

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



**Evaluación de la susceptibilidad de inundación fluvial en la  
microcuenca del río Cumbaza aplicando el método Analytic  
Hierarchy Process (AHP)**

Tesis para obtener el Título Profesional de Ingeniero Civil

**Autor:**

Bach. Angie Melissa Chaiña Mattos  
Bach. Olenka Vanessa Gonzáles Rivera  
Bach. Samuel Leonardo Olivera López

**Asesor:**

Ing. Ferrer Canaza Rojas

Lima, agosto del 2024

## DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD DE TESIS

Yo Ferrer Canaza Rojas, docente de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Escuela Profesional de Ingeniería Civil, de la Universidad Peruana Unión.

DECLARO:

Que la presente investigación titulada: **“Evaluación de la susceptibilidad de inundación fluvial en la microcuenca del río Cumbaza aplicando el método Analytic Hierarchy Process (AHP)”** de los autores Angie Melissa Chaiña Mattos, Olenka Vanessa Gonzáles Rivera, y Samuel Leonardo Olivera López tiene un índice de similitud de 2 % 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 Lima, a los 22 días del mes de agosto del año 2024.

  
Ing. Ferrer Canaza Rojas

# ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS



## ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

En Lima, Ñaña, Villa Unión, a los 13 día(s) del mes de agosto del año 2024, siendo las 07:00 horas, se reunieron los miembros del jurado en la Universidad Peruana Unión Campus Lima, bajo la dirección del (de la) presidente(a):

Ing. David Díaz Garamendi el (la) secretario(a): Mg. Reymundo Jaulis Palomino y los demás miembros: Mg. Leonel Chahuares Paucar Rojas y el (la) asesor(a) Ing. Ferrer Canaza

con el propósito de administrar el acto académico de sustentación de la tesis titulado: "Evaluación de la susceptibilidad de inundación fluvial en la microcuenca del río Cumbaza aplicando el método Analytic Hierarchy Process (AHP)"

del(los) bachiller(es): a) Angie Melissa Chaiña Mattos

b) Samuel Leonardo Olivera López

c) Olenka Vanessa Gonzáles Rivera

conducente a la obtención del título profesional de:

Ingeniero Civil

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): Angie Melissa Chaiña Mattos

CALIFICACIÓN	ESCALAS			Mérito
	Vigesimal	Literal	Cualitativa	
<u>Aprobado</u>	<u>16</u>	<u>B</u>	<u>Bueno</u>	<u>Muy bueno</u>

Bachiller (b): Samuel Leonardo Olivera López

CALIFICACIÓN	ESCALAS			Mérito
	Vigesimal	Literal	Cualitativa	
<u>Aprobado</u>	<u>16</u>	<u>B</u>	<u>Bueno</u>	<u>Muy bueno</u>

Bachiller (c): Olenka Vanessa Gonzáles Rivera

CALIFICACIÓN	ESCALAS			Mérito
	Vigesimal	Literal	Cualitativa	
<u>Aprobado</u>	<u>16</u>	<u>B</u>	<u>Bueno</u>	<u>Muy bueno</u>

(\*) 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.

\_\_\_\_\_  
Presidente/a

  
Secretario/a

\_\_\_\_\_  
Asesor/a

\_\_\_\_\_  
Miembro

\_\_\_\_\_  
Miembro

\_\_\_\_\_  
Bachiller (a)

\_\_\_\_\_  
Bachiller (b)

\_\_\_\_\_  
Bachiller (c)

## ÍNDICE

<b>Resumen</b> .....	5
<b>Abstract</b> .....	6
<b>Introducción</b> .....	7
<b>Área de Estudio</b> .....	8
<b>Materiales y métodos</b> .....	9
<b>Factores para hallar la susceptibilidad en inundación fluvial</b> .....	10
<b>Método AHP</b> .....	11
Escala Saaty .....	11
Matriz de comparación de pares .....	13
Matriz de normalización .....	13
Matriz de relación de consistencia.....	14
Índice de consistencia (IC) .....	14
Índice aleatorio (IA) .....	15
Relación de consistencia (RC).....	15
<b>Arcgis Pro</b> .....	16
<b>Resultados y discusiones</b> .....	20
<b>Conclusiones</b> .....	26
<b>Referencias</b> .....	27

## **Evaluación de la Susceptibilidad de Inundación Fluvial en la microcuenca del río Cumbaza aplicando el método Analytic Hierarchy Process (AHP)**

### **Assessment of Fluvial Flood Susceptibility in the Cumbaza River Micro-basin using the Analytic Hierarchy Process (AHP) Method**

Angie Chaiña<sup>1</sup>, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1754-5299>

Olenka Gonzales<sup>2</sup>, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0448-9993>

Samuel Olivera<sup>3</sup>, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4956-8110>

<sup>1</sup>Universidad Peruana Unión, Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Carretera Central Km 19.5 Ñaña, Chosica, Lima, Lima, Perú, [angiechaina@upeu.edu.pe](mailto:angiechaina@upeu.edu.pe)

<sup>2</sup>Universidad Peruana Unión, Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Carretera Central Km 19.5 Ñaña, Chosica, Lima, Lima, Perú, [olenkagonzales@upeu.edu.pe](mailto:olenkagonzales@upeu.edu.pe)

<sup>3</sup>Universidad Peruana Unión, Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Carretera Central Km 19.5 Ñaña, Chosica, Lima, Lima, Perú, [samuellolivera@upeu.edu.pe](mailto:samuellolivera@upeu.edu.pe)

#### **Resumen**

Las inundaciones constituyen uno de los desastres naturales más recurrentes en la región sudamericana, ocasionando numerosos daños a propiedades y pérdidas de vidas. Dada la relevancia de este fenómeno, la presente investigación tuvo como objetivo determinar la susceptibilidad a inundaciones fluviales en la microcuenca Cumbaza, localizada en las provincias de San Martín y Lamas, Perú. Para alcanzar este objetivo, se aplicó el método Analytic Hierarchy Process (AHP) haciendo uso del software ArcGIS Pro, en primer lugar, se delimitó el área de estudio mediante un modelo digital de elevación (DEM) y se elaboraron los mapas

de factores condicionantes y desencadenantes en base a la información proporcionada por el Ministerio del Ambiente y SENAMHI. Mediante la aplicación del AHP, se asignaron ponderaciones a cada parámetro y se integraron a los factores en ArcGIS Pro para obtener el mapa de susceptibilidad. Los resultados del estudio indicaron que los factores para hallar la susceptibilidad en inundación fluvial y su orden de influencia resultó ser la precipitación (1.000), pendiente (0.633), geomorfología (0.260) y geología (0.106), donde las áreas con alta susceptibilidad coinciden con las regiones que experimentaron altos niveles de precipitación durante el año del Fenómeno del Niño 2017. Los hallazgos resaltan la relevancia de los estudios para la toma de decisiones y la gestión eficaz de riesgos de desastres en la región, sirviendo de base para el desarrollo de estrategias de prevención y mitigación por parte de las autoridades competentes.

**Palabras clave:** inundaciones, susceptibilidad, microcuenca, Analytic Hierarchy Process (AHP), gestión de riesgos.

### **Abstract**

Floods are one of the most recurrent natural disasters in the South American region, causing numerous damages to properties and loss of life. Given the relevance of this phenomenon, the objective of this research was to determine the susceptibility to fluvial floods in the Cumbaza micro-watershed, located in the provinces of San Martín and Lamas, Peru. To achieve this objective, the Analytic Hierarchy Process (AHP) method was applied using ArcGIS Pro software. First, the study area was delimited using a digital elevation model (DEM) and maps of conditioning and triggering factors were prepared based on information provided by the Ministry of the Environment and SENAMHI. Using AHP, weightings were assigned to each parameter and the factors were integrated into ArcGIS Pro to obtain the susceptibility map. The results of the study indicated that the factors to find the susceptibility in fluvial flooding and their order of influence turned out to be precipitation (1.000), slope (0.633), geomorphology (0.260) and geology (0.106), where the areas with high susceptibility coincide with the regions that experienced high levels of precipitation during the year of the El Niño 2017 Phenomenon. The findings highlight the relevance of the studies for decision making and effective disaster risk management in the region, serving as a basis for the development of strategies.

**Keywords:** floods, susceptibility, micro-basin, Analytic Hierarchy Process (AHP), risk management.