

ESCENARIO CATASTRÓFICO PARA LIMA Y EL CALLAO ANTE UN SISMO DE GRAN MAGNITUD (> M8.0)



XXXIV SIMPOSIO NACIONAL DE
PREVENCIÓN DE DESASTRES

Monitoreo de zonas inundadas utilizando imágenes de radar y machine learning. Aplicación en el contexto del ciclón Yaku en el Perú

F. Garcia⁽¹⁾

(1) Centro Peruano Japonés de Investigaciones Sísmicas y Mitigación de Desastres (CISMID), Universidad Nacional de Ingeniería



CENTRO PERUANO JAPONÉS DE
INVESTIGACIONES SÍSMICAS Y
MITIGACIÓN DE DESASTRES

FACULTAD DE
INGENIERÍA CIVIL



UNIVERSIDAD NACIONAL
DE INGENIERÍA



CONTENIDO

- 1. PROBLEMÁTICA
- 2. MAPEO DE ZONAS RURALES
- 3. MAPEO DE ZONAS URBANAS
- 4. CONCLUSIONES

1. PROBLEMÁTICA

Línea histórica del fenómeno del El Niño en el Perú (último siglo)



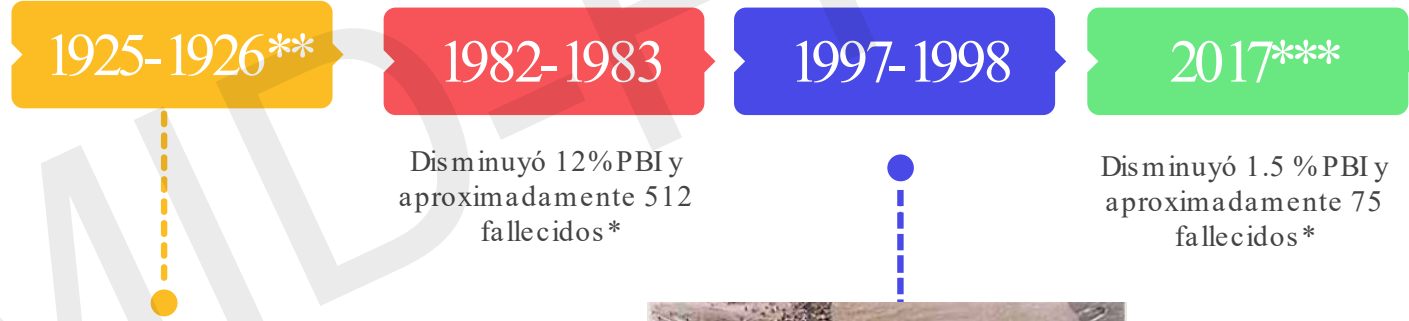
Portada del Diario el tiempo del 19 de junio 1983



Calle Totorita inundada en el barrio Malambo (Rímac) (Fuente: El Comercio 1925)



En Carapongo, Lima. Diario Perú 21 2017



Puente Reque, El fenómeno de El Niño 1998, IEP

(*) BCRP

(**) Lluvias intensas 1925

(***) Fenómeno del niño costero 2017

IMPACTO DE LAS INUNDACIONES EN PERÚ DEBIDO AL CICLÓN YAKU

VIDA Y SALUD



12,200

DAMNIFICADOS



49,111

AFECTADOS



61 (*)

FALLECIDOS



57 (*)

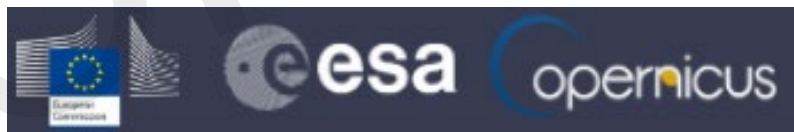
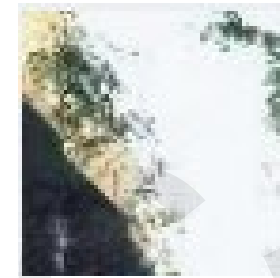
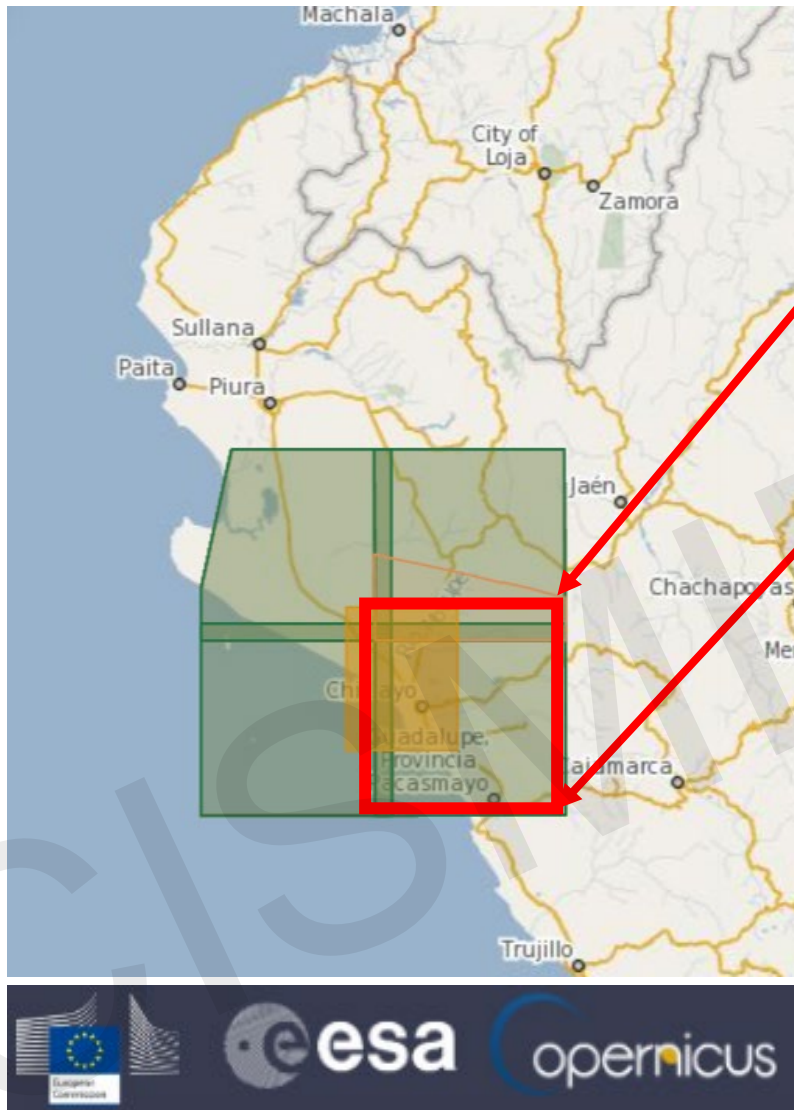
HERIDOS

TIPO DE DAÑO	DAÑOS	COSTO (millones de soles)	
Carreteras Afectadas (km)	659	S/	332.00
Canales de Riego (km)	351	S/	186.00
Puentes (Número de Puentes)	216	S/	674.00
Redes de Agua (km)	82	S/	14.00
Colegios (aulas afectadas)	56	S/	13.00
Establecimientos de salud (Números)	5	S/	30.00
Viviendas (Número de viviendas destruidas)	1666	S/	28.00
Viviendas (Número de viviendas Inhabitables)	2510	S/	42.00
TOTAL		S/	1,319.00

