

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA  
LA MOLINA**

**FACULTAD DE INGENIERÍA AGRÍCOLA**



**“VALIDACIÓN DEL AVISO HIDROLOGICO EN LA CUENCA  
TUMBES DURANTE LA OCURRENCIA DEL NIÑO COSTERO 2023”**

**TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL  
PARA OPTAR EL TÍTULO DE  
INGENIERO AGRÍCOLA**

**DIEGO ALONZO TACUSI CUADROS**

**LIMA – PERÚ**

**2023**

# Tsp Diego Alonzo Tacusi Cuadros

## INFORME DE ORIGINALIDAD

4%

INDICE DE SIMILITUD

4%

FUENTES DE INTERNET

0%

PUBLICACIONES

0%

TRABAJOS DEL  
ESTUDIANTE

## FUENTES PRIMARIAS

1

[accesoabierto.uh.cu](http://accesoabierto.uh.cu)

Fuente de Internet

2%

2

[www.senamhi.gob.pe](http://www.senamhi.gob.pe)

Fuente de Internet

1%

3

[repositorio.unap.edu.pe](http://repositorio.unap.edu.pe)

Fuente de Internet

<1%

4

[vdocumento.com](http://vdocumento.com)

Fuente de Internet

<1%

5

[www.osiptel.gob.pe](http://www.osiptel.gob.pe)

Fuente de Internet

<1%

6

[www.gob.pe](http://www.gob.pe)

Fuente de Internet

<1%

Excluir citas

Activo

Excluir coincidencias < 10 words

Excluir bibliografía

Activo

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA**

**FACULTAD DE INGENIERÍA AGRÍCOLA**

**“VALIDACIÓN DEL AVISO HIDROLOGICO EN LA CUENCA  
TUMBES DURANTE LA OCURRENCIA DEL NIÑO COSTERO 2023”**

TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL PARA OPTAR EL TITULO DE:

**INGENIERO AGRÍCOLA**

Presentado por:

**BACH. DIEGO ALONZO TACUSI CUADROS**

Sustentado y aprobado por el siguiente jurado:

Dr. GONZALO RAMCÉS FANO MIRANDA  
Presidente

Mg. Sc. GUILLERMO CLEMENTEAGUILAR GIRALDO  
Asesor

Mg. Sc. JAVIER ANTONIO GOICOCHEA RÍOS  
Miembro

Mestre. JORGE LUIS DÍAZ RIMARACHIN  
Miembro

LIMA – PERÚ

2023

## **DEDICATORIA**

A mis amados padres, Plácido Tacusi Clemente y Yolanda Cuadros Coronado, quienes han sido pilares fundamentales en mi vida. A mi padre, Plácido, cuyo incansable esfuerzo y entrega han sido los cimientos sobre los cuales he construido mis sueños. A mi madre, cuyo apoyo constante y amor incondicional han sido mi refugio en los momentos difíciles. Su sabiduría y comprensión han sido mi guía en los primeros pasos del camino. Agradezco profundamente el privilegio de tenerlos como padres, y a ustedes, mis amigos, les agradezco por ser parte de este viaje y por compartir conmigo las alegrías y los desafíos de la vida. Este logro también es de ustedes, pues su amistad ha sido un regalo invaluable en mi camino.

# ÍNDICE GENERAL

RESUMEN .....	viii
ABSTRACT .....	ix
<b>I. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>1</b>
1.1. Problemática.....	1
1.2. Objetivos .....	2
1.2.1. Objetivo general .....	2
1.2.2. Objetivos específicos .....	2
<b>II. REVISIÓN DE LITERATURA.....</b>	<b>3</b>
2.1. Conceptos Generales .....	3
2.1.1. Cuenca hidrográfica.....	3
2.1.2. Nivel de agua .....	3
2.1.3. Caudal.....	3
2.1.4. Definiciones y siglas.....	3
2.2. Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (SENAMHI).....	5
2.2.1. Estación hidrométrica .....	5
2.2.2. Plataforma Hidrológica de Información Sistematizada e Integrada del SENAMHI – PHISIS .....	6
2.2.3. Umbral hidrológico.....	6
2.2.4. Aviso Hidrológico .....	7
2.3. Sistema Nacional de Gestión de Riesgos y Desastres - SINAGERD .....	9
2.3.1. Organización del SINAGERD para emergencias ante eventos hidrológicos extremos.....	10
2.3.2. Procedimientos específicos.....	13
<b>III. DESARROLLO DEL TRABAJO .....</b>	<b>16</b>
3.1. Área de estudio.....	16
3.2. Materiales .....	17
3.2.1. Información de eventos hidrológicos extremos.....	17
3.2.2. Avisos hidrológicos emitidos .....	21
3.3. Metodología.....	22
3.3.1. Recopilación de información.....	23
3.3.2. Validación de registros de eventos hidrológicos extremos.....	26

3.3.3. Sistematización de los eventos .....	29
3.4. Validación de umbrales de peligro por aviso hidrológico.....	30
<b>IV. RESULTADOS Y DISCUSION .....</b>	<b>33</b>
4.1. Avisos hidrológicos emitidos .....	33
4.2. Eventos hidrológicos recopilados.....	35
4.2.1. Instituciones relacionadas a los recursos hídricos .....	35
4.2.2. Imágenes satelitales .....	37
4.2.3. Medios de comunicación .....	39
4.3. Validación de avisos hidrológicos.....	40
4.4. Replanteo de umbrales de peligro .....	42
4.5. Recomendaciones para la mejora del desempeño del producto .....	43
4.5.1. Reducir el número de avisos emitidos por día.....	43
4.5.2. Automatizar la emisión de avisos para el nivel rojo de peligro.....	44
4.5.3. Modificar el enfoque horario del aviso a diario para máximas avenidas .....	44
<b>V. CONCLUSIONES.....</b>	<b>45</b>
<b>VI. RECOMENDACIONES.....</b>	<b>47</b>
<b>VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>48</b>
<b>VIII. ANEXOS.....</b>	<b>49</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Descripción de umbrales hidrológicos .....	6
Tabla 2: Número de estaciones hidrológicas que cuentan con umbrales hidrológicos .....	7
Tabla 3: Protocolo para la emisión de alerta y alarmas del SINAGERD.....	14
Tabla 4: Acciones de la Plataforma de Coordinación para la Decisión Político Estratégica – Nivel 05 .....	15
Tabla 5: Formato de generación de reporte de eventos relacionados a los recursos hídricos .....	18
Tabla 6: Avisos hidrológicos emitidos de nivel naranja y rojo, enero a junio 2023 (la totalidad de la data se detalla en el Anexo 1) .....	21
Tabla 7: Conjunto de Reportes Preliminares, Reportes Complementarios e Informes de Emergencia emitidos por el COEN, enero a julio 2023 (la totalidad de la data se detalla en Anexo 4) .....	23
Tabla 8: Conjunto de datos de eventos hidrológicos extremos registrados por el ANA, enero a julio 2023 (la totalidad de la data se detalla en Anexo 4).....	24
Tabla 9: Conjunto de emergencias registradas por PROVIAS NACIONAL, enero a julio 2023 (la totalidad de la data se detalla en Anexo 4).....	25
Tabla 10: Eventos hidrológicos extremos registrados por el ANA (la totalidad de la data se detalla en Anexo 2) .....	35
Tabla 11: Eventos hidrológicos extremos registrados por INDECI.....	36
Tabla 12: Validación de avisos hidrológicos con imágenes satelitales disponibles.....	38
Tabla 13: Validación de avisos hidrológicos con reportes de medios de comunicación disponibles.....	40
Tabla 14: Tabla de contingencia para los avisos hidrológicos emitidos del 03 de marzo al 03 de mayo de 2023.....	41
Tabla 15: Tabla de contingencia para los avisos hidrológicos emitidos del 03 de marzo al 03 de mayo de 2023.....	41
Tabla 16: Índices de calidad obtenidos.....	41
Tabla 17: Umbrales de peligro replanteados .....	42
Tabla 18: Tabla de contingencia con el nuevo umbral rojo (900 m <sup>3</sup> /s).....	43
Tabla 19: Índices de calidad obtenidos con el nuevo umbral rojo (900 m <sup>3</sup> s).....	43

Tabla 20: Avisos hidrológicos emitidos para la estación El Tigre en el río Tumbes en el contexto del Niño Costero 2023 .....	50
Tabla 21: Reporte de eventos relacionados a los recursos hídricos durante el contexto del Niño Costero 2023 .....	55
Tabla 22: Reporte de eventos hidrológicos extremos durante el contexto del Niño Costero 2023.....	58
Tabla 23: Reporte de eventos relacionados a los recursos hídricos durante el contexto del Niño Costero 2023 .....	59

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Estación hidrológica San Pedro en el río Charanal, Piura .....	5
Figura 2: Hidrograma de caudales medios diarios con sus umbrales de peligro.....	6
Figura 3: Estaciones hidrológicas con umbrales de peligro superados el 14 marzo de 2023 (10:00am) en el contexto del cicló Yaku.....	8
Figura 4: Aviso Hidrológico de nivel rojo del río Tumbes – Estación El Tigre, 28 de abril de 2023 .....	9
Figura 5: Estructura organizacional del SINAGERD .....	10
Figura 6: Reunión del CONAGERD con motivo de las lluvias intensas para .....	11
Figura 7: Condiciones hidrológicas para la generación de avisos hidrológicos.....	13
Figura 8: Mapa de estaciones hidrológicas integradas en la Plataforma pública PHISIS ...	16
Figura 9: Mapa de estado de alerta de vías.....	19
Figura 10: Visor de emergencias viales.....	19
Figura 11: Informe de Emergencia elaborado por INDECI .....	20
Figura 12: Esquema metodológico desarrollado .....	22
Figura 13: Eventos hidrometeorológicos extremos registrados .....	28
Figura 14: Tabla de contingencia de umbrales de peligro.....	30
Figura 15: Número de avisos emitidos por día y umbral máximo superado.....	33
Figura 16: Hidrograma de caudales horarios para los días 27 y 28 de abril del 2023.....	34
Figura 17: Hidrograma de caudales horarios para los días 3 a 5 de abril del 2023 .....	34
Figura 18: Imágenes RGB y en falso color de la cuenca baja del río Tumbes, día 21/04/2023 .....	37
Figura 19: Vuelo de dron realizado por empresa privada en el río Tumbes, día 13/04/2023 .....	39
Figura 20: Tabla de contingencia con el nuevo umbral rojo para los avisos hidrológicos emitidos del 03 de marzo al 03 de mayo de 2023 .....	42
Figura 21: Áreas de inundación identificadas en la cuenca baja del río Tumbes, 26 de abril de 2023 .....	63
Figura 22: Áreas de inundación identificadas en la cuenca baja del río Tumbes, 21 de abril de 2023 .....	64
Figura 23: Áreas de inundación identificadas en la cuenca baja del río Tumbes, 16 de abril de 2023 .....	65

Figura 24: Áreas de inundación identificadas en la cuenca baja del río Tumbes, 14 de abril de 2023 .....	66
Figura 25: Áreas de inundación identificadas en la cuenca baja del río Tumbes, 4 de abril de 2023 .....	67

## ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO 1: AVISOS HIDROLÓGICOS EMITIDOS .....	50
ANEXO 2: REPORTES DE EVENTOS REGISTRADOS POR INSITUACIONES.....	55
ANEXO 3: REPORTES DE EVENTOS REGISTRADOS POR MEDIOS DE COMUNICACIÓN.....	59
ANEXO 4: IMÁGENES SATELITALES RECOPIADAS.....	63

## RESUMEN

En el contexto de la ocurrencia de fenómenos climáticos tales como el fenómeno El Niño – Oscilación del Sur (ENOS), el cual ha generado inundaciones en las cuencas de la costa norte del Perú, desencadenando destrucción de edificaciones, miles de damnificados y daños a la infraestructura, el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú – SENAMHI tiene como producto el “aviso hidrológico” el cual brinda información sobre la superación de 03 umbrales de nivel de peligro; amarillo, naranja y rojo ante posibles desbordes o erosión fluvial, siendo clave dentro del Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres (SINAGERD) para la toma de acciones ante el peligro de avenidas hidrológicas. Por este motivo, durante mi estancia en el Centro de Operaciones de Emergencia Nacional – COEN, se realizó la validación de este producto contrastando los períodos de emisión de estos avisos con eventos ocurridos en la cuenca del río Tumbes. Al respecto, se recopilaron los eventos hidrológicos extremos registrados por las instituciones oficiales tales como la Autoridad Nacional del Agua e INDECI, además de usar imágenes satelitales de libre acceso, Sentinel 2 y LandSat 7; y material fílmico de los diferentes medios de comunicación nacionales y locales. Con toda esta información recolectada se realizó la validación de los avisos hidrológicos emitidos desde el 07 de marzo hasta el 01 de mayo del 2023 en la cuenca Tumbes, obteniéndose que el umbral rojo de peligro no era el adecuado siendo replanteado de 1000 a 900 m<sup>3</sup>/s, obteniéndose una tasa satisfactoria de aciertos de 0.95 y una tasa de desaciertos de 0.07, teniendo como resultado final una mejora en la efectividad del aviso y las consiguientes recomendaciones en base a la experiencia obtenida en el COEN.

**Palabras clave:** aviso hidrológico, prevención de inundaciones, umbral de peligro hidrológico, El Niño Costero.

## ABSTRACT

In the context of climatic phenomena such as the El Niño-Southern Oscillation (ENSO), which has triggered floods in the basins of northern coastal Peru, resulting in building destruction, thousands of affected individuals, and infrastructure damage, the National Meteorology and Hydrology Service of Peru (SENAMHI) produces the "hydrological advisory." This product provides information on the exceeding of three danger level thresholds: yellow, orange, and red, in the face of potential river overflows or fluvial erosion. It plays a crucial role within the National System for Disaster Risk Management (SINAGERD) for decision-making in response to the danger of hydrological floods. During my tenure at the National Emergency Operations Center (COEN), the validation of this product was conducted by comparing the issuance periods of these advisories with events in the Tumbes River basin. Events of extreme hydrological nature recorded by official institutions such as the National Water Authority and INDECI were compiled. Additionally, freely accessible satellite images from Sentinel 2 and LandSat 7 and video material from various national and local media outlets were used. With all this collected information, the validation of hydrological advisories issued from March 7 to May 1, 2023, in the Tumbes basin was carried out. The results indicated that the red danger threshold was not appropriate, leading to its adjustment from 1000 to 900 m<sup>3</sup>/s. The validation showed a satisfactory hit rate of 0.95 and a miss rate of 0.07, resulting in an overall improvement in the effectiveness of the advisory and subsequent recommendations based on the experience gained at COEN.

**Keywords:** hydrological advisory, flood prevention, hydrological danger threshold, El Niño.

# I. INTRODUCCIÓN

## 1.1. Problemática

La variabilidad climática, en particular el fenómeno El Niño – Oscilación del Sur (ENOS), ha desempeñado un papel crucial en la dinámica climática de la región tropical del Océano Pacífico, según lo destacado por el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (en adelante SENAMHI). Este fenómeno natural implica una compleja interacción entre el océano y la atmósfera, manifestándose en una fase cálida conocida como El Niño, durante la cual la atmósfera tropical experimenta un calentamiento y aumento de la humedad. Este cambio provoca alteraciones en las zonas de tormentas, desplazando su actividad hacia el Pacífico oriental, incluyendo la vulnerable costa norte peruana (SENAMHI, 2014).

