

# Aporte Santiaguino



Aporte Santiaguino 15 (1), enero - junio 2022: 103-116

ISSN: 2070 – 836X; ISSN-L: 2616 - 9541

DOI: <https://doi.org/10.32911/as.2022.v15.n1.926>

Website: [http://revistas.unasam.edu.pe/index.php/Aporte\\_Santiaguino](http://revistas.unasam.edu.pe/index.php/Aporte_Santiaguino)



## Evaluación preliminar de riesgo por inundación en el barrio Nueva Florida de la ciudad de Huaraz

### Preliminary evaluation of flood risk in the Nueva Florida neighborhood of the city of Huaraz

REYNALDO REYES ROQUE<sup>1</sup>, ESTEBAN REYES ROQUE<sup>1</sup>

#### RESUMEN

El objetivo del estudio es evaluar y determinar los niveles de riesgo por inundación en el barrio Nueva Florida de la ciudad de Huaraz. La presente investigación es de enfoque cuantitativo de alcance correlacional, del tipo no experimental transversal, habiéndose evaluado el área comprendido de la zona urbana entre los ríos Paria y Quillcay, con una muestra de 116 viviendas. Se ha utilizado la metodología de evaluación de riesgos originados por fenómenos naturales, donde se analizan los parámetros de evaluación y la susceptibilidad de los peligros; se analiza la vulnerabilidad de elementos expuestos, y se determinan y zonifican los niveles de riesgos. Los resultados obtenidos del mapa de niveles de riesgo por inundación pluvial indican que se tienen valores de nivel de riesgo muy alto (rango 0,770 a 0,212) y nivel de riesgo alto (rango 0,023 a 0,077).

<sup>1</sup> Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo. Ancash, Perú.

©Los autores. Este artículo es publicado por la Revista Aporte Santiaguino de la Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo. Este es un artículo de acceso abierto, distribuido bajo los términos de la Licencia Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY 4.0) (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>), que permite: Compartir - copiar y redistribuir el material en cualquier medio o formato, Adaptar - remezclar, transformar y construir a partir del material para cualquier propósito, incluso comercialmente.

La conclusión del estudio indica que se presentan niveles de riesgo muy alto y riesgo alto por inundación pluvial; por lo tanto, el nivel de aceptabilidad y tolerancia del riesgo identificado en el sector de Nueva Florida, ha sido priorizado como inaceptable; esto indica que se deben desarrollar actividades inmediatas y prioritarias para el manejo de riesgos.

**Palabras clave:** evaluación de riesgo; vulnerabilidad; inundación pluvial.

## **ABSTRACT**

The objective of the study is to evaluate and determine the levels of risk due to flooding in the Nueva Florida neighborhood of the city of Huaraz. The present investigation is of a quantitative approach with a correlational scope, of the non-experimental cross-sectional type, having evaluated the area comprised of the urban zone between the Paria and Quillcay rivers, with a sample of 116 dwellings. The risk assessment methodology originating from natural phenomena has been used, where the evaluation parameters and hazard susceptibility are analyzed; the vulnerability of exposed elements is analyzed, and the risk levels are determined and zoned. The results obtained from the map of risk levels due to pluvial flooding indicate that there are values of very high risk level (range 0,770 to 0,212) and high risk level (range 0,023 to 0,077). The conclusion of the study indicates that there are very high risk levels and high risk due to pluvial flooding, therefore, the level of acceptability and risk tolerance identified in the Nueva Florida sector has been prioritized as unacceptable, which indicates that Immediate and priority activities must be developed for risk management.

**Keywords:** risk evaluation; vulnerability; pluvial flood.

## **INTRODUCCIÓN**

Las inundaciones de los ríos generan daños para la vida de las personas, sus bienes e la infraestructura. Sin embargo, en muchas ciudades la población viene ocupando las áreas de inundación en su continuo intento de beneficiarse de los terrenos expuestos que generan un aumento a la

gravedad del peligro. En este sentido, la ocurrencia de los desastres producto de los fenómenos naturales, es uno de los factores que mayor destrucción causa debido a la ausencia de medidas que puedan garantizar las condiciones de estabilidad física de las edificaciones de un área urbana.

