



UNIVERSIDAD DE CONCEPCIÓN
FACULTAD DE INGENIERÍA
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA CIVIL



**DISEÑO DE MEZCLAS PARA HORMIGONES DE IMPRESIÓN 3D CON ADICIÓN
DE FIBRAS DE CORTEZA DE *EUCALYPTUS GLOBULUS***

POR

Constanza Peña Meissburger

Memoria de Título presentada a la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Concepción para
optar al título de Ingeniero Civil

Profesor Guía
Daniella Escribano Leiva

Profesional Supervisor
Rodrigo Silva Muñoz

Noviembre 2023
Concepción (Chile)

© 2023 Constanza Peña Meissburger

RESUMEN

El proceso de construcción del hormigón convencional presenta diversas desventajas, tales como el uso de moldajes, mayor cantidad de residuos, la contaminación durante su transporte, altos costos de mano de obra y largos periodos de construcción. Es por esto que, durante las últimas décadas, se ha estudiado la tecnología de impresión 3D de hormigones, ya que entrega múltiples beneficios tales como la omisión de moldajes y por lo tanto menor generación de residuos, permite una mayor libertad de diseño, requiere menor mano de obra y aumenta la productividad de la construcción.

El diseño de mezclas representa un desafío para los hormigones de impresión 3D debido a la inexistencia de métodos de diseño normados y la relevancia de la dosificación en el desempeño de las propiedades a temprana edad de los hormigones, los cuales deben tener la suficiente docilidad para ser extruidos, pero al mismo tiempo, deben poseer una buena retención de forma y la capacidad de autosustentarse. Por otra parte, estos hormigones, a diferencia del hormigón convencional, son más susceptibles a sufrir contracción por secado debido a su composición y poseen menores resistencias a la compresión y a la flexotracción debido al efecto de la impresión en la estructura, que genera poca adherencia y vacíos entre las capas. En consecuencia varios estudios han empleado la incorporación de fibras vírgenes para mejorar las propiedades en estado endurecido.

El objetivo de esta investigación fue analizar diseños de mezclas de hormigón con fibra de corteza de *Eucalyptus Globulus* para impresión 3D. Para ello se realizó un análisis de la literatura que permitiera determinar métodos y parámetros de diseño, y la dosis y tamaño de fibra óptimo a incorporar. Luego, se desarrolló un plan experimental que comenzó con el diseño de las mezclas de impresión, para después proceder a la adición de fibra en las mezclas y evaluar sus propiedades a temprana edad y propiedades mecánicas.

Los resultados muestran que la incorporación de fibras de corteza de *E. Globulus* compromete las propiedades a temprana edad de las mezclas, pero no impiden su aplicación en impresión 3D. Por otra parte, se presentan mejoras significativas en la resistencia a la flexotracción y a la compresión del hormigón impreso en probetas moldeadas, con incrementos de hasta un 21% en la resistencia a la flexotracción a los 28 días y aumentos del 6,0% en la resistencia a la compresión a los 28 días.

ABSTRACT

The conventional concrete construction process has various disadvantages, such as the use of formworks, increased waste generation, transportation pollution, high labor costs and extended construction periods. This is why, over the past decades, 3D concrete printing technology has been studied. It offers multiple benefits, including the elimination of formworks, resulting in reduced waste generation, greater design flexibility, decreased labor requirements, and increased construction productivity.

The mix design presents a challenge for 3D printed concretes due to the absence of standardized design methods and the significance of dosage in the early-age properties of concretes. These concretes need to have sufficient workability for extrusion while maintaining good shape retention and self-sustaining capability. Additionally, unlike conventional concrete, these concretes are more susceptible to drying shrinkage due to their composition and exhibit lower compressive and flexural strengths because of the printing effect on the structure, leading to poor adhesion and voids between layers. This is why several studies have employed the incorporation of virgin fibers to enhance properties in hardened state.

The objective of this research was to analyze mix designs of concrete with Eucalyptus Globulus bark fiber for 3D printing. To achieve this a literature review was conducted to determine design methods, parameters and the optimal dosage and fiber size to incorporate. Subsequently, an experimental plan was developed, starting with the design of printing mixtures, followed by the addition of fiber to these mixtures, and an evaluation of the early-age and mechanical properties.

The results indicate that the inclusion of Eucalyptus Globulus bark fibers affect the early-age properties of the mixtures but does not hinder their application in 3D printing. Additionally, significant improvements are observed in the flexural and compressive strength of the printed concrete in molded specimens, with increases of up to 21% in flexural strength and a 6,0% increase in compressive strength at 28 days.