

**UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN**

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y ARQUITECTURA

Escuela Profesional de Ingeniería Civil



**Pronóstico de las condiciones de la superficie de la carretera  
Juliaca - Puno en clima lluvioso utilizando redes neuronales  
artificiales**

Tesis para obtener el Título Profesional de Ingeniero Civil

**Autor:**

Gabriela Karla Caty Mamani

Renso Eddie Colque Quispe

**Asesor:**

Ing. Rina Luzmeri Yampara Ticona

**Juliaca, Julio del 2024**

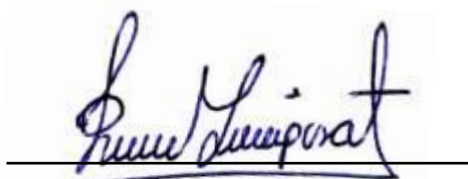
## DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD DE TESIS

Yo Ing. Rina Luzmeri Yampara Ticona, docente de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Escuela Profesional de Ingeniería Civil, de la Universidad Peruana Unión.

DECLARO:

Que la presente investigación titulada: **“PRONÓSTICO DE LAS CONDICIONES DE LA SUPERFICIE DE LA CARRETERA JULIACA - PUNO EN CLIMA LLUVIOSO UTILIZANDO REDES NEURONALES ARTIFICIALES”** de los autores **Gabriela Karla Caty Mamani y Renso Eddie Colque Quispe**, tiene un índice de similitud de 15% 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 11 días del mes de Julio del año 2024.



Ing. Rina Luzmeri Yampara Ticona

Asesor

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS



En Puno, Juliaca, Villa Chullunquiari, a 03 día(s) del mes de Julio del año 2024, siendo las 14:00 horas, se reunieron los miembros del jurado en la Universidad Peruana Unión Campus Juliaca, bajo la dirección del

(de la) presidente(a):

Ing. Herson Deberly Pari Cusi, el (la) secretario(a): Msc. Eder Mamani Ghombi y los demás miembros: Mg. Fritz Willy Mamani Apaya y el (la) asesor(a) Ing. Rina Luzmeri Yampara Ficona

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

Propósitos de las condiciones de la superficie de la carretera Juliaca-Puno en clima lluvioso utilizando creales neuronales artificiales.

del(los) bachiller(es): a) Ronso Eddie Colque Quipe  
 b) Gabriela Karla Gaty Mamani  
 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): Ronso Eddie Colque Quipe

CALIFICACIÓN	ESCALAS			Mérito
	Vigesimal	Literal	Cualitativa	
<u>Aprobado</u>	<u>15</u>	<u>B-</u>	<u>Bueno</u>	<u>Muy Bueno</u>

Bachiller (b): Gabriela Karla Gaty Mamani

CALIFICACIÓN	ESCALAS			Mérito
	Vigesimal	Literal	Cualitativa	
<u>Aprobado</u>	<u>14</u>	<u>C+</u>	<u>Aceptable</u>	<u>Bueno</u>

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]  
 Secretaria/a  
[Firma]  
 Miembro  
[Firma]  
 Bachiller (c)

# **Pronóstico de las condiciones de la superficie de la carretera Juliaca - Puno en clima lluvioso utilizando redes neuronales artificiales**

## **RESUMEN**

Este estudio utiliza redes neuronales artificiales, con un enfoque cuantitativo y un diseño descriptivo no experimental transaccional, tuvo como objetivo general utilizar estas redes para pronosticar de manera precisa las condiciones de la superficie de la carretera Juliaca-Puno durante días lluviosos, con miras a mejorar la seguridad y eficiencia del tráfico en dicha vía. Para ello, se implementó un modelo de red neuronal artificial tipo Perceptrón Multicapa (MLP), entrenado con datos históricos de precipitación y tráfico recolectados en la zona de estudio. El modelo demostró una alta precisión en la predicción de las condiciones de la superficie vial, con una correlación significativa de 0.5 entre las variables de entrada (datos climáticos, tráfico, etc.) y las condiciones reales de la carretera. Además, se obtuvieron bajos valores de error cuadrático medio ( $MSE=0.3763$ ) y raíz del error cuadrático medio ( $RMSE=0.36135$ ), confirmando la eficacia del modelo neuronal implementado. La evaluación mediante tablas de contingencia arrojó una precisión del 100% para condiciones mojadas y secas, y del 67% para condiciones húmedas de la superficie vial. Estos resultados demuestran que las redes neuronales artificiales son herramientas poderosas y efectivas para predecir con alta precisión las condiciones de la superficie de carreteras en días lluviosos. Este estudio sienta las bases para futuras investigaciones que exploren la integración de datos en tiempo real y el desarrollo de modelos predictivos continuos, ofreciendo así mayores beneficios para una efectiva gestión de carreteras y seguridad vial.

**Palabras clave:** Carretera, Condiciones climáticas, Predicción, Redes neuronales artificiales, Seguridad vial.

# Forecasting the surface conditions of the Juliaca - Puno highway in rainy weather using artificial neural networks

## ABSTRACT

This study uses artificial neural networks, with a quantitative approach and a transactional non-experimental descriptive design, its general objective was to use these networks to accurately forecast the surface conditions of the Juliaca-Puno highway during rainy days, with a view to improving the safety and efficiency of traffic on said road. To do this, a Multilayer Perceptron (MLP) type artificial neural network model was implemented, trained with historical precipitation and traffic data collected in the study area. The model demonstrated high accuracy in predicting road surface conditions, with a significant correlation of 0.5 between input variables (weather data, traffic, etc.) and actual road conditions. Furthermore, low values of mean square error ( $MSE=0.3763$ ) and root mean square error ( $RMSE=0.036135$ ) were obtained, confirming the effectiveness of the implemented neural model. The evaluation using contingency tables showed an accuracy of 100% for wet and dry conditions, and 67% for wet conditions of the road surface. These results demonstrate that artificial neural networks are powerful and effective tools for predicting road surface conditions on rainy days with high accuracy. This study lays the foundation for future research that explores the integration of real-time data and the development of continuous predictive models, thus offering greater benefits for effective road management and road safety.

**Keywords:** Road, Weather conditions, Prediction, Artificial neural networks, Road safety.