Silva, Reyes, Rodríguez y Jara (2016), indican que la ciudad de Huaraz se ubica en una zona expuesta a diversos peligros, resultado de su configuración y ubicación geográfica. Muchos de estos fenómenos pueden devenir en desastres que pueden afectar sobremanera la actividad socioeconómica de la región y del país. Un sector característico de Huaraz, es el llamado río Seco, que es un curso hidrográfico ubicado al sur de la ciudad, expuesto a desbordes por inundaciones y que ha tenido un fuerte crecimiento en los últimos años. En este sentido se determinó la vulnerabilidad física de las viviendas de la zona de influencia de esta quebrada ante desbordes del río Seco de la ciudad de Huaraz.

Tinoco (2019) modela el riesgo de inundación por la ocurrencia de descargas máximas del río Santa, sector Challhua, Huaraz-Ancash; utilizando el método probabilístico de Gumbel, se determinó el caudal base y los caudales máximos en la zona de estudio, además, se determinaron los niveles de agua y las áreas de inundación a través de los programas HecRAS y HecGeoRAS, identificando las zonas expuestas a riesgo por inundación.

Londoño (2021), presenta un enfoque probabilista para la evaluación del riesgo por inundaciones en un tramo del río Supía; en el departamento de Caldas-Colombia. Para evaluar los impactos negativos de estas inundaciones se utilizó el modelo hidráulico Iber 2D para la amenaza y el sistema CAPRA (Comprehensive approach to probabilistic risk assessment) para el cálculo del riesgo.

Jácome y Muñoz (2018) evalúan el nivel de amenaza por inundación del río Únete, al cual se encuentra expuesto el caso urbano del municipio de Aguazul en el departamento de Casanare - Colombia, y para su desarrollo se realizaron dos etapas; la primera de ellas consistió en la toma de datos en campo (topografía, encuestas, fotografías) y la segunda que se compone del procesamiento de la información (cálculo de topografía, cálculo de coeficiente de rugosidad de

Manning, construcción de modelos de distribución de probabilidad, construcción de hidrógrafas, análisis de encuestas, entre otros) y del desarrollo del modelo hidráulico en el software Iber.

Tuesta (2018) evalúa la vulnerabilidad y riesgo por inundación del río Huallaga en la ciudad de Tingo María en un entorno SIG. La metodología consistió en la recopilación de datos de gabinete como datos de precipitación, curvas IDF y de campo para estimar los peligros con sus respectivos escenarios, análisis de vulnerabilidad social, económico y ambiental y los riesgos por inundación de la ciudad de Tingo María; se analizó e interpretó los resultados para plasmarlos en los respectivos mapas temáticos mediante un entorno SIG.

Porta (2020), analiza el riesgo de inundación para prevenir desbordes del Río Pócoto en el distrito de San Vicente de Cañete. Este estudio realizó la evaluación de precipitaciones empleando el Método del Hidrograma Unitario Sintético (SCS). Es así que, la hidráulica fluvial permitió el cálculo del área de inundación a ambos márgenes del río Pócoto, para ello se empleó el software HEC-RAS, ya que este nos permite las observaciones con flujo unidimensional permanente, así como cuasi-permanente y no permanente, para el régimen mixto.

