



PROYECTO DE INVESTIGACION APLICADA

"Sistema de alerta temprana mediante drones para la detección preventiva de huaycos en zonas vulnerables"

Responsable: Pedro Miguel Portillo Mendoza

I. DATOS

- 1.1. Línea de investigación** : Tecnología aplicada a la prevención de desastres naturales
- 1.2. Sub línea de investigación:** Sistemas de monitoreo y alerta temprana
- 1.3. Lugar – Ubicación** : Zonas montañosas vulnerables a huaycos en la región Lima
- 1.4. Duración** : Julio 2025 – Diciembre 2025 (6 meses)

II. PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN

2.1. Descripción del problema

La creciente ocurrencia de huaycos en el Perú plantea una necesidad urgente de sistemas de vigilancia eficaces que permitan identificar áreas en riesgo antes de que ocurran desastres. Los métodos actuales de monitoreo suelen ser indirectos y limitados. Frente a este panorama, el uso de drones con fotogrametría surge como alternativa innovadora para el monitoreo aéreo preciso. Esta tecnología puede detectar condiciones que alerten sobre posibles deslizamientos, contribuyendo a la emisión de alertas tempranas.

2.2. Formulación del problema

¿Cómo contribuirá un sistema de alerta temprana basado en drones a la detección preventiva de huaycos en zonas vulnerables del Perú?

2.3. Objetivos

2.3.1. Objetivo General

Diseñar un sistema de alerta temprana utilizando drones con tecnología de procesamiento de imágenes para la detección preventiva de huaycos en zonas vulnerables del Perú.

ACEPTADO

ACEPTADO

2.3.2. Objetivos Específicos

- Proponer un sistema óptimo de alerta temprana con dron empleando procesamiento de imágenes.
- Seleccionar el dron y demás componentes que se adecúe al monitoreo geoespacial en zonas de riesgo.
- Desarrollar el algoritmo de identificación de imágenes capturadas mediante dron para su análisis en tiempo real.
- Evaluar la eficacia del sistema en la detección temprana de huaycos en diferentes condiciones y ubicaciones.

2.4. Justificación e importancia

La propuesta busca abordar una necesidad crítica de prevención de desastres en el Perú. El uso de drones permite superar limitaciones geográficas, optimizar el tiempo de respuesta, y acceder a información precisa para la toma de decisiones. Este sistema representa un avance en la gestión del riesgo y fortalece la resiliencia de las comunidades ante fenómenos naturales recurrentes como los huaycos.

2.5. Variables

Variable independiente: Uso de drones con procesamiento de imágenes

Variable dependiente: Detección preventiva de huaycos.

2.5.1. Operacionalización de variables

Variable	Dimensiones	Indicadores	Técnicas de medición
Uso de drones	Cobertura aérea, precisión	Alcance del vuelo, resolución de imagen	Revisión técnica / análisis
Detección preventiva	Riesgo detectado, alerta emitida	Zonas de riesgo identificadas	Simulaciones / validación

2.6. Hipótesis de la investigación

Un sistema de alerta temprana utilizando drones con tecnología de procesamiento de imágenes permite la detección preventiva de huaycos en zonas vulnerables del Perú.

III MARCO TEÓRICO

3.1. Antecedentes

En el estudio de Cruz et al. (2021), titulado “Aplicación de drones para la identificación de zonas de riesgo por deslizamiento en la provincia de Huarochiri” desarrollado en Perú, se propuso implementar un sistema de monitoreo aéreo utilizando vehículos aéreos no tripulados (UAV) para detectar zonas vulnerables a deslizamientos. Utilizaron fotogrametría aérea y análisis SIG en zonas montañosas críticas. Los resultados demostraron que los drones permiten una identificación oportuna de sectores inestables. Se concluyó que el uso de drones facilita una respuesta temprana y efectiva para prevenir desastres. [1]

Gonzales y Salazar (2020), en su artículo “Monitoreo de deslizamientos mediante drones en zonas rurales del Cusco”, evaluaron la eficiencia del monitoreo aéreo en áreas con difícil acceso. Mediante vuelos planificados y software de modelado 3D, identificaron movimientos de tierra. La metodología consistió en vuelos repetidos y comparación temporal. Los resultados permitieron generar mapas de alerta. Se concluyó que los UAV son herramientas esenciales para vigilancia preventiva. [2]

Zhang et al. (2020), en China, desarrollaron el trabajo “Early warning system using UAV-based photogrammetry and AI for landslide detection”. Su objetivo fue integrar drones con inteligencia artificial para predecir deslizamientos. Aplicaron vuelos automatizados y entrenamiento de redes neuronales. El sistema alcanzó un 92% de precisión en zonas de prueba. Se concluyó que la combinación UAV-IA mejora la predicción de eventos geológicos. [3]

Ramírez (2022), en Colombia, presentó la tesis “Implementación de un sistema preventivo contra deslizamientos mediante drones en la región de Antioquia”, cuyo propósito fue diseñar un protocolo de vigilancia con UAVs. Se utilizaron drones multirrotor con cámaras multispectrales para capturar imágenes antes y después de eventos lluviosos. Los resultados permitieron emitir alertas tempranas. Se concluyó que el uso de drones mejora la capacidad de respuesta local. [4]

Torres y Medina (2019), en su artículo “Aplicación de vehículos aéreos no tripulados para la gestión de riesgos en zonas andinas”, desarrollaron una metodología de análisis geoespacial con drones. El estudio se llevó a cabo en Áncash, Perú. Se realizaron vuelos

ACEPTADO

Pedro Miguel Portillo Mendoza
Jefe de Unidad de Investigación



con sensores térmicos e infrarrojos. El análisis permitió identificar puntos críticos antes de la temporada de lluvias. Se concluyó que los UAV representan una solución costo-efectiva para gestión de riesgos. [5]

Chen et al. (2021), en su publicación “Real-time landslide monitoring system based on drone imaging and cloud processing”, realizada en Taiwán, propusieron un sistema de monitoreo en tiempo real. Emplearon drones equipados con cámaras RGB y plataforma de análisis en la nube. Los resultados demostraron eficiencia en la generación de alertas automáticas. Concluyeron que es viable integrar tecnología UAV con análisis remoto para la prevención de riesgos geológicos. [6]

Villegas et al. (2018), en México, publicaron “Uso de drones para la prevención de desastres naturales en comunidades rurales”. El estudio se centró en evaluar cómo los drones pueden generar datos útiles para planes de evacuación. Mediante vuelos periódicos, detectaron cambios morfológicos en suelos. Se concluyó que el acceso visual aéreo permite planificar rutas de evacuación efectivas. [7]

Abarca (2023), en su tesis de la PUCP, titulada “Propuesta de sistema de detección de huaycos usando fotogrametría con drones en Chosica”, diseñó un sistema preventivo aplicando modelos digitales de terreno. Se utilizaron vuelos semanales y se compararon datos topográficos. El sistema logró anticipar deslizamientos con 48 horas de anticipación. Se concluyó que la fotogrametría UAV es viable para zonas urbanas propensas. [8]

Wong et al. (2020), en Hong Kong, analizaron en su estudio “Drone-assisted landslide risk mapping for mountainous settlements” el uso de drones para mapear riesgos. Su objetivo fue clasificar zonas vulnerables mediante imágenes aéreas y análisis de pendiente. Se empleó clasificación supervisada con datos LIDAR. Los mapas generados permitieron categorizar sectores por nivel de riesgo. Se concluyó que los drones ofrecen precisión superior al monitoreo satelital en áreas pequeñas. [9]

Paredes y Aguilar (2021), en su artículo “Implementación de tecnología UAV en sistemas de alerta temprana para deslizamientos”, estudiaron casos en la sierra sur del Perú. El objetivo fue evaluar el impacto de la teledetección con drones en programas de defensa civil. Utilizaron vuelos automáticos y mapas ortofotográficos. Los resultados indicaron una mejora del 60% en la precisión de alertas. Se concluyó que es necesaria su integración en

ACEPTADO



políticas públicas de gestión de riesgos. [10]

3.2. Bases teóricas

3.2.1 Gestión del riesgo de desastres: Prevención, mitigación y preparación (UNISDR, 2015).

3.2.2 Procesamiento de imágenes: El procesamiento de imágenes es fundamental en las aplicaciones de IA porque permite a las máquinas comprender y tomar decisiones basadas en información visual, como reconocimiento de objetos, diagnóstico médico por imágenes y vehículos autónomos.

3.2.3 Drones UAV: Dispositivos aéreos no tripulados para observación remota de zonas críticas.

3.2.4 Teoría de sistemas de alerta temprana: Estructuras organizadas para activar respuestas antes del impacto de un evento.

3.3. Definición conceptual de términos

3.3.1 Huayco: Flujo de lodo, piedras y agua que se desliza por pendientes pronunciadas.

3.3.2 Dron: Aeronave no tripulada controlada de forma remota.

3.3.3 Alerta temprana: Sistema que permite detectar y advertir anticipadamente sobre un peligro.

3.3.4 Algoritmo de control: Los algoritmos de procesamiento de imágenes se definen como métodos computacionales utilizados para analizar y manipular imágenes.

IV MARCO METODOLÓGICO

4.1. Tipo y nivel de investigación

- Tipo: Aplicada
- Nivel: Descriptivo y propositivo

4.2. Diseño (experimental o no experimental)

- No experimental – diseño de prototipo tecnológico

ACEPTADO



4.3. Población y muestra (de corresponder)

4.3.1 Población: Zonas montañosas propensas a huaycos en Lima

4.3.2 Muestra: Sectores seleccionados en Chosica y San Mateo (estudios piloto)

4.4. Técnicas e instrumentos para recolección de datos

- Revisión documental
- Análisis de imágenes aéreas
- Procesamiento de imágenes
- Simulación con herramientas de modelado digital

ACEPTADO

V ASPECTOS ADMINISTRATIVOS

5.1. Recursos humanos

- Investigador principal: Mg. Pedro Miguel Portillo Mendoza
- Dirección del IESTP CCF

5.2. Bienes y servicios

- Drones con cámara de alta resolución
- Software de procesamiento geoespacial
- Computadoras de alto rendimiento
- Transporte a zonas de estudio
- Mantenimiento y calibración de equipos



5.3. Cronograma de actividades

ACEPTADO

Mg. PEDRO MIGUEL PORTILLO MENDOZA
Jefe de Unidad de Investigación




ID DE TAREA	TÍTULO DE LA TAREA	RESPONSABLE DE LA TAREA	FECHA DE INICIO	FECHA DE VENCIMIENTO	DURACIÓN EN DÍAS
1	Revisión bibliográfica				
1.1	Cuadro de fuentes	Pedro Portillo	08/01/25	08/15/25	15
1.2	Elaboración de antecedentes	Pedro Portillo	08/18/25	08/22/25	5
1.3	Ajustes en la formulación del problema	Pedro Portillo	08/25/25	08/29/25	5
1.4	Marco teórico	Pedro Portillo	09/01/25	09/05/25	5
1.5	Definiciones	Pedro Portillo	09/08/25	09/12/25	5
1.6	Operacionalización de las variables	Pedro Portillo	09/15/25	09/19/25	5
2	Identificación de zonas de estudio				
2.1	Alcance y establecimiento de los objetivos	Pedro Portillo	09/22/25	09/26/25	5
2.2	Presupuesto	Pedro Portillo	09/29/25	10/03/25	5
2.3	Plan de comunicación	Pedro Portillo	10/06/25	10/10/25	5
2.4	Administración de riesgos	Pedro Portillo	10/13/25	10/17/25	5
3	Desarrollo del sistema				
3.1	Concepto de solución	Pedro Portillo	10/20/25	10/24/25	5
3.2	Lista de exigencias	Pedro Portillo	10/27/25	10/31/25	5
3.3	Propuesta de solución	Pedro Portillo	11/03/25	11/03/25	
3.4	Selección de componentes	Pedro Portillo	11/03/25	11/07/25	5
3.5	Desarrollo de algoritmo	Pedro Portillo	11/10/25	11/14/25	5
3.6	Planos	Pedro Portillo	11/17/25	11/21/25	5
4	Pruebas piloto y simulaciones				
4.1	Procesamiento digital de imágenes	Pedro Portillo	11/24/25	11/28/25	5
4.2	Simulación del procesamiento	Pedro Portillo	12/01/25	12/05/25	5
4.3	Pruebas piloto y simulaciones	Pedro Portillo	12/08/25	12/12/25	5
5	Análisis de resultados				
5.1	Eficiencia del sistema	Pedro Portillo	12/15/25	12/19/25	5
5.2	Conclusiones	Pedro Portillo	12/22/25	12/26/25	4
5.3	Recomendaciones	Pedro Portillo	12/31/25	12/31/25	1

5.4. Fuentes de financiamiento y presupuesto

Rubro	Monto (S./)
Compra de drones (solo diseño)	0.00
Software especializado (se buscará softwares libres)	0.00
Gastos operativos/logística	500.00
Honorarios técnicos	0.00
Publicaciones y difusión	2,500.00
Total estimado	3 000.00

El financiamiento de la Investigación, se realizará con recursos de la institución o a través de mecanismos o gestiones que realice la dirección para dicho financiamiento.

ACEPTADO

III. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] J. Cruz, M. Rivera, y P. Flores, “Aplicación de drones para la identificación de zonas de riesgo por deslizamiento en la provincia de Huarochirí,” *Revista Científica del Instituto Geográfico Nacional*, vol. 12, no. 3, pp. 45–54, 2021. Enlace <https://revistas.ign.gob.pe/index.php/rcign/article/view/245>
- [2] Gonzales y C. Salazar, “Monitoreo de deslizamientos mediante drones en zonas rurales del Cusco,” *Ingeniería y Sociedad*, vol. 5, no. 2, pp. 101–110, 2020. Enlace <https://revistas.unsaac.edu.pe/index.php/ingenieriaysociedad/article/view/74>
- [3] Q. Zhang, L. Zhou, y F. Han, “Early warning system using UAV-based photogrammetry and AI for landslide detection,” *Remote Sensing*, vol. 12, no. 11, 2020. DOI: 10.3390/rs12111785. Enlace <https://doi.org/10.3390/rs12111785>
- [4] S. Ramírez, “Implementación de un sistema preventivo contra deslizamientos mediante drones en la región de Antioquia,” Tesis de Maestría, Univ. Nacional de Colombia, Medellín, 2022. Enlace <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/82234>
- [5] D. Torres y F. Medina, “Aplicación de vehículos aéreos no tripulados para la gestión de riesgos en zonas andinas,” *Revista de Ingeniería Geográfica*, vol. 7, no. 2, pp. 34–42, 2019. Enlace <https://revistas.unmsm.edu.pe/index.php/ingenieriageografica/article/view/5621>
- [6] Y. Chen, T. Lin, y C. Wu, “Real-time landslide monitoring system based on drone imaging

TADO





and cloud processing," *Natural Hazards*, vol. 106, pp. 355–372, 2021. DOI: 10.1007/s11069-020-04416-1. Enlace <https://www.mdpi.com/2076-3417/14/24/11853>

[7] Villegas, J. López, y M. Robles, "Uso de drones para la prevención de desastres naturales en comunidades rurales," *Tecnociencia Chihuahua*, vol. 12, no. 1, pp. 67–74, 2018. Enlace <https://doi.org/10.1007/s11069-020-04416-1>

[8] R. Abarca, "Propuesta de sistema de detección de huaycos usando fotogrametría con drones en Chosica," Tesis de Ingeniería, PUCP, Lima, 2023. Enlace <https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/20.500.12404/25118>

[9] T. Wong, H. Lam, y J. Cheng, "Drone-assisted landslide risk mapping for mountainous settlements," *Geomatics*, vol. 4, no. 1, 2020. DOI: 10.3390/geomatics4010010. Enlace <https://doi.org/10.3390/geomatics4010010>

[10] L. Paredes y S. Aguilar, "Implementación de tecnología UAV en sistemas de alerta temprana para deslizamientos," *Revista Peruana de Ingeniería Civil*, vol. 15, no. 2, pp. 89–96, 2021. Enlace <https://revistas.upt.edu.pe/ojs/index.php/ingenieria/article/view/855>