En el contexto actual, estudios recientes advierten sobre el aumento previsto en la frecuencia de grandes inundaciones en diversas partes del mundo. En Perú, los últimos cinco siglos han sido testigos de aproximadamente 120 episodios de El Niño (Quinn *et al.*, 1987). A medida que evolucionan el clima, el uso de la tierra, la infraestructura y la demografía, se anticipa la ocurrencia de eventos más intensos. En este panorama el SENAMHI realiza el monitoreo permanente y elabora las perspectivas en el corto y mediano plazo de las condiciones meteorológicas e hidrológicas para el territorio peruano. Como parte del monitoreo hidrológico nacional, se tiene el producto “aviso hidrológico, el cual brinda información sobre la superación de 03 umbrales de nivel de peligro; amarillo, naranja y rojo ante posibles desbordes o erosión fluvial. En este sentido, conforme a las competencias institucionales del SENAMHI en el marco del Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres (SINAGERD), este producto es clave para la toma de acciones ante el peligro de avenidas hidrológicas.

Como parte de mis labores dentro de la Subdirección de Predicción Hidrológica de esta institución, se me encomendó realizar el análisis y validación del producto mencionado durante el verano 2023, coincidiendo este con el Niño Costero 2023. Por tal motivo, se me

asignó en comisión de servicio de representación de mi institución al Centro de Operaciones de Emergencia Nacional en donde se realizó el inventario de eventos hidrológicos extremos ocurridos en el último verano.

Esta información recopilada, junto con el uso de imágenes satelitales de libre acceso sirvió para realizar la validación del producto “Aviso Hidrológico” para el río Tumbes para la retroalimentación correspondiente en base al desempeño de este producto.

## **1.2. Objetivos**

### **1.2.1. Objetivo general**

Evaluar y validar los umbrales de peligro del producto “aviso hidrológico” emitidos durante el Niño Costero 2023 en el río Tumbes.

### **1.2.2. Objetivos específicos**

- Inventariar los eventos hidrológicos extremos ocurridos durante el Niño Costero 2022-2023 en la cuenca del río Tumbes.
- Validar el producto de “Aviso Hidrológico” del SENAMHI con los datos de eventos recopilados en la cuenca del río Tumbes.
- Replantear de ser caso los nuevos umbrales de peligro de las estaciones hidrológicas analizadas.
- Elaborar recomendaciones para la mejora del desempeño del producto en base a la experiencia obtenida en el Centro de Operaciones de Emergencia Nacional.

## **II. REVISIÓN DE LITERATURA**

### **2.1. Conceptos generales**

#### **2.1.1. Cuenca hidrográfica**

En su acepción más simple, se conoce como cuenca hidrográfica al área drenada por un río. La cuenca es una unidad natural hidrológica y geofísica, con límites definidos que facilitan la planificación y el aprovechamiento de sus recursos. Los límites de la cuenca dependen de su topografía y están determinados por la línea divisoria de aguas (Arboleda *et al.*, 2005).

#### **2.1.2. Nivel de agua**

El nivel de agua es la altura del espejo de agua de una corriente, lago o fuente de agua; en relación a una referencia fija, relativa o absoluta. Las observaciones del nivel de agua se realizan en las estaciones hidrométricas de forma manual y automática. Las lecturas del nivel de agua deben estar referenciadas a una cota de referencia relativa o absoluta (Arboleda *et al.*, 2005).

#### **2.1.3. Caudal**

Es la descarga líquida en un río, representa el volumen de agua que pasa por una sección transversal o sección de control en un intervalo de tiempo. Generalmente sus unidades de medición se expresan en metros cúbicos por segundo (m<sup>3</sup>/s) o litros por segundo (l/s). Se debe mencionar que generalmente el caudal medido en una sección de control o estación hidrométrica está relacionado a un nivel relativo y/o absoluto (Arboleda *et al.*, 2005).

#### **2.1.4. Definiciones y siglas**

##### **Aviso Hidrológico**

Producto elaborado por la Dirección de Hidrología del SENAMHI, que de acuerdo a su Procedimiento de Elaboración de Aviso Hidrológico, provee información de emergencia sobre un fenómeno hidrológico previsto que se considera peligroso (SENAMHI, 2022).

### **Crecida o avenida**

Se refiere a la elevación del nivel del agua o caudal de los ríos que puede producir desbordes, así como erosión y transporte de sedimentos y otras manifestaciones físicas que puedan impactar las actividades, infraestructura o integridad física de las personas (SENAMHI, 2022).

### **El Niño Costero**

También conocido como El Fenómeno de El Niño Costero (FEN costero), es un evento climatológico que consiste en el calentamiento anómalo de la región Niño 1+2 del Océano Pacífico ecuatorial en las proximidades de la costa peruana. Es un fenómeno local que no afecta el clima a nivel mundial (SENAMHI, 2022).

### **Fenómeno Niño o El Niño**

El fenómeno El Niño está definido como la presencia de aguas anormalmente cálidas en el océano pacífico ecuatorial central y oriental por un periodo mayor a cuatro meses seguidos, lo que produce alteraciones oceanográficas, meteorológicas y biológicas (SENAMHI, 2022).

### **Inundaciones**

Las inundaciones se producen cuando las lluvias intensas o continuas sobrepasan la capacidad de campo del suelo, el volumen máximo de transporte del río es superado y el cauce principal se desborda e inunda los terrenos circundantes (SENAMHI, 2022).

### **PHISIS**

La Plataforma Hidrológica de Información Sistematizada e Integrada del SENAMHI, es la página web de la misma, que brinda información sobre las alertas hidrológicas, los niveles y caudales de los ríos, el pronóstico de las cuencas, el estado de los reservorios nacionales e información actualizada sobre las principales estaciones hidrológicas a nivel nacional en tiempo casi real.

### **Umbrales de peligro hidrológico**

Son valores numéricos que se obtienen en base a datos históricos y cálculos matemáticos con el fin de establecer rangos o niveles de peligro sobre una posible inundación (crecidas)

o vaciante (descensos) en determinado río.

## **2.2. Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (SENAMHI)**

El Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú – SENAMHI, es la institución encargada de realizar la vigilancia de las variables hidrometeorológicas a nivel nacional para lo cual dispone de una red de estaciones hidrológicas automáticas y convencionales distribuidas en los principales ríos del Perú. Es en estas estaciones, mediante la realización de aforos durante la temporada seca y de crecida, se establecen las curvas altura-gasto para el monitoreo de los caudales. Con base en esto se establecen los umbrales de peligro, los cuales son el sustento para la emisión de avisos hidrológicos que son entregados al Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres (SINAGERD), para la toma oportuna de decisiones.

### **2.2.1. Estación hidrométrica**

En el Perú, el SENAMHI tiene a cargo la administración de la Red Nacional de Estaciones hidrológicas, estas consisten en una infraestructura orientada a obtener el nivel de espejo de agua del río y la realización periódica de aforos por diferentes métodos (vadeo, suspensión, ADCP, etc.) de acuerdo a las condiciones del terreno y caudales del río.



**Figura 1: Estación hidrológica San Pedro en el río Charanal, Piura**

FUENTE: SENAMHI (2018)

## 2.2.2. Plataforma Hidrológica de Información Sistemática e Integrada del SENAMHI – PHISIS

La Plataforma Hidrológica de Información Sistemática e Integrada del SENAMHI - PHISIS corresponde a una página web de acceso público en donde se integran los servicios de monitoreo hidrológico, avisos hidrológicos y pronóstico hidrológico en tiempo casi real de los principales ríos a nivel nacional de la red de estaciones hidrológicas del SENAMHI.

## 2.2.3. Umbral hidrológico

Es el indicador que determina el nivel o caudal límite que al ser superado podría ocasionar determinados impactos. Actualmente se encuentran establecidos 3 niveles de peligro para la mayoría de estaciones hidrológicas a nivel nacional mostradas al público en la plataforma PHISIS.



**Figura 2: Hidrograma de caudales medios diarios con sus umbrales de peligro**

FUENTE: SENAMHI (2023)

**Tabla 1: Descripción de umbrales hidrológicos**

UMBRAL	DESCRIPCIÓN
ROJO	Se espera desborde del río. Probable inundación en zonas pobladas y agrícolas más bajas, erosión de márgenes y afectación en infraestructura dentro del ámbito directo o cercano al río.
NARANJA	Se esperan condiciones de riesgo para actividades en el río y zonas aledañas, con probable erosión de márgenes y afectación en infraestructura dentro del ámbito directo o cercano al río.
AMARILLO	Se esperan condiciones que podrían afectar las actividades en el río y zonas aledañas.

FUENTE: SENAMHI (2022)

#### 2.2.4. Aviso Hidrológico

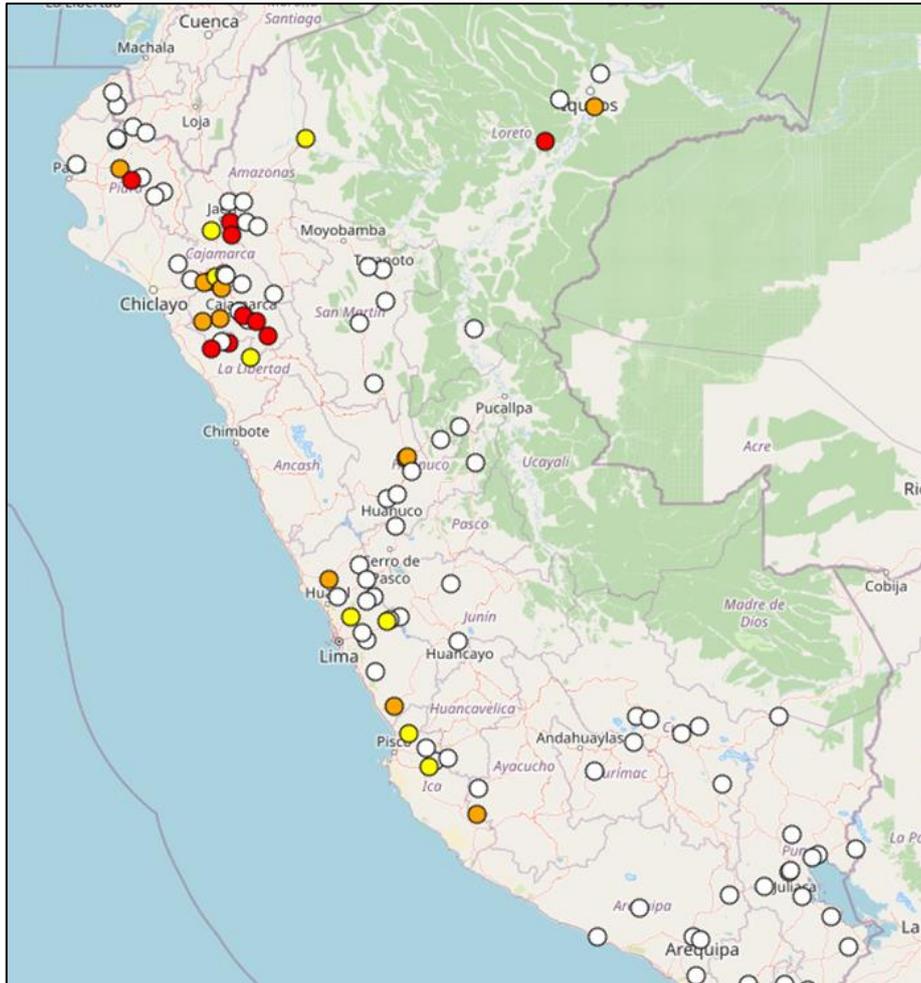
Es el producto emitido por SENAMHI como insumo para el Sistema Nacional de Gestión de Riesgos y Desastres, clave para las acciones de prevención y toma de decisiones durante la ocurrencia de eventos hidrológicos extremos. Cabe resaltar que este producto solo se emite para un determinado número de estaciones hidrológicas a nivel nacional.

**Tabla 2: Número de estaciones hidrológicas que cuentan con umbrales hidrológicos**

Dirección Zonal	N° de estaciones que emiten avisos	N° de estaciones en el PHISIS	Cuencas con umbrales hidrológicos
DZ 01	06	13	Tumbes, Chira y Piura
DZ 02	13	15	Chancay-Lambayeque, Chinchipe, Chamaya, Alto Marañón I y V, Intercuenca Alto Marañón III y Utcubamba
DZ 03	11	11	Jequetepeque, Chicama, Crisnejas y Alto Marañón V
DZ 04	16	16	Huaura, Chancay-Huaral, Chillón, Rímac, Lurín, Mala y Cañete
DZ 05	07	07	San Juan, Pisco, Ica y Grande
DZ 06	06	06	Ocoña, Camaná, Quilca-Vitor-Chili y Tambo
DZ 07	11	12	Ilo-Moquegua, Locumba, Sama, Caplina, Uchusuma y Mauri
DZ 08	07	07	Intercuenca 49877, Napo, Nanay, Río Amazonas, Ucayali y Marañón
DZ 09	04	04	Mayo, Huayabamba y Intercuenca Alto Huallaga
DZ 10	10	10	Intercuenca Alto Huallaga, Aguaytía y Pachitea
DZ 11	2	2	Perené y Mantaro
DZ 12	7	7	Intercuenca Alto Apurímac, Urubamba e Inambari
DZ 13	14	15	Inambari, Azángaro, Huancané, Pucará, Coata e Ilave

FUENTE: Elaboración propia.

Actualmente, se tienen 125 estaciones hidrométricas mostradas en el PHISIS, de las cuales 114 cuentan con umbrales de peligro, por ende, también con avisos hidrológicos activados en caso de avenidas.



**Figura 3: Estaciones hidrológicas con umbrales de peligro superados el 14 marzo de 2023 (10:00am) en el contexto del cicló Yaku**

FUENTE: SENAMHI (2023)

Un aviso hidrológico dispone de su documento técnico de procedimiento para su emisión y no es un pronóstico, este se emite en el inmediato luego de la superación del umbral de peligro, revisión y validación por el personal de la Subdirección de Predicción Hidrológica del SENAMHI. Este aviso es de vital importancia para que INDECI, a través del COEN difundan esta información a sus COER respetivos y tomar las medidas de prevención correspondientes.

Fecha de emisión: Viernes, 28 de Abril de 2023 - 00:46 hrs

## SITUACIÓN ACTUAL DEL CAUDAL DEL RIO TUMBES - ESTACIÓN EL TIGRE

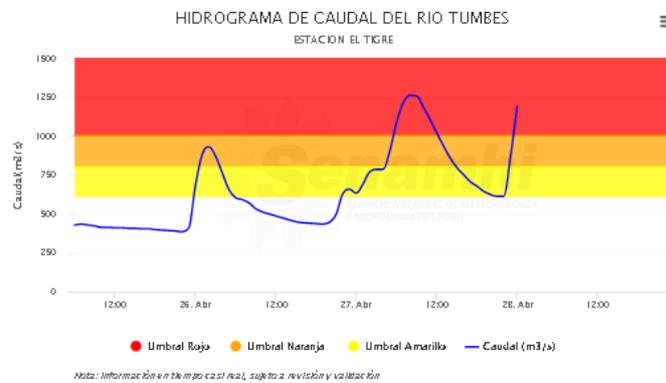
**Fecha de inicio:** Viernes, 28 de Abril de 2023 - 00:00 hrs

**Fecha de final:** Viernes, 28 de Abril de 2023 - 06:00 hrs

**Plazo:** Muy corto plazo

El SENAMHI, organismo adscrito al Ministerio del Ambiente, informa sobre el comportamiento hidrológico del RIO TUMBES, en el departamento TUMBES. Hoy Viernes, 28 de Abril de 2023 a las 00:00 hrs, la estación hidrológica EL TIGRE, registró un CAUDAL de 1189.32 m<sup>3</sup>/s, ubicándose en el umbral ROJO. Las potenciales áreas de afectación serían los centros poblados de EL PRADO BAJO, CARRETAS, EL PRADO, PRADO ALTO, LIMON, OIDOR, PAMPAS DE HOSPITAL, TUMBES, TACURAL, CERRO BLANCO, CRUZ BLANCA, SANTA MARIA, CASA BLANQUEADA, FRANCOS y GARBANZAL. Se recomienda a la población tomar las precauciones correspondientes y evitar realizar cualquier actividad cercana al río.