Portella y Villafuerte (2020), evalúan el riesgo de inundación del río Cascajal en el entorno del caserío de Sincape (distrito de Olmos) y análisis de alternativas de solución; donde se plantea una metodología que permite cuantificar el nivel de riesgo por inundación existente en la zona de estudio, además se han realizado mapas de inundación, permitiendo así, evaluar el nivel de riesgo inundación del río Cascajal en el entorno de dicho caserío, identificando las áreas vulnerables y planteando alternativas de solución. Para ello, se describieron los procesos en tres fases: fase de obtención de datos de campo representativos que permitan evaluar el riesgo, fase de modulación de datos obtenidos (éste último empleando los programas HEC-RAS, ArcMAP y HEC-GEORAS, para ello es imprescindible, contar con diferentes formatos, los mismos que fueron necesarios para la obtención de resultados) y la fase de la realización de mapeos, evaluando la situación actual y las posibles soluciones.

Changa e Inga (2018), indican que entre las diversas amenazas naturales que con frecuencia impactan nuestras tierras, destacan las de origen hidrometeorológico, ocasionando inundaciones,

de corto o largo tiempo, favoreciendo al riesgo de desastres, para los que debemos estar preparados. En los países desarrollados han logrado progresos en la reducción del impacto de este fenómeno, lo que no ocurre en nuestro país, ya que no se está recibiendo capacitaciones, campañas para la prevención de este riesgo, añadido a ello la falta de interés de los mismos ciudadanos. Es así que se determina la influencia de la inundación en el riesgo de desastre del distrito de Moya de la provincia y departamento de Huancavelica, y para lo cual se tuvo que identificar el nivel de peligrosidad y vulnerabilidad por inundación que presenta el distrito utilizando como metodología general el método científico para llegar a conocer el problema. En este trabajo, el instrumento utilizado para la evaluación del nivel de peligrosidad y vulnerabilidad fue el cuestionario de identificación del nivel de peligrosidad por inundación y el cuestionario de identificación del nivel de vulnerabilidad por inundación.

Herath y Wijsekera (2019), presentan una revisión de vanguardia en la evaluación del riesgo de inundaciones en áreas urbanas. Se revisa la pluralidad de puntos de vista sobre la resiliencia ante inundaciones y cómo el pensamiento de resiliencia ha movido el enfoque de la evaluación del riesgo de inundación hacia la vulnerabilidad. La resiliencia a las inundaciones implica la incorporación de políticas y regulaciones de uso de la tierra distribuidas espacialmente que son imprescindibles para la gestión de la vulnerabilidad a las inundaciones. La planificación espacial que refleje la resiliencia a las inundaciones se vuelve vital cuando se maneja la incertidumbre incorporada con la gestión del riesgo de inundaciones.

Noor y Zulkifli (2021) realizan la evaluación de riesgos y daños por inundación para áreas urbanas en Malasia. En este documento se intenta establecer un marco de evaluación de daños y riesgos por inundaciones para la ciudad de Segamat en Johor, Malasia, donde utiliza una combinación de peligro de inundación (características de la inundación), exposición (valor de los elementos expuestos) y vulnerabilidad (curva de función de daño por inundación) para estimar el daño por inundación. La profundidad de la inundación y la extensión del área se obtuvieron a partir del modelado y mapeo de inundaciones utilizando HEC-HMS/RAS y Arc GIS, respectivamente.

Wen, Tien y Hong (2021), evalúan el riesgo de inundación de las áreas urbanas de la ciudad de Kaohsiung a lo largo del río Dianba en Taiwan, en función de los peligros de inundación y la vulnerabilidad social. En términos de análisis de amenazas, se adoptó un modelo de lluvia-escoorrentía (HEC-HMS) para simular descargas en la cuenca, y las descargas simuladas se utilizaron como entradas para el modelo de inundación (FLO-2D). Para la vulnerabilidad social, se empleó el método Fuzzy Delphi y el proceso de jerarquía analítica para seleccionar los principales factores que afectan la vulnerabilidad social y obtener el peso de cada factor de vulnerabilidad social. Posteriormente, se construyó un mapa de vulnerabilidad social. Se elaboró un mapa de riesgos que recopiló tanto los peligros de inundación como los niveles de vulnerabilidad social. Con base en el mapa de riesgo, se propusieron estrategias de mitigación de inundaciones con medidas estructurales y no estructurales para consideración de los tomadores de decisiones.