Resumen Ejecutivo N°323-2023 – INDECI, 13 de Marzo 2023

Presentación del Proyecto de Ley 4482/2022-PE, 27 de Marzo 2023

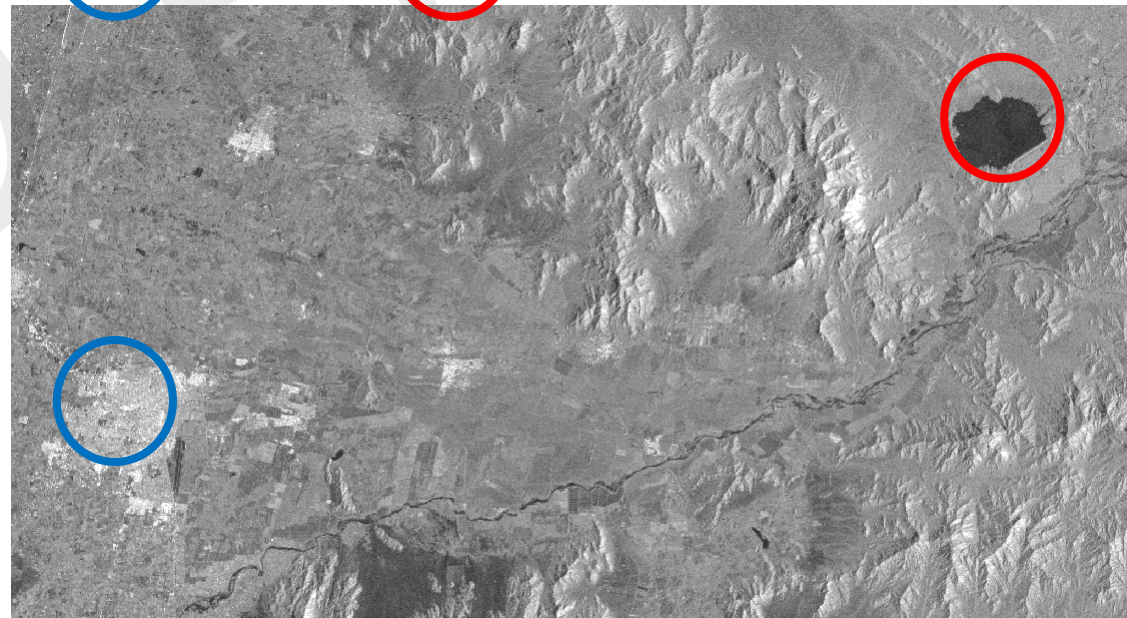
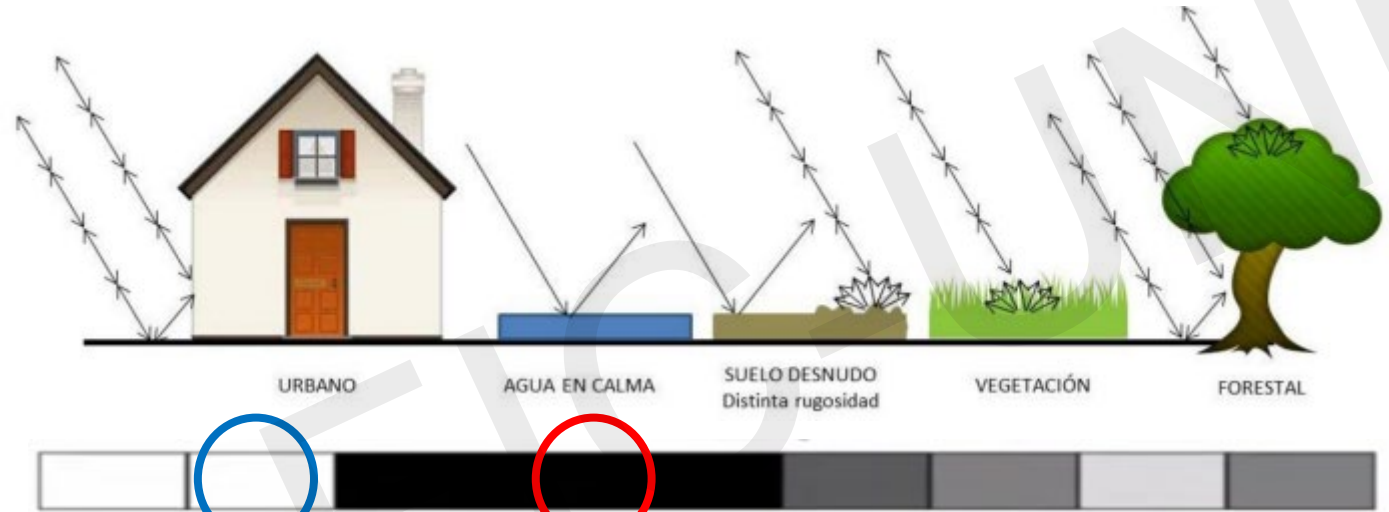
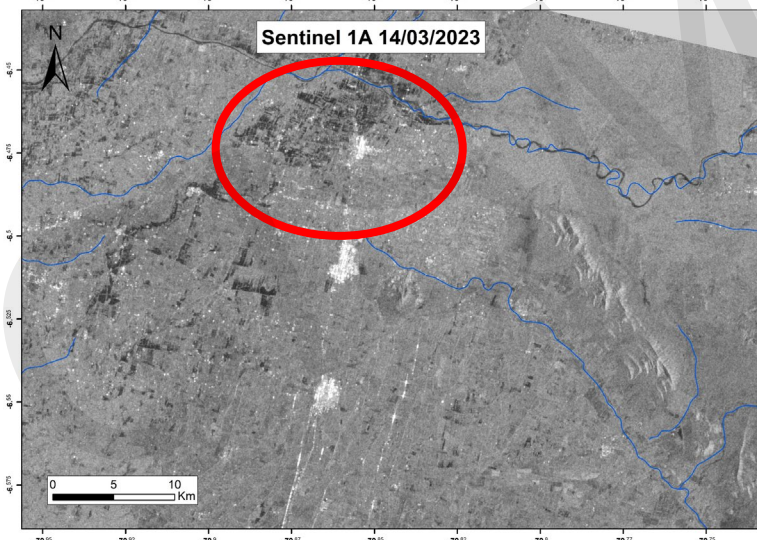
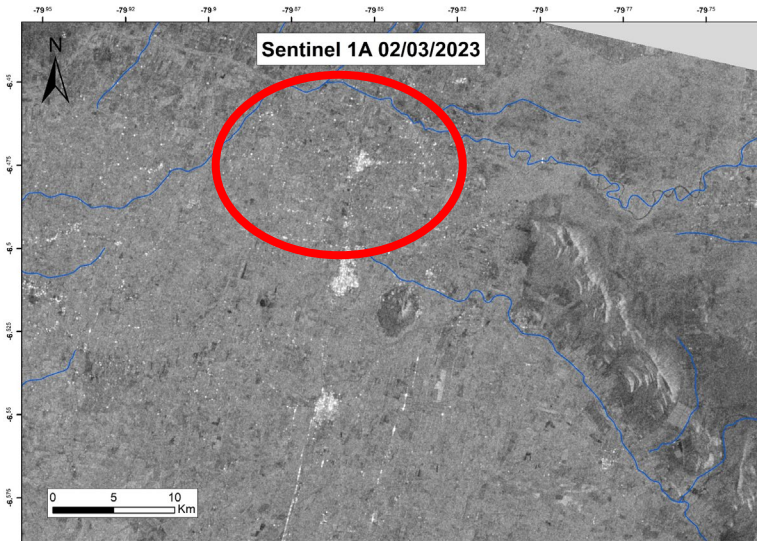
PROBLEMÁTICA DE LAS IMÁGENES ÓPTICAS



Fuente de las imágenes: <https://scihub.copernicus.eu/>

PRINCIPIO FISICO DE LA RETRODISPERSIÓN

Ciudad de Illimo



2 MAPEO DE ZONAS RURALES

INUNDACIÓN DEL DISTRITO DE ÍLLIMO Y DESBORDE DEL RÍO LA LECHE

Figura (a): Mapa de cuerpos de agua

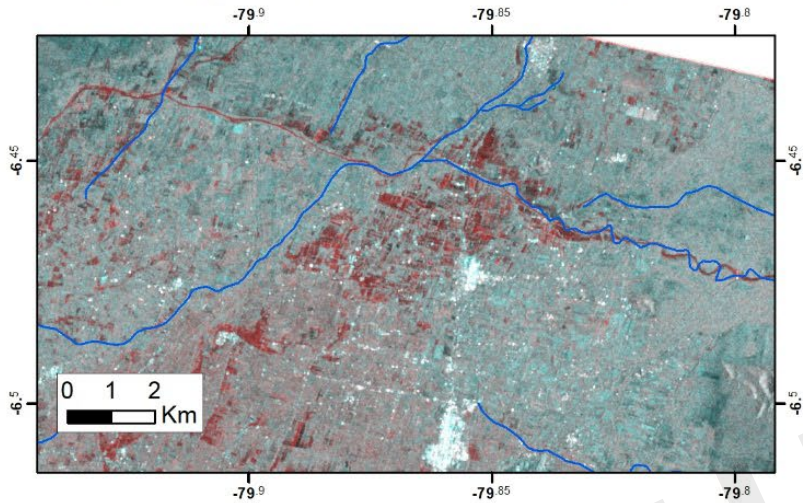


Figura (b): imagen óptica (ESRi)

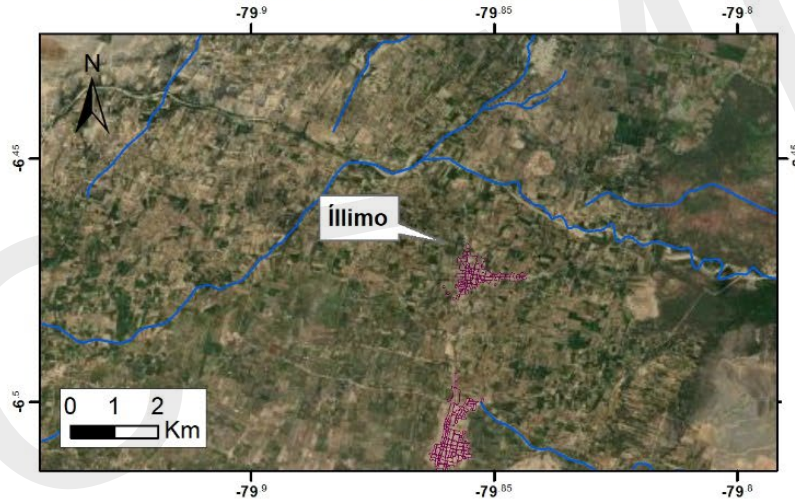
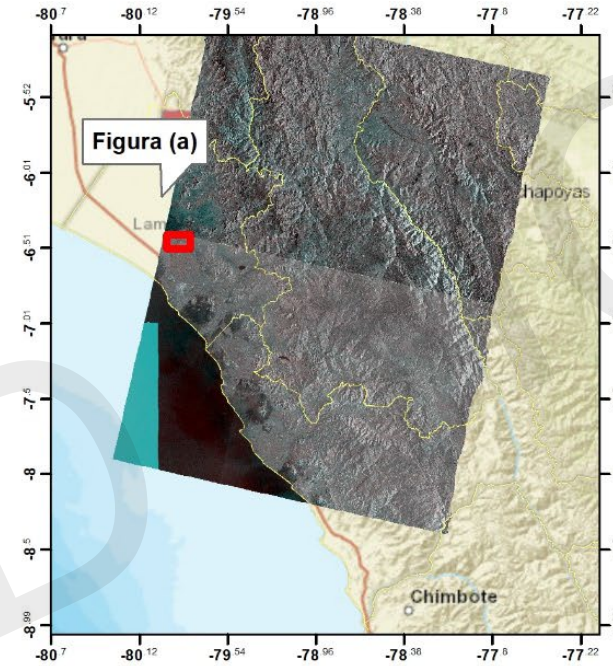


Figura (c): Mapa de ubicación



Inundación del distrito de Íllimo y desborde del río La Leche



Centro Peruano-Japonés de Investigaciones Sísmicas y Mitigación de Desastres
Laboratorio de Geomática



Inundación de viviendas. 13 de marzo del 2023. Fuente: Mejía A.



Inundación de campos de cultivo. 15 de marzo del 2023. Fuente: Gestión

ANÁLISIS TEMPORAL DE LA INUNDACIÓN DE ÍLLIMO



MAPAS DE CUERPOS DE AGUA (ZONAS INUNDADAS)

Íllimo

Figura (a): Imagen de microondas

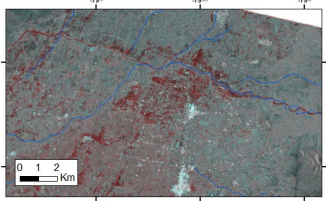


Figura (b): Imagen óptica ESRI

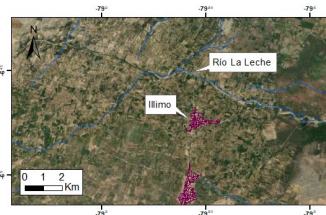
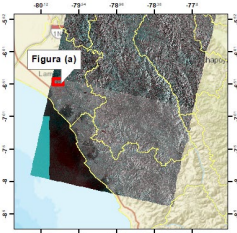


Figura (c): Mapa de ubicación



Inundación del distrito de Íllimo y desborde del río La Leche

Los tonos rojos en la Figura (a) muestran la probable presencia de cuerpos de agua en superficie debido a las intensas lluvias acontecidas y desborde del río La Leche. Para la elaboración del presente mapa se utilizaron las imágenes Sentinel-1 de la Agencia Espacial Europea de fechas 02 y 14 de marzo de 2023, antes y después del evento, respectivamente, en composición RGB y polarización VV.



Centro Peruano-Japonés de Investigaciones Sísmicas y Mitigación de Desastres
Laboratorio de Geomática

Oyotún

Figura (a): Imagen de microondas

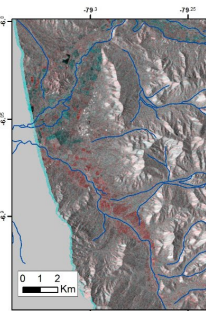


Figura (b): Imagen óptica ESRI

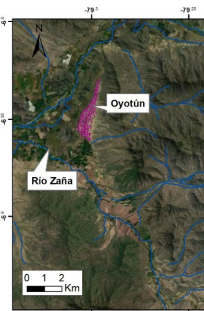
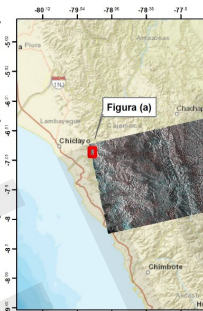


Figura (c): Mapa de ubicación



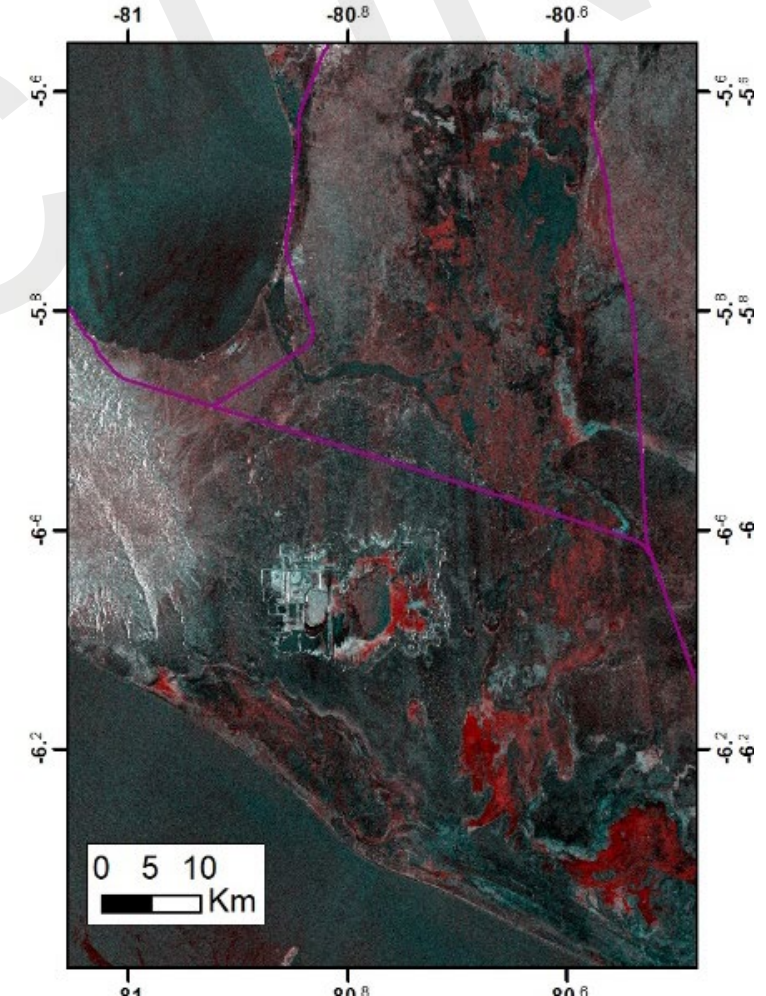
Inundación del distrito de Oyotún y desborde del río Zaña

