



PERÚ

Ministerio
del Ambiente



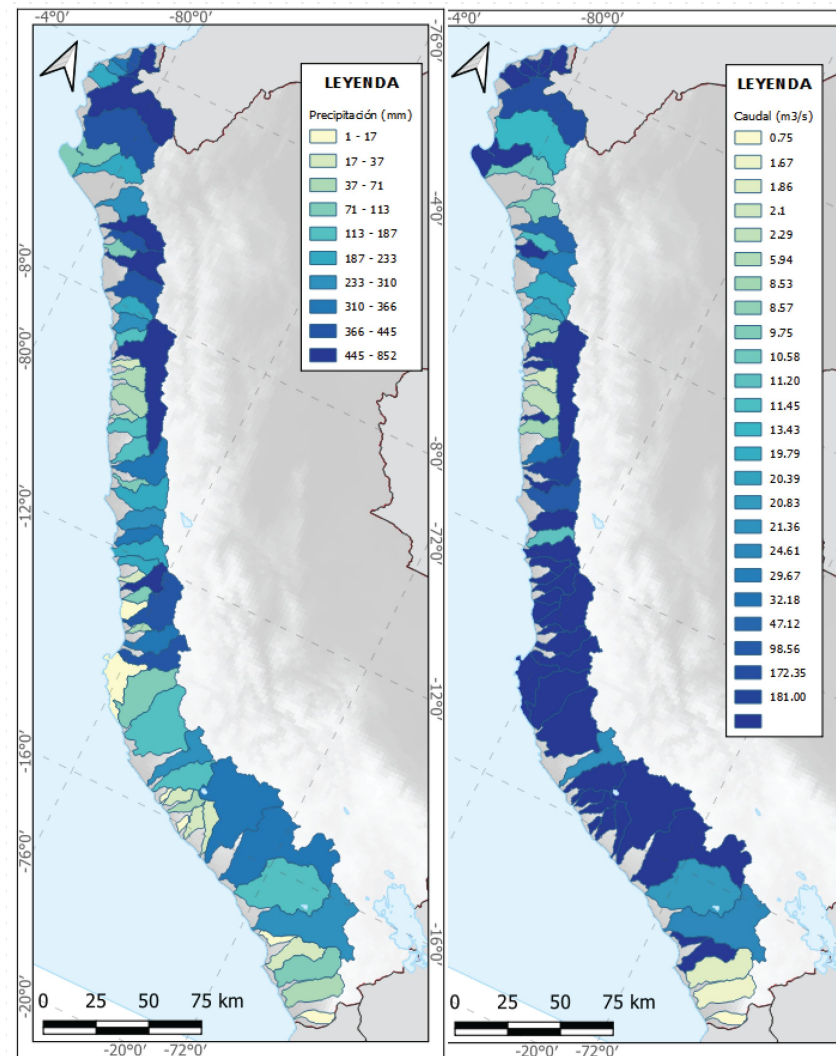
Siempre
con el pueblo

ESTIMACIÓN DE HIDROGRAMAS HORARIOS DE INUNDACIÓN MEDIANTE METODOS DE DESAGREGACIÓN EN LA VERTIENTE DEL PACÍFICO

Gutierrez Lope Leonardo

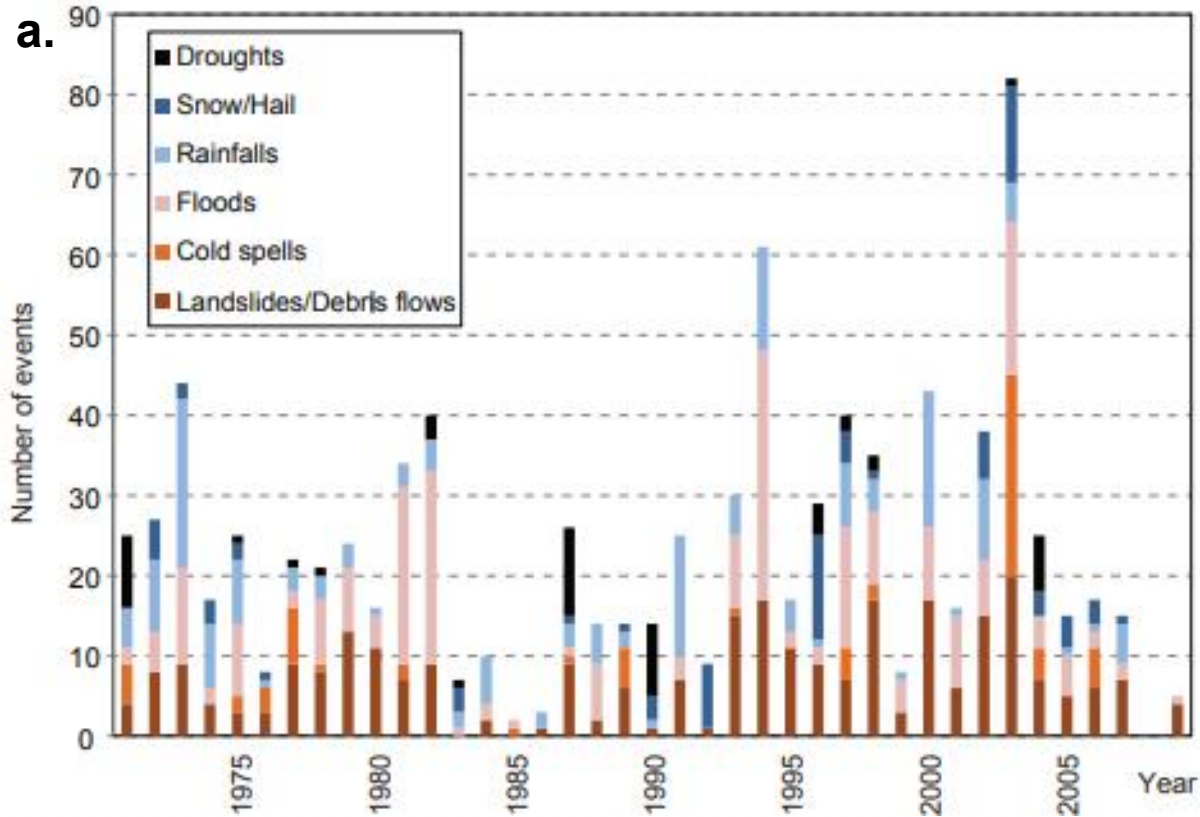
● Sumario

1. INTRODUCCIÓN
 2. OBJETIVOS
 3. METODOLOGÍA
 4. RESULTADOS
 5. CONCLUSIONES
 6. PERSPECTIVAS
-



1. INTRODUCCIÓN

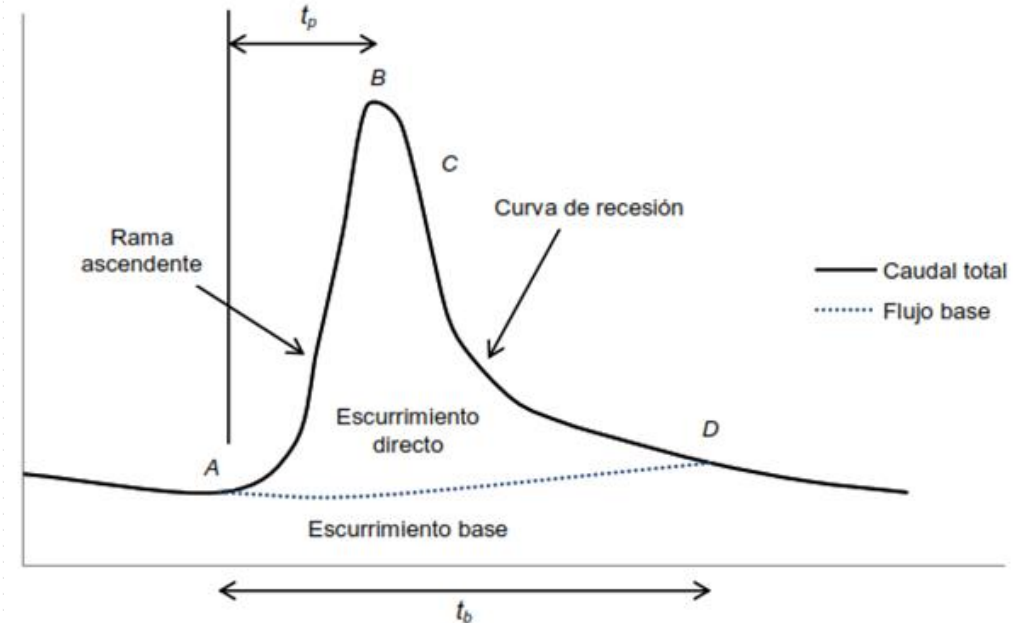
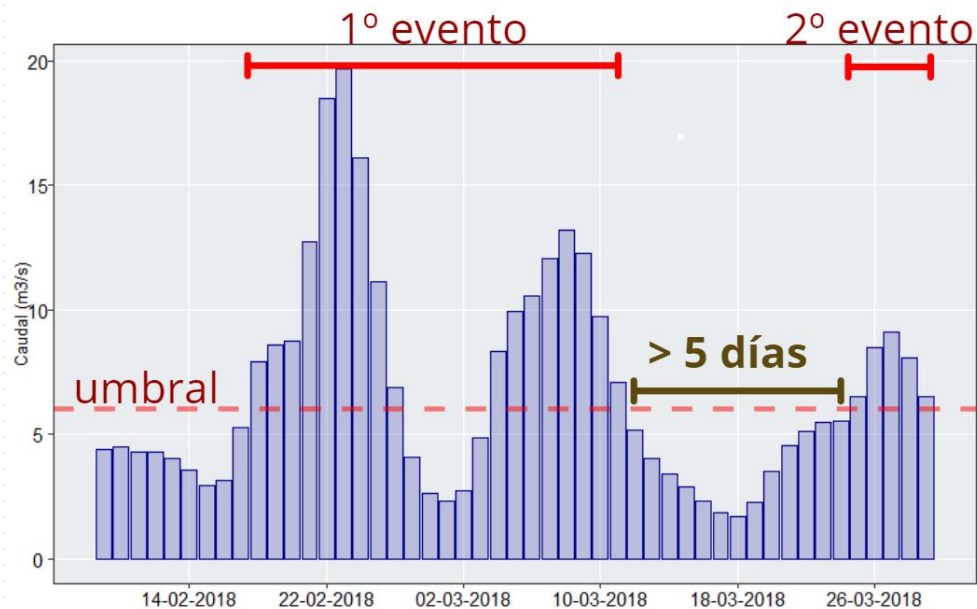
1.1 DEFINICIÓN



(a) Número de eventos hidrológicos extremos en la región de Cusco y distribución según tipo de evento (1971-2009). (Huggel, 2015); (b) Evento de inundación en Piura 2017 (Foto: El Comercio, 2018)