Actualmente el área urbana del barrio de Nueva Florida, debido a su ubicación entre dos ríos, posee una condición de vulnerabilidad expuesta, y en las condiciones de precipitaciones muy severas del área de estudio, hace que se presente un riesgo al peligro de inundación de las viviendas edificadas. Por ello, realizar la evaluación de riesgo por inundación pluvial es muy importante, para así obtener los niveles de riesgo del área urbana y proponer la implementación de medidas y estrategias para la reducción de la vulnerabilidad y el riesgo ante inundaciones pluviales y así evitar que se produzcan daños severos en la zona urbana y que la población se afecte gravemente.

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

La investigación es de enfoque cuantitativo de alcance correlacional, de tipo no experimental transversal. La población para la investigación es el barrio de Nueva Florida de la zona urbana de la ciudad de Huaraz, distrito de Independencia, provincia de Huaraz, región Ancash-Perú. El área de evaluación está comprendida en la zona urbana entre los ríos Paria y Quillcay, y para la muestra de investigación se optó por la técnica del censo seleccionado ya que se trabajó con la totalidad de la población que vienen a ser las 116 viviendas ubicadas en el sector de Nueva Florida, tal como se muestra en las figuras 1 y 2.



Figura 1. Vista panorámica del área de estudio

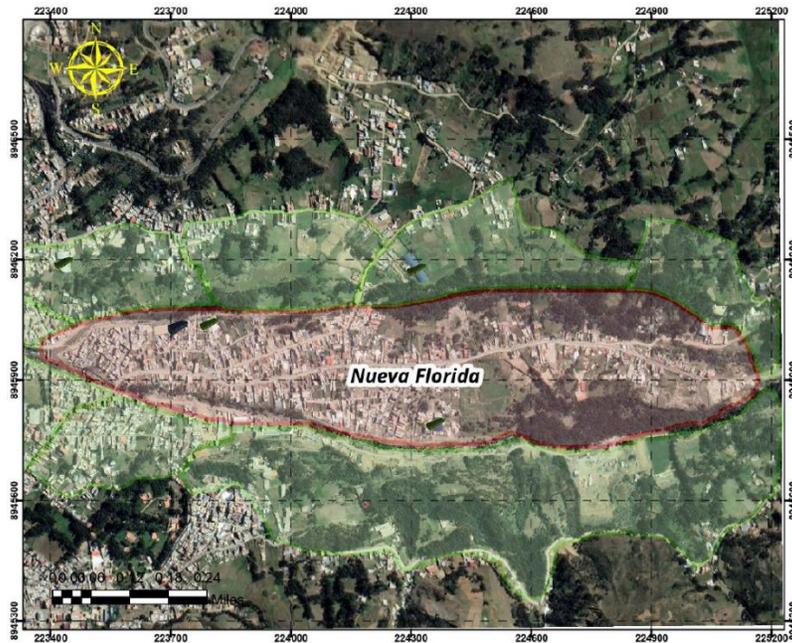


Figura 2. Vista panorámica del área de estudio

En el presente estudio se aplica la metodología del “Manual para la Evaluación de Riesgos Originados por Fenómenos Naturales-2da Versión” del Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres-CENEPRED (2014), el cual permite analizar parámetros de evaluación y susceptibilidad (factores condicionantes y desencadenantes) de los fenómenos o peligros; analizar la vulnerabilidad de elementos expuestos al fenómeno en función a la

fragilidad y resiliencia, y determinar y zonificar los niveles de riesgos y la formulación de recomendaciones vinculadas a la prevención y/o reducción de riesgos en las áreas geográficas objetos de evaluación. Se utiliza el método multicriterio (proceso de análisis jerárquico) para la ponderación de los parámetros de evaluación del fenómeno de origen natural y de la vulnerabilidad, mostrando la importancia (peso) de cada parámetro en el cálculo del riesgo, facilitando la estratificación de los niveles de riesgos. Este método tiene un soporte matemático, permitiendo incorporar información cuantitativa (mediciones de campo) y cualitativa (nivel de incorporación de los instrumentos de gestión del riego, niveles de organización social, etc.), para lo cual se requiere de la participación de un equipo multidisciplinario. Según el “Manual para la Evaluación de Riesgos Originados por Inundaciones Fluviales” del Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres-CENEPRED (2014), se describen las siguientes etapas de estimación:

### **Determinación de los niveles de peligrosidad**

Se determina los niveles de peligrosidad del fenómeno de inundación para identificar áreas que presentan niveles de peligrosidad muy alto, alto, medio y bajo. Esto se inicia con la recopilación de información para la identificación de los parámetros de evaluación y la susceptibilidad del territorio (factores condicionantes y factores desencadenantes).

### **Análisis de la vulnerabilidad**

Para fines de la Evaluación de Riesgos, las zonas de vulnerabilidad pueden estratificarse en cuatro niveles: bajo, media, alta y muy alta; de acuerdo a los factores de la vulnerabilidad: exposición, fragilidad y resiliencia.

### **Determinación de los niveles de riesgo**

Para estratificar el nivel del riesgo se hará uso de una matriz de doble entrada: matriz del grado de peligro y matriz del grado de vulnerabilidad. Para tal efecto, se requiere que previamente se

halla determinado los niveles de intensidad y posibilidad de ocurrencia de un determinado peligro y del análisis de vulnerabilidad, respectivamente.

### Mapa de niveles de riesgo

El conocimiento de las zonas con diferentes niveles de riesgo (Nivel de Peligrosidad y Vulnerabilidad), es utilizado en los procesos de ordenamiento y planificación territorial, por lo que estos deben representar el uso que se le puede dar y los daños potenciales a que este uso estaría expuesto. El mapa de riesgo se genera del análisis de los mapas de peligro y vulnerabilidad.

## RESULTADOS

En la figura 3, se muestran los resultados obtenidos de las matrices y mapas de peligro, vulnerabilidad y nivel de riesgo:

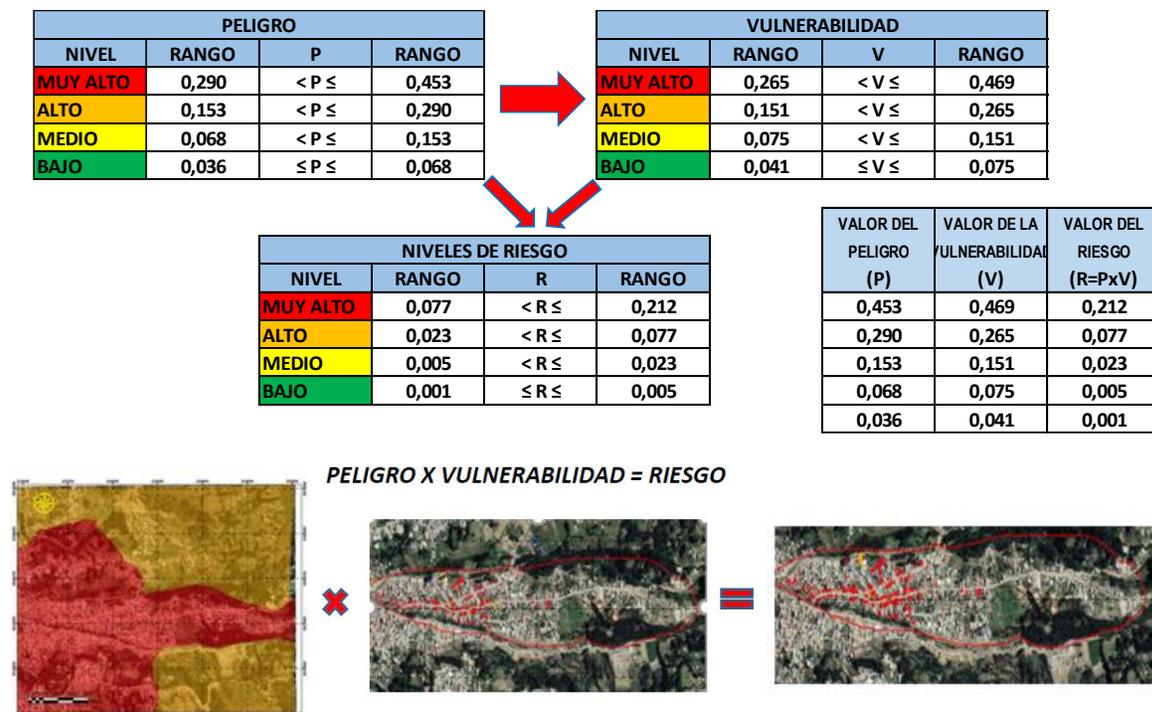


Figura 3. Matrices y mapas de peligro, vulnerabilidad y nivel de riesgo del área de estudio

En la figura 4, se muestra los resultados del mapa de niveles riesgo del área de estudio, donde según la estratificación obtenida la mayor parte corresponden a niveles de riesgo muy alto y riesgo alto por inundación pluvial.

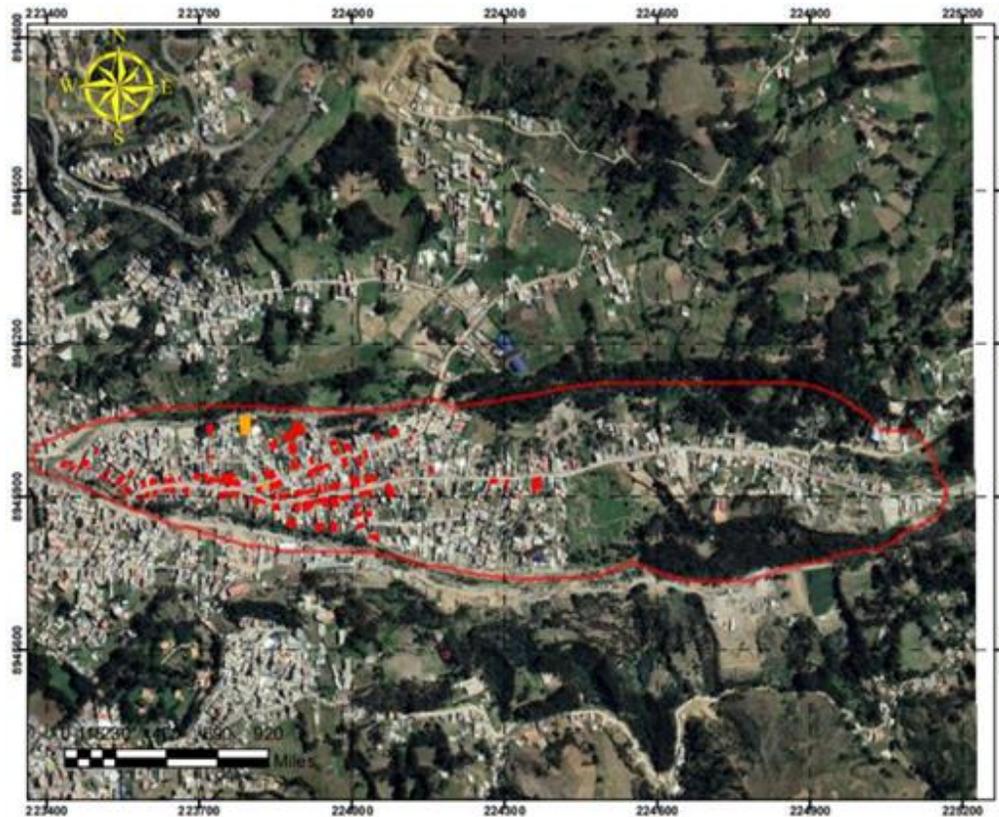


Figura 4. Mapa de niveles riesgo por inundación pluvial del área de estudio

## DISCUSIÓN

De los resultados obtenidos del mapa de niveles de riesgo por inundación pluvial para el área urbana del barrio de Nueva Florida se tiene valores de nivel de riesgo muy alto (rango 0,770 a 0,212) y nivel de riesgo alto (rango 0,023 a 0,077); los cuales se contrastan con otros estudios realizados como el de Jácome y Muñoz (2018), donde se indica que el grado de amenaza encontrado en el casco urbano del municipio de Aguazul debido al desbordamiento del río Únete corresponde a 72,94% a amenaza alta; además el estudio de Tuesta (2018) con respecto al riesgo

por inundación del río Huallaga en la ciudad de Tingo María, concluye que el riesgo muy alto alcanza una extensión de 87,696 Ha, representando el 15,38% del área de estudio y riesgo alto alcanza una extensión de 350,786 Ha, representando el 61,54% del área de estudio. También Porta (2020), en el estudio de análisis de riesgo de inundación en prevención de desbordes del río Pocoto en el distrito de San Vicente de Cañete, concluye que la determinación del nivel de riesgo está establecida de acuerdo al peligro y la vulnerabilidad a la que está expuesta la zona, sea urbana o rural, obteniendo así un nivel de riesgo con un valor de 0.131 correspondiente al nivel de riesgo muy alto.

De los resultados también se tiene de la determinación de los niveles de peligrosidad por inundación pluvial que el área presenta nivel de peligro alto y muy alto. Del análisis de la vulnerabilidad se tiene vulnerabilidad alta y muy alta; lo cual se correlacionan con otros estudios relacionados como el de Chanca e Inga (2018), quienes concluyen que el nivel de peligrosidad por inundación en el distrito de Moya es alto, y el nivel de vulnerabilidad por inundación del distrito de Moya de la provincia y departamento de Huancavelica es alto, esto quiere decir que ante un suceso de inundación el distrito se encuentra altamente vulnerable. Además, Tinoco (2019), en el estudio de riesgo de inundación por la ocurrencia de descargas máximas del río Santa, sector Challhua-Huaraz, indica que el 100 % de los módulos de mercado, la mayoría de las viviendas y el 100 % de las infraestructuras deportivas se encuentran entre la vulnerabilidad muy alta y alta y afectan directamente el riesgo de inundación.

## **CONCLUSIONES**

De la evaluación preliminar de riesgo por inundación realizada en el barrio Nueva Florida de la ciudad de Huaraz, se concluye que esta presenta niveles de riesgo muy alto y riesgo alto por inundación pluvial.

De la evaluación del nivel de aceptabilidad y tolerancia del riesgo identificado en el sector de Nueva Florida, ha sido priorizado como inaceptable, el cual indica que se deben desarrollar actividades inmediatas y prioritarias para el manejo de riesgos.

Se realizó la determinación de los niveles de peligrosidad por inundación pluvial en el área de estudio, obteniéndose como resultados un nivel de peligro alto y muy alto de manera predominante; de igual manera se realizó el proceso de análisis de la vulnerabilidad habiéndose obtenido como resultados vulnerabilidad alta y muy alta de una manera dispersa según la información analizada y en el mapa de vulnerabilidad.

Se recomienda implementar medidas y estrategias para la reducción de la vulnerabilidad y el riesgo ante inundaciones pluviales, las cuales consisten en medidas estructurales y no estructurales que ayuden a intervenir en el nivel de exposición y fragilidad que se tiene en el sector urbano de Nueva Florida.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Tinoco, Tito. 2019. «Modelamiento del riesgo de inundación por la ocurrencia de descargas máximas del río Santa, sector Challhua, Huaraz-Ancash». *Aporte Santiaguino*. 12(2), 2019: 214-227. <https://doi.org/10.32911/as.2019.v12.n2.643>

Silva Marco; Reyes, Reynaldo; Rodríguez, Rosa y Jara, Grimaldo. 2016. «Análisis preliminar de la vulnerabilidad física ante desbordes en la zona de influencia de la quebrada río Seco de la ciudad de Huaraz en el año 2015». *Aporte Santiaguino*. 9 (2), 2016: 193-204. <http://dx.doi.org/10.32911/as.2016.v9.n2.194>

Londoño, Johan. 2021. Evaluación del riesgo urbano por inundaciones del río Supía. Tesis para optar el grado de Magister en Ingeniería- Recursos Hidráulicos. Universidad Nacional de Colombia. <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/79634>

Jácome, Laura y Muñoz, Rafael. 2018. Evaluación de amenaza por inundación del Río Únete en el casco urbano del municipio de Aguazul Casanare. Tesis para optar el Título de Ingeniero Civil. Universidad De La Salle. [https://ciencia.lasalle.edu.co/ing\\_civil/326/](https://ciencia.lasalle.edu.co/ing_civil/326/)

- Tuesta, José. 2018. Evaluación de la vulnerabilidad y riesgo por inundación del río Huallaga en la ciudad de Tingo María en un entorno SIG. Tesis para optar el Título de Ingeniero en Recursos Naturales Renovables Mención Conservación de Suelos y Agua. Universidad Nacional Agraria de la Selva. <https://repositorio.unas.edu.pe/handle/UNAS/1380>.
- Porta, Guibell. 2020. Análisis de riesgo de inundación en prevención de desbordes del río Pocoto en el distrito de San Vicente de Cañete-2018. Tesis para optar el Título de Ingeniero Civil. Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión. <http://repositorio.unjfsc.edu.pe/handle/UNJFSC/4022>.
- Portella, Cristian y Villafuerte, Crosby. 2020. Evaluación del riesgo de inundación del río Cascajal en el entorno del caserío de Sincape (distrito de Olmos) y análisis de alternativas de solución. Tesis para optar el Título de Ingeniero Civil. Universidad Señor de Sipán. <https://repositorio.uss.edu.pe/handle/20.500.12802/6954>.
- Chanca, Kepler e Inga, Yericá. 2018. Influencia de la inundación en el riesgo de desastre del distrito de Moya de la provincia y departamento de Huancavelica 2017. Tesis para optar el Título de Ingeniero Ambiental y Sanitario. Universidad Nacional de Huancavelica. <https://repositorio.unh.edu.pe/handle/UNH/1795#:~:text=Los%20resultados%20obtenidos%20fueron%20que,inundaci%C3%B3n%20alta%20con%20un%2082%25>.
- Herath, HMM y Wijesekera, NTS. 2019. «A State-of-the-Art Review of Flood Risk Assessment in Urban Area». *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science*. 281, 2019. [https://www.researchgate.net/publication/333581688\\_A\\_State-of-the-Art\\_Review\\_of\\_Flood\\_Risk\\_Assessment\\_in\\_Urban\\_Area](https://www.researchgate.net/publication/333581688_A_State-of-the-Art_Review_of_Flood_Risk_Assessment_in_Urban_Area).
- Noor, Suraya y Zulkifli Yusop. 2021. «Flood damage and risk assessment for urban area in Malaysia». *Hydrology Research*. 52(1), 2021: 142-151. . <https://doi.org/10.2166/nh.2020.121>.

*Reynaldo Reyes Roque , Esteban Reyes Roque*

Wen, Liu; Tien, Hsieh y Hong, Liu. 2021. «Flood Risk Assessment in Urban Areas of Southern Taiwan». *Sustainability*. 13, 3180, 2021: 1-22. <https://doi.org/10.3390/su13063180>.

Fecha de recepción: 31/03/22

Fecha de aceptación: 13/05/22

**Correspondencia**

Reynaldo Reyes Roque

ing.reynaldo.reyes@hotmail.com