

**MEJORAMIENTO DEL CONCRETO CON PET PARA LA MANUFACTURA DE
ELEMENTOS PREFABRICADOS
(Resumen Analítico)**

***IMPROVEMENT OF CONCRETE WITH PET FOR THE MANUFACTURE OF
PRECAST ELEMENTS
(Analytical Summary)***

Autores (*Authors*): OLIVA PATIÑO LUIS ANGEL

Facultad (*Faculty*): INGENIERIA

Programa (*Program*): INGENIERIA CIVIL

Asesor (*Support*): MG. DAVID MAURICIO PABON MIÑO

Fecha de terminación del estudio (*End of the research*): DICIEMBRE 2023

Modalidad de Investigación (*Kind of research*): Trabajo de Grado

PALABRAS CLAVE

PET.
CONCRETO.
PREFABRICADOS.

KEY WORDS

PET.
CONCRETE.
PRECAST.

RESUMEN: El trabajo de investigación consiste en evaluar la evolución de resistencia a la compresión y tracción en una mezcla de concreto convencional para prefabricados mediante la implementación de fibras de PET o Tereftalato de polietileno reciclado en el diseño de la mezcla a lo largo de su proceso de curado, con el objetivo de minimizar el tiempo de producción de estos materiales y garantizando que su resistencia sea la adecuada según lo establecido por la norma. Para esto, fue necesario hacer una recolección de materiales como la fibra de PET, agregados y cemento, y posteriormente una caracterización de estos mediante la implementación de ensayos de laboratorio de acuerdo con las normas correspondientes para cada caso, según los reglamentos colombianos. La metodología se desarrolló en los límites de tiempo establecidos según el cronograma, comenzando con el diseño de mezcla mediante el método ACI

211.1.74; la incorporación de la fibra de PET se realizó a partir de una sustitución volumétrica del 5% y 3% del contenido de agregado grueso o grava en la mezcla de concreto; posteriormente se realizaron ensayos de resistencia a la compresión y flexión en probetas del material a lo largo del proceso de curado. Mediante una compilación exhaustiva de diferentes ensayos y pruebas de resistencia, se pudo comprobar la viabilidad de la utilización de estas fibras, alcanzando la resistencia de diseño del concreto (12 MPa) a los 7 y 14 días de curado, para los concretos con 5% y 3% de fibra respectivamente. Cabe resaltar que, en los dos casos, la resistencia final a los 28 días fue superior a la resistencia de diseño.

ABSTRACT: *The research work consists of evaluating the evolution of compressive and tensile strength in a conventional concrete mix for precast by implementing PET fibers or recycled polyethylene terephthalate in the design of the mix throughout its curing process, with the aim of minimizing the production time of these materials and guaranteeing that their resistance is adequate as established by the standard. For this, it was necessary to make a collection of materials such as PET fiber, aggregates and cement, and later a characterization of these through the implementation of laboratory tests in accordance with the corresponding standards for each case, according to Colombian regulations. The methodology was developed within the time limits established according to the schedule, beginning with the mix design using the ACI 211.1.74 method; The incorporation of the PET fiber was carried out from a volumetric substitution of 5% and 3% of the coarse aggregate or gravel content in the concrete mix; Subsequently, tests of resistance to compression and flexion were carried out on specimens of the material throughout the curing process. Through an exhaustive compilation of different tests and resistance tests, it was possible to verify the feasibility of using these fibers, reaching the design resistance of concrete (12 MPa) at 7 and 14 days of curing, for concrete with 5% and 3% fiber respectively. It should be noted that, in both cases, the final resistance at 28 days was higher than the design resistance.*

CONCLUSIONES: Mediante la sustitución volumétrica de un porcentaje de agregado grueso por fibra de PET en una mezcla de concreto hidráulico convencional, se logra alcanzar la resistencia de diseño a la compresión en un periodo de tiempo menor a lo habitual (28 días), estas resistencias se alcanzan a los 7 días y 14 días de curado para los concretos con 5% y 3% con fibra de PET, respectivamente.

Por medio del método de diseño ACI 211, se logró obtener resultados óptimos en los especímenes de concreto hidráulico convencional (utilizado como referencia en esta investigación), se obtuvo un asentamiento de 2.5 cm y una resistencia final a la compresión de 12 MPa, que inicialmente fueron propuestos para el diseño de mezcla.

La sustitución volumétrica de fibra de PET por agregado grueso en una mezcla de concreto hidráulico convencional aumenta la trabajabilidad y el asentamiento de

esta; comparando los resultados de asentamiento en la tabla 30, se verifica que este puede variar dependiendo de la cantidad de fibra añadida, lo que significa que entre más fibra contenga la mezcla de concreto, mayor será el asentamiento. Esto se debe a que el PET es un material menos absorbente que la grava y por ende no hay pérdida del agua de mezclado.

A través de la elaboración de los especímenes de concreto, se pudo comprobar que la implementación de fibra de PET para concretos mezclados en trompo no debe superar el 5% de sustitución del volumen de total de la grava, también es importante la adición controlada de la fibra, de esta forma se evita su aglomeración y distribución irregular del material (esferas de fibra tipo PET) producto del mezclado; esto conlleva a la formación de vacíos en la mezcla.

Comparando las resistencias finales entre un concreto convencional y un concreto con fibra de PET, se puede afirmar que la implementación de fibra de PET en una mezcla de concreto hidráulico incrementa de manera exponencial sus resistencias finales de compresión y flexión después del periodo de curado; para el concreto hidráulico de esta investigación (12 MPa de resistencia a la compresión) se alcanzaron resistencias finales a la compresión de 22.10 MPa, 17.00 MPa y 13.24 MPa para los concretos con 5%, 3% y 0% (convencional), respectivamente; y resistencias finales a la flexión de 5.42 MPa, 6.10 MPa y 4.47 MPa para los concretos con 5%, 3% y 0% (convencional), respectivamente.

Después de que las probetas fueron sometidas a ensayos de resistencia, se pudo comprobar que la fibra de PET se adhiere al concreto y genera un mayor amarre entre los componentes de este, permitiendo una falla sin desportillamientos, independientemente del tipo de ensayo (flexión o compresión).

La fibra de PET, genera una mejoría en las propiedades físico- mecánicas en una mezcla de concreto, mejorando variables como la resistencia a flexión y compresión, la adherencia entre partículas, la trabajabilidad y su peso final, a diferencia de una mezcla convencional.

Los productos finales que tengan incorporación de fibras PET generan una mayor eficiencia en su proceso de producción, ocasionando un mayor flujo de productos en un periodo de tiempo menor, al alcanzar las resistencias establecidas en las NTC 4026 (1997) y NTC 4076 (1997) para elementos prefabricados estructurales y no estructurales, respectivamente.

La implementación de fibra de PET en una mezcla de concreto hidráulico contribuye con el cuidado y protección del medio ambiente, disminuyendo el impacto ambiental al reutilizar toda clase de elementos reciclables hechos a base de polímeros.

CONCLUSIONS: *Through the volumetric substitution of a percentage of coarse aggregate by PET fiber in a conventional hydraulic concrete mix, it is possible to*

reach the design resistance to compression in a shorter period of time than usual (28 days), these resistances are reached at 7 days and 14 days of curing for concrete with 5% and 3% with PET fiber, respectively.

Through the ACI 211 design method, it was possible to obtain optimal results in the conventional hydraulic concrete specimens (used as reference in this investigation), a settlement of 2.5 cm and a final compressive strength of 12 MPa were obtained, which initially were proposed for the mix design.

The volumetric substitution of PET fiber by coarse aggregate in a conventional hydraulic concrete mix increases its workability and settlement; Comparing the settlement results in table 30, it is verified that this can vary depending on the amount of fiber added, which means that the more fiber the concrete mix contains, the greater the settlement will be. This is because PET is a less absorbent material than gravel and therefore there is no loss of mixing water.

Through the elaboration of the concrete specimens, it was possible to verify that the implementation of PET fiber for concrete mixed in top should not exceed 5% substitution of the total volume of the gravel, it is also important the controlled addition of the fiber, thus avoiding its agglomeration and irregular distribution of the material (PET-type fiber spheres) product of mixing; this leads to the formation of voids in the mixture.

Comparing the final resistances between a conventional concrete and a concrete with PET fiber, it can be affirmed that the implementation of PET fiber in a hydraulic concrete mixture exponentially increases its final compressive and flexural resistances after the curing period; for the hydraulic concrete of this investigation (12 MPa of compressive strength), final compressive strengths of 22.10 MPa, 17.00 MPa and 13.24 MPa were reached for concrete with 5%, 3% and 0% (conventional), respectively; and final resistance to flexion of 5.42 MPa, 6.10 MPa and 4.47 MPa for concrete with 5%, 3% and 0% (conventional), respectively.

After the specimens were subjected to resistance tests, it was possible to verify that the PET fiber adheres to the concrete and generates a greater bond between its components, allowing a failure without chipping, regardless of the type of test (flexion or compression).

The PET fiber generates an improvement in the physical-mechanical properties of a concrete mix, improving variables such as flexural and compressive strength, adhesion between particles, workability and its final weight, unlike a conventional mix.

The final products that incorporate PET fibers generate greater efficiency in their production process, causing a greater flow of products in a shorter period of time, by reaching the resistances established in NTC 4026 (1997) and NTC 4076 (1997). for

structural and non-structural precast elements, respectively.

The implementation of PET fiber in a hydraulic concrete mix contributes to the care and protection of the environment, reducing the environmental impact by reusing all kinds of recyclable elements made from polymers.

RECOMENDACIONES: Para el desarrollo de estos procesos de mezclado se recomienda incursionar con sistemas de mezclado horizontales, de paletas, con el fin de generar homogeneidad en el producto final; se debe tener en cuenta que la capacidad de mezcla procesada depende de la potencia de la maquinaria.

Para alcanzar resultados de resistencia óptimos, se recomienda la implementación de un proceso de curado adecuado, como a vapor o inmersión total en los elementos prefabricados con este material.

Con los resultados obtenidos y analizados, para elementos de concreto sometidos a compresión, se recomienda la implementación del 5% de fibras tipo PET y un 3% de fibras tipo PET para elementos sometidos a flexión.

RECOMMENDATIONS: *For the development of these mixing processes, it is recommended to venture into horizontal mixing systems, with paddles, in order to generate homogeneity in the final product; It must be taken into account that the mixing capacity processed depends on the power of the machinery.*

To achieve optimal resistance results, the implementation of an adequate curing process, such as steam or total immersion, is recommended in the elements precast with this material.

With the results obtained and analyzed, for concrete elements subjected to compression, the implementation of 5% PET-type fibers and 3% PET-type fibers for elements subjected to flexion is recommended.