El SENAMHI continuará vigilante al comportamiento del río y sugiere a la ciudadanía mantenerse informada a través de la web institucional y redes sociales.



Nota: Información en tiempo real, sujeto a revisión y validación

Cuerpo de Agua	Estación	Distrito	Caudal a las 00:00 horas (m <sup>3</sup> /s)	Umbral Rojo (m <sup>3</sup> /s)
RIO TUMBES	EL TIGRE	SAN JACINTO	1189.32	1000

<b>ROJO</b>	Se espera desborde del río. Probable inundación en zonas pobladas y agrícolas más bajas, erosión de márgenes y afectación en infraestructura dentro del ámbito directo o cercano al río.
<b>NARANJA</b>	Se esperan condiciones de riesgo para actividades en el río y zonas aledañas, con probable erosión de márgenes y afectación en infraestructura dentro del ámbito directo o cercano al río.
<b>AMARILLO</b>	Se esperan condiciones que podrían afectar las actividades en el río y zonas aledañas.

**Figura 4: Aviso Hidrológico de nivel rojo del río Tumbes – Estación El Tigre, 28 de abril de 2023**

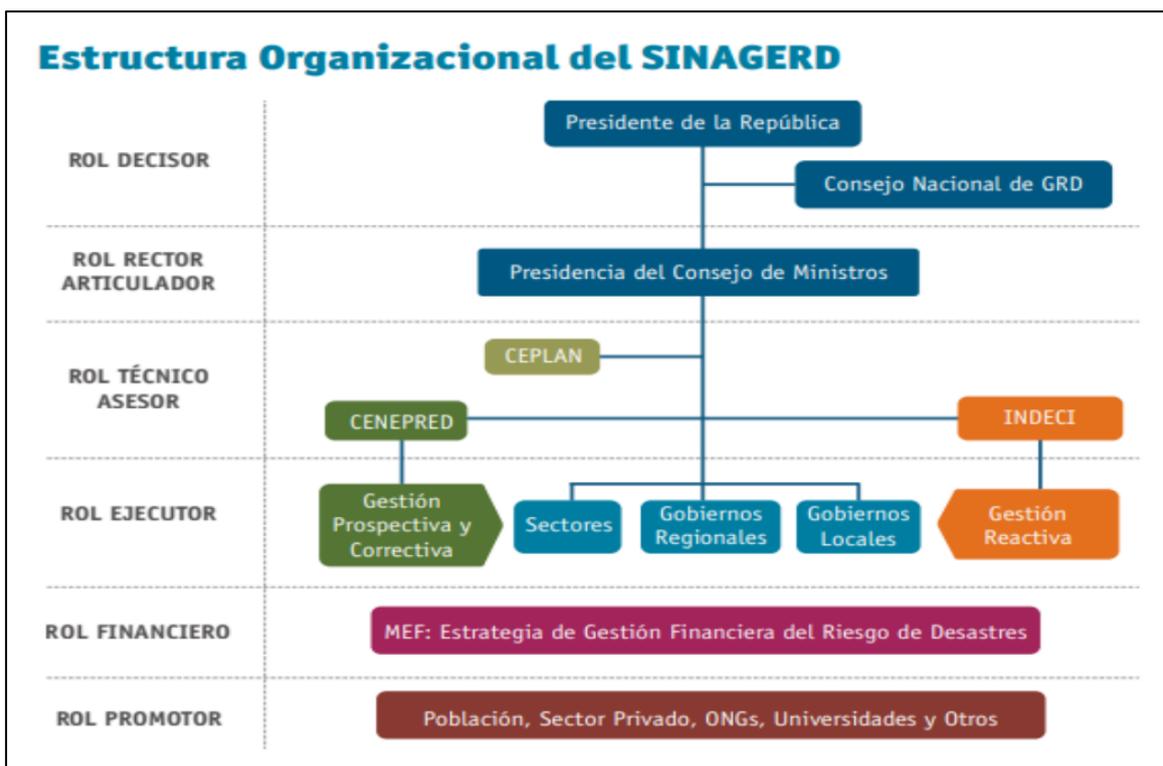
FUENTE: SENAMHI (2023)

### 2.3. Sistema Nacional de Gestión de Riesgos y Desastres - SINAGERD

De acuerdo a la ley 29664, el SINAGERD es un sistema interinstitucional, sinérgico, descentralizado, transversal y participativo, que establece principios, lineamientos de política, componentes, procesos e instrumentos de gestión del riesgo de desastres. Su finalidad es la prevención, reducción y control permanente de los factores de riesgo en la sociedad, así como la adecuada preparación y respuesta ante situaciones de desastre.

### 2.3.1. Organización del SINAGERD para emergencias ante eventos hidrológicos extremos

Ante el inicio de la temporada de lluvias intensas y con ello la ocurrencia de crecidas repentinas, las entidades integrantes del SINAGERD deben prepararse para responder de manera adecuada, articulada, eficaz y oportuna ante el peligro inminente, para ello cuentan con la siguiente estructura organizacional.



**Figura 5: Estructura organizacional del SINAGERD**

FUENTE: INDECI (2018)

### Consejo Nacional de Gestión de Riesgo de Desastres (CONAGERD)

El CONAGERD en una situación de desastres de gran magnitud establece una plataforma de coordinación y decisión política, en coordinación con el Centro de Operaciones de Emergencia Nacional-COEN.



**Figura 6: Reunión del CONAGERD con motivo de las lluvias intensas para Lima Metropolitana, 12 de marzo de 2023, en el contexto del ciclón Yaku**

FUENTE: Elaboración propia.

### **Instituto Nacional de Defensa Civil (INDECI)**

El INDECI ante un escenario de lluvias intensas, nivel de emergencia 4, efectúa la coordinación técnica entre las entidades públicas de los tres niveles de gobierno, así como el seguimiento de las acciones a ser desarrolladas en el marco de la Declaratoria de Estado de Emergencia y brinda la asistencia técnica correspondiente.

### **Instituciones Técnico – Científicas y CENEPRED**

Las entidades técnico-científicas de acuerdo a sus competencias proporcionarán información sobre el monitoreo y seguimiento de los peligros asociados a lluvias intensas durante toda la duración de los eventos extremos. Las entidades técnico-científicas involucradas en el escenario de lluvias intensas son:

- Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú – SENAMHI
- Autoridad Nacional del Agua – ANA
- Instituto Geofísico del Perú - IGP
- Comisión Nacional de Investigación y Desarrollo Aeroespacial – CONIDA
- Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico – INGEMMET

- Comisión Multisectorial encargada del Estudio Nacional del Fenómeno El Niño – ENFEN
- Otras entidades públicas y privadas que contribuyan con el monitoreo y alerta dependiendo de la emergencia y convocados por la autoridad competente.

### **Entidades de Primera Respuesta**

Las entidades de primera respuesta desarrollan acciones inmediatas necesarias en las zonas afectadas por una emergencia o desastre, en coordinación con la autoridad competente en los tres niveles de gobierno. Son entidades especializadas para intervenir priorizando la vida y salud de las personas en el marco de la normatividad vigente, estas son:

- Fuerzas Armadas
- Policía Nacional del Perú
- Cuerpo General de Bomberos del Perú
- Sector Salud
- Ministerio de la Mujer y Poblaciones Vulnerables
- Cruz Roja Peruana
- Otras entidades público y privadas que actúen de oficio en la respuesta

### **Entidades Públicas**

Las entidades públicas a nivel nacional con sus respectivos Grupos de Trabajo de la Gestión de Riesgo de Desastres (GT GRD), actúan en el marco de sus competencias.

### **Entidades Privadas**

La intervención de las entidades privadas se realiza en base a convenios, planes y protocolos establecidos a nivel regional. Actúan con sus recursos disponibles para la atención de la emergencia.

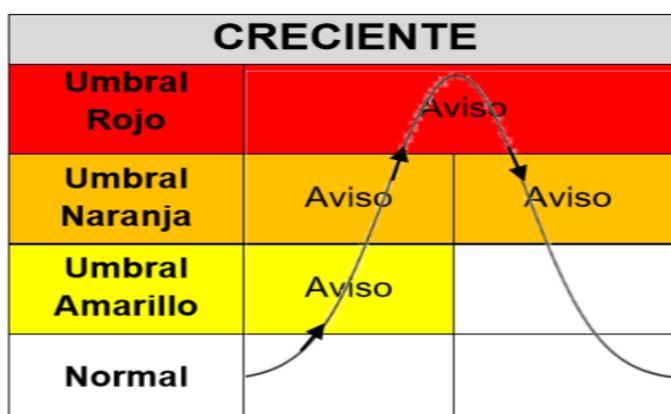
### **Red Humanitaria Nacional**

La Red Humanitaria Nacional (RHN) constituye un mecanismo de coordinación entre el Estado Peruano, la Cooperación Internacional y Organismos No Gubernamentales que contribuyen en la respuesta en desastres.

## 2.3.2. Procedimientos específicos

### 2.3.2.1. Procedimientos de emisión de aviso hidrológico

De acuerdo al documento PR-DHI-001 “Elaboración de aviso hidrológico del SENAMHI” (SENAMHI, 2022), un aviso se emite de manera inmediata ante la superación de un umbral de peligro, por lo que en general, se emitirá un aviso nivel amarillo y naranja previo a emitir uno de nivel rojo.



**Figura 7: Condiciones hidrológicas para la generación de avisos hidrológicos**

FUENTE: SENAMHI (2022)

De acuerdo al procedimiento: “*Ante fluctuaciones continuas del nivel o caudal del río entre los umbrales predefinidos en el aviso y al culminar el periodo de vigencia, se debe considerar la extensión del mismo mas no un nuevo aviso*”, esto significa que un aviso puede ser modificado su período de vigencia en caso el tiempo previsto sea superado y se continúe en el mismo umbral de peligro.

### 2.3.2.2. Procedimientos de emisión de alertas y alarmas del SINAGERD

Sobre la base de la información emitida, el aviso hidrológico, el COEN emite la alerta o alarma, según corresponda, ante la posibilidad o confirmación de ocurrencia de un evento extremo en un determinado ámbito geográfico, desarrollando las siguientes acciones en tres fases:

**Tabla 3: Protocolo para la emisión de alerta y alarmas del SINAGERD**

<b>FASE</b>	<b>ENTIDAD RESPONSABLE</b>	<b>INSUMO</b>	<b>ACCIONES</b>	<b>PRODUCTO</b>
01 Monitoreo	SENAMHI	Red de Estaciones meteorológicas e hidrológicas	-Seguimiento y monitoreo para la emisión de avisos.	Aviso hidrológico
02 Análisis de la información y toma de decisiones	COEN y Alta Dirección de INDECI	Avisos hidrológicos	-Análisis y procesamiento de la información proporcionada por SENAMHI para la emisión de boletines informativos. -Proporcionar a la Alta Dirección del INDECI el boletín de alerta para la toma de decisiones. -Toma de decisiones: alerta o alarma -Informar a la PCM	Boletín informativo de Alerta o Alarma
03 Emisión de alerta o alarma	COEN	Boletín de Alerta o Alarma	-Difundir la alerta o alarma hacia los COER, COES, COEL.	Alerta o alarma difundida a los COER, COES, COEL.
	COER, COEL	Alerta recibida del COEN	-Alertar a la población a través de medios de comunicación disponibles.	Población alertada

FUENTE: INDECI (2018)

**2.3.2.3. Procedimiento de Coordinación**

La Plataforma de Coordinación para la Decisión Política-Estratégica: Estará conformado por integrantes de la plataforma de coordinación y decisión política del CONAGERD, el INDECI como Secretaria Técnica y PCM en su calidad de ente rector del SINAGERD, quienes tendrán la responsabilidad de la toma de decisiones de las acciones ante un peligro inminente, contando con la información proporcionada por el COEN y las instituciones técnico-científicas (INDECI (2018)).

**Tabla 4: Acciones de la Plataforma de Coordinación para la Decisión Político Estratégica – Nivel 05**

<b>FASE</b>	<b>ENTIDAD RESPONSABLE</b>	<b>INSUMO</b>	<b>ACCIONES</b>	<b>PRODUCTO</b>
Alerta	INDECI-PCM	DEEN	La PCM presenta de oficio al Consejo de Ministros la DEEN, previa comunicación de la situación y propuesta de medidas y/o acciones inmediatas, efectuadas por el INDECI.	Declaratoria de Estado de Emergencia Nacional (DEEN)
Movilización	INDECI	DEEN	De acuerdo a lo establecido en la DEEN	Determinación de recursos por desplegar
	INDECI-PCM-MREE	DEEN	Toma de decisiones para el pedido de ayuda internacional.	Solicitud de asistencia humanitaria internacional
Respuesta	INDECI - SECTORES	DEEN	Toma de decisiones para las acciones operativas.	Normativas

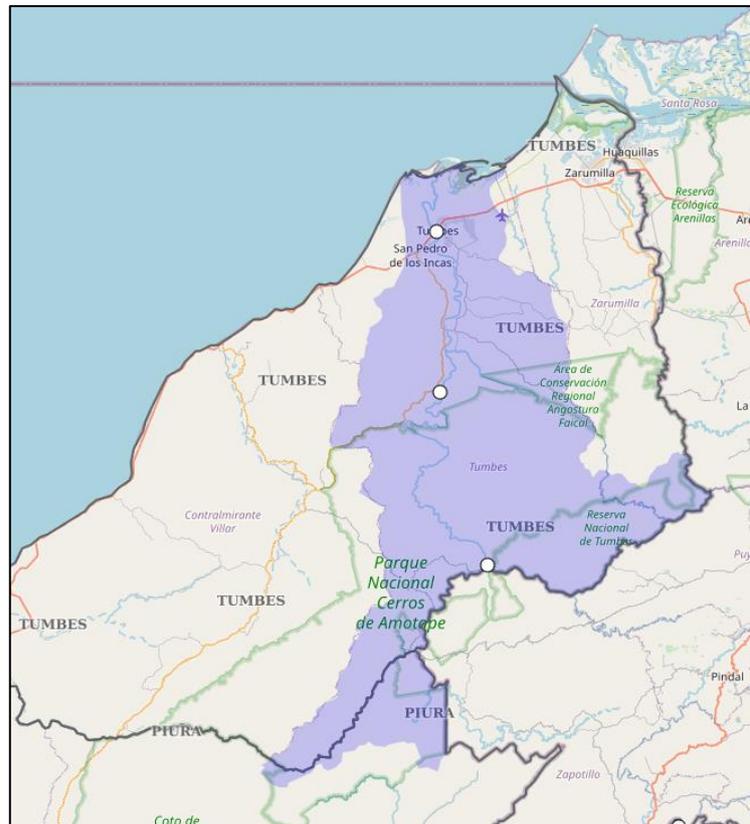
FUENTE: INDECI (2018)

### III. DESARROLLO DEL TRABAJO

#### 3.1. Área de estudio

El área de estudio comprende a la red de estaciones hidrológicas del SENAMHI para la cuenca del río Tumbes con las siguientes características:

- Estaciones integradas en la plataforma PHISIS del SENAMHI.
- Estaciones con umbrales de peligro vigentes durante el Niño costero del presente año (Ene-Jun del 2023).
- 01 estación, Cabo Inga, ubicada en la cuenca alta del río Tumbes y la segunda, El Tigre, ubicada en la cuenca baja, la cual fue la zona de mayor afectación durante el Niño Costero 2023.



**Figura 8: Mapa de estaciones hidrológicas integradas en la Plataforma pública PHISIS**

FUENTE: SENAMHI (2023)

## **3.2. Materiales**

### **3.2.1. Información de eventos hidrológicos extremos**

Durante el desempeño del servicio como representante de la Dirección de Hidrología del SENAMHI en el Centro de Operaciones de Emergencia Nacional – COEN, se identificaron distintas plataformas de monitoreo de emergencias sectoriales, siendo la información disponible (emergencias causadas por eventos hidrológicos extremos) la siguiente:

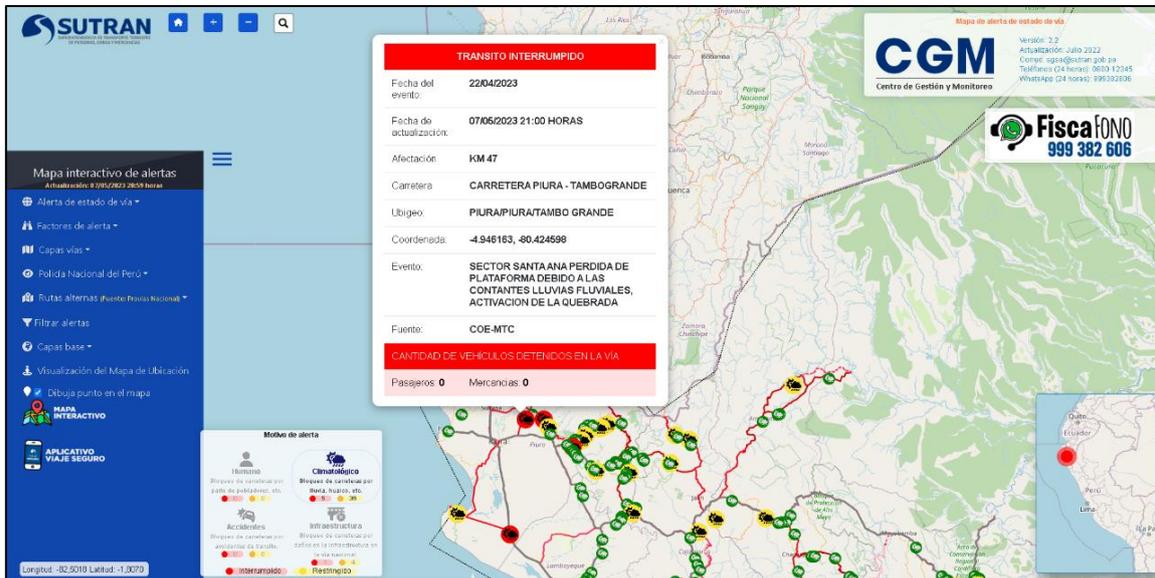
- **Reporte de Eventos relacionados a los Recursos Hídricos**, elaborado por la Autoridad Nacional del Agua en donde se registran todo evento hidrometeorológico extremo ocurrido a nivel nacional.

**Tabla 5: Formato de generación de reporte de eventos relacionados a los recursos hídricos**

<b>Fecha del Evento</b>	<b>Evento</b>	<b>Descripción</b>	<b>Estado</b>	<b>Fuente natural de Agua</b>	<b>Ubicación Política</b>
08/03/2023 06:00	Lluvias Intensas	Activacion de Quebrada Higueron Perjudica Canal CD Higueron	Emergencia	Lluvia	Dpto: Tumbes, Prov: Tumbes, Dist: San Jacinto /
08/03/2023 06:00	Lluvias Intensas	Activación de quebradas Luey y Pedregal	Emergencia	Lluvia	Dpto: Tumbes, Prov: Tumbes, Dist: Tumbes /
08/03/2023 06:00	Lluvias Intensas	Activacion de varias quebradas en el Distrito de Matapalo	Emergencia	Lluvia	Dpto: Tumbes, Prov: Zarumilla, Dist: Matapalo /
07/03/2023 14:00	Lluvias Intensas	Activación de quebrada Carretas por lluvias intensas	Emergencia	Lluvia	Dpto: Tumbes, Prov: Tumbes, Dist: Pampas De Hospital /
07/03/2023 14:00	Lluvias Intensas	Activacion de quebrada Wualaca	Emergencia	Lluvia	Dpto: Tumbes, Prov: Tumbes, Dist: San Jacinto /
07/03/2023 12:00	Lluvias Intensas	Desborde del rio Tumbes en el sector denominado Malval	Emergencia	No Especifica	Dpto: Tumbes, Prov: Tumbes, Dist: Corrales /
06/03/2023 17:00	Lluvias Intensas	A consecuencia de las lluvias intensas, causaron daños a viviendas ubicadas en el caserío de Pechichal, distrito de San Jacinto, provincia de Tumbes.	Emergencia	Lluvia	Dpto: Tumbes, Prov: Tumbes, Dist: San Jacinto /
06/03/2023 16:00	Lluvias Intensas	Lluvias intensas en el distrito de Casitas, origino varios Centros Poblados Aislados.	Emergencia	Lluvia casitas	Dpto: Tumbes, Prov: Contralmirante Villar, Dist: Casitas /

FUENTE: ANA (2023)

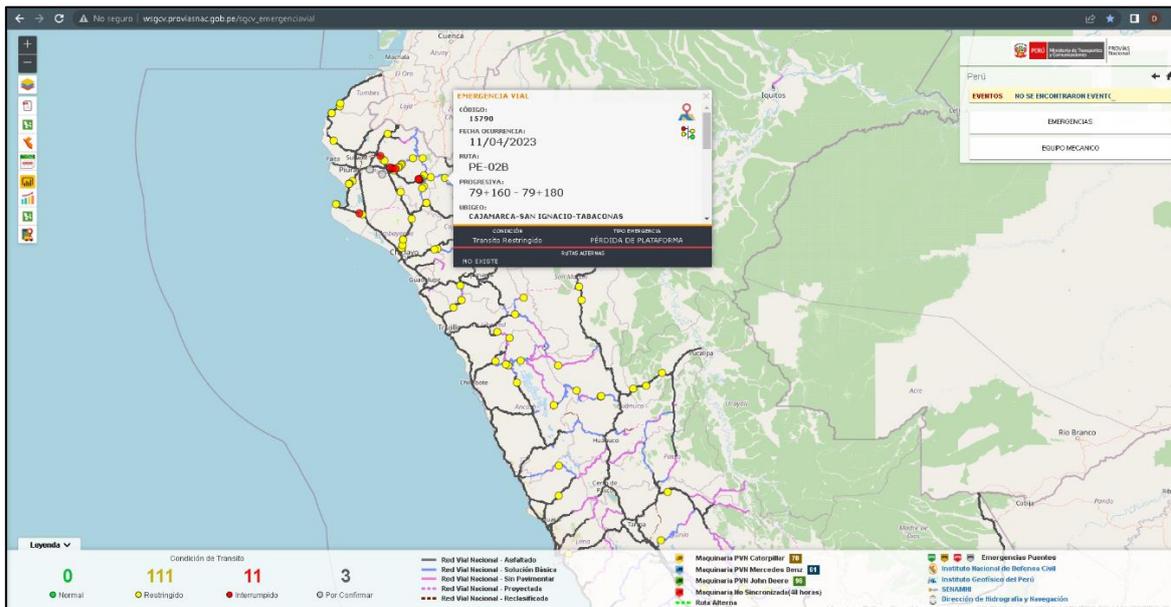
- **Mapa de Estado de Alerta de Vías**, elaborado por la SUTRAN en donde se registran todo evento hidrometeorológico extremo que afecte una vía a nivel nacional. Se filtrará solo los eventos ocurridos por el factor “climatológico”.



**Figura 9: Mapa de estado de alerta de vías**

FUENTE: SUTRAN (2023)

- **Visor de Emergencias de la Red Vial Nacional**, elaborado por Provias Nacional en donde se registran todo evento que afecte la transitabilidad de las vías (solo nacionales) en todo el país. Se filtrará solo los eventos ocurridos por eventos hidrometeorológicos extremos.



**Figura 10: Visor de emergencias viales**

FUENTE: Provias Nacional (2023)

- **Reportes Preliminares, Complementarios e Informes de Emergencias**, elaborado por el Centro de Operaciones de Emergencia Nacional en donde se registran todo evento (natural o andrógeno) que ocasione daños a la vida y salud de las personas. Se recopila toda la información correspondiente a la cronología del evento, acciones y reportes de daños. Cada informe de emergencia tiene su respectivo código SINPAD, estos reportes son insumos clave previo a la Declaratoria de Estado de Emergencia.



**INFORME DE EMERGENCIA N° 1458 - 1/5/2023 / COEN - INDECI / 18:40 HORAS**  
(Informe N° 123)

## LLUVIAS INTENSAS EN EL DEPARTAMENTO DE PIURA (DEE)

**I. HECHOS:**

Desde el 1 de enero del 2023 hasta la fecha, se viene registrando lluvias intensas que desencadenan diversos eventos (emergencias) causando daños a la vida y salud de las personas, viviendas, medios de vida (agricultura, ganadería), infraestructura de transporte, infraestructura de salud, infraestructura educativa y locales públicos en diversos distritos del departamento de Piura.

El 16 y 17 de abril de 2023, se registraron lluvias intensas que descargó por el aliviadero de la represa de Poechos un volumen de agua de 2945 m<sup>3</sup>/s, generando el aumento del caudal y posterior desborde del Río Chira afectando viviendas y cultivos en los distritos de Miguel Checa, Querecotillo, Lancones, Salitral y Marcavelica de la provincia de Sullana y los distritos de La Huaca, Amotape, El Arenal, Tamarindo y Vichayal, en la provincia de Paita.

El 2 de abril de 2023, a las 16:30 horas, y el 3 de abril de 2023, en horas de la madrugada, se registraron lluvias intensas que causaron daños a las viviendas, vías y medios de vida en varios distritos de las provincias de Piura, Sullana, Paita, Morropón y Ayabaca.

**Provincia de Ayabaca**

El 26 de abril de 2023, a las 06:00 horas aproximadamente, a consecuencia de lluvias intensas se produjo deslizamiento de lodo en caseríos de Hualambi, Seguiche, Bellavista Alta, Bellavista Baja, Arada Alta y La Melchorita, distritos de Jilili, provincias de Ayabaca.

**Provincia de Paita**

El 29 de abril de 2023, a las 20:44 horas, se produjo el desborde del Río Chira ocasionando una ruptura del dique contingencia 1020, causando una posible inundación en el distrito de Colan, provincia de Paita.

**Provincia de Morropón**

El 27 de abril de 2023, a las 10:00 horas aproximadamente, a consecuencias de lluvias intensas se produjo la inundación en la Institución Educativa Agropecuario N° 33 en el distrito de Chulucanas, provincia de Morropón.

El 19 de abril de 2023, a las 19:30 horas, a consecuencias de lluvias intensas se produjo la activación de la quebrada Sol Sol, causando daños a la vida de una persona en el distrito de Chulucanas, provincia de Morropón.

El 16 de abril de 2023, a las 17:00 horas aproximadamente, a consecuencia de las lluvias intensas se incrementó el caudal del río Serran, ocasionando la erosión de la plataforma vial

---

Distribución: A los tres niveles de Gobierno (Nacional, Regional y Local)   
**CENTRO DE OPERACIONES DE EMERGENCIA NACIONAL**  
 Av. El Sol, Cdra. 4 - Chornillos, Lima - Perú.  
 Tel. +511 224-1685 • www.indeci.gob.pe  
 Facebook: <https://www.facebook.com/COENPeru> • Twitter: <https://twitter.com/COENPeru>

Página 1 | 211

**Figura 11: Informe de Emergencia elaborado por INDECI**

FUENTE: COEN (2023)

### 3.2.2. Avisos hidrológicos emitidos

Durante el desarrollo del Niño costero en el verano del 2023 el SENAMHI emitió un total 671 de avisos hidrológicos de nivel naranja y rojo en su plataforma web, siendo este producto indispensable para el SINAGERD para la toma de decisiones de las autoridades correspondientes a las zonas afectadas. Se recopilaron los avisos hidrológicos emitidos durante el presente año, desde enero a julio, desde la plataforma PHISIS, la cual almacena esta información.

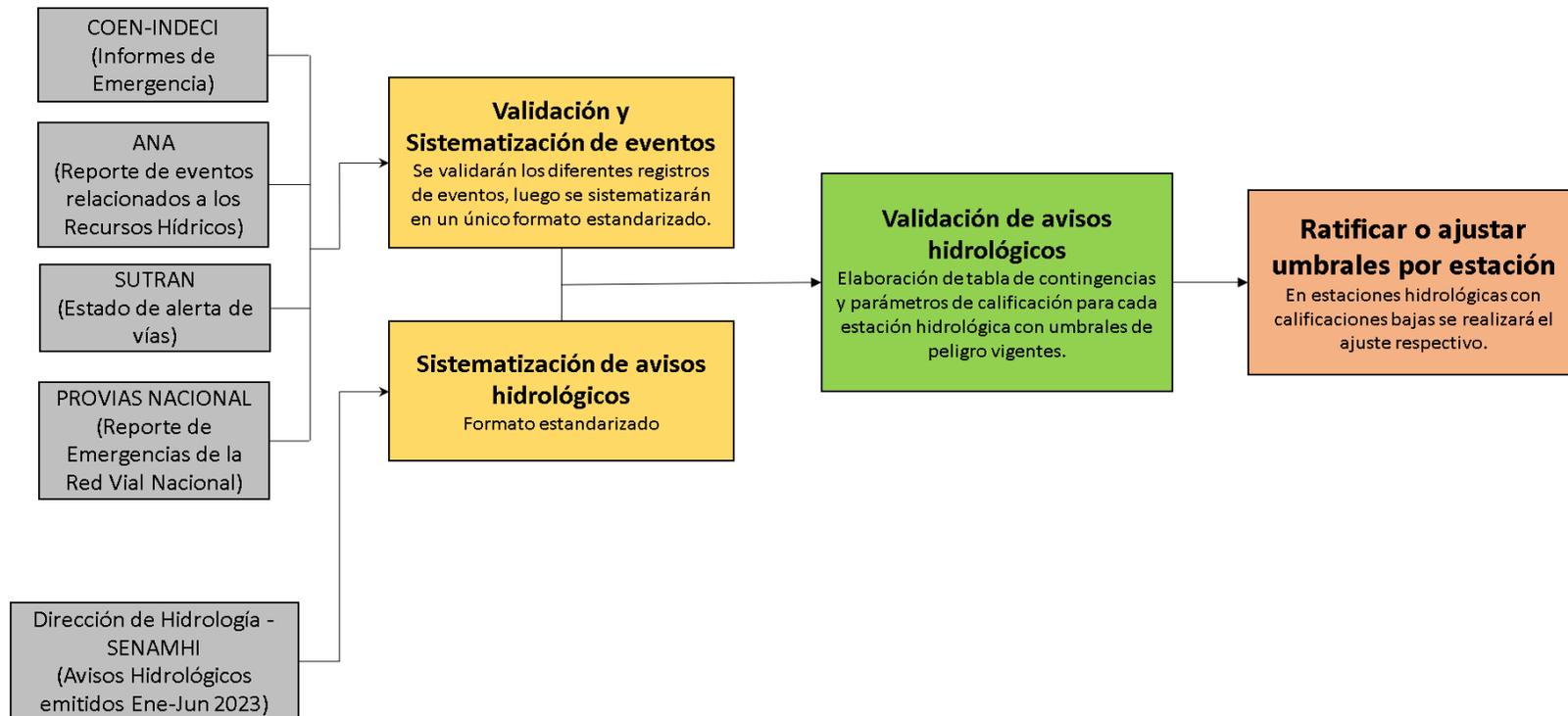
**Tabla 6: Avisos hidrológicos emitidos de nivel naranja y rojo, enero a junio 2023 (la totalidad de la data se detalla en el Anexo 1)**

Dirección Zonal	Estación	Aviso	Nro.	Fecha Inicio	Hora Inicio	Fecha Final	Hora Final	Duración	Nivel
Dirección Zonal 1	El tigre	Incremento del caudal del río tumbes - estación el tigre	1674	23/05/2023	05:00	23/05/2023	11:00	6 horas	Amarillo
Dirección Zonal 1	Cabo inga	Incremento del caudal del río tumbes - estación cabo inga	1673	23/05/2023	00:00	23/05/2023	08:00	8 horas	Amarillo
Dirección Zonal 1	Pte. Simón Rodríguez	Situación actual del caudal del río chira - estación Pte. Simón Rodríguez	-999	3/05/2023	18:00	4/05/2023	18:00	24 horas	-

FUENTE: SENAMHI (2023)

### 3.3. Metodología

A continuación, se describe el esquema metodológico desarrollado:



**Figura 12: Esquema metodológico desarrollado**

FUENTE: Elaboración propia.

### 3.3.1. Recopilación de información

En esta primera etapa, se recopilaron los datos de eventos hidrológicos extremos de las siguientes plataformas:

- **Centro de Operaciones de Emergencia Nacional – COEN, INDECI**

Reportes Preliminares, Complementarios e Informes de Emergencias.

**Tabla 7: Conjunto de Reportes Preliminares, Reportes Complementarios e Informes de Emergencia emitidos por el COEN, enero a julio 2023 (la totalidad de la data se detalla en Anexo 4)**

Código SINPAD	Documento	Fecha reporte	Hora	Emergencia	Región	Provincia	Distrito	Quebrada/Rio	Centro Poblado/ Vía/Infra Afectado	Afectacion
165384	Reporte Complementario 2364	2/03/2023	18:00	Lluvias intensas	Tumbes	Tumbes	La Cruz		calle 3 de octubre N° 232 Cercado La Cruz, Mz C Lt.15 A.H Ciudad Satélite y Jr. Miramar N°098 Sector III	05 viviendas afectadas (11 personas)
164835	Reporte Complementario 2349	2/03/2023	18:00	Lluvias intensas	Tumbes	Tumbes	La Cruz		calle 3 de octubre N° 232 Cercado La Cruz, Mz C Lt.15 A.H Ciudad Satélite y Jr. Miramar N°098 Sector III	03 viviendas afectadas (05 personas)
163609 164799					Tumbes	Zarumilla	Zarumilla			37 viviendas afectadas (88 personas)
164362	Reporte Complementario 2274	15/02/2023 24/02/2023		Lluvias intensas	Tumbes	Zarumilla	Aguas Verdes			48 viviendas afectadas (97 personas), 03 viviendas destruidas (05 damnificados)
164429					Tumbes	Zarumilla	Papayal			34 viviendas afectadas (81 personas)
163422	Reporte Complementario 2207	12/02/2023	21:50	Lluvias intensas	Tumbes	Tumbes	Tumbes		barrio Las Mercedes	03 viviendas afectadas (22 personas)

FUENTE: Provias Nacional (2023)

- **Autoridad Nacional del Agua – ANA**

Reporte de Eventos relacionados a los Recursos Hídricos

**Tabla 8: Conjunto de datos de eventos hidrológicos extremos registrados por el ANA, enero a julio 2023 (la totalidad de la data se detalla en Anexo 4)**

Fecha del Evento	Evento	Descripción	Estado	Fuente Natural de Agua	Ubicación Política	Ubicación Administrativa
30/03/2023 07:00	Lluvias Intensas	SE ESTA LAMINANDO POR EL SECTOR MARAY - CHIPILLICO, RESERVORIO SAN LORENZO	Emergencia	Quebrada SAN FRANCISCO	Dpto: Piura, Prov: Piura, Dist: Las Lomas /	AAA: Jequetepeque Zarumilla ALA: San Lorenzo U.H.:
29/03/2023 16:45	Lluvias Intensas	Se activo la Quebrada Vichayal	Alerta	Quebrada Vichayal	Dpto: Lambayeque, Prov: Ferreñafe, Dist: Manuel Antonio Mesones Muro /	AAA: Jequetepeque Zarumilla ALA: Chancay Lambayeque U.H.:
29/03/2023 15:30	Lluvias Intensas	El día de hoy 29/03/2023, a las 15:30 horas, debido a las intensas precipitaciones se incrementó el caudal de la quebrada Río Seco, ubicado políticamente en el distrito de Buenos Aires - Morropón.	Alerta	Lluvia Quebrada Río Seco	Dpto: Piura, Prov: Morropón, Dist: Buenos Aires /	AAA: Jequetepeque Zarumilla ALA: Alto Piura U.H.:
29/03/2023 15:00	Lluvias Intensas	El día de hoy 29/03/2023, a las 15:00 horas, debido a las intensas precipitaciones se incrementó el caudal de la quebrada Nico Rivas, ubicado políticamente en el distrito de San Juan de Bigote.	Alerta	Lluvia Quebrada Nico Rivas	Dpto: Piura, Prov: Morropón, Dist: San Juan De Bigote /	AAA: Jequetepeque Zarumilla ALA: Alto Piura U.H.:
29/03/2023 07:00	Lluvias Intensas	El día de hoy 29/03/2023, a las 07:00 horas, debido a las intensas precipitaciones se incrementó el caudal del río Yapatera, ubicado políticamente en el distrito de Chulucanas - Morropón - Piura.	Alerta	Lluvia Río Yapatera	Dpto: Piura, Prov: Morropón, Dist: Chulucanas /	AAA: Jequetepeque Zarumilla ALA: Alto Piura U.H.:
28/03/2023 22:10	Lluvias Intensas	ACTIVACIONES DE QUEDADAS CARCABAS A LA ALTURA DEL PTE LAZARO DEL CANAL SUR	Emergencia	Quebrada carcabas	Dpto: Piura, Prov: Paita, Dist: La Huaca /	AAA: Jequetepeque Zarumilla ALA: Chira U.H.:
25/03/2023 04:00	Lluvias Intensas	Incremento de Caudal rio Tumbes 879.00 m3/seg.	Emergencia	Río Tumbes	Dpto: Tumbes, Prov: Tumbes, Dist: San Jacinto /	AAA: Jequetepeque Zarumilla ALA: Tumbes U.H.:

FUENTE: ANA (2023)

- Proyecto Especial de Infraestructura de Transporte Nacional – PROVIAS NACIONAL  
Visor de Emergencias de la Red Vial Nacional

Tabla 9: Conjunto de emergencias registradas por PROVIAS NACIONAL, enero a julio 2023 (la totalidad de la data se detalla en Anexo 4)

Jefatura zonal/Carretera	Código	Tipo de administración	Latitud-longitud	Tipo de emergencia y estado de tránsito	Ubicación	Fecha de ocurrencia y atención	Personal asignado	Equipo mecánico asignado	Descripción de actividades y observaciones
Fecha de Actualización: 10/03/2023									
Piura-Tumbes	15403	Administración Directa	-5,321731 - 79,500698	DEFORMACIÓN PROFUNDA (>15 CM) TRANSITO RESIRINGIDO	TRAMO: CRUZ BLANCA-HUANCABAMBA SECTOR: MITUPAMPA-NUEVO FORVENIR KM 123+640 - KM 126+640	Ocurrencia: 22/02/2023 Inicio de Trabajo: 22/02/2023	- 1 ING. SUPERVISOR PVN		SECTOR MITUPAMPA-NUEVO FORVENIR KM 123+640 AL KM 126+640 (RUTA PE-02A), SE VIENE REALIZANDO TRABAJOS DE PERFILADO DE PLATAFORMA SIN APORTE DE MATERIAL, A TODO COSTO, INCLUYENDO EQUIPOS MECÁNICOS (MOTONIVELADORA, RODILLO LISO, CISTERNA DE AGUA Y PERSONAL DE APOYO COMO: 01 CAPATAZ, 02 VIGÍAS Y 02 AUXILIARES DE CAMPO) A TODO COSTO, ESTO DEBIDO A LA DEFORMACIÓN PROFUNDA (> 15CM), ES POR ELLO SE A DISPUESTO A REALIZAR TRABAJOS DE PERFILADO Y BACHEO, TRABAJOS QUE SE EJECUTARAN POR ADMINISTRACIÓN DIRECTA, AL HABERSE RESUELTO EL CONTRATO DE EJECUCIÓN DE OBRAN° 1245-2018-MTC/20, SE MANTIENE EL TRANSITO VEHICULAR RESTRINGIDO. CARRETERA A CARGO DE LA UNIDAD ZONAL I - PIURA-TUMBES Y LA SDC, POR ADMINISTRACIÓN DIRECTA.
Fecha de Actualización: 24/08/2023									
RUTA NACIONAL PE-02A EMP. PE-INJ (DV. HUANCABAMBA)-BUENOS AIRES - DV. SALITRAL - CANCHAQUE - EMP. PE-3N (HUANCABAMBA)	15597	Administración Directa	-5,368315 - 79,568125	PÉRDIDA DE PLATAFORMA TRANSITO INTERRUMPIDO	TRAMO: DV. PALAMBLA - CRUZ BLANCA SECTOR: LAS MINAS KM 103+800	Ocurrencia: 16/03/2023 Inicio de Trabajo: 16/03/2023	- 1 ING. SUPERVISOR PVN	- 1 Cargador Frontal - Caterpillar PVN - 2 CAMION VOLQUETE PVN - 1 TRACTOR SOBRE CRUGAS PVN - 1 RODILLO LISO VIB. AUTOP. PVN	SECTOR LAS MINAS KM 103+800 (EMERGENCIA VIAL N° 11 CÓDIGO 15597), VÍA AFECTADA DEBIDO A LA PERDIDA DE PLATAFORMA (SEGUNDO SECTOR) GENERADO POR HUAICO DE GRAN MAGNITUD, SE VIENE REALIZANDO TRABAJOS DE CORTE CON EL TRACTOR CRUGA TO-018 PARA MEJORAMIENTO DE PENDIENTE EN LA VARIANTE (KM. 105+000 AL KM. 103+000) Y COMPACTACION CON RODILLO LISO RLV-009 EN LA VARIANTE, ADEMÁS SE ESTA REALIZANDO TRABAJOS DE APORTE DE MATERIAL CON 01 CARGADOR FRONTAL CF-035 Y 02 CAMIÓN VOLQUETE EGW-813 Y EGW-685 EN LA VARIANTE, EMERGENCIA POR ADMINISTRACIÓN DIRECTA AL HABERSE RESUELTO EL CONTRATO DE EJECUCIÓN DE OBRAN° 124-2018-MTC/20, SE ESTA REALIZANDO EL MONITORIO Y SEGURIDAD VIAL DEL SECTOR, SE MANTIENE LA TRANSITABILIDAD VEHICULAR INTERRUMPIDA. CARRETERA A CARGO DE LA UNIDAD ZONAL I - PIURA-TUMBES Y LA SDC, POR ADMINISTRACIÓN DIRECTA.
Fecha de Actualización: 24/08/2023									
	18885	Administración Directa	-5,344299 - 79,523479	DERRUMBE TRANSITO RESIRINGIDO	TRAMO: CRUZ BLANCA-HUANCABAMBA SECTOR: CASCAPAMPA-CIENEGOLARGO KM 115+00 - KM 120+510	Ocurrencia: 25/07/2023 Inicio de Trabajo: 25/07/2023	- 1 ING. SUPERVISOR PVN - 1 ING. RESIDENTE OS. N° 0037	- 1 Cargador Frontal - Caterpillar PVN - 1 CAMION VOLQUETE PVN EGW-688 - 1 CAMIONETA ALQUILER DE CAMIONETA 4X4-PIL-861	SECTOR CASCAPAMPA-CIENEGOLARGO KM 115+00 - KM 120+510, SE SUSPENDE LOS TRABAJOS DE LIMPIEZA DE DERRUMBES DE HUAICOS MAYORES CARRETERA NO PAVIMENTADA DE LA RED VIAL NACIONAL (RUTA PE-02A) POR FINALIZACIÓN DE ORDEN DE SERVICIO DE LOS OPERADORES DE LAS MAQUINAS, ASÍ MISMO SE GESTIONA LA PRONTA CONTRATACIÓN DE LOS OPERADORES DE MAQUINAS PARA CONTINUAR CON LAS ACTIVIDADES DE EMERGENCIA, SE CUENTA CON EQUIPOS MECÁNICOS DE PROVIAS NACIONAL COMO: 01 CARGADOR FRONTAL Y 01 CAMIÓN VOLQUETE, Y EL SERVICIO DE 01 CAMIONETA 4X4 A TODO COSTO, ASÍ MISMO SE VIENE GESTIONANDO LA MOVILIZACIÓN DE UN MINICARGADOR DE PROVIAS NACIONAL PARA EL COMPLEMENTO DE LOS DRENAJES SUPERFICIALES, OCACIONADOS POR DERRUMBES, ESTO POR EL DESLIZAMIENTO DE MATERIAL, POR ELLO SE DISPUSO REALIZAR TRABAJOS DE LIMPIEZA DE DERRUMBES, TRABAJOS QUE SE EJECUTARAN POR ADMINISTRACIÓN DIRECTA, AL HABERSE RESUELTO EL CONTRATO DE EJECUCIÓN DE OBRAN° 1245-2018-MTC/20, SE MANTIENE EL TRANSITO VEHICULAR RESTRINGIDO. CARRETERA A CARGO DE LA UNIDAD ZONAL I - PIURA-TUMBES Y LA SDC, POR ADMINISTRACIÓN DIRECTA.

FUENTE: Provias Nacional (2023)

### 3.3.2. Validación de registros de eventos hidrológicos extremos

La información recopilada disponible en las diferentes plataformas brinda datos clave tales como fecha de ocurrencia del evento y ubicación, sin embargo, en general esta información no es precisa debido a los diferentes criterios en el registro del evento. A continuación, se describe el procedimiento de toma de datos para la fecha y lugar del evento de acuerdo a la institución rectora:

- **SUTRAN y PROVIAS NACIONAL:** La fecha y lugar registrado corresponde a la llegada del personal al punto más cercano al evento, por lo general, no se logra tomar el punto exacto debido al embotellamiento ocasionado por la interrupción del tránsito y las malas condiciones meteorológicas.
- **AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA:** Mediante su visor de emergencias relacionadas a los recursos hídricos, recopila los eventos hidrológicos extremos reportados por el personal técnico de las autoridades locales de agua, junta de usuarios, etc. Esta información suele ser más precisa debido a la importancia de conocer exactamente la ubicación e impacto del evento.
- **CENTRO DE OPERACIONES DE EMERGENCIA NACIONAL:** Para los eventos hidrológicos extremos, se registra en mayor medida los impactos y monitoreo de las acciones de respuesta luego de la ocurrencia del evento. La fecha y ubicación son relativos.

Debido a lo expuesto anteriormente se hace necesario que la data recopilada de las instituciones mencionadas pase por un proceso de validación usando como información referencial lo siguiente:

- Imágenes satelitales disponibles para las fechas del evento.
- Red de estaciones hidrológicas del SENAMHI
- Fotografías o videos registrados por el personal técnico de diferentes instituciones del evento que dispongan en sus metadatos de fecha y ubicación.

Se elaborará el registro de todo evento tomando datos como:

- Tipo de emergencia (Desborde de río, erosión fluvial, aniegos por desborde, etc.)
- Ubicación política y geográfica (región, provincia y distrito – Latitud y longitud)
- Fecha de ocurrencia de evento (día y hora de ser posible)
- Cuerpo de agua (de ser el caso)
- Centro Poblado (en caso haya uno o más centros poblados afectados)
- Elementos Expuestos (todo centro poblado o infraestructura tales como vías, puentes, instituciones educativas, comisarías, centros de salud, líneas de tensión, etc. que se identificó como expuesto ante el evento ocurrido)
- Afectación (todo registro oficial que se disponga de las afectaciones ocurridas, de ser pertinente su registro)
- Otros (Cualquier dato adicional que se considere pertinente su registro)

FECHA REPOR	NIVE	HOR	REGIO	EMERGENCIA	PROVINC	DISTRITO	QUEBRADA/REPO	CENTRO POBLADO	ELEMENTOS EXPUESTOS	VIVIENDAS RIE	PLACION EN RIE	AFECTACION	INTERVENCIONES	LATITUD	LONGITUD
7/03/2023	ROJO	06:00:00	PIURA	ACTIVACION DE QUEBRADA	AYABACA	MONTERO	Chonta - afluente Tuman y demás	CP Montero	03 puentes vehiculares(un carril) sobre la quebrada Chonta que interconectan el centro poblado Montero. IE Primaria N° 14246 Montero. Vía vecinal PI-637, PI-634, PI-640 y PI-641. CP Pite, CP San Martín de Porres, Santa Lucía, Tuman y CP La Majada quedan aislados.	500	300	Erosión de márgenes de quebrada Chonta aledaño al IE Primaria N° 14246 Montero que pone el riesgo el cerco perimétrico. Márgenes de quebrada deforestadas para vivienda y agricultura presenta erosión. Quebrada Tuman es un afluente de Chonta y interrumpe el tránsito de la vía vecinal PI-641 (01 punto), PI-640 (01 punto). En total, la activación de la quebrada Chonta y afluentes interrumpe las vías PI-640, PI-641, PI-634 en 07 puentes, solo en uno existe un puente vehicular.		-4.628712	-73.821823
10/03/2023	ROJO	06:00:00	PIURA	ACTIVACION DE QUEBRADA	AYABACA	MONTERO	Chonta - afluente Tuman y demás	CP Montero	03 puentes vehiculares(un carril) sobre la quebrada Chonta que interconectan el centro poblado Montero. IE Primaria N° 14246 Montero. Vía vecinal PI-637, PI-634, PI-640 y PI-641. CP Pite, CP San Martín de Porres, Santa Lucía, Tuman y CP La Majada quedan aislados.	500	300	Erosión de márgenes de quebrada Chonta aledaño al IE Primaria N° 14246 Montero que pone el riesgo el cerco perimétrico. Márgenes de quebrada deforestadas para vivienda y agricultura presenta erosión. Quebrada Tuman es un afluente de Chonta y interrumpe el tránsito de la vía vecinal PI-641 (01 punto), PI-640 (01 punto). En total, la activación de la quebrada Chonta y afluentes interrumpe las vías PI-640, PI-641, PI-634 en 07 puentes, solo en uno existe un puente vehicular.		-4.628712	-73.821823
13/03/2023	AMARILLO	06:00:00	PIURA	ACTIVACION DE QUEBRADA	AYABACA	MONTERO	Chonta - afluente Tuman y demás	CP Montero	03 puentes vehiculares(un carril) sobre la quebrada Chonta que interconectan el centro poblado Montero. IE Primaria N° 14246 Montero.	500	300	Erosión de márgenes de quebrada aledaño al IE Primaria N° 14246 Montero que pone el riesgo el cerco perimétrico. Márgenes de quebrada deforestadas para vivienda y agricultura presenta erosión.		-4.628712	-73.821823
26/03/2023	NARANJA	06:00:00	PIURA	ACTIVACION DE QUEBRADA	AYABACA	MONTERO	Chonta - afluente Tuman y demás	CP Montero	03 puentes vehiculares(un carril) sobre la quebrada Chonta que interconectan el centro poblado Montero. IE Primaria N° 14246 Montero. Vía vecinal PI-637, PI-634, PI-640 y PI-641. CP Pite, CP San Martín de Porres, Santa Lucía, Tuman y CP La Majada quedan aislados.	500	300	Erosión de márgenes de quebrada Chonta aledaño al IE Primaria N° 14246 Montero que pone el riesgo el cerco perimétrico. Márgenes de quebrada deforestadas para vivienda y agricultura presenta erosión. Quebrada Tuman es un afluente de Chonta y interrumpe el tránsito de la vía vecinal PI-641 (01 punto), PI-640 (01 punto). En total, la activación de la quebrada Chonta y afluentes interrumpe las vías PI-640, PI-641, PI-634 en 07 puentes, solo en uno existe un puente vehicular.		-4.628712	-73.821823
30/03/2023	AMARILLO	06:00:00	PIURA	ACTIVACION DE QUEBRADA	AYABACA	MONTERO	Chonta - afluente Tuman y demás	CP Montero	03 puentes vehiculares(un carril) sobre la quebrada Chonta que interconectan el centro poblado Montero. IE Primaria N° 14246 Montero.	500	300	Erosión de márgenes de quebrada aledaño al IE Primaria N° 14246 Montero que pone el riesgo el cerco perimétrico. Márgenes de quebrada deforestadas para vivienda y agricultura presenta erosión.		-4.628712	-73.821823
6/04/2023	NARANJA	06:00:00	PIURA	ACTIVACION DE QUEBRADA	AYABACA	MONTERO	Chonta - afluente Tuman y demás	CP Montero	03 puentes vehiculares(un carril) sobre la quebrada Chonta que interconectan el centro poblado Montero. IE Primaria N° 14246 Montero.	500	300	Erosión de márgenes de quebrada aledaño al IE Primaria N° 14246 Montero que pone el riesgo el cerco perimétrico. Márgenes de quebrada deforestadas para vivienda y agricultura presenta erosión.		-4.628712	-73.821823

**Figura 13: Eventos hidrometeorológicos extremos registrados**

FUENTE: Elaboración propia.

Cabe resaltar que, a la fecha, no se cuenta con un registro oficial y detallado de eventos hidrometeorológicos a nivel nacional. Existen los visores de emergencias del ANA, SUTRAN, PROVIAS e INDECI, sin embargo, cada uno tiene un formato y finalidad distinto y no pasa por un proceso de validación riguroso.

### 3.3.3. Sistematización de los eventos

La información recopilada de las diferentes instituciones públicas o privadas tienen diferente enfoque y metodología, por tal motivo se realizará la sistematización de esta en un único formato con la finalidad principal de servir como insumo para la validación de los avisos hidrológicos de SENAMHI.

A continuación, se describe el formato propuesto:

FECHA (DD/MM/AAAA y Hora)	Emergencia	Nivel	Ubicación Política (Reg/Prov/Dist)	Río / Cuenca Hidrográfica	Centro Poblado afectado	Elementos expuestos	Afectación	Ubicación Geográfica (Lat/Long)

- **Fecha:** Se registrará el día y hora de la ocurrencia del evento.
- **Emergencia:** Desborde de río, erosión fluvial, etc.
- **Nivel:** De acuerdo al criterio establecido en el aviso hidrológico (amarillo, naranja o rojo).
- **Ubicación Política:** Región, provincia y distrito en donde se dio el evento.
- **Río:** Río monitoreado y cuenca hidrográfica a la que pertenece.
- **Centro Poblado:** Centros poblados afectados por el evento.
- **Elementos expuestos:** Se registrará todo centro poblado, centro de salud, colegio, infraestructura clave, etc. que se encuentre expuesta o haya sido afectada anteriormente.
- **Afectación (de ser el caso):** otras afectaciones diferentes al punto anterior.
- **Ubicación Geográfica:** Latitud y longitud de ocurrencia del evento.

### 3.4. Validación de umbrales de peligro por aviso hidrológico

Una vez obtenidos los datos de eventos sistematizados, se procederá a realizar el traslape de estos con los días en los cuales fueron emitidos avisos hidrológicos con la finalidad de determinar si cada aviso, sea de nivel naranja o rojo, tuvo un impacto registrado en el día en el que fue emitido. Luego, se procederá a determinar los días en los cuales se obtuvieron:

- **Acierto (A):** Se emitió aviso de cierto nivel y se tiene registro de impactos correspondientes al nivel de este.
- **Falsa Alarma (B):** Se emitió aviso de cierto nivel y pero no se tiene registro de impactos correspondientes al nivel de este.
- **Eventos perdidos (C):** No se emitió aviso de cierto nivel y pero se tiene registro de impactos.
- **Verdadero negativo (D):** No se emitió aviso de cierto nivel y no se tiene registro de impactos.

Con esto se obtendrá la tabla de contingencia para los umbrales de peligro de una estación hidrológica. Esto permitirá evaluar la sensibilidad y eficiencia de los actuales umbrales de peligro que generaron los avisos hidrológicos para determinada estación hidrológica.

		REGISTRO	
		SI	NO
PRONÓSTICO	SI	A	B
	NO	C	D

**Figura 14: Tabla de contingencia de umbrales de peligro**

FUENTE: Elaboración Propia.

Una vez elaborada la tabla de contingencia se procederá a determinar los índices de calidad

- **Porcentaje Correcto (PC):** el cual es el porcentaje de avisos que fueron correctos, es decir, la suma de aciertos (a) y negativos correctos (d) con respecto a todos los avisos emitidos (Ecuación 1)

$$PC = \left( \frac{a+d}{n} \right) \quad (1)$$

- **Tasa de aciertos (POD):** es la probabilidad de Detección del Evento de Interés (Ecuación 2)

$$HR = POD = \left( \frac{a}{a+c} \right) \quad (2)$$

La escala de variación del índice POD fluctúa en el rango de 0 a 1. Cuando el índice es igual a 1, la probabilidad de detección de los eventos de interés es igual a 100%; mientras que un índice igual a cero, muestra nula probabilidad de detección. Es decir, mientras más se acerca el índice POD a 1, mayor es la probabilidad de detección de eventos de interés.

- **Proporción de falsa alarma (FAR):** es la fracción de eventos pronosticados y no observados (Ecuación 3).

$$FAR = \frac{b}{a+b} \quad (3)$$

Éste oscila entre 0 y 1, en donde el valor igual a 0 muestra que no se dieron los pronósticos y realmente no se presentó ni un evento de interés, es decir una situación perfecta. Cuando el valor de FAR es igual a 1, se da un 100% de pronósticos erróneos, o cuando no se registra ni un evento observado. Mientras más pequeño es el índice FAR, es menor el número de pronósticos erróneos emitidos.

- **Sesgo (BIAS):** compara el número de veces o frecuencia de un evento que fue pronosticado con el número de veces o frecuencia del evento que realmente se observó. Es decir, este indicador nos proporciona información sobre la tendencia del modelo a sobreestimar o subestimar la variable de interés. El cálculo de este índice de verificación se realiza mediante la (Ecuación 4).

$$B = \frac{a+b}{a+c} \quad (4)$$

Aquí,

$B = 1$  el número de eventos pronosticados es igual al número de eventos observados,

$B > 1$  el número de eventos pronosticados es por arriba del número de eventos observados (sobre pronosticación),

$B < 1$  el número de eventos pronosticados es por debajo del número de eventos observados (sub pronosticación).

$B = 0$  no se observaron eventos de interés, mientras fueron pronosticados (sobre pronosticación)

## IV. RESULTADOS Y DISCUSION

### 4.1. Avisos hidrológicos emitidos

Durante la ocurrencia del Niño Costero 2023 se emitieron un total de 60 avisos hidrológicos para un período aproximado de 2 meses, desde el 07 de marzo hasta el 01 de mayo del presente año. Estos avisos comprenden 27 días en los cuales se superaron los umbrales de peligro.

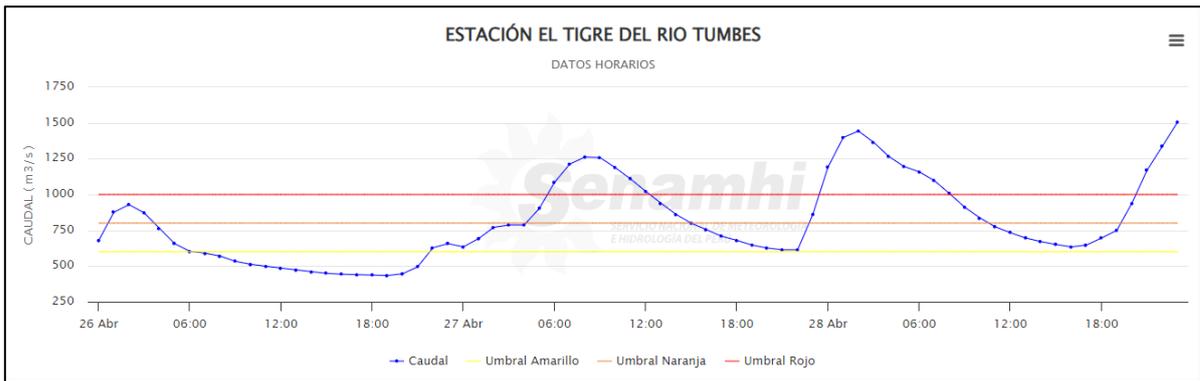
		EL TIGRE																																									
MES		MARZO														ABRIL													MAY														
DIA		06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	01	02															
UMBRAL ALCANZADO			2	1	2	2	1	1				2	1				3	2	1	3				3	3	2	3	2	3		1	1		2			3	4	5	1		2	
AVISOS EMITIDOS			2	1	2	2	1	1				2	1				3	2	1	3				3	3	2	3	2	3		1	1		2			3	4	5	1		2	

**Figura 15: Número de avisos emitidos por día y umbral máximo superado**

FUENTE: Elaboración propia.

La emisión de avisos fue correspondiente al umbral alcanzado para 25 de los 27 días en los cuales se superaron los umbrales de peligro; los días 20 de abril y 30 de mayo no se emitieron los avisos correspondientes al umbral alcanzado.

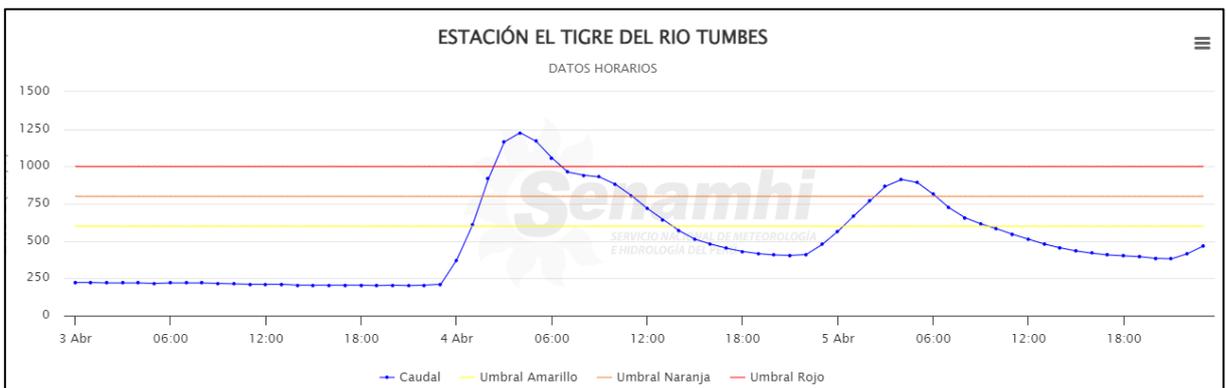
La emisión de esta gran cantidad de avisos, siendo para un umbral naranja, 3 por día en dos casos y más de 3 para el umbral rojo en dos casos dificultó en gran medida el monitoreo y difusión de la información al COER Tumbes y entidades de primera respuesta en general debido a que para un mismo día se tuvieron hasta 5 avisos vigentes.



**Figura 16: Hidrograma de caudales horarios para los días 27 y 28 de abril del 2023**

FUENTE: SENAMHI (2023)

Se observa que en general, se emitieron dos avisos cada vez que se alcanza el umbral naranja y tres, para el rojo, esto va acorde con el procedimiento vigente para la emisión de avisos, sin embargo, observamos que para los días 27 y 28 de abril se emitieron 4 y 5 avisos respectivamente, lo cual no estuvo acorde al procedimiento establecido ya que como se observa en la Figura 16, se tuvo una clásica crecida a la cual correspondían sus respectivos 3 avisos (amarillo, naranja y rojo).



**Figura 17: Hidrograma de caudales horarios para los días 3 a 5 de abril del 2023**

FUENTE: SENAMHI (2023)

Se observa que para el día 4 de abril se presentó una crecida que pasó de condiciones normales (00:00 hrs) a umbral rojo (03:00 hrs) en tan solo 3 horas, y a altas horas de la noche, por lo que se emitió un único aviso de nivel rojo omitiendo el procedimiento correspondiente

## 4.2. Eventos hidrológicos recopilados

### 4.2.1. Instituciones relacionadas a los recursos hídricos

Se recopilaron los registros de emergencias de origen fluvial para el río Tumbes disponibles por parte de la Autoridad Nacional del Agua y del Instituto Nacional de Defensa Civil. El resto de instituciones como Provias Nacional y SUTRAN no contaban con registros de eventos hidrológicos, esto debido a que no hubo afectación a vías nacionales por parte del río Tumbes.

**Tabla 10: Eventos hidrológicos extremos registrados por el ANA (la totalidad de la data se detalla en Anexo 2)**

Fecha del evento	Evento	Descripción	Estado	Fuente de agua	Ubicación política
26/03/2023 02:00	Lluvias Intensas	Se registra un aumento de caudal en el río Tumbes	Alerta	Lluvia	Tumbes/Tumbes/San Jacinto
25/03/2023 04:00	Lluvias Intensas	Incremento de caudal del río Tumbes 879 m3/s	Emergencia	Río Tumbes	Tumbes/Tumbes/San Jacinto
11/03/2023 07:00	Lluvias Intensas	Caudal del río Tumbes superó el umbral de emergencia	Emergencia	Río Tumbes	Tumbes/Tumbes/Tumbes
09/03/2023 10:00	Lluvias Intensas	Desborde del río Tumbes	Emergencia	Río Tumbes	Tumbes/Tumbes/San Jacinto
09/03/2023 04:00	Lluvias Intensas	Inundación de áreas agrícolas por desborde del río Tumbes	Emergencia	Río Tumbes	Tumbes/Tumbes/Tumbes
07/03/2023 12:00	Lluvias Intensas	Desborde del río Tumbes en el sector de Malval	Emergencia	Río Tumbes	Tumbes/Tumbes/Corrales

FUENTE: ANA (2023)

**Tabla 11: Eventos hidrológicos extremos registrados por INDECI**

INFORME DE EMERGENCIA N° 101 LLUVIAS INTENSAS EN TUMBES (DEE) - 12/07/2023										
Documento	Fecha reporte	Hora	Emergencia	Región	Provincia	Distrito	Quebrada/rio	Centro Poblado/ Vía/Infra afectado	Afectación	
INFORME DE EMERGENCIA N° 101	16/04/2023	17:00	Lluvias intensas	Tumbes	Contralmirante villar	Canoas de Punta Sal	Varias	CP Urban Negritos, Pajaritos, Quebrada	Vías de comunicación interrumpidas	
INFORME DE EMERGENCIA N° 101	29/04/2023	s/n	Desborde de río	Tumbes	Tumbes	Tumbes	Río Tumbes	Ciudad de Tumbes	04 cuadras a la redonda del parque el beso y Malecón Benavides	
INFORME DE EMERGENCIA N° 101	29/04/2023	s/n	Desborde de río	Tumbes	Tumbes	San Juan de la Virgen	Río Tumbes	Sectores San Juan de la Virgen, casería Limón, Cabuya, Naranjo		
INFORME DE EMERGENCIA N° 101	29/04/2023	s/n	Desborde de río	Tumbes	Tumbes	Pampas de hospital	Río Tumbes	Cerro Blanco	Las áreas agrícolas próximas a Cerro Blanco presenta afectación en la agricultura (arrozales y platanales) inundadas en ambos lados de la carretera.	
INFORME DE EMERGENCIA N° 101	29/04/2023	s/n	No desborde de río	Tumbes	Tumbes	Tumbes	Río Tumbes	Ciudad de Tumbes	Monitoreo permanente en el Malecón Benavides ante posible desborde	

FUENTE: INDECI (2023)

Cabe resaltar que los eventos registrados por INDECI fueron extraídos del Informe de Emergencia N° 101 Lluvias intensas en Tumbes (DEE) el cual corresponde a un único informe en donde se recopiló toda la información del monitoreo y acciones de respuesta para la emergencia por lluvias intensas y sus eventos derivados (huicos, desbordes, etc.) de la región mencionada.

#### 4.2.2. Imágenes satelitales

Se recopilaron imágenes satelitales Sentinel 2 y LandSat 7 de las plataformas Sentinel Hub y Land Viewer disponibles para los 21 días en los cuales fueron emitidos los avisos hidrológicos de umbral naranja y rojo con la finalidad de corroborar la ocurrencia de erosión fluvial o desbordes a través de inspección visual de imágenes RGB y en falso color.



**Figura 18: Imágenes RGB y en falso color de la cuenca baja del río Tumbes, día 21/04/2023**

FUENTE: Land Viewer (2023)

En la imagen anterior se observa claramente grandes áreas inundadas por el desborde del río Tumbes desde la misma ciudad de Tumbes hasta la estación hidrológica El Tigre, esto validaría como “acierto” el aviso hidrológico de umbral rojo emitido el día 21 de abril.

A continuación, se detalla el cuadro resumen de validación de avisos hidrológicos emitidos en la estación El Tigre usando imágenes satelitales disponibles. La totalidad de imágenes se detallan en el Anexo 4.

**Tabla 12: Validación de avisos hidrológicos con imágenes satelitales disponibles**

MES	DIA	AVISO EMITIDO	IMAGEN DISPONIBLE	DESCRIPCIÓN	TABLA DE CONTINGENCIA
<b>M A R Z O</b>	07		SI	Nubosidad 100%	
	08		NO	....	
	09		NO	....	
	10		SI	Nubosidad 100%	
	11		NO		
	12		SI	Nubosidad 100%	
	25		SI	Se observa erosión fluvial	ACIERTO
<b>A B R I L</b>	04		SI	Se observa desborde	ACIERTO
	05		SI	Se observa desborde	UMBRAL INCORRECTO PARA IMPACTO
	06		NO		
	07		NO		
	12		NO		
	13		NO		
	14		SI	Se observa desborde	ACIERTO
	15		NO		
	16		SI	Se observa desborde	UMBRAL INCORRECTO PARA IMPACTO
	17		NO		
	19		SI	Se observan aniegos	ACIERTO
	20		NO		
	21		SI	Se observa desborde	ACIERTO
	23		NO		
26		SI	Se observa desborde	UMBRAL INCORRECTO PARA IMPACTO	
27		SI	Se observa desborde	ACIERTO	
28		NO			
29		SI	Se observa desborde	UMBRAL INCORRECTO PARA IMPACTO	
<b>MAYO</b>	01		SI	Se observa erosión fluvial	ACIERTO

FUENTE: Elaboración propia.

Se observa que, del total de 27 días con avisos hidrológicos emitidos, se tienen 14 días con imágenes satelitales disponibles. De estas, 03 presentan nubosidad de 100% y 11 si son útiles para corroborar impactos, obteniéndose 7 días de aciertos y 04 días con umbral incorrecto para el impacto observado.

### 4.2.3. Medios de comunicación

Se recopiló de los diferentes medios de comunicación nacionales y locales toda información audiovisual que pueda corroborar impactos en los 27 días con avisos hidrológicos emitidos. La mayoría de estos corresponden a noticieros nacionales que mediante sus corresponsales en la zona, reportaron el desborde del río Tumbes en la misma ciudad y en las áreas agrícolas cercanas a esta.



**Figura 19: Vuelo de drone realizado por empresa privada en el río Tumbes, día 13/04/2023**

FUENTE: Servicios J, M & a E.I.R.L. “Imaginer” (2023)

La totalidad de información audiovisual de medios de comunicación disponible recopilada se encuentra en el Anexo 3.

**Tabla 13: Validación de avisos hidrológicos con reportes de medios de comunicación disponibles**

MES	DIA	AVISO EMITIDO	REPORTE DISPONIBLE	MEDIO	DESCRIPCIÓN	TABLA DE CONTINGENCIA
M A R Z O	07					
	08					
	09		SI	Latina e Imaginer	Se observa desborde	UMBRAL INCORRECTO PARA IMPACTO
	10		SI	La República	Se observa desborde	UMBRAL INCORRECTO PARA IMPACTO
	11					
	12		SI	persona local	Se observa erosión fluvial	UMBRAL INCORRECTO PARA IMPACTO
	25					
A B R I L	26					
	04		SI	Exitosa		
	05					
	06					
	07					
	12		SI	TV Perú	Se observa desborde	ACIERTO
	13		SI	Mochumi TV e Imaginer	Se observa desborde	ACIERTO
	14					
	15		SI	ANA vuelo drone	Se observa desborde	ACIERTO
	16					
	17					
	19					
	20					
	21		SI	Canal N	Se observa desborde	ACIERTO
	23					
26						
27						
28						
29		SI	Radio TV100Canal	Se observa desborde	ACIERTO	
MAYO	01					

FUENTE: Elaboración propia.

Se observa que, del total de 27 días con avisos hidrológicos emitidos, se tienen 9 días con reportajes disponibles, obteniéndose 5 días de aciertos y 3 días con umbral incorrecto para el impacto observado.

### 4.3. Validación de avisos hidrológicos

Se procedió a validar los avisos hidrológicos de nivel naranja y rojo, siendo estos los que precisamente presentan los impactos, erosión fluvial de márgenes y desborde respectivamente. Se omitirá el análisis para los avisos de nivel amarillo ya que estos no conllevan impactos asociados y solo representa una señal de atención en esencia.

Se elaboró la tabla de contingencia para el período del 03 de marzo al 03 de mayo de 2023 siendo este el período en donde se presentaron las máximas avenidas en el río Tumbes.

**Tabla 14: Tabla de contingencia para los avisos hidrológicos emitidos del 03 de marzo al 03 de mayo de 2023**

MES	MARZO																														
DIA	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31		
AVISOS EMITIDOS					2	1	2	2	1	1														2	1						
Medios de comunicación																															
Imágenes satelitales					n			n		n			n		a			a		a						n		a			
Reportes INDECI																															
Reportes ANA																															
Reportes PVN	NO SE REGISTRAN EVENTOS																														
Tabla de contingencia					B		B	B	A	C																				A	

ABRIL																														MAYO				
01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	01	02	03	23	
			3	2	1	3					3	3	2	3	2	3		1		1		2			3	4	5	1		2				
a								a		n							a						a											
			A	B		A					A	A	A	A	B	B					A		B			B	A	A	B		B			

FUENTE: Elaboración propia.

**Tabla 15: Tabla de contingencia para los avisos hidrológicos emitidos del 03 de marzo al 03 de mayo de 2023**

A (aciertos)	11
B (Falsa alarma)	10
C (evento perdido)	1
D (negativo correcto)	42

FUENTE: Elaboración propia.

**Tabla 16: Índices de calidad obtenidos**

Métrica	Valor
Porcentaje Correcto (PC)=	0.83
Tasa de aciertos (POD)=	0.92
Proporción de falsa alarma (FAR)=	0.48
Tasa de desaciertos (POFD) =	0.19
Índice crítico de éxito (TS) =	0.50
Sesgo (BIAS) =	1.75

FUENTE: Elaboración propia.

Se obtuvo un porcentaje correcto de 0.83 y una tasa de aciertos de 0.92 siendo estos valores aceptables para el producto, sin embargo, la proporción de falsa alarma de 0.48 siendo un

alto valor de avisos erróneos emitidos. El sesgo de 1.75 nos indica una sobrestimación del aviso que no acierta a los eventos ocurridos. Por último, el índice crítico de éxito es de 0.50 siendo inaceptable para el producto cuantitativo de baja complejidad.

#### 4.4. Replanteo de umbrales de peligro

Se observa que el principal motivo de que la proporción de falsa alarma sea tan alta es el umbral rojo de peligro, el cual es de 1000 m<sup>3</sup>/s, se procedió a iterar este valor con lo cual se obtiene un nuevo valor de 900 m<sup>3</sup>/s.

**Tabla 17: Umbrales de peligro replanteados**

ESTACIÓN	NIVEL	UMBRAL (m <sup>3</sup> /s)	UMBRAL REPANTEADO (m <sup>3</sup> /s)
EL TIGRE	ROJO	1000	900
	NARANJA	800	800
	AMARILLO	600	600

FUENTE: Elaboración propia.

MES	MARZO																														
DIA	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31		
AVISOS EMITIDOS					2	1	2	2	1	1														2	1						
NUEVO UMBRAL ROJO 900m <sup>3</sup> /s																															
Medios de comunicación																															
Imágenes satelitales					n			n		n		n		a		a		a								n		a			
Reportes INDECI																															
Reportes ANA																															
Reportes PVN	NO SE REGISTRAN EVENTOS																														
Tabla de contingencia	D	D	D	D	B	D	B	B	A	C	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	A	D	D	D	D	D	D	

ABRIL																														MAYO						
01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	01	02	03	23			
			3	2	1	3					3	3	2	3	2	3		1	1	1	2				3	4	5	1		2						
a								a		n							a					a														
D	D	D	A	B	D	A	D	D	D	D	A	A	A	A	B	B	D	D	D	A	D	B	D	D	B	A	A	B	D	B	D	D	D	D		

**Figura 20: Tabla de contingencia con el nuevo umbral rojo para los avisos hidrológicos emitidos del 03 de marzo al 03 de mayo de 2023**

FUENTE: Elaboración propia.

**Tabla 18: Tabla de contingencia con el nuevo umbral rojo (900 m3/s)**

A (aciertos)	18
B (Falsa alarma)	3
C (evento perdido)	1
D (negativo correcto)	42

FUENTE: Elaboración propia.

**Tabla 19: Índices de calidad obtenidos con el nuevo umbral rojo (900 m3s)**

Métrica	Valor
Porcentaje Correcto (PC)=	0.94
Tasa de aciertos (POD)=	0.95
Proporción de falsa alarma (FAR)=	0.14
Tasa de desaciertos (POFD) =	0.07
Índice crítico de éxito (TS) =	0.82
Sesgo (BIAS) =	0.95

FUENTE: Elaboración propia.

Se obtuvo un porcentaje correcto de 0.94 y una tasa de aciertos de 0.95 siendo estos valores óptimos para el producto, además, la proporción de falsa alarma de 0.14 siendo un bajo valor de avisos erróneos emitidos. El sesgo de 0.95 nos indica una subestimación mínima del aviso. Por último, el índice crítico de éxito es de 0.95 siendo óptimo para un producto cuantitativo de baja complejidad.

#### **4.5. Recomendaciones para la mejora del desempeño del producto**

De acuerdo a la experiencia obtenida en el Centro de Operaciones de Emergencia Nacional se plantea lo siguiente:

##### **4.5.1. Reducir el número de avisos emitidos por día**

Durante la ocurrencia del Niño Costero 2023 se emitieron un total de 60 avisos hidrológicos para un período de 27 días en los cuales se superaron los umbrales de peligro. La emisión de esta gran cantidad de avisos, siendo para un umbral naranja, 3 por día en dos casos y más de 3 para el umbral rojo en dos casos dificultó en gran medida el monitoreo y difusión de la información al COER Tumbes y entidades de primera respuesta en general debido a que para un mismo día se tuvieron hasta 5 avisos vigentes.

#### **4.5.2. Automatizar la emisión de avisos para el nivel rojo de peligro**

Los días 20 de abril y 30 de mayo no se emitieron los avisos correspondientes al umbral alcanzado, esto debido a la demora a diversos motivos. Esto es una seria deficiencia que implica no dar la información o tardar demasiado en emitirla, por lo que se recomienda automatizar la emisión de avisos de nivel rojo de peligro con una ventana de tiempo de espera pequeño que al vencerse y no recibir la validación por parte del personal de servicio, se emita automáticamente el aviso.

#### **4.5.3. Modificar el enfoque horario del aviso a diario para máximas avenidas**

Se observa que en general los picos máximos de caudal de alcanzan en horario nocturno, lo cual implica que a pesar de ser emitidos los avisos correspondientes, hace inviable la preparación de la población en riesgo o la respuesta por parte de las autoridades, dándose en la mayoría de casos por enterados al amanecer, siendo ya muy tarde para cualquier evacuación. Por lo tanto se recomienda, solo en los días de máximas avenidas, emitir avisos con tiempo de vigencia de unidad mínima el día.

## V. CONCLUSIONES

Como parte del Trabajo de Suficiencia Profesional, y en el marco del proyecto “Validación del aviso hidrológico en la cuenca Tumbes”, con los resultados obtenidos se concluye lo siguiente:

- Se realizó el inventario de eventos hidrológicos extremo, siendo la institución oficial que más eventos hidrológicos recopiló la Autoridad Nacional del agua (16 eventos) debido a su carácter gestor de los recursos hídricos, a diferencia de INDECI (01 evento), que se centra principalmente en el monitoreo de las acciones de respuesta. Y las imágenes satelitales Sentinel 2 y Landsat 7 brindaron la confirmación visual directa e indirecta (falso color) de la ocurrencia de desbordes para 10 de los 27 días de ocurrencia del evento. Por último, los medios de comunicación lograron registrar los impactos ocurridos para 9 días de los 27 en total.
- La suma de los reportes oficiales, medios de comunicación e imágenes satelitales permitió validar de manera satisfactoria la ocurrencia de eventos hidrológicos extremos de 19 de los 27 días de ocurrido el evento, manifestando una tasa de aciertos de 0.92 pero una proporción de falsa alarma de 0.48 lo cual evidenció la necesidad de replantear los umbrales de peligro.
- Se dé avisos hidrológicos en la cuenca Tumbes a través de la recopilación de eventos ocurridos se puede utilizar en el resto de estaciones hidrológicas a nivel nacional retroalimentado pasado cada evento extremo los respectivos umbrales de peligro.
- El actual procedimiento de emisión de avisos hidrológicos, con 3 a 4 avisos emitidos en un solo día, la ocurrencia de crecidas repentinas en el río Tumbes en horas de la madrugada y la no emisión del aviso a pesar de haber superado los umbrales de

peligro hacen necesario el replanteo del procedimiento establecido ya que no cumple con la oportuna y eficaz difusión de alertas de crecidas por lo que se recomienda reducir el número de avisos emitidos en un día con el replanteo del tiempo de vigencia del aviso a una unidad mínima de día, lo cual brindaría un tiempo mucho mayor a horas para realizar las acciones de respuesta ante la crecida del río.

## **VI. RECOMENDACIONES**

- Se recomienda realizar la validación de avisos hidrológicos para el resto de cuencas de la costa norte del país usando la metodología expuesta en el presente trabajo.
- La implementación del monitoreo, validación y registro de eventos hidrológicos extremos a nivel nacional brindará el insumo base para alimentar y desarrollar los modelos y sistemas de alerta temprana para inundaciones y movimientos en masa.
- Implementar dentro del Plan Operativo Institucional del personal asignado al servicio en el Centro de Operaciones de Emergencia Nacional la recopilación, validación y registro de eventos hidrológicos extremos.
- Integrar la información recopilada de áreas de inundación en la cuenca Tumbes en la plataforma PHISIS para fortalecer el producto de aviso hidrológico enfocado en los posibles impactos, que es precisamente lo que el público demanda.
- Las instituciones científicas (instituciones públicas, universidades y privados) son fundamentales para el monitoreo y procesamiento de la información de eventos como El Niño y todos sus peligros derivados; la mejora de la normativa de la gestión de riesgos y desastres en el Perú es una tarea pendiente.

## VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arboleda, J., Felipe, O., & Yerrén, J. (2005). *Manual de Hidrometría*. Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (SENAMHI). Dirección de Hidrología (DHI), Subdirección de Predicción Hidrológica (SPH).
- Autoridad Nacional del Agua (ANA). (2023). Observatorio Nacional de Recursos Hídricos. Recuperado de <https://snirh.ana.gob.pe/onrh/>
- Chamorro de Rodríguez, G., Metzger Terrazas, L.A., Rosas Benancio, G.T., Obando, G.F., y García Tueros, L.L. (s.f.). *Procedimiento Elaboración de aviso hidrológico*. Recuperado de <https://www.senamhi.gob.pe/load/file/00701SENA-1752.pdf>
- Chen, H., Liang, Q., Liang, Z., Liu, Y., & Xie, S. (2019). Remote-sensing disturbance detection index to identify spatio-temporal varying flood impact on crop production. *Agricultural and Forest Meteorology*, 269–270, 180–191. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.agrformet.2019.02.002>
- Instituto Nacional de Defensa Civil (INDECI). (2018). Plan de Contingencia Nacional ante lluvias intensas. *El Peruano*. Recuperado de <https://busquedas.elperuano.pe/dispositivo/NL/1722798-1>
- Quinn, W.H., Neal, V.T., & Antunez De Mayolo, S.E. (1987). El Niño occurrences over the past four and a half centuries. *Journal of Geophysical Research: Oceans*, 92(C13), 14449–14461. <https://doi.org/https://doi.org/10.1029/JC092iC13p14449>
- Sentinel Hub. (2023). Áreas de inundación identificadas en la cuenca baja del río Tumbes. Recuperado de <https://www.sentinel-hub.com/>
- Servicio Nacional de meteorología e Hidrología (SENAMHI). (2022). *Procedimiento de Elaboración de aviso hidrológico del SENAMHI*. Recuperado de <https://www.senamhi.gob.pe/load/file/00711SENA-92.pdf>
- Servicio Nacional de meteorología e Hidrología (SENAMHI). (2014). *El Fenómeno del Niño en el Perú*. Recuperado de <https://repositorio.senamhi.gob.pe/bitstream/handle/20.500.12542/874/El-fen%c3%b3meno-El-ni%c3%b1o-en-el-Per%c3%ba.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

## **VIII. ANEXOS**

## ANEXO 1: AVISOS HIDROLÓGICOS EMITIDOS

**Tabla 20: Avisos hidrológicos emitidos para la estación El Tigre en el río Tumbes en el contexto del Niño Costero 2023**

Dirección Zonal	Estación	Aviso	Nro.	Fecha Inicio	Hora Inicio	Fecha Final	Hora Final	Duración	Nivel
DZ 01	EL TIGRE	INCREMENTO DEL CAUDAL DEL RIO TUMBES - ESTACIÓN EL TIGRE	1674	23/05/2023	05:00:00	23/05/2023	11:00:00	6 horas	AMARILLO
DZ 01	EL TIGRE	SITUACIÓN ACTUAL DEL CAUDAL DEL RIO TUMBES - ESTACIÓN EL TIGRE	1657	1/05/2023	03:00:00	1/05/2023	15:00:00	12 horas	NARANJA
DZ 01	EL TIGRE	INCREMENTO DEL CAUDAL DEL RIO TUMBES - ESTACIÓN EL TIGRE	1656	1/05/2023	00:00:00	1/05/2023	06:00:00	6 horas	AMARILLO
DZ 01	EL TIGRE	SITUACIÓN ACTUAL DEL CAUDAL DEL RIO TUMBES - ESTACIÓN EL TIGRE	1645	29/04/2023	11:00:00	29/04/2023	19:00:00	8 horas	NARANJA
DZ 01	EL TIGRE	SITUACIÓN ACTUAL DEL CAUDAL DEL RIO TUMBES - ESTACIÓN EL TIGRE	1643	28/04/2023	21:00:00	29/04/2023	13:00:00	16 horas	ROJO
DZ 01	EL TIGRE	SITUACIÓN ACTUAL DEL CAUDAL DEL RIO TUMBES - ESTACIÓN EL TIGRE	1642	28/04/2023	20:00:00	29/04/2023	03:00:00	7 horas	NARANJA
DZ 01	EL TIGRE	SITUACIÓN ACTUAL DEL CAUDAL DEL RIO TUMBES - ESTACIÓN EL TIGRE	1640	28/04/2023	09:00:00	28/04/2023	15:00:00	6 horas	NARANJA
DZ 01	EL TIGRE	SITUACIÓN ACTUAL DEL CAUDAL DEL RIO TUMBES - ESTACIÓN EL TIGRE	1639	28/04/2023	06:00:00	28/04/2023	12:00:00	6 horas	ROJO
DZ 01	EL TIGRE	SITUACIÓN ACTUAL DEL CAUDAL DEL RIO TUMBES - ESTACIÓN EL TIGRE	1637	28/04/2023	00:00:00	28/04/2023	06:00:00	6 horas	ROJO
DZ 01	EL TIGRE	SITUACIÓN ACTUAL DEL CAUDAL DEL RIO TUMBES - ESTACIÓN EL TIGRE	1636	27/04/2023	23:00:00	28/04/2023	05:00:00	6 horas	NARANJA
DZ 01	EL TIGRE	SITUACIÓN ACTUAL DEL CAUDAL DEL RIO TUMBES - ESTACIÓN EL TIGRE	1629	27/04/2023	13:00:00	27/04/2023	19:00:00	6 horas	NARANJA

«Continuación»

DZ 01	EL TIGRE	SITUACIÓN ACTUAL DEL CAUDAL DEL RIO TUMBES - ESTACIÓN EL TIGRE	1626	27/04/2023	06:00:00	27/04/2023	12:00:00	6 horas	ROJO
DZ 01	EL TIGRE	SITUACIÓN ACTUAL DEL CAUDAL DEL RIO TUMBES - ESTACIÓN EL TIGRE	1625	27/04/2023	05:00:00	27/04/2023	11:00:00	6 horas	NARANJA
DZ 01	EL TIGRE	INCREMENTO DEL CAUDAL DEL RIO TUMBES - ESTACIÓN EL TIGRE	1621	26/04/2023	22:00:00	27/04/2023	04:00:00	6 horas	AMARILLO
DZ 01	EL TIGRE	SITUACIÓN ACTUAL DEL CAUDAL DEL RIO TUMBES - ESTACIÓN EL TIGRE	1613	26/04/2023	01:00:00	26/04/2023	07:00:00	6 horas	NARANJA
DZ 01	EL TIGRE	INCREMENTO DEL CAUDAL DEL RIO TUMBES - ESTACIÓN EL TIGRE	1611	26/04/2023	00:00:00	26/04/2023	06:00:00	6 horas	AMARILLO
DZ 01	EL TIGRE	SITUACIÓN ACTUAL DEL CAUDAL DEL RIO TUMBES - ESTACIÓN EL TIGRE	1602	23/04/2023	07:00:00	23/04/2023	13:00:00	6 horas	NARANJA
DZ 01	EL TIGRE	INCREMENTO DEL CAUDAL DEL RIO TUMBES - ESTACIÓN EL TIGRE	1600	23/04/2023	01:00:00	23/04/2023	10:00:00	9 horas	AMARILLO
DZ 01	EL TIGRE	SITUACIÓN ACTUAL DEL CAUDAL DEL RIO TUMBES - ESTACIÓN EL TIGRE	1591	21/04/2023	09:00:00	21/04/2023	21:00:00	12 horas	NARANJA
DZ 01	EL TIGRE	INCREMENTO DEL CAUDAL DEL RIO TUMBES - ESTACIÓN EL TIGRE	1589	21/04/2023	05:00:00	21/04/2023	11:00:00	6 horas	ROJO
DZ 01	EL TIGRE	INCREMENTO DEL CAUDAL DEL RIO TUMBES - ESTACIÓN EL TIGRE	1580	19/04/2023	23:00:00	20/04/2023	10:00:00	11 horas	AMARILLO
DZ 01	EL TIGRE	SITUACIÓN ACTUAL DEL CAUDAL DEL RIO TUMBES - ESTACIÓN EL TIGRE	1569	17/04/2023	15:00:00	17/04/2023	21:00:00	6 horas	NARANJA
DZ 01	EL TIGRE	SITUACIÓN ACTUAL DEL CAUDAL DEL RIO TUMBES - ESTACIÓN EL TIGRE	1565	17/04/2023	07:00:00	17/04/2023	13:00:00	6 horas	AMARILLO
DZ 01	EL TIGRE	SITUACIÓN ACTUAL DEL CAUDAL DEL RIO TUMBES - ESTACIÓN EL TIGRE	1557	17/04/2023	01:00:00	17/04/2023	10:00:00	9 horas	NARANJA
DZ 01	EL TIGRE	INCREMENTO DEL CAUDAL DEL RIO TUMBES - ESTACIÓN EL TIGRE	1551	16/04/2023	20:00:00	17/04/2023	02:00:00	6 horas	AMARILLO

«Continuación»

DZ 01	EL TIGRE	SITUACIÓN ACTUAL DEL CAUDAL DEL RIO TUMBES - ESTACIÓN EL TIGRE	1545	16/04/2023	07:00:00	16/04/2023	14:00:00	7 horas	NARANJA
DZ 01	EL TIGRE	SITUACIÓN ACTUAL DEL CAUDAL DEL RIO TUMBES - ESTACIÓN EL TIGRE	1535	15/04/2023	12:00:00	15/04/2023	18:00:00	6 horas	NARANJA
DZ 01	EL TIGRE	SITUACIÓN ACTUAL DEL CAUDAL DEL RIO TUMBES - ESTACIÓN EL TIGRE	1533	15/04/2023	02:00:00	15/04/2023	12:00:00	10 horas	ROJO
DZ 01	EL TIGRE	INCREMENTO DEL CAUDAL DEL RIO TUMBES - ESTACIÓN EL TIGRE	1532	15/04/2023	01:00:00	15/04/2023	07:00:00	6 horas	NARANJA
DZ 01	EL TIGRE	SITUACIÓN ACTUAL DEL CAUDAL DEL RIO TUMBES - ESTACIÓN EL TIGRE	1521	14/04/2023	10:00:00	14/04/2023	16:00:00	6 horas	NARANJA
DZ 01	EL TIGRE	SITUACIÓN ACTUAL DEL CAUDAL DEL RIO TUMBES - ESTACIÓN EL TIGRE	1519	14/04/2023	03:00:00	14/04/2023	12:00:00	9 horas	ROJO
DZ 01	EL TIGRE	SITUACIÓN ACTUAL DEL CAUDAL DEL RIO TUMBES - ESTACIÓN EL TIGRE	1507	13/04/2023	11:00:00	13/04/2023	17:00:00	6 horas	NARANJA
DZ 01	EL TIGRE	SITUACIÓN ACