

UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
Escuela Profesional de Ingeniería Civil



**Análisis del efecto de dióxido de titanio en propiedades del concreto
 $f'_c=280\text{kg/cm}^2$ y la reducción de óxidos de nitrógeno en el aire**

Tesis para obtener el Título Profesional de Ingeniero Civil

Autor:

Alina Estefany Merma Cahuana

Asesor:

Msc. Herson Duberly Pari Cusi

Juliaca, octubre de 2026

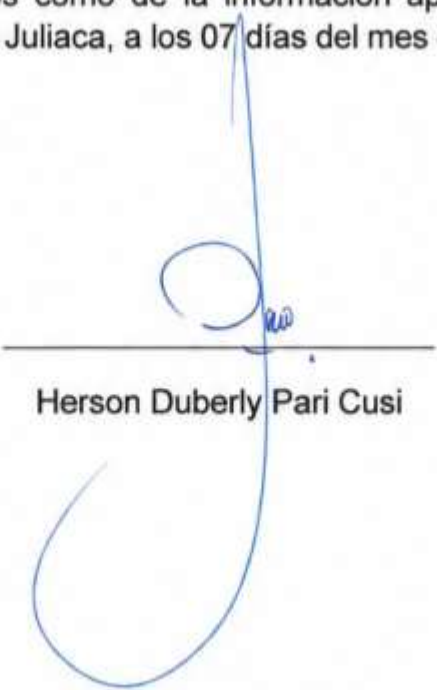
DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD DE TESIS

Yo **Herson Duberly Pari Cusi**, docente de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil, de la Universidad Peruana Unión.

DECLARO:

Que la presente investigación titulada: **“ANÁLISIS DEL EFECTO DE DIÓXIDO DE TITANIO EN PROPIEDADES DEL CONCRETO FC=280KG/CM² Y LA REDUCCIÓN DE ÓXIDOS DE NITRÓGENO EN EL AIRE”** del autor Alina Estefany Merma Cahuana tiene un índice de similitud de 18% verificable en el informe del programa Turnitin, y fue realizada en la Universidad Peruana Unión bajo mi dirección.

En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponde ante cualquier falsedad u omisión de los documentos como de la información aportada, firmo la presente declaración en la ciudad de Juliaca, a los 07 días del mes de octubre del año 2026



Herson Duberly Pari Cusi

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

En Puno, Juliaca, Villa Chullunguani, a 05 día(s) del mes de octubre del año 2020 siendo las 04:00 horas, se reunieron los miembros del jurado en la Universidad Peruana Unión Campus Juliaca, bajo la dirección del (de la) presidente(a):

Mtro. Lenel Chahuano Pucor el (la) secretario(a): Msc. Eder Monari Chambi

y los demás miembros: Dsc. Edwin Pirella Escamea

y el (la) asesor(a) Msc.erson Duberly Pae Gusi

con el propósito de administrar el acto académico de sustentación de la tesis titulado:

Análisis del efecto de dióxido de litio en propiedades del concreto $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ y la reducción de óxidos de nitrógeno en el aire

del(los) bachilleres: a) Alina Estefany Norma Gahuna

b)

c)

conducente a la obtención del título profesional de:

Ingeniero Civil

(Denominación del Título Profesional)

El Presidente inició el acto académico de sustentación invitando al (a la) / a (los) (las) candidato(a)s hacer uso del tiempo determinado para su exposición. Concluida la exposición, el Presidente invitó a los demás miembros del jurado a efectuar las preguntas, y aclaraciones pertinentes, las cuales fueron absueltas por al (a la) / a (los) (las) candidato(a)s. Luego, se produjo un receso para las deliberaciones y la emisión del dictamen del jurado.

Posteriormente, el jurado procedió a dejar constancia escrita sobre la evaluación en la presente acta, con el dictamen siguiente:

Bachiller (a): Alina Estefany Norma Gahuna

CALIFICACIÓN	ESCALAS			Mérito
	Vigesimal	Literal	Cualitativa	
<u>Aprobado</u>	<u>17</u>	<u>B+</u>	<u>Muy Bueno</u>	<u>Sobresaliente</u>

Bachiller (b):

CALIFICACIÓN	ESCALAS			Mérito
	Vigesimal	Literal	Cualitativa	

Bachiller (c):

CALIFICACIÓN	ESCALAS			Mérito
	Vigesimal	Literal	Cualitativa	

(*) Ver parte posterior

Finalmente, el Presidente del jurado invitó al (a la) / a (los) (las) candidato(a)s a ponerse de pie, para recibir la evaluación final y concluir el acto académico de sustentación procediéndose a registrar las firmas respectivas.