1.2 EVENTO DE INUNDACIÓN

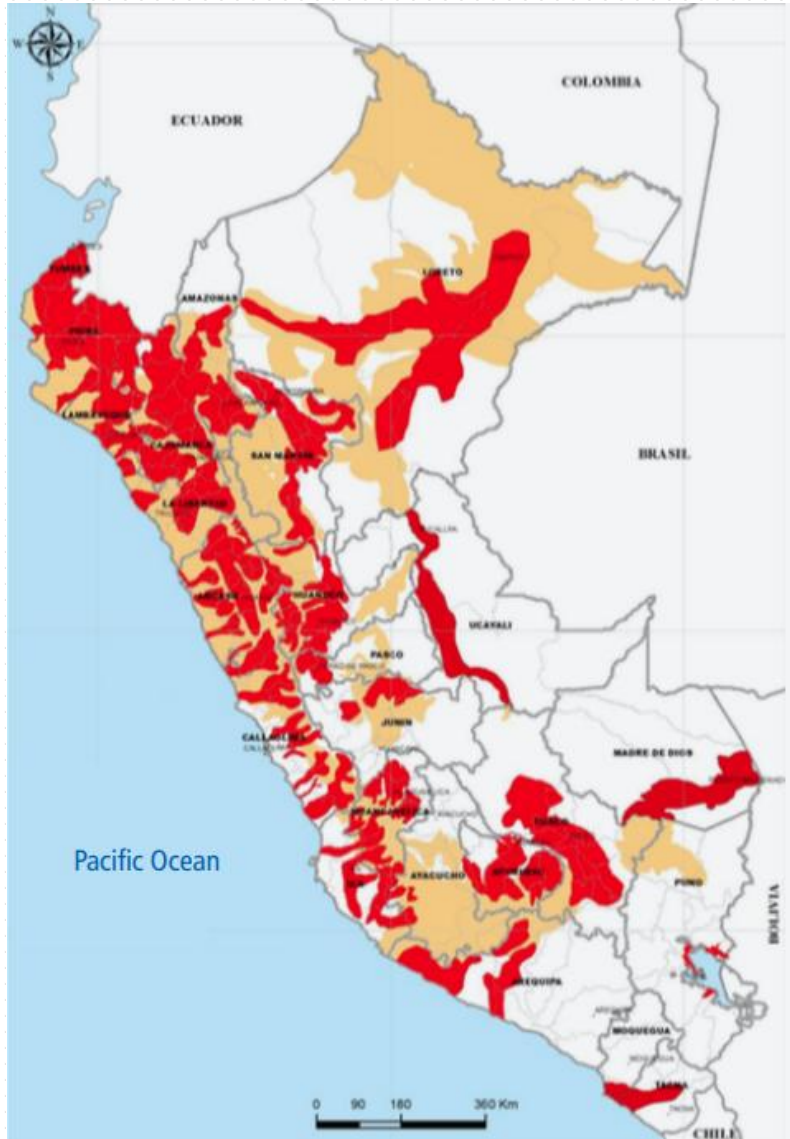
- Umbral de inundación mediante método Pico sobre Umbral (Lang et al., 1999).
- 2 eventos por año en promedio.
- Intervalo de tiempo mínimo de 5 días (Lee et al., 2021)



(a) Identificación de eventos de inundación; (b) Gráfico de separación de componentes en un hidrógrama (Chapman, 1999).

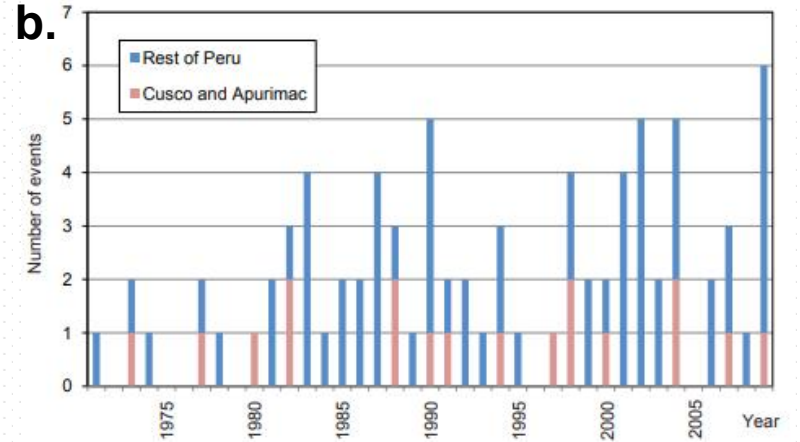
1.3 PROBLEMÁTICA

a.



(a) Estimaciones de exposición sectorial a un El Niño extraordinario en 2015-16 (INDECI 2015); (b) Número de desastres climáticos en el Perú de 1971 a 2009, con base en EM-DAT (Huggel, 2015); (c) Daños sectoriales por eventos recientes de El Niño. Datos: CEPAL, CAF, INDECI (French, 2017).

b.



c.

Sector	1982-83	1997-98	2017 (preliminary figures)
Population	<ul style="list-style-type: none"> • 512 deaths • 1,304 injuries • 1.27 million affected 	<ul style="list-style-type: none"> • 366 deaths • 1,053 injuries • 531,104 affected 	<ul style="list-style-type: none"> • 114 deaths • 414 injuries • 1.08 million affected
Transport Network	<ul style="list-style-type: none"> • 2,600 km. of improved roads damaged • 51 bridges destroyed 	<ul style="list-style-type: none"> • 3,136 km. of improved roads damaged • 370 bridges destroyed 	<ul style="list-style-type: none"> • 6,614 km. of improved roads damaged • 326 bridges destroyed
Housing	<ul style="list-style-type: none"> • 98,000 homes destroyed • 111,000 homes damaged 	<ul style="list-style-type: none"> • 48,563 homes destroyed • 108,000 homes damaged 	<ul style="list-style-type: none"> • 41,632 homes destroyed or uninhabitable • 242,433 homes damaged
Education	<ul style="list-style-type: none"> • 875 schools damaged 	<ul style="list-style-type: none"> • 2,873 schools damaged 	<ul style="list-style-type: none"> • 2,150 schools damaged
Health	<ul style="list-style-type: none"> • 260 health posts damaged 	<ul style="list-style-type: none"> • 580 health posts damaged 	<ul style="list-style-type: none"> • 726 health posts damaged
Total Monetary Losses US\$	3.28 billion (1998 \$)	3.5 billion (1998 \$)	Estimated ~6-9 billion (2017 \$)

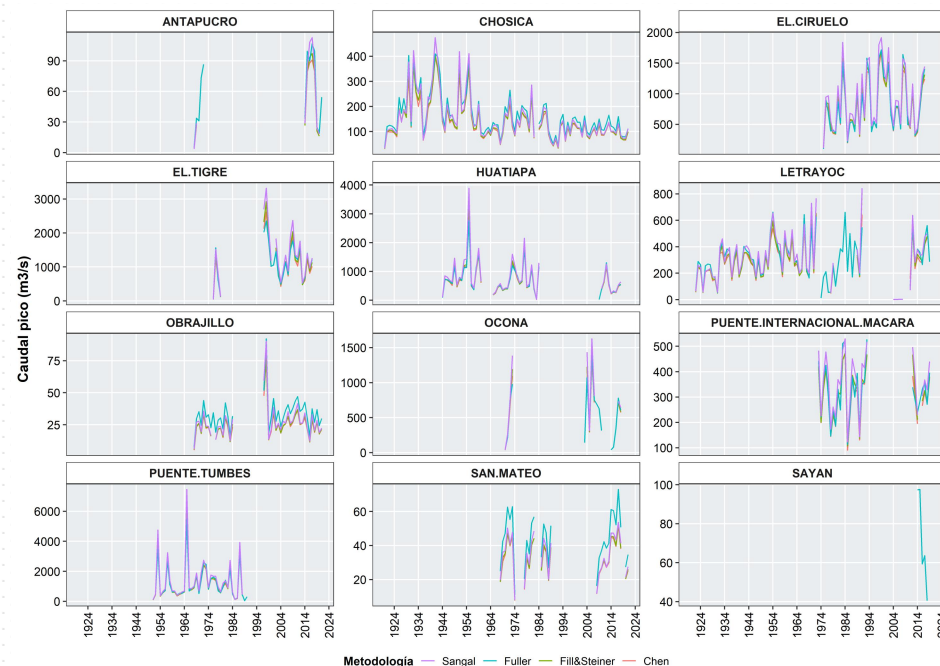
2. OBJETIVOS

(i) Identificar de los eventos de inundación.

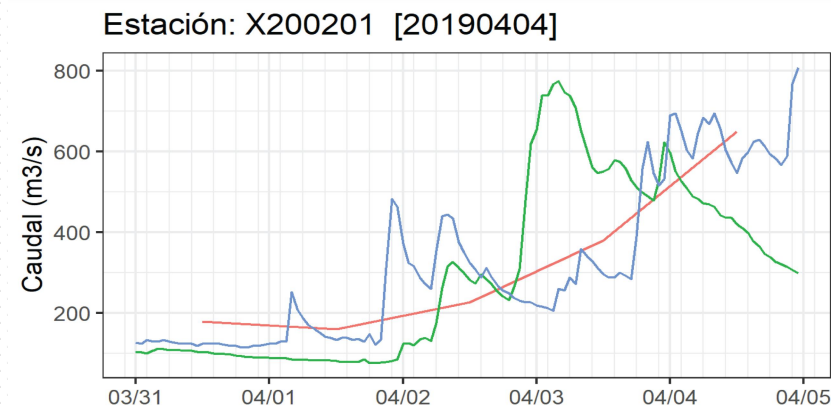
(ii) Estimación de caudales pico instantáneos.

(iii) Desagregar hidrogramas diarios de inundación.

(ii)

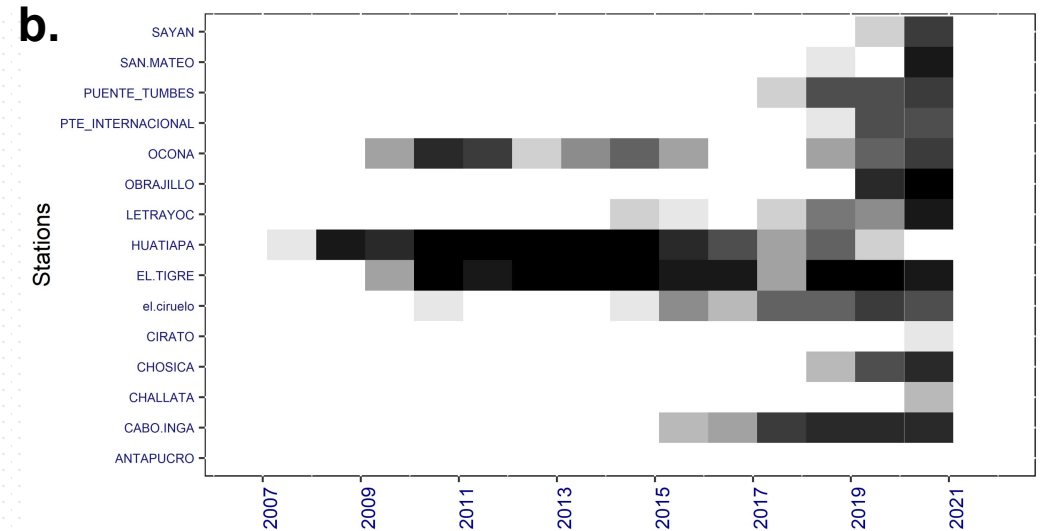


(iii)



3. METODOLOGÍA

Datos observados

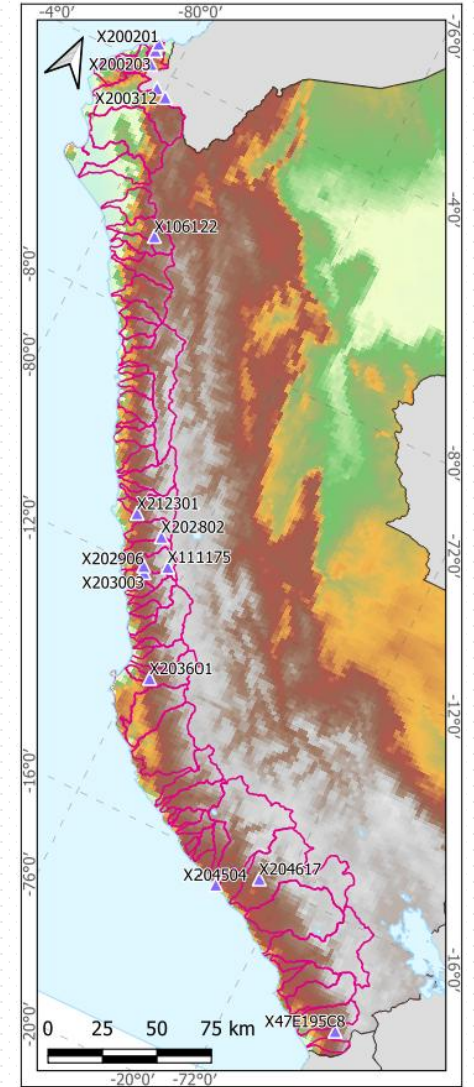


(a) Disponibilidad de información de datos de caudales en la vertiente del Pacífico a escala diaria y, (b) horaria de estaciones hidrológicas observadas. (c) Descripción de las estaciones hidrológicas en la VP y su (d) distribución geoespacial.

c.

ID	Código	Nombre	Longitud (°)	Latitud (°)	Altitud (msnm)
E01	X203003	Antapucro	-76.633	-12.034	1300
E02	X200203	Cabo Inga	-80.433	-3.967	205
E03	X47E195C8	Challata	-70.098	-17.816	1540
E04	X202906	Chosica	-76.69	-11.930	906
E05	X106122	Cirato	-79.051	-6.661	1000
E06	X200312	El Ciruelo	-80.150	-4.300	202
E07	X200202	El Tigre	-80.467	-3.717	45
E08	X204617	Huatipa	-72.471	-15.995	699
E09	X203601	Letrayoc	-75.729	-13.661	1125
E10	X202802	Obrajillo	-76.633	-11.334	2700
E11	X204504	Ocoña	-73.115	-16.422	23
E12	X200309	Pte. Int. Macara	-79.950	-4.384	421
E13	X200201	Pte. Tumbes	-80.467	-3.584	15
E14	X1111175	San Mateo	-76.301	-11.761	3182
E15	X212301	Sayan	-77.2	-11.15	672

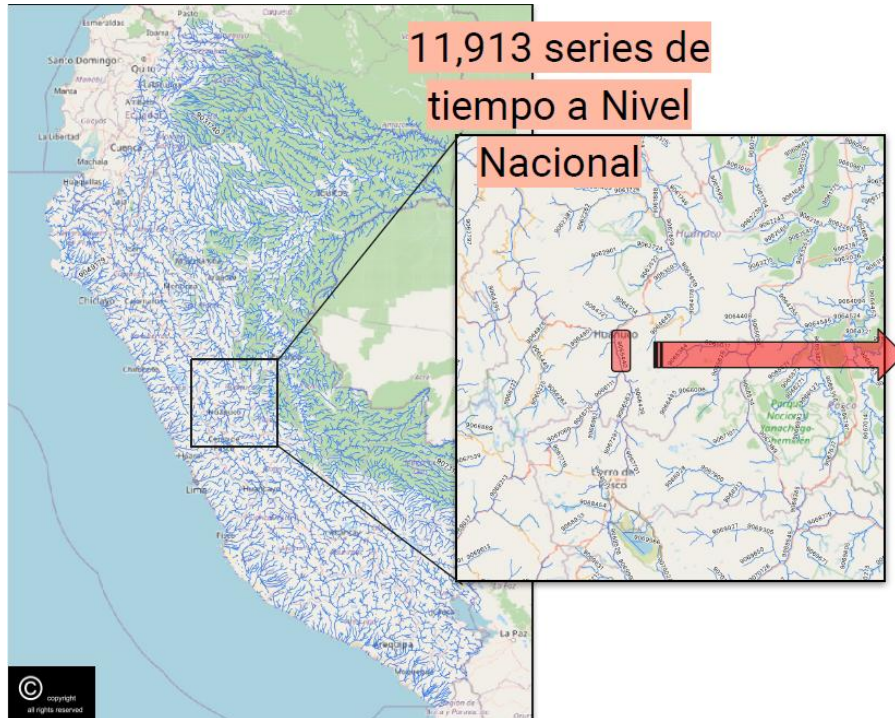
d.



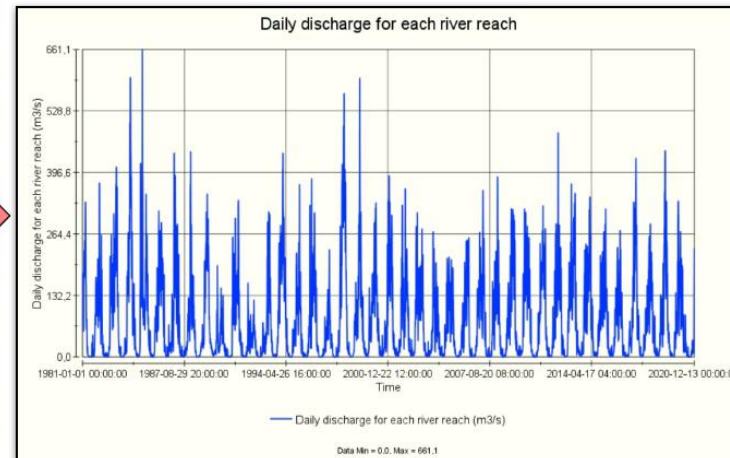
3. METODOLOGÍA

Producto SONICS V3.0 y PISCOV2.2

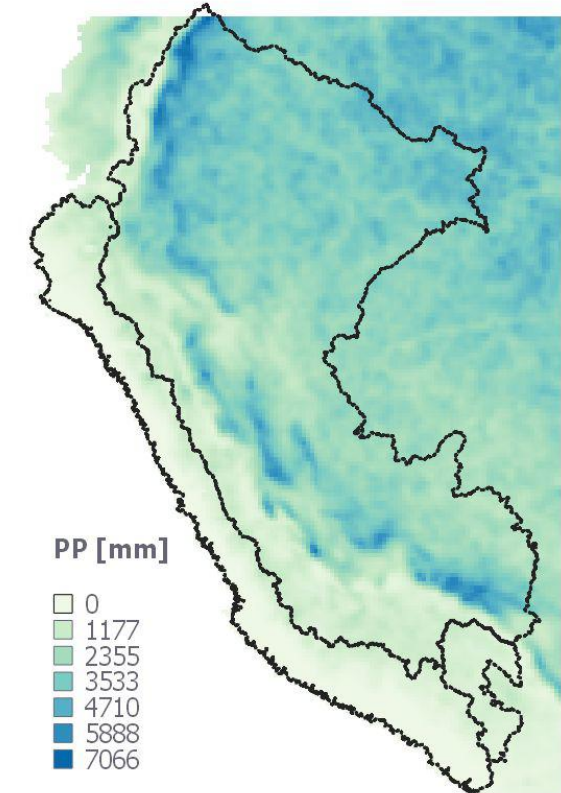
a.



Salidas actualizadas diariamente

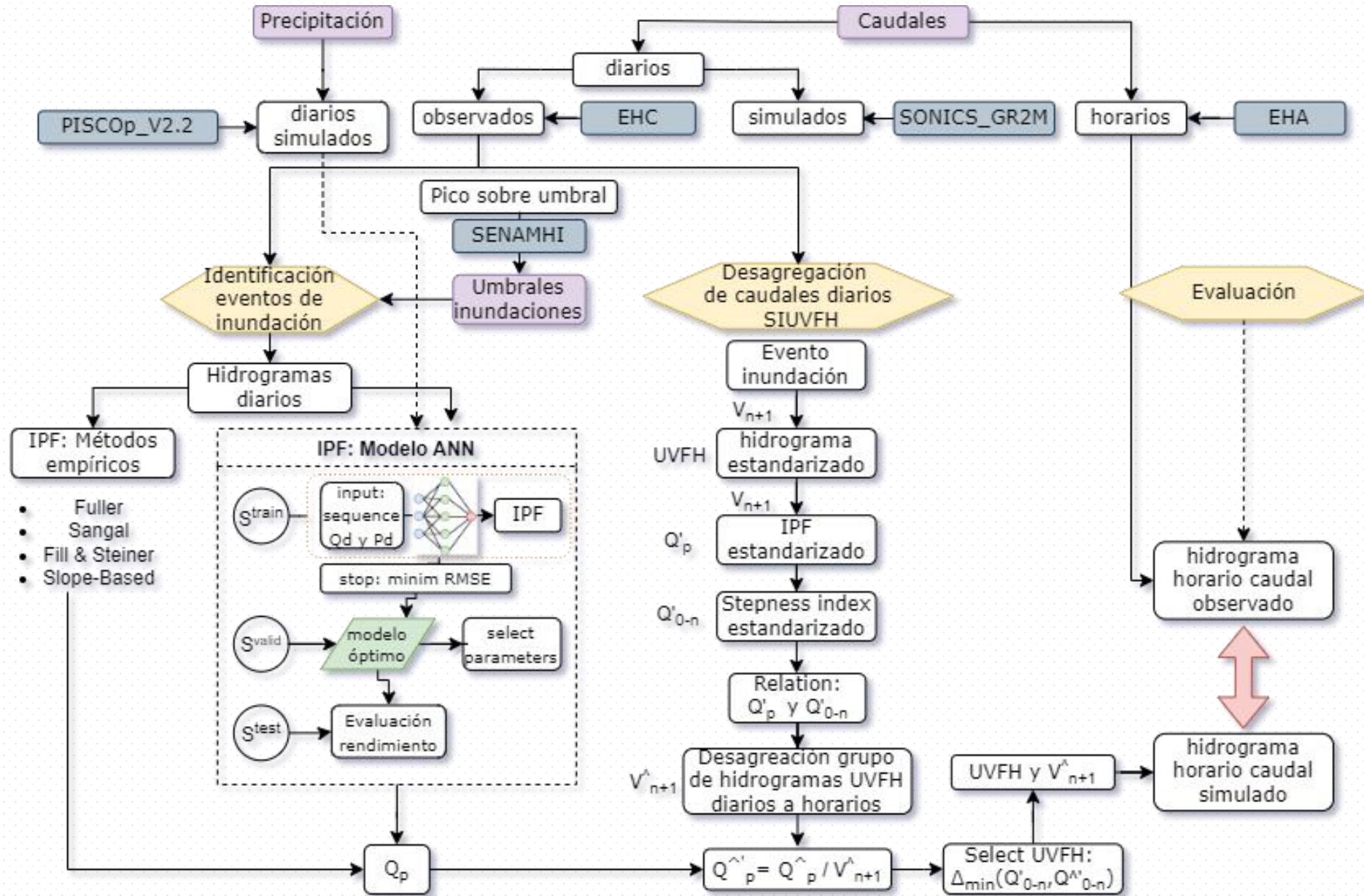


b.



(a) Producto SONICS V3.0 de caudales diarios para la observación de inundaciones potenciales a escala de subcuencas en el Perú (Llauca, 2021), (b) Producto PISCOp V2.2 de datos de precipitación diaria a escala grillada de 0.1° en Perú (Endara, in prep).

3. METODOLOGÍA



A. Regiones

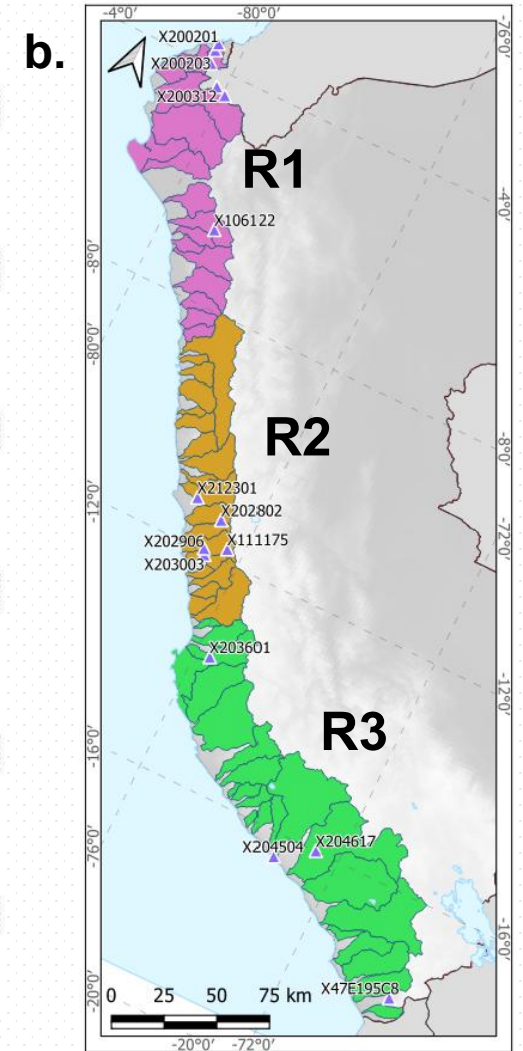
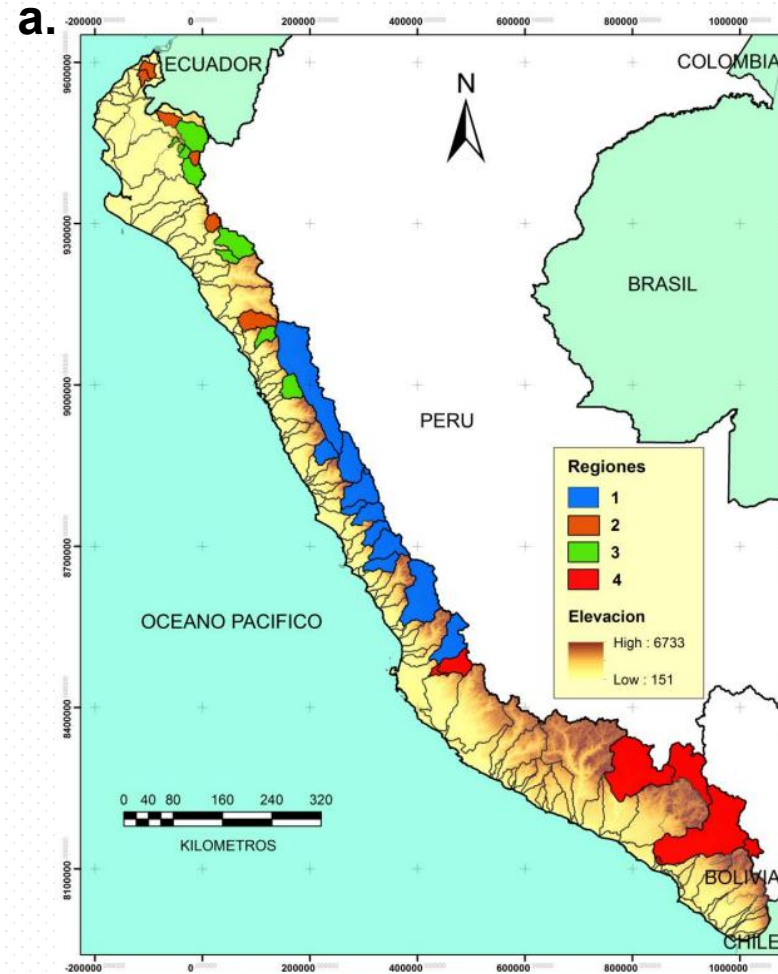
Se realizó un agrupamiento de las 74 unidades hidrográficas en 3 regiones:

R1: Pacífico Norte

R2: Pacífico Central

R3: Pacífico Sur

(a) Regiones conformadas para las regiones del Pacífico (Montesinos, 2018), (b) Regiones hidrológicas de la vertiente del Pacífico.

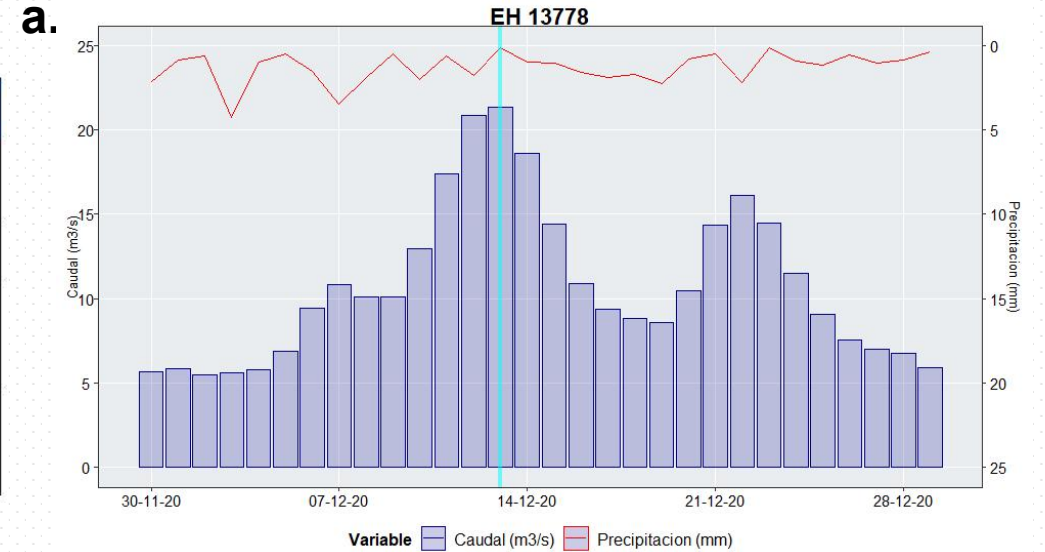
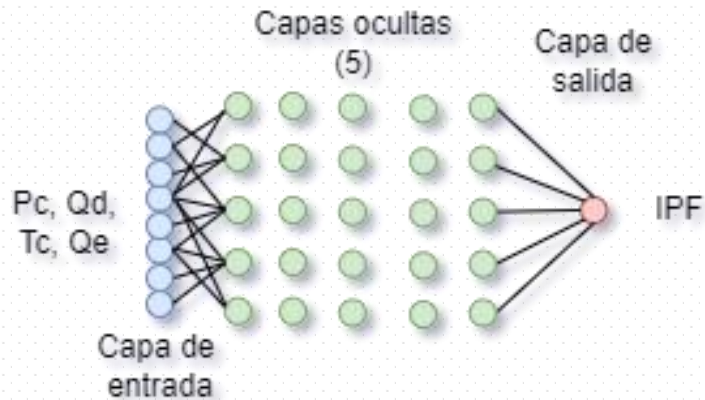


B. Caudales pico instantáneos

B.1 Métodos empíricos

Fuente	Fórmula empírica
Fuller (1914)	$Q_p = Q_o(1 + 2,66 * A^{-0,3})$
Sangal (1983)	$Q_p = (4 * Q_o - Q_{-1} - Q_1)/2$
Fill y Steiner (2003)	$Q_p = \frac{0.8 * Q_0 + 0.25 * (Q_{-1} - Q_1)}{0.9123 * (Q_{-1} + Q_1)/(2 * Q_0) + 0.362}$
Chen et al. (2017)	$Q_p = Q_0 + \frac{(Q_0 - Q_{-1}) * (Q_0 - Q_1)}{2 * Q_0 + Q_{-1} - Q_1}$

B.2 Método ANN



(a) Esquema de los hidrogramas de inundación diarios y horarios, y los términos utilizados en el enfoque de desagregación del hidrograma de volumen unitario del índice de pendiente.

C. SIUVFH

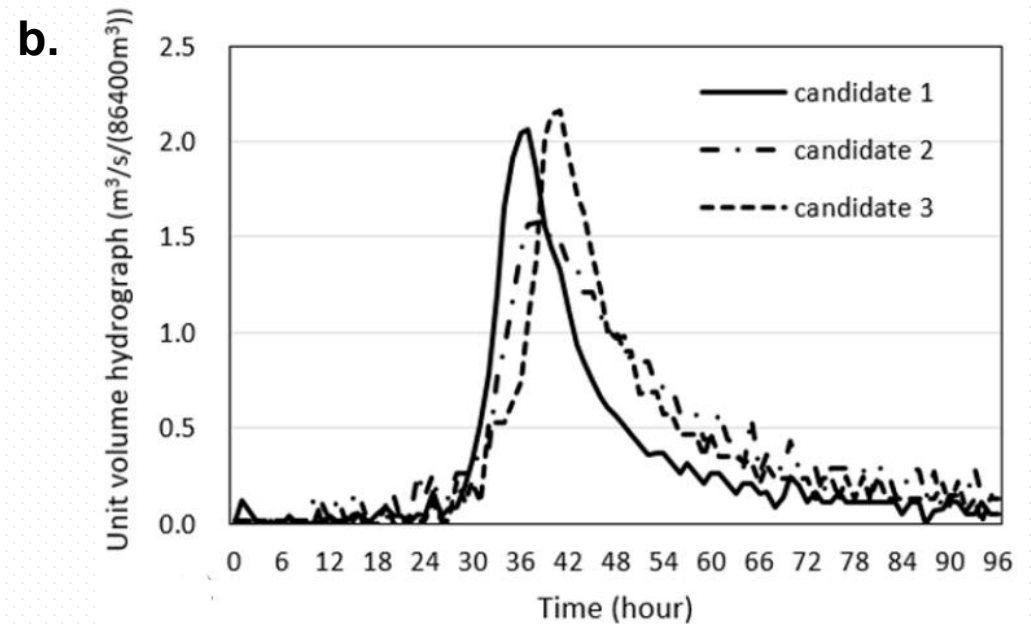
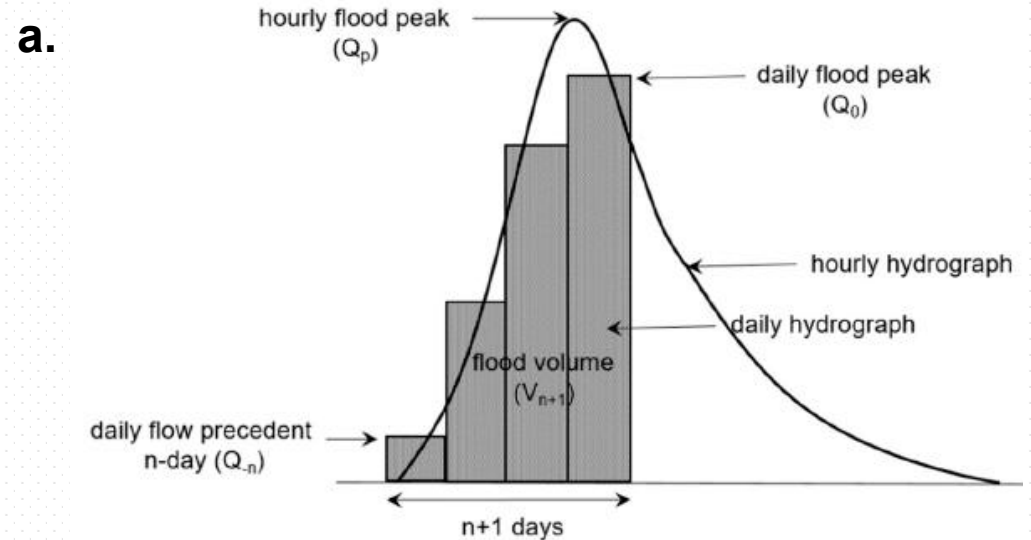
Caudal pico instantáneo estandarizado

$$Q'_p = \frac{Q_p}{V_{n+1}}$$

Índice estandarizado de inclinación de la pendiente ascendente

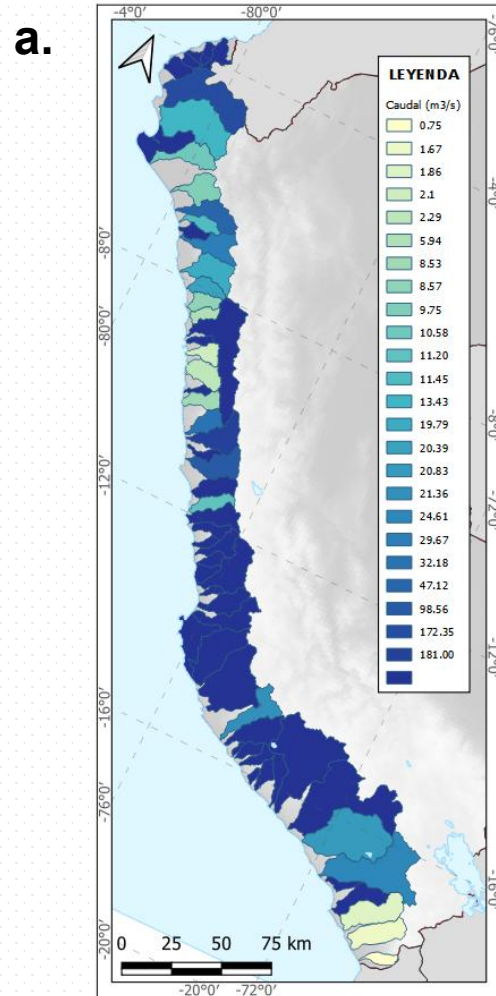
$$Q'_{0-n} = \frac{Q_0 - Q_{-n}}{V_{n+1}}$$

(a) Esquema de los hidrogramas de inundación diarios y horarios, y los términos utilizados en el enfoque de desagregación del hidrograma diario. **(b)** Selección de candidatos de UVFH con cercanos Q'_{0-n} y Q'_p .

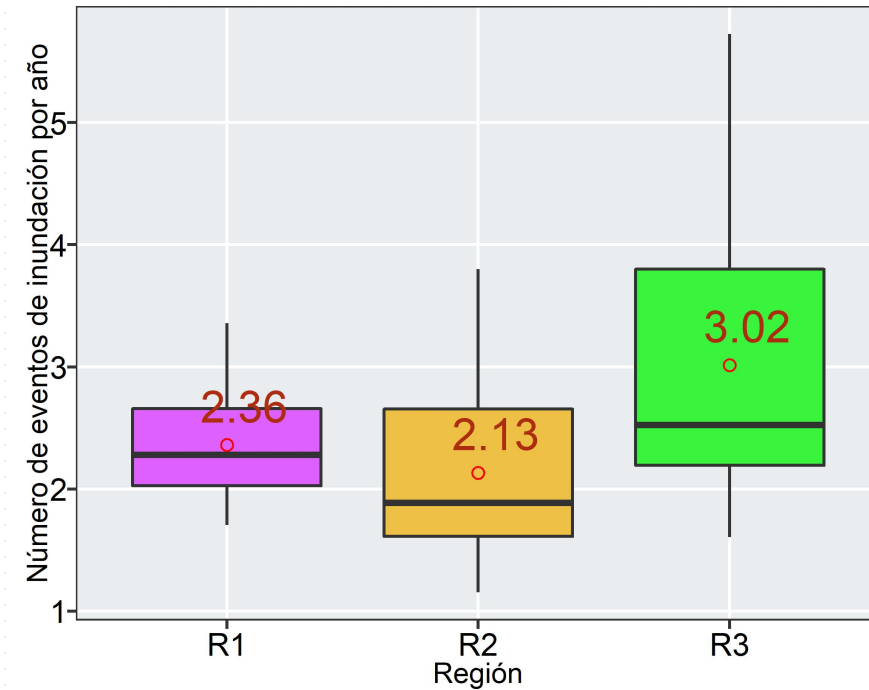


4. RESULTADOS

Eventos de inundación

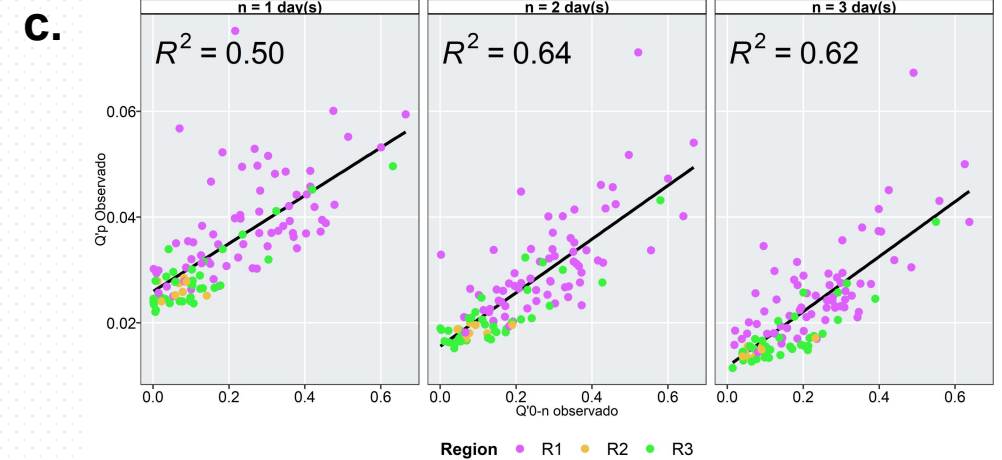
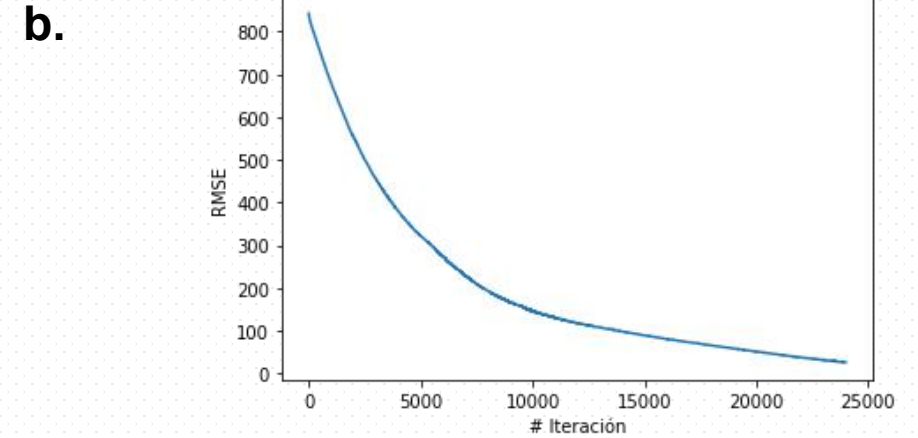
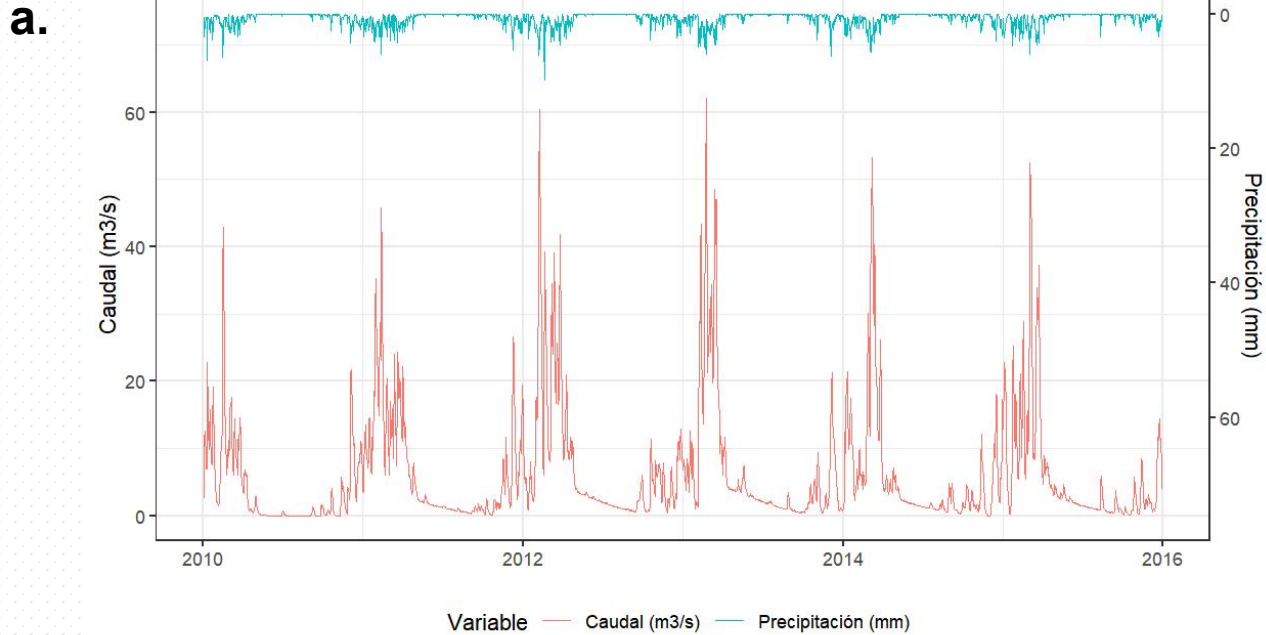


b.



(a) Umbrales de caudal de inundación por cuencas hidrográficas, (b) Número de eventos de inundación por año por región.

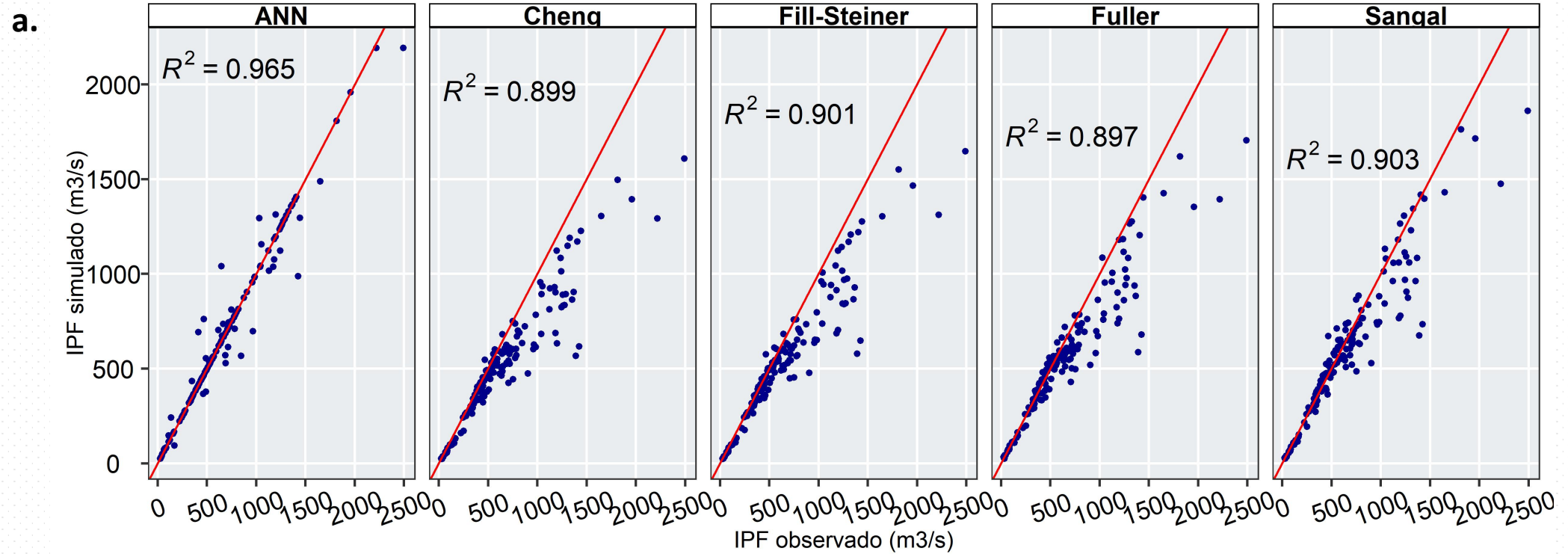
4. RESULTADOS: Parámetros para obtención de IPF



(a) Selección de datos de precipitación y caudal de “n” días anteriores al día con el el caudal pico del evento de inundación; (b) Rendimiento de la ANN en RMSE a lo largo de cada iteración del modelo de ANN para la estimación del caudal pico instantáneo; (c) Relación entre el IPF estandarizado y el SIUVFH estandarizado con “n” días de anticipación por regiones.

4. RESULTADOS

Comparación de metodos IPF



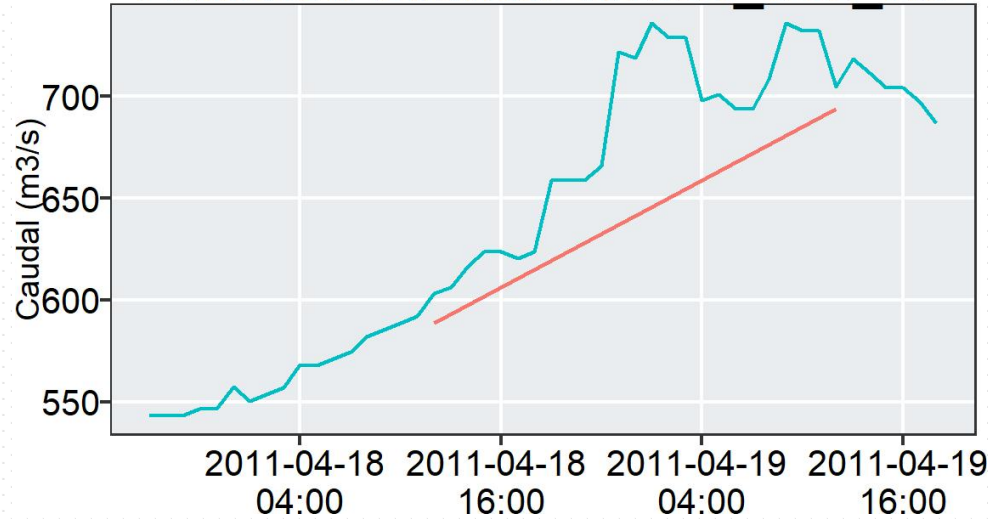
(a) Coeficiente de determinación (R^2) de los IPF estimados con los IPF observados

4. RESULTADOS

Desagregación de hidrogramas diarios a horarios

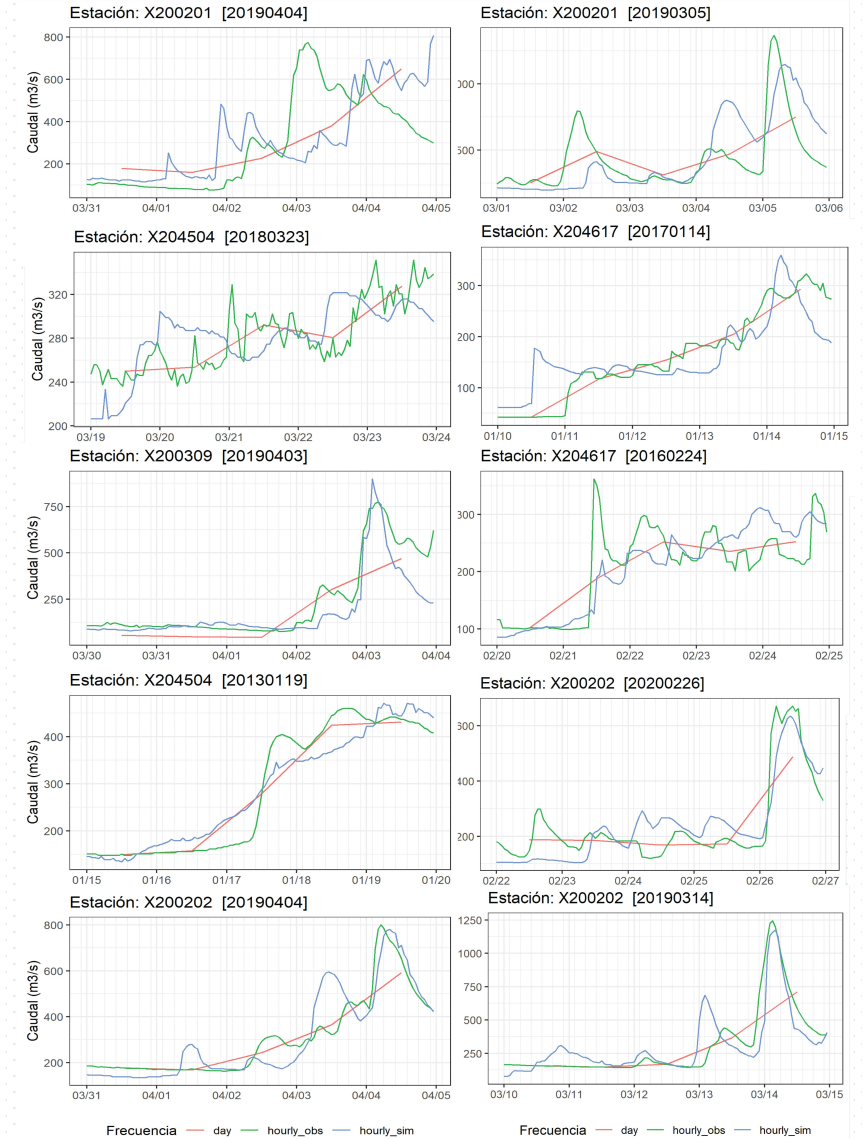
a.

Estación-evento: X1394 045 R3



(a) Hidrograma de caudal observado y desagregado del evento 45 en la UH 1394 (región 3), durante el 2011-04-18; **(b)** Comparación de los hidrogramas horarios observados y desagregados a partir de los caudales diarios de los eventos de inundación.

b.



4. RESULTADOS Publicación

Repositorio Figshare:

<https://doi.org/10.6084/m9.figshare.19064351>

Documentación:

<https://hdl.handle.net/20.500.12542/1785>

Estimation of hourly flood hydrographs from daily flows using artificial neural networks and flow disaggregation method on the Peruvian Pacific Drainage (1981-2020)

Cite

Download all (64.24 MB)

Share

Embed

+ Collect



5. CONCLUSIONES

1. La generación de hidrogramas de inundación con resolución temporal horaria es esencial para diseñar estructuras hidráulicas para la mitigación contra inundaciones, operación de embalses y sistemas de alerta temprana.
 2. Mediante el modelo ANN para estimar el IPF de los hidrogramas diarios, se obtuvo como resultado de la evaluación estadísticos de RMSE de 2.4 a 305.3 y valores de Pbias de -0.112 a 0.06 respecto al conjunto de hidrogramas horarios de referencia.
 3. Este conjunto de datos está enfocado en cuencas hidrográficas con déficit de registros a escala horaria.
-

6. PERSPECTIVAS

1. El método propuesto se puede ampliar a la desagregación de caudales a escala subhoraria.
2. La información observada a mayor resolución temporal es indispensable para el análisis de futuras máximas avenidas.



PERÚ

Ministerio
del Ambiente



Siempre
con el pueblo

GRACIAS!!!