teniendo valores entre 225466.18kg/cm² y 251192.16kg/cm² resultados inferiores incluso a la muestra patrón, lo que indica que en porcentaje elevado de agregado reciclado reduce la rigidez del concreto debido a la mayor porosidad presente y menor calidad del agregado reciclado, aunque se puede apreciar que la fibra mitiga parcialmente esta disminución y contribuye a mantener cierta estabilidad frente a la pérdida de elasticidad, pero no logra compensar la pérdida de rigidez comparada con el concreto patrón.

- Según el objetivo específico, decretar la influencia, del agregado grueso reciclado y fibra de vidrio en la adición del concreto incrementa la resistencia a la flexión a comparación, con un concreto convencional, se elaboraron 3 probetas prismáticas por cada tipo, ensayadas a los 28 días, de curado. Los resultados mostrados en las tablas demuestran que para el concreto patrón con porcentajes de 0.25%, 0.50% y 1.00% tenemos un módulo de rotura de 27.23kg/cm², 39.51kg/cm² y 45.69kg/cm² respectivamente y para los porcentajes del grupo experimental de 25% con 0.25%, 050% y 1.00% de fibra se obtiene, un módulo de rotura promedio, de 44.27 kg/cm², 51.47 kg/cm² y 51.87 kg/cm² respectivamente donde presenta un incremento con respecto, al concreto patrón, de la misma manera para el grupo experimental de 50% con 0.25%, 050% y 1.00% de fibra se obtiene un módulo de rotura promedio de 42.71 kg/cm², 45.51 kg/cm² y 49.20 kg/cm² se sigue presentando un incremento con respecto

al concreto patrón pero inferior con el primer porcentaje del grupo experimental con una disminución del 0.03%, 0.13% y 0.05%, para el grupo experimental de 70% con 0.25%, 0.50% y 1.00% de fibra se obtiene un módulo de rotura promedio de 40.8 kg/cm², 42.93 kg/cm² y 47.16 kg/cm² en la cual también tiene una disminución con el primer grupo experimental, sin embargo todos los grupos experimentales se encuentran por encima de lo evaluado con el concreto patrón, teniendo incrementos para la resistencia a la flexión. Estos datos concuerdan con lo investigado por donde se puede ver que los módulos de rotura sobrepasan en gran medida a los resultados del concreto patrón donde establece que a mayor cantidad de fibras contribuye a la mejora de resistencia a la flexión, así mismo en la investigación reafirma los resultados obtenidos módulos de rotura superiores al concreto patrón hasta un máximo de 36.20% mientras que en mi investigación tiene un máximo de 13.52% de mejora donde se puede apreciar que la fibra de vidrio si favorece a la resistencia a la flexión.

- Según el objetivo específico estatuir el porcentaje óptimo de agregado grueso reciclado y fibra de vidrio para la mezcla de concreto, de acuerdo con las propiedades evaluadas en la presente investigación para lo que es en estado fresco para lo que es el concreto patrón como para el experimental observamos que se mantiene en una buena trabajabilidad, así mismo como la temperatura que no presenta incremento elevados en cuanto a la variación, por lo que no había problema en utilizar cualquier porcentaje presentado, por otra parte para lo que es el estado endurecido tenemos una mayor diferenciación en lo que es, la resistencia a compresión como flexión, teniendo para la primera el porcentaje mayor de 293.43 kg/cm² para el porcentaje de concreto experimental 25% y 1.00% de fibra, en la que también se puede sacar a competencia al porcentaje del concreto experimental de 50% y 1.00% con un valor de 291.80 kg/cm², y para lo que es la resistencia a la flexión, se tiene un módulo de rotura superior de 51.87 kg/cm² para el concreto experimental de 25% y 1.00% de fibra, donde al ser comparado con la investigación se tiene resultado máximo de módulo de rotura en un concreto con adición de fibra al 0.50% con un valor de 45.51 kg/cm².
- Según el objetivo específico de precisar si es un mejor costo utilizando agregado grueso reciclado y fibra de vidrio, en comparación a un concreto convencional, los precios obtenidos en la tabla 42 nos indican que por cada metro cubico se tiene valores comprendidos entre S/.494.34 y S/.587.68. Según lo estipulado en la investigación [20], se tiene que al utilizar material reciclable es factible debido a la rentabilidad económica y ambiental para lograr un desarrollo sustentable, como también otro en la investigación

se tiene que utilizar fibra es económicamente viable especialmente para miembros sometidos a acción de flexión. Por la parte de la rentabilidad económica se tiene un ratio similar lo que significa que si bien es cierto es mas caro utilizar un concreto experimental te otorga mayor beneficio en cuanto a resistencia, medio ambiente y una viabilidad por la parte social ya que estable un escenario de mejoría en cuanto al material reciclado.

Conclusiones

- De acuerdo a los resultados obtenidos con el primer objetivo específico se concluye que los agregados pueden ser utilizados en la elaboración de un concreto, con agregado grueso reciclado y fibra de vidrio ya que están dentro de los parámetros de la normativa NTP 400.012.
- Se pudo observar que la resistencia a la compresión si bien es cierto con la presencia de la fibra de vidrio este concreto a dado efectos muy satisfactorios obteniendo resistencias por encima de las diseñadas en los diferentes porcentajes realizados en la investigación, pero conforme va aumentando el porcentaje de agregado grueso reciclado vemos como decae sin embargo solo es en uno de los porcentajes señalando que no es demasiada la diferencia, por lo tanto se puede trabajar con material reciclado y fibra de vidrio.
- De acuerdo al tercer objetivo específico muestra que todos los tipos de concretos experimentales están por encima de la resistencia comparada con el concreto patrón por lo que se concluye que a mayor presencia de fibra de vidrio tiene resultados mayores a flexión.
- Se concluye que el porcentaje optimo vendría hacer para el concreto experimental 25% y 1.00% de fibra de vidrio es el que para el concreto endurecido tanto para la resistencia a la compresión como flexión han dado resultados favorables.
- Como ultima recomendación se tiene la rentabilidad económica en la que a medida que se aumenta los porcentajes aumenta el precio por metro cubico de concreto, pero en varios de los casos vale la pena debido a los beneficios que presenta. En el caso de esta investigación seria S/.546.21 que viene a ser la del porcentaje más optimo.

Recomendaciones

- Para obtener, resultados similares en cuanto a los agregados se recomienda emplear agregados de las mismas canteras que se usaron en la investigación, así mismo se sugiere que las condiciones donde se va almacenar estos agregados y donde se van a ensayar sean las más favorables, ya que en caso de lluvias o humedad abundante podrían variar los resultados esperados.
- En lo que comprende el ensayo, de resistencia a la compresión, se recomienda diseñar con propósitos de fines estructurales para ver cómo va actuar frente una resistencia mayor y por último ver cómo se comporta con una resistencia mucho mayor evaluando las diferencias que habría con los diferentes tipos de concreto.
- En el caso del ensayo de resistencia a la flexión se recomienda de la misma manera evaluar a resistencias más elevadas ya que en esta investigación todos los módulos de rotura se encuentran por encima del concreto patrón, para ver si actúa de la misma manera en una resistencia incrementada.
- Se recomienda no agregar porcentajes mayores al 2% de fibra de vidrio ya que según lo presentado y comparado con otras investigaciones está en vez de aumentar la resistencia tiene un decrecimiento importante con respecto al concreto patrón.
- Se recomienda hacer ensayos como exudación del concreto y de durabilidad para complementar con lo investigado y lograr tener una mejor rentabilidad económica, ya que en esta investigación no se han elaborado esos tipos de ensayos debido a la hipótesis planteada inicialmente desde el proyecto de investigación, sin embargo, sería factible evaluar los diferentes ensayos mencionados.

Referencias

- [1] «Trabajo 1 | PDF | Resistencia de materiales | Hormigón». Accedido: 21 de octubre de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://es.scribd.com/document/503122247/TRABAJO-1>
- [2] C. E. para A. L. y el Caribe, «La extracción mundial de materiales se triplicó en cuatro décadas y agudiza el cambio climático y la contaminación atmosférica». Accedido: 22 de octubre de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://www.cepal.org/es/comunicados/la-extraccion-mundial-materiales-se-triplico-cuatro-decadas-agudiza-cambio-climatico-la>
- [3] «Informe del Banco Mundial: Los desechos a nivel mundial crecerán un 70 % para 2050, a menos que se adopten medidas urgentes», World Bank. Accedido: 22 de octubre de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://www.bancomundial.org/es/news/press-release/2018/09/20/global-waste-to-grow-by-70-percent-by-2050-unless-urgent-action-is-taken-world-bank-report>
- [4] O. US EPA, «La EPA publica informe sobre resiliencia y escombros tras los desastres naturales». Accedido: 20 de octubre de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://www.epa.gov/newsreleases/la-epa-publica-informe-sobre-resiliencia-y-escombros-tras-los-desastres-naturales>
- [5] «Guía informativa: Manejo de residuos de construcción y demolición». Accedido: 24 de octubre de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://www.gob.pe/institucion/minam/informes-publicaciones/2487-guia-informativa-manejo-de-residuos-de-construccion-y-demolicion>
- [6] V. V. Consamollo Caceres, «Residuos de Concreto de Construcción para Fabricación de Adoquines en Pavimentos, San Isidro - Lima», *Univ. Peru. Los Andes*, 2019, Accedido: 24 de octubre de 2024. [En línea]. Disponible en: <http://repositorio.upla.edu.pe/handle/20.500.12848/1282>
- [7] «Defensoría del Pueblo identifica más de 50 puntos afectados por colapso de desagües en distritos de Chiclayo, José Leonardo Ortiz y La Victoria», Defensoria del Pueblo - Perú. Accedido: 22 de octubre de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://www.defensoria.gob.pe/defensoria-del-pueblo-identifica-mas-de-50-puntos-afectados-por-colapso-de-desagües-en-districtos-de-chiclayo-jose-leonardo-ortiz-y-la-victoria/>
- [8] «No basta un fenómeno natural para que ocurra un desastre, se requieren condiciones de vulnerabilidad», PuntoEdu PUCP. Accedido: 22 de octubre de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://puntoedu.pucp.edu.pe/voces-pucp/no-basta-un-fenomeno-natural-para-que-ocurra-un-desastre-se-requieren-condiciones-de-vulnerabilidad/>
- [9] A. R. Curcio, N. P. Blanco, y R. E. R. Gil, «El reciclaje como alternativa de manejo de los residuos sólidos en el sector minas de Baruta, Estado Miranda, Venezuela», *Rev. Investig.*, vol. 39, n.º 86, pp. 157-170, sep. 2015.
- [10] «Ley General de Residuos Sólidos. | SINIA». Accedido: 22 de octubre de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://sinia.minam.gob.pe/normas/ley-general-residuos-solidos>
- [11] D. G. C. Salvador Ernesto Núñez Flores, Roberto Ramírez García, Julio César Romero, «Concreto reforzado con fibras aporta beneficios a la construcción», Ciencia UNAM. Accedido: 22 de octubre de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://ciencia.unam.mx/leer/1069/concreto-reforzado-con-fibras-aporta-beneficios-a-la-construccion>
- [12] M. N. B. Garamendi y R. R. Y. Rios, «Influencia Del Vidrio Reciclado En Las Propiedades Mecánicas Del Concreto Autocompactante Y La Capacidad De Uso En La Ciudad De Ayacucho», *Gac. Téc.*, vol. 25, n.º 2, pp. 74-89, 2024.

- [13] «FIBRA DE VIDRIO EN CONCRETO.pdf».
- [14] M. Subhani, S. Ali, R. Allan, A. Grace, y M. Rahman, «Physical and mechanical properties of self-compacting geopolymer concrete with waste glass as partial replacement of fine aggregate», *Constr. Build. Mater.*, vol. 437, p. 136956, jul. 2024, doi: 10.1016/j.conbuildmat.2024.136956.
- [15] E. O. Fanijo, J. T. Kolawole, A. J. Babafemi, y J. Liu, «A comprehensive review on the use of recycled concrete aggregate for pavement construction: Properties, performance, and sustainability», *Clean. Mater.*, vol. 9, p. 100199, sep. 2023, doi: 10.1016/j.clema.2023.100199.
- [16] Y. Yao, B. Wu, W. Zhang, Y. Fu, y X. Kong, «Experimental investigation on the impact properties and microstructure of recycled steel fiber and silica fume reinforced recycled aggregate concrete», *Case Stud. Constr. Mater.*, vol. 18, p. e02213, jul. 2023, doi: 10.1016/j.cscm.2023.e02213.
- [17] Sabireen *et al.*, «Mechanical performance of fiber-reinforced concrete and functionally graded concrete with natural and recycled aggregates», *Ain Shams Eng. J.*, vol. 14, n.º 9, p. 102121, sep. 2023, doi: 10.1016/j.asej.2023.102121.
- [18] S. Kumar Sharma y S. Mehta, «Experimental study on effect of glass fibre on concrete using recycled aggregate», *Mater. Today Proc.*, p. S221478532301283X, mar. 2023, doi: 10.1016/j.matpr.2023.03.241.
- [19] C. Vivek Kumar, M. Palanisamy, C. Balakrishna, S. Pooja Sri Reddy, y S. Robert Ravi, «Evaluation of strength characteristics and identifying the optimum dosage with the impact of partial replacement of recycled fine and coarse aggregate from construction and demolition waste», *Mater. Today Proc.*, vol. 66, pp. 1699-1709, 2022, doi: 10.1016/j.matpr.2022.05.265.
- [20] S. Vaishnavi Devi, R. Gausikan, S. Chithambaranathan, y J. Wilfred Jeffrey, «Utilization of recycled aggregate of construction and demolition waste as a sustainable material», *Mater. Today Proc.*, vol. 45, pp. 6649-6654, 2021, doi: 10.1016/j.matpr.2020.12.013.
- [21] F. T. Álvarez, J. L. A. Oviedo, y F. R. Díaz, «ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DE CONCRETO REFORZADO CON FIBRA DE VIDRIO».
- [22] C. C. Najar, «EVALUACIÓN DEL USO DE PAVIMENTOS RÍGIDOS DEMOLIDOS COMO AGREGADOS RECICLADOS EN LA ELABORACIÓN DE MEZCLAS DE CONCRETO EN LA REGIÓN PUNO-201».
- [23] «FIBRA DE VIDRIO UPN.pdf».
- [24] «TECNOLOGÍA DEL CONCRETO-NEVILLE | Denilson Ramírez sierra», uDocz. Accedido: 21 de octubre de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://www.udocz.com/apuntes/66641/tecnologia-del-concreto-neville>
- [25] «Cement chemistry 2nd edition». Accedido: 22 de octubre de 2024. [En línea]. Disponible en: https://www.academia.edu/36559019/Cement_chemistry_2nd_edition
- [26] «AGREGADO FINO Y GRUESO», SlideShare. Accedido: 21 de octubre de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://es.slideshare.net/LupitaHedz/agregado-fino-y-grueso>
- [27] L. Hernandez, P. Gómez, C. Contreras, B. Liseth, S. Padilla, y A. Contreras, *RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO*. 2018. doi: 10.13140/RG.2.2.16390.63044.
- [28] «Diseño de Concreto Reforzado 8va. Ed. Mc Cormac Parte 1 by gpca88 - Issuu». Accedido: 21 de octubre de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://issuu.com/gustavochochongalcivar/docs/diseño-de-concreto-reforzado-8a-ed->
- [29] J. M. Khatib, «Properties of concrete incorporating fine recycled aggregate», *Cem. Concr. Res.*, vol. 35, n.º 4, pp. 763-769, abr. 2005, doi: 10.1016/j.cemconres.2004.06.017.

- [30] C. Bedoya y L. Dzul, «El concreto con agregados reciclados como proyecto de sostenibilidad urbana», *Rev. Ing. Constr.*, vol. 30, n.º 2, pp. 99-108, ago. 2015, doi: 10.4067/S0718-50732015000200002.
- [31] J. M. Mendoza-Rangel, J. H. Díaz-Aguilera, J. M. Mendoza-Rangel, y J. H. Díaz-Aguilera, «Economía circular en la industria latinoamericana del cemento y el concreto: una solución sustentable de diseño, durabilidad, materiales y procesos», *Rev. ALCONPAT*, vol. 13, n.º 3, pp. 328-348, dic. 2023, doi: 10.21041/ra.v13i3.697.
- [32] «Influencia de la Fibra de Vidrio en las Propiedades Mecánicas del Concreto Estructural». Accedido: 21 de octubre de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://repositorio.uss.edu.pe/handle/20.500.12802/11070>
- [33] «Fibra de vidrio optica». Accedido: 21 de octubre de 2024. [En línea]. Disponible en: <http://www.ub.edu/cmematerials/es/content/fibra-de-vidrio-optica>
- [34] «NTP 339.204 | PDF | Hormigón | Cemento». Accedido: 22 de octubre de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://es.scribd.com/document/412393407/NTP-339-204>
- [35] «NTP 339.034 Metodo de Ensayo Normalizado para La Determinacion de La Resistencia A La Compresion Del Concreto en Muestras Cilindricas | PDF | Calibración | Esfera», Scribd. Accedido: 22 de octubre de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://es.scribd.com/document/417389764/Ntp-339-034-Metodo-de-Ensayo-Normalizado-Para-La-Determinacion-de-La-Resistencia-a-La-Compresion-Del-Concreto-en-Muestras-Cilindricas>
- [36] «Astm C39 - Resistencia A La Compresion de Concreto | PDF | Fractura | Hormigón». Accedido: 22 de octubre de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://es.scribd.com/document/587155228/ASTM-C39-RESISTENCIA-A-LA-COMPRESION-DE-CONCRETO>
- [37] «NTP 339.078 Ensayo de Flexión | PDF | Esfera | Perú». Accedido: 22 de octubre de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://es.scribd.com/document/371811856/NTP-339-078-Ensayo-de-Flexion>
- [38] «NTP 339.183-2013 PDF | PDF | Cemento | Agua». Accedido: 22 de octubre de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://es.scribd.com/document/372901325/NTP-339-183-2013-pdf>
- [39] «NTP 339.035 - 1999 Medición Del Slump PDF | PDF», Scribd. Accedido: 22 de octubre de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://es.scribd.com/document/352508777/1-NTP-339-035-1999-Medicion-del-Slump-pdf>
- [40] «Ntp.339.177 determinacion de cloruro en suelos», SlideShare. Accedido: 22 de octubre de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://es.slideshare.net/slideshow/ntp339177-determinacion-de-cloruro-en-suelos/188954944>
- [41] «NTP 339.152 Sales Solubles | PDF». Accedido: 22 de octubre de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://es.scribd.com/document/658070593/NTP-339-152-Sales-Solubles>
- [42] «NTP 339.178 - Determinación de Sulfatos Solubles en Suelos y Agua Subterránea | PDF». Accedido: 22 de octubre de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://es.scribd.com/document/529029743/NTP-339-178-Determinacion-de-Sulfatos-Solubles-en-Suelos-y-Agua-Subterranea>
- [43] «Norma Tecnica Peruana Agregados 400.012», SlideShare. Accedido: 22 de octubre de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://es.slideshare.net/slideshow/norma-tecnica-peruana-agregadoa-400012/32898000>
- [44] «NTP-400-021-2002 Peso Especifico y Absorcion Agregado Grueso PDF | PDF». Accedido: 22 de octubre de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://es.scribd.com/document/365008661/NTP-400-021-2002-peso-especifico-y-absorcion-agregado-grueso-pdf>

- [45] «NTP 339.185 | PDF | Hormigón | Organización internacional para la estandarización». Accedido: 22 de octubre de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://es.scribd.com/document/649882034/NTP-339-185>
- [46] «Norma Técnica NTP 400.017 | PDF | Densidad | Masa». Accedido: 22 de octubre de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://es.scribd.com/document/377662745/NORMA-TECNICA-NTP-400-017-docx>

Anexos**"AÑO DE LA UNIDAD, LA PAZ Y EL DESARROLLO"**

Ferreñafe, 25 de setiembre del 2023

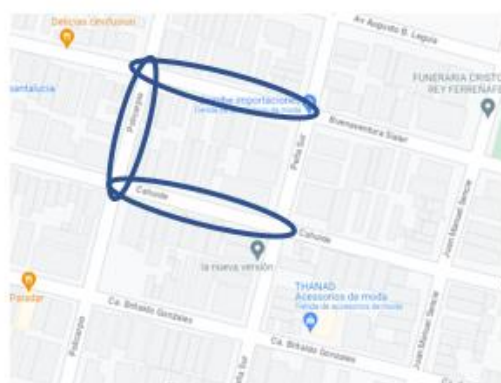
Señor alcalde:

Abg. Luis Saenz La Chira**SOCITUD DE PERMISO DE MATERIAL**

Abg. Luis Saenz La Chira

Estimado alcalde me dirijo a usted, espero se encuentre muy bien y desearte éxitos en las funciones que realiza, por el presente documento hago mención a la solicitud de material de desmonte con fines investigativos para tesis, ubicado en la calle Buenaventura Saenz, Policanjo y Cahuide como se encuentra en la imagen proporcionada, esto para poder continuar con la investigación mencionada anteriormente.

Con este motivo, le reitero las consideraciones más distinguidas y me despido de antemano agradeciendo su aceptación.



Tesista Diego Aurich Temoche

Alcalde Luis Saenz La Chira

DNI: 71326449

Celular: 952551945

FICHA TECNICA FIBRA DE VIDRIO



FIBRATOP



FIBRA VIDRIO

Fibra de vidrio para hormigones y morteros

FIBRATOP FIBRA DE VIDRIO son fibras de vidrio modificadas diseñadas para aumentar la resistencia, durabilidad y evitar fisuración de los hormigones y morteros con los que son mezcladas.

Gracias a su estructura multifilamento, su disposición es homogénea y tridimensional, lo que le permite alcanzar una compactación máxima, asegurando el refuerzo del hormigón y evitando la aparición de fisuración, mediante la atadura entre la superficie y la matriz del hormigón y reduciendo la retracción térmica.

Propiedades

- Resistencia a la fisuración
- Resistencia a la abrasión
- Resistencia a la flexotracción
- Resistencia al impacto
- Resistencia a la abrasión

Datos Técnicos

Peso específico	2,40 g/cm ³
Resistencia química	Inerte a álcalis y ácidos en general
Longitud	12 mm
Resistencia a la tracción	1700 MPa
Carga de rotura	0,32 N/Tex
Diámetro	13 ± 2 µm
Porcentaje de zirconio	>17,4 %
Módulo de elasticidad	80,4 GPa

Rendimiento

Su rendimiento aproximado es de 1 - 3 kg/m³ de hormigón o mortero.

Presentación

Se presenta en bolsas de papel solubles en agua de 1000 g y en palets de 450 bolsas.

Condiciones de almacenamiento

Aproximadamente 12 meses. Deben ser almacenadas en su embalaje original y en ambientes con temperaturas comprendidas entre 5°C y 30°C. No apilar palets en distintas alturas.