[Firma]
Presidente/a

[Firma]
Asesor(a)

[Firma]
Bachiller (a)

[Firma]
Miembro

[Firma]
Bachiller (b)

[Firma]
Secretaría

[Firma]
Miembro

[Firma]
Bachiller (c)

Análisis del efecto de dióxido de titanio en propiedades del concreto $f'c=280\text{kg/cm}^2$ y la reducción de óxidos de nitrógeno en el aire

Alina ^a

^a Universidad Peruana Unión (UPEU-FJ), alina.merma@upeu.edu.pe, Perú

ASPECTOS DESTACADOS

- La incorporación de TiO_2 mejora las respuestas mecánicas del concreto, destacando la dosificación de 3% con la mayor respuesta.
- En la reducción de NO_2 , se evidencia un beneficio ambiental.
- Se identificó que el 3% de TiO_2 presentó el mejor desempeño mecánico y constituyó la dosificación técnicamente más eficiente, mientras que el 4,5% alcanzó la mayor eficiencia fotocatalítica en la reducción de NO_2 .

ARTICLE INFO

Palabras clave:

Dióxido de titanio
Propiedades del concreto
Reducción de óxidos de nitrógeno

RESUMEN

La contaminación atmosférica por óxidos de nitrógeno (NO_x), asociada principalmente al tránsito vehicular, constituye un problema ambiental que demanda alternativas tecnológicas aplicables a la infraestructura urbana. En este contexto, la incorporación de dióxido de titanio (TiO_2) en materiales cementantes puede proporcionar capacidad fotocatalítica y modificar simultáneamente sus propiedades mecánicas. El objetivo de esta investigación fue analizar el efecto del TiO_2 en las propiedades del concreto $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ y en la reducción de óxidos de nitrógeno presentes en el aire, así como determinar la dosificación más favorable considerando su desempeño mecánico y ambiental. El estudio presentó un enfoque cuantitativo, de tipo aplicado, nivel explicativo y diseño cuasi experimental. Se elaboraron mezclas con 0%, 1,5%, 3% y 4,5% de TiO_2 como sustituto parcial del cemento. Se evaluaron las resistencias a compresión, tracción indirecta y flexión, además de la reducción de NO_2 mediante un sistema experimental basado en los principios de la norma UNE-ISO 22197-1. Los resultados mostraron que la dosificación de 3% presentó el mejor desempeño mecánico, alcanzando $303,38 \text{ kg/cm}^2$ a los 28 días y $382,43 \text{ kg/cm}^2$ a los 90 días. Por otro lado, el 4,5% obtuvo la mayor eficiencia fotocatalítica, reduciendo la concentración de NO_2 de 5,337 ppm a 0,633 ppm. Se concluye que el 3% constituye la dosificación óptima desde el punto de vista mecánico, mientras que el 4,5% presenta el mayor desempeño fotocatalítico. Por tanto, la selección de la dosificación debe responder al objetivo prioritario de la aplicación.

ABSTRACT

Air pollution from nitrogen oxides (NO_x), primarily associated with vehicular traffic, constitutes an environmental problem that demands technological alternatives applicable to urban infrastructure. In this context, the incorporation of titanium dioxide (TiO_2) into cementitious materials can provide photocatalytic capacity and simultaneously modify their mechanical properties. The objective of this research was to analyze the effect of TiO_2 on the properties of concrete ($f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$) and on the reduction of nitrogen oxides present in the air, as well as to determine the most favorable dosage considering its mechanical and environmental performance. The study employed a quantitative, applied, explanatory, and quasi-experimental design. Mixtures were prepared with 0%, 1.5%, 3%, and 4.5% TiO_2 as a partial cement substitute. Compressive, indirect tensile, and flexural strengths were evaluated, along with NO_2 reduction, using an experimental system based on the principles of the UNE-ISO 22197-1 standard. The results showed that the 3% dosage exhibited the best mechanical performance, reaching 303.38 kg/cm^2 at 28 days and 382.43 kg/cm^2 at 90 days. On the other hand, the 4.5% dosage achieved the highest photocatalytic efficiency, reducing the NO_2 concentration from 5.337 ppm to 0.633 ppm. It is concluded that the 3% dosage is the optimal one from a mechanical standpoint, while the 4.5% dosage offers the highest photocatalytic performance. Therefore, the dosage selection should be based on the primary objective of the application.

* Corresponding author. Civil Engineering, Universidad Peruana Unión, Juliaca, Perú.
E-mail addresses: alina.merma@upeu.edu.pe (A. E., M.)