Los tonos rojos en la Figura (a) muestran la probable presencia de cuerpos de agua en superficie debido a las intensas lluvias acontecidas y desborde del río Zaña. Para la elaboración del presente mapa se utilizaron las imágenes Sentinel-1 de la Agencia Espacial Europea de fechas 05 y 17 de marzo de 2023, antes y después del evento, respectivamente, en composición RGB y polarización VH.



Centro Peruano-Japonés de Investigaciones Sísmicas y Mitigación de Desastres
Laboratorio de Geomática

Laguna La Niña



Reque

Figura (a): Imagen de microondas

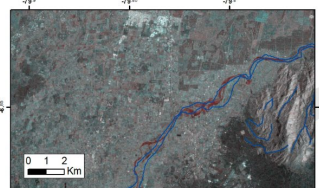


Figura (b): Imagen óptica ESRI

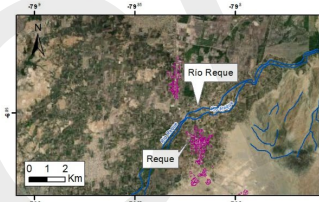
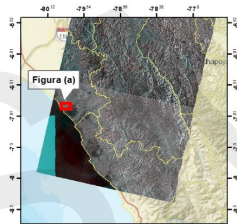


Figura (c): Mapa de ubicación



Inundación del distrito de Reque y desborde del río Reque

Los tonos rojos en la Figura (a) muestran la probable presencia de cuerpos de agua en superficie debido a las intensas lluvias acontecidas y desborde del río Reque. Para la elaboración del presente mapa se utilizaron las imágenes Sentinel-1 de la Agencia Espacial Europea de fechas 02 y 14 de marzo de 2023, antes y después del evento, respectivamente, en composición RGB y polarización VV.



Centro Peruano-Japonés de Investigaciones Sísmicas y Mitigación de Desastres
Laboratorio de Geomática



Figura (a): Imagen de microondas 14 de marzo

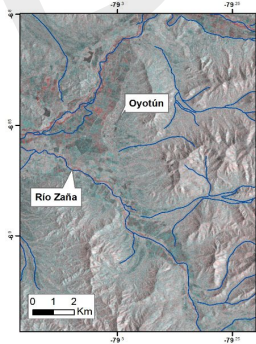
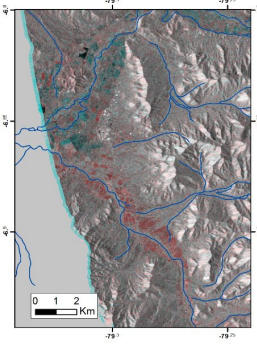


Figura (b): Imagen de microondas 17 de marzo



Análisis Multitemporal del Distrito de Oyotún

Los tonos rojos en la Figura (a) y Figura (b) muestran la probable presencia de cuerpos de agua en superficie debido a las intensas lluvias acontecidas y desborde del río Zaña. Para la elaboración de los presentes mapas se utilizaron las imágenes Sentinel-1 de la Agencia Espacial Europea de fechas 05 y 17 de marzo de 2023 para la Figura (b) y 02 y 14 de marzo para la Figura (a), antes y después del evento, respectivamente, en composición RGB y polarización VH para cada mapa. De la comparación de ambos mapas se puede ver que entre el 14 y 17 de marzo hubo un aumento drástico de las zonas inundadas.

INUNDACIÓN DE UN TRAMO DE LA CARRETARA BAYÓVAR-CHICLAYO



Figura (a): Imagen de óptica del 02 de marzo

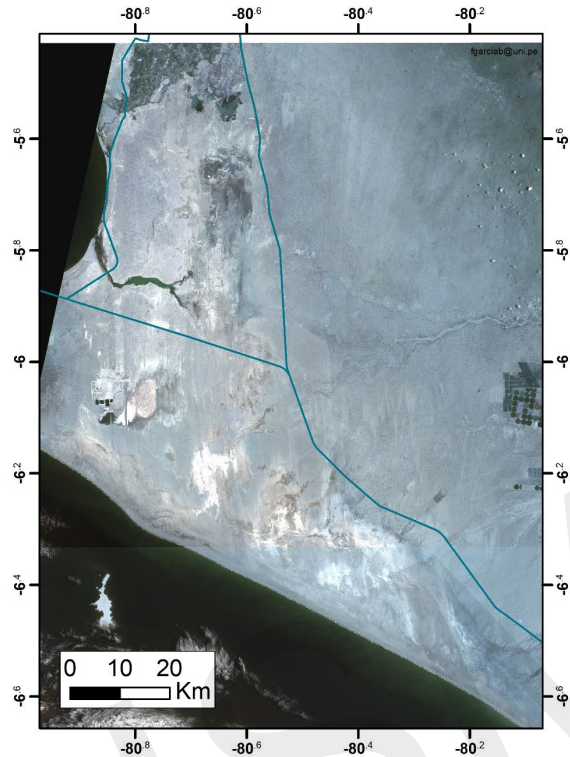
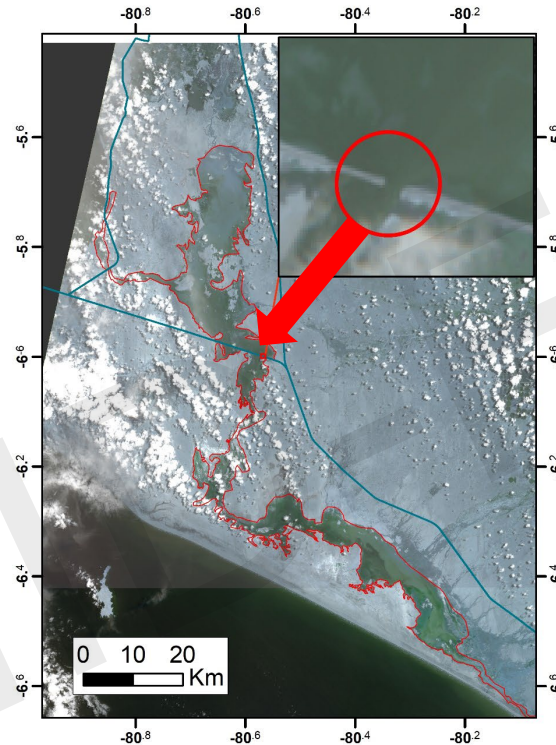


Figura (b): Imagen óptica del 22 de marzo



Tramo de Carretera desplazado por la crecida de la laguna. 21 de marzo del 2023. Fuente: RPP Noticias.



Tramo de Carretera Bayóvar – Chiclayo discontinuo . 22 de Marzo. Fuente: RPP Noticias.

Análisis Multitemporal del desborde de la Laguna La Niña

Tanto la Figura (a) como la Figura (b) son imágenes ópticas obtenidas por el sensor Sentinel-2 de la Agencia Espacial Europea, capturadas el 2 de marzo y el 22 de marzo, respectivamente, con un nivel de procesamiento 1C. En la Figura (a), podemos apreciar el territorio antes de las lluvias intensas. Mientras tanto, en la Figura (b), se observa claramente el aumento en la superficie de cuerpos de agua debido al desbordamiento de la laguna La Niña. Este desbordamiento puede estar relacionado con el incremento del caudal en los ríos Piura, La Leche, entre otros, como consecuencia de fuertes precipitaciones que aumentaron el volumen de estos. En la parte superior derecha de la Figura (b), se muestra un acercamiento del tramo de la carretera Bayóvar-Chiclayo interrumpido.

3. MAPEO DE ZONAS URBANAS

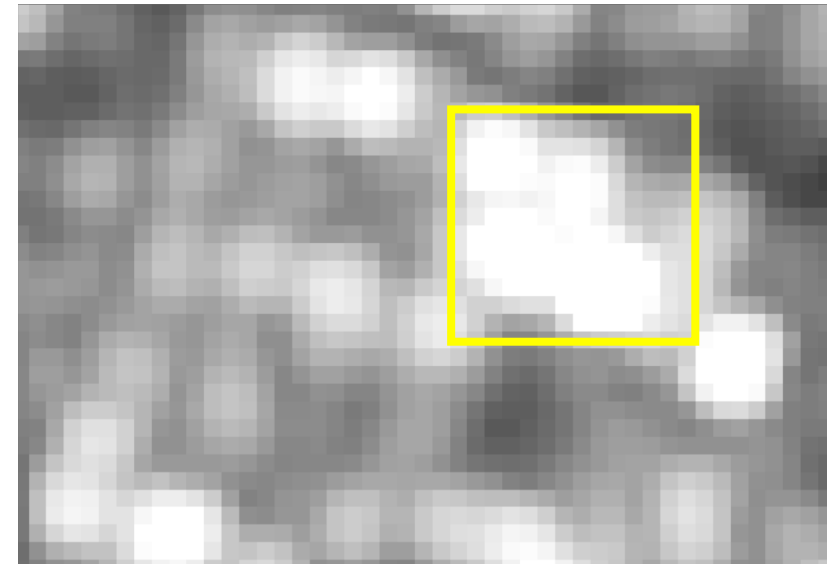
- Es frecuente, que los países en vías de desarrollo no cuenten con una base de datos de entrenamiento para inundaciones.
- El uso de umbrales de intensidad ha tenido mucho éxito en el mapeo de cuerpos de agua en áreas abiertas. Sin embargo, identificar áreas urbanas inundadas es más complicado. Esto se debe a que las intensidades pueden presentar aumentos o disminuciones, dependiendo de la configuración espacial de los edificios.



Sin datos de entrenamiento



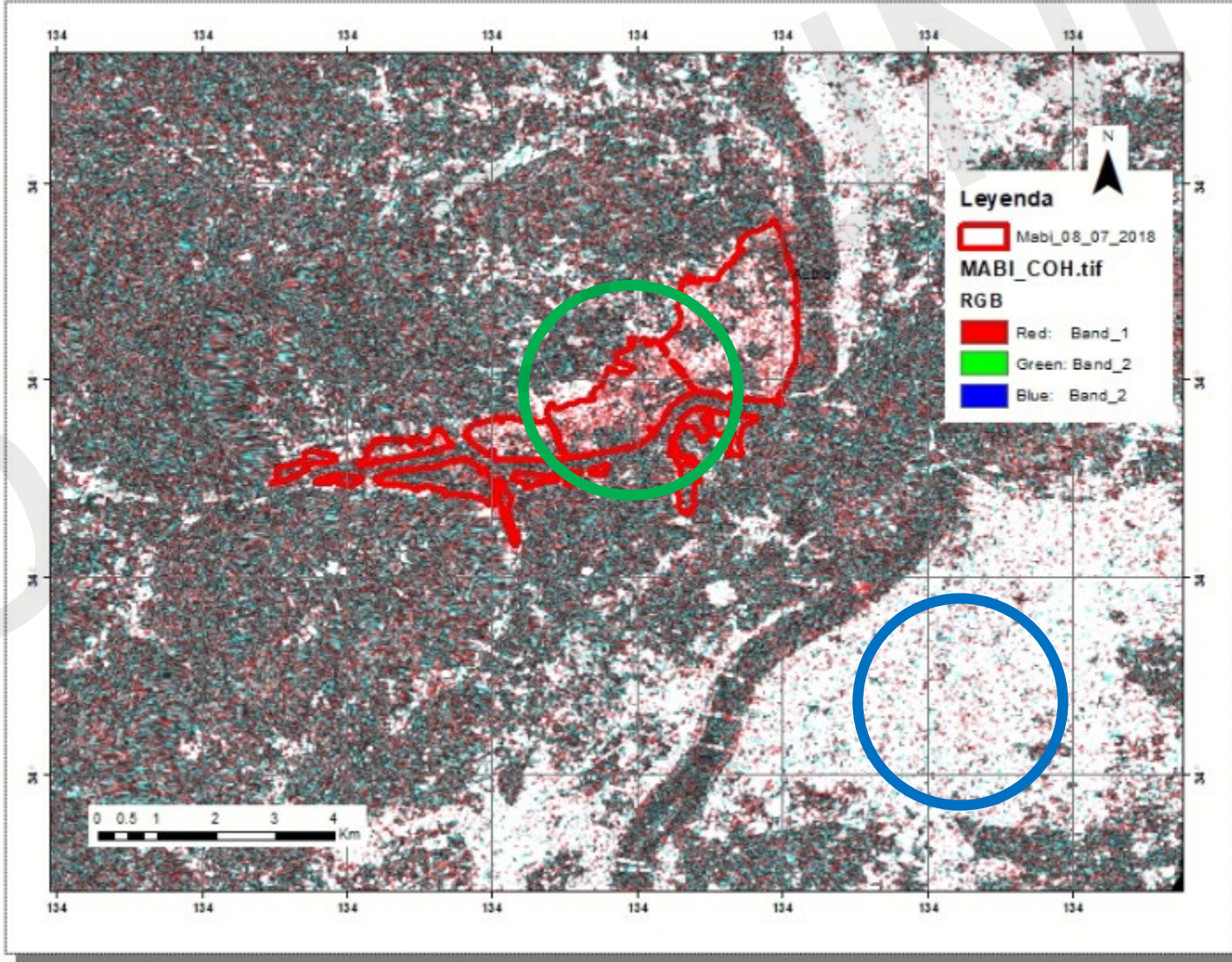
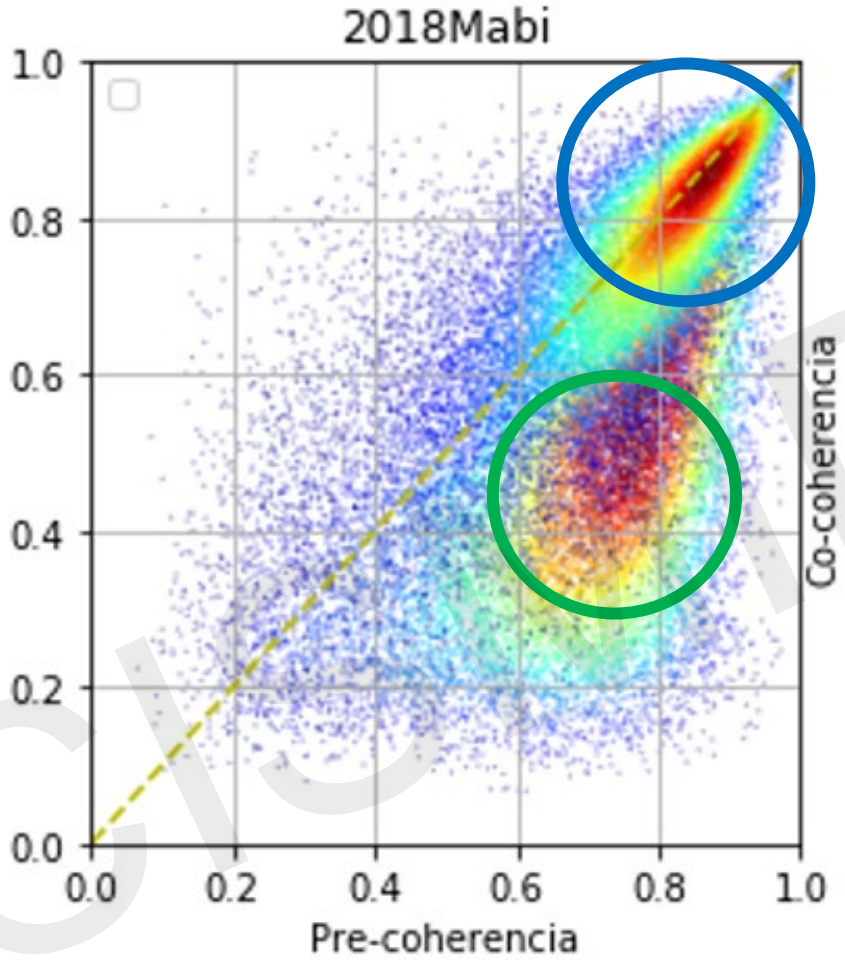
Imagen satelital



Mapa de intensidades (Sentinel-1)

COHERENCIA EN ZONAS URBANAS INUNDADAS

Imagen RGB: PreCoh, CoCoh, CoCoh



ALGORITMOS USADOS

(i) supervised : Support Vector Machines



Una máquina de vectores de soporte construye un hiperplano o un conjunto de hiperplanos en un espacio de alta dimensión, que se puede utilizar para clasificación, regresión u otras tareas.

(ii) semi-supervised Gaussian Mixture

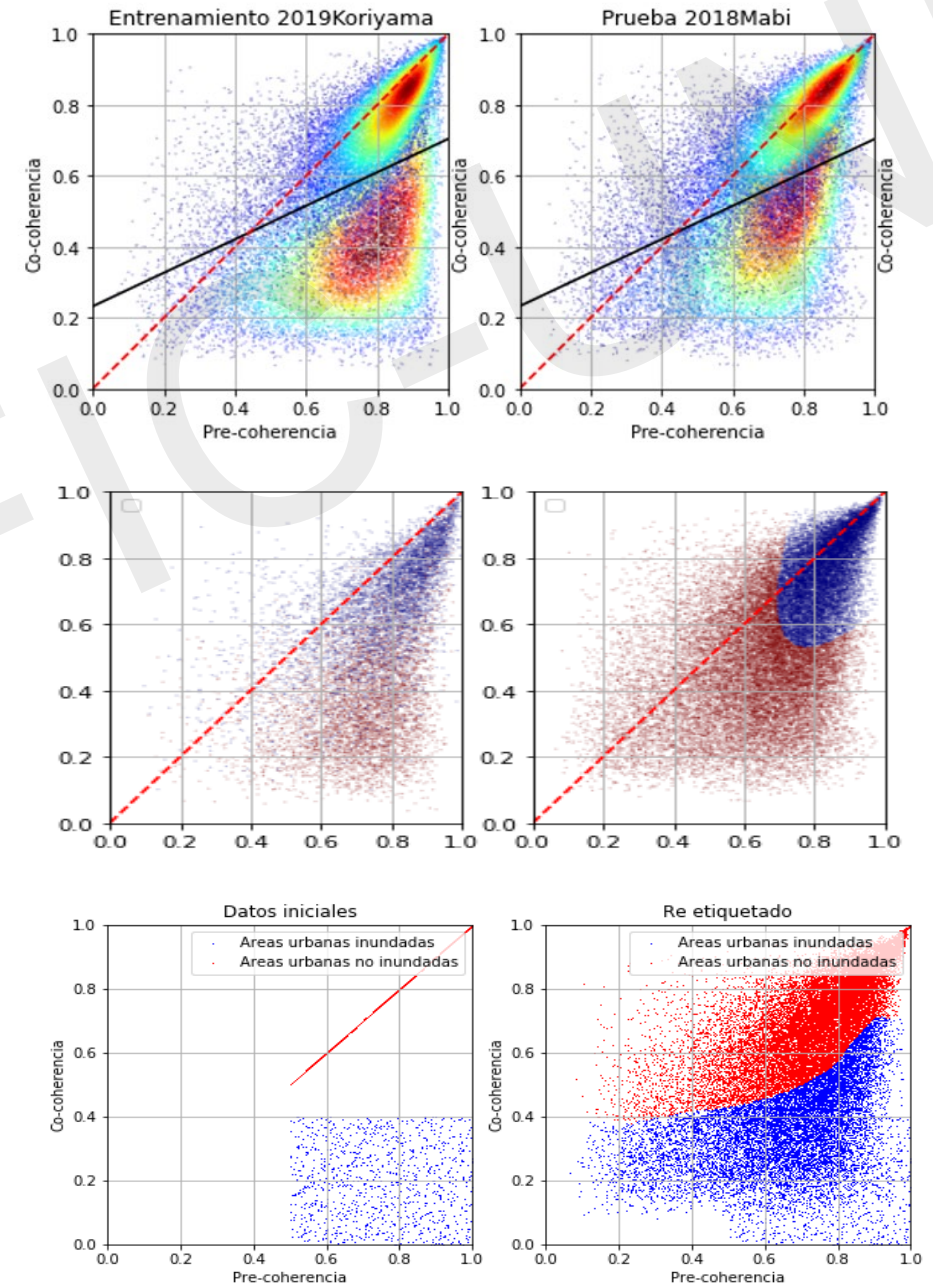


El modelo de mezcla gaussiana utilizado es un modelo probabilístico que supone que todos los puntos de datos se generan a partir de una mezcla de un número finito de distribuciones gaussianas (2 clases) con parámetros previamente conocidos.

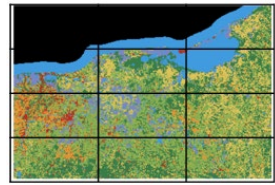
(iii) semi-supervised Label Spreading



Es un algoritmo básico de propagación de etiquetas que minimiza una función de pérdida que tiene propiedades de regularización, por lo que suele ser más resistente al ruido.

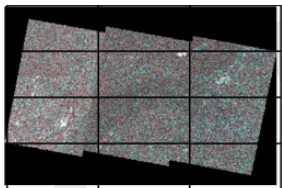


METODOLOGÍA



Input:
Mapa de coberturas

Input:
Pre-event and
Co-event
Coherence



Subdivisiones en secciones

Pre- Clasificación SVM

Clústeres Máx. > 100
píxeles, o Píxeles
inundados > %15 del T.

Si

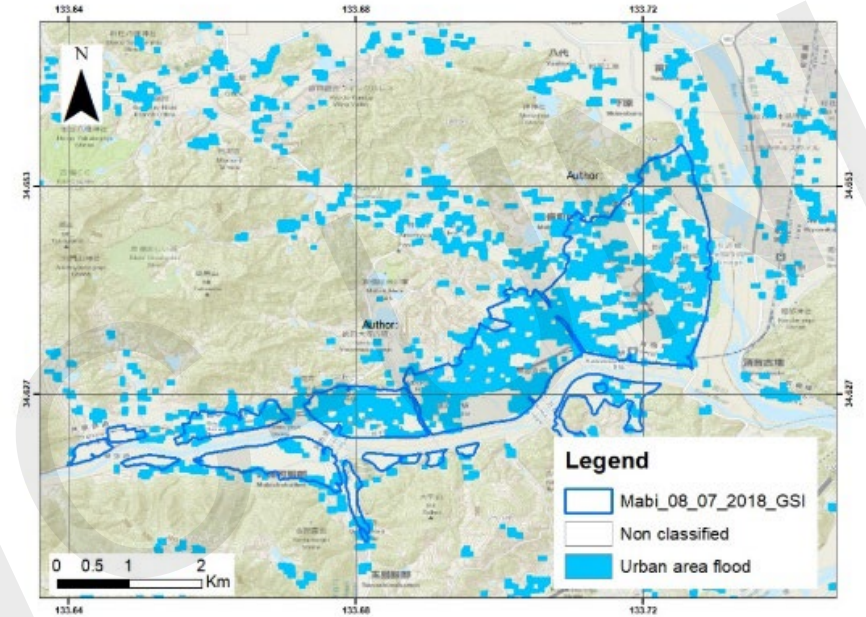
Majority vote :
(LabelSpreading,
GaussianMixture and
SVM)

No

No clasificado

Datos de entrenamiento de
eventos anteriores

Output:
Mapa de
inundaciones en
zonas urbanas



RESULTADOS

CASO 1:MABI

Satellite view map

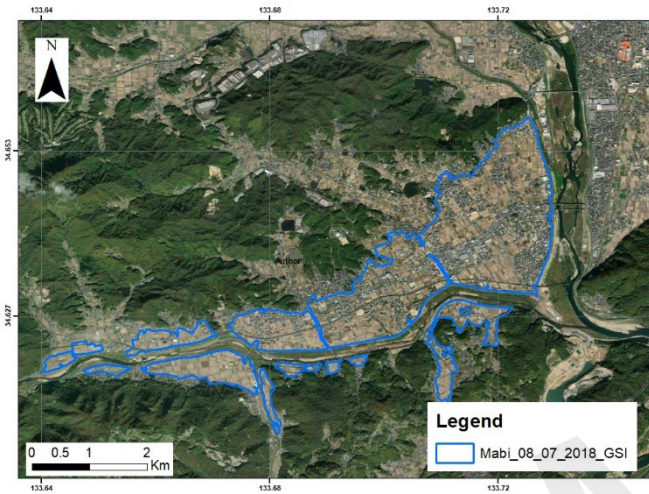
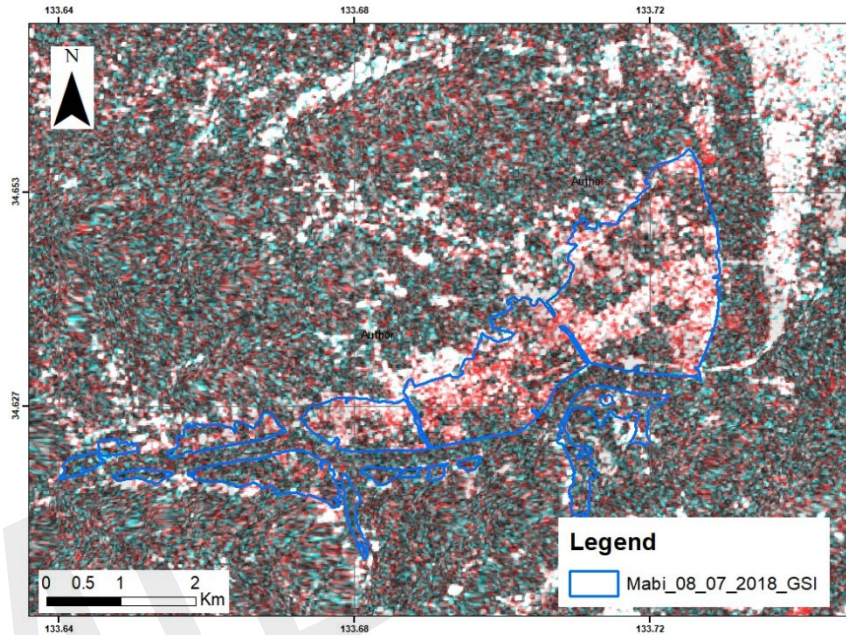
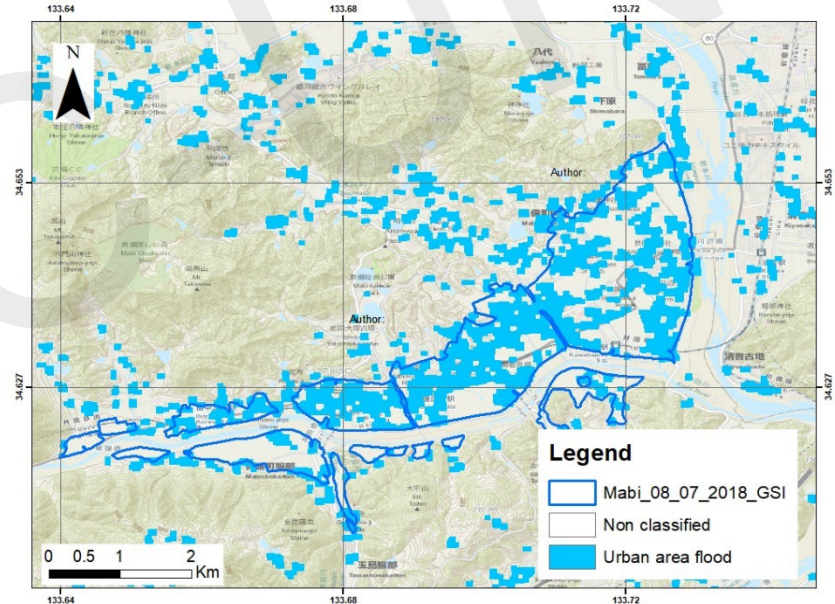


Imagen RGB: PreCoh, CoCoh, CoCoh



Mapa de areas urbanas inundadas



Imágenes usadas

Sensor	Date	Polarization	Acquisition Mode
Sentinel-1A	16/06/2018	VV	Descending
Sentinel-1A	28/06/2018	VV	Descending
Sentinel-1A	10/07/2018	VV	Descending

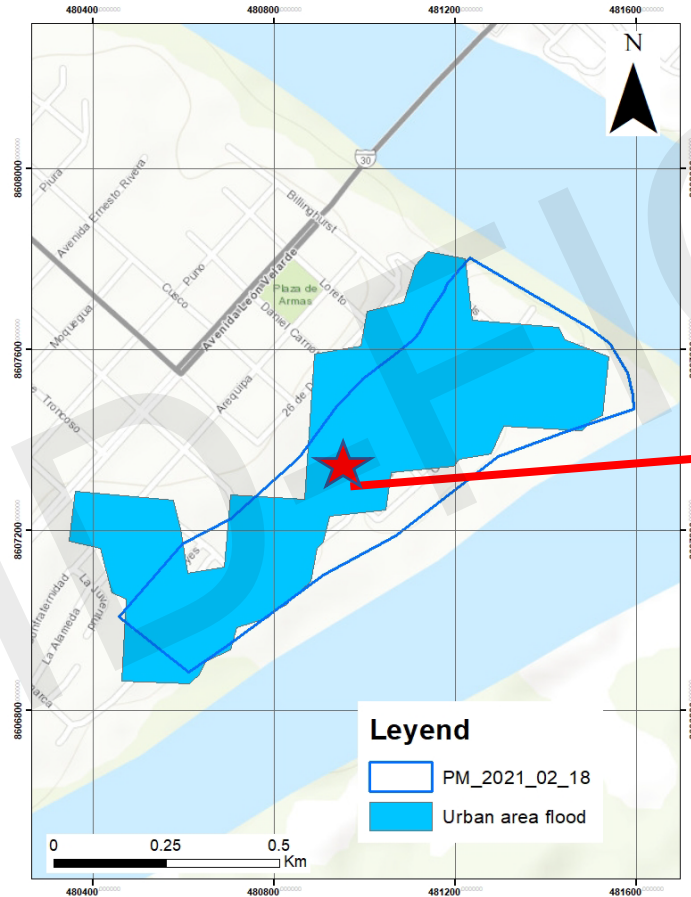
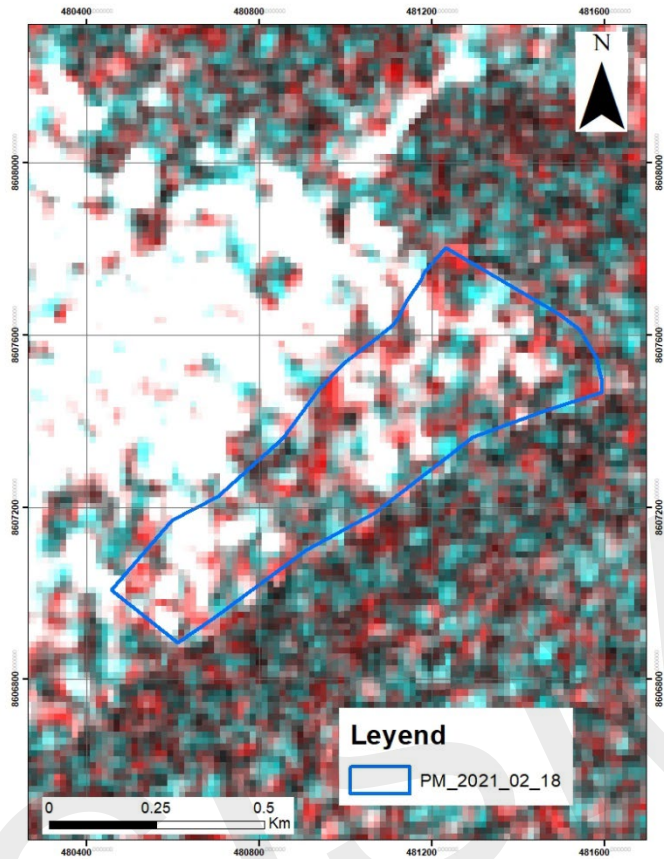
Metricas

	Precision			Recall			Score F1		
	F	NF	Ave	F	NF	Ave	F	NF	Ave
/									
Majority Vote	0.823	0.696	0.759	0.621	0.866	0.744	0.708	0.772	0.740
SVM	0.791	0.768	0.780	0.759	0.799	0.779	0.775	0.784	0.779

CASO 2: PUERTO MALDONADO

Mapa de areas urbanas inundadas

Imagen RGB: PreCoh, CoCoh, CoCoh



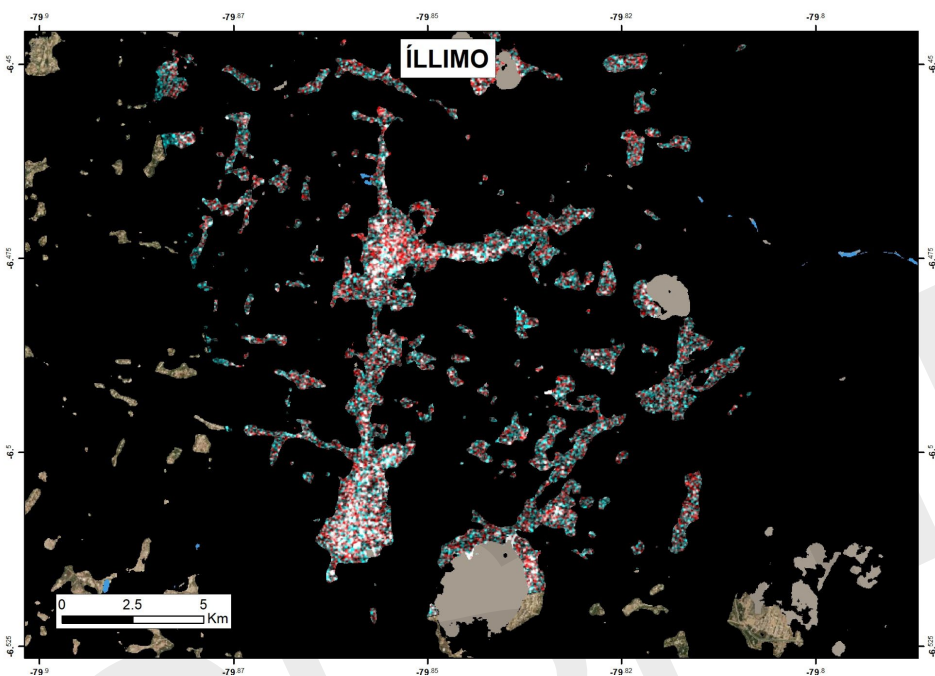
Imágenes usadas

Sensor	Date	Polarization	Acquisition Mode
Sentinel-1B	28/01/2021	VV	Descending
Sentinel-1B	9/02/2021	VV	Descending
Sentinel-1B	21/02/2021	VV	Descending

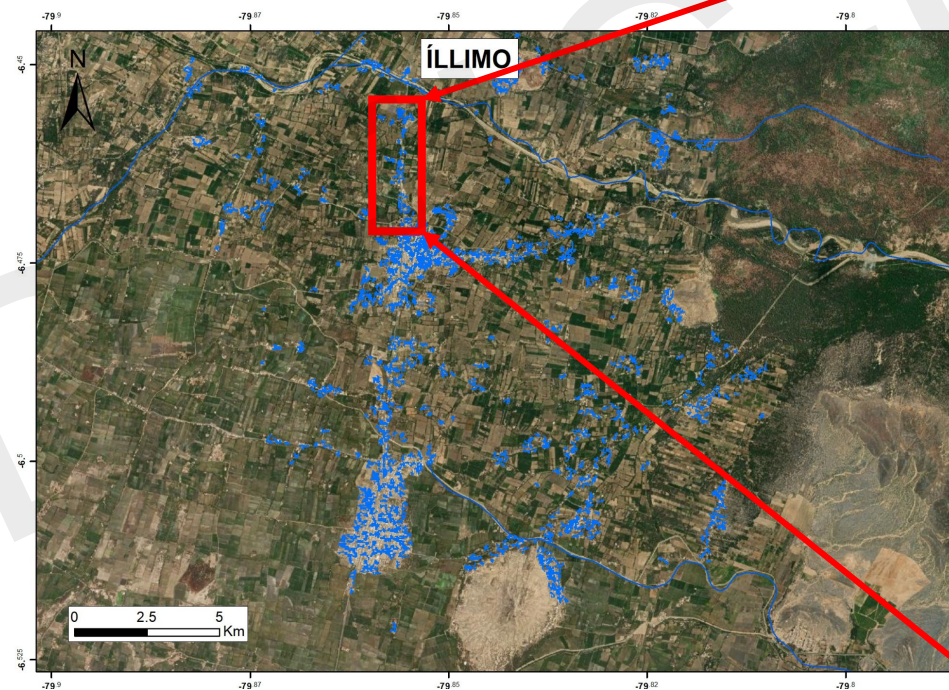
Event Time (UTC-5): 2021-02-18 05:00

CIUDAD DE ILLIMO

Imagen RGB: PreCoh, CoCoh, CoCoh



Mapa de areas urbanas inundadas



Imágenes usadas

Sensor	Date	Polarization	Acquisition Mode
Sentinel-1 ^a	18/02/2023	VV	Ascending
Sentinel-1 ^a	02/03/2023	VV	Ascending
Sentinel-1A	14/03/2023	VV	Ascending

4. CONCLUSIONES

- Los resultados obtenidos en el monitoreo de cuerpos de agua en zonas rurales, utilizando el parámetro de intensidades, resultan ser valiosos y representan adecuadamente el fenómeno estudiado.
- Es esencial crear una base de datos de mapas de inundación a nivel nacional que incluya el registro de las áreas inundadas y sus respectivas profundidades. Esta información será crucial para comprender y gestionar de manera efectiva las inundaciones en el país.
- Los resultados experimentales de esta investigación muestran una buena concordancia con los mapas de inundaciones proporcionados por gobiernos e instituciones públicas y respaldan la suposición de que el parámetro de coherencia interferométrica de inundaciones anteriores se puede utilizar con relativo éxito para identificar áreas urbanas inundadas por nuevos eventos.
- En el futuro, se pueden aumentar otros algoritmos de clasificación para mejorar los resultados ya obtenidos.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo fue financiado por el programa de investigación Concytec-Banco Mundial “Mejoramiento y Ampliación de los servicios del Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación Tecnológica” 8682-PE a través de su unidad ejecutora PROCIENCIA [contrato 038-2019]. La metodología y los avances de este trabajo siguen siendo aplicados en el CISMID (Centro Peruano Japonés de Investigaciones Sísmicas y Mitigación de Desastres) gracias al programa presupuestal PP0068-PREVAED.

Contacto:

fgarciab@uni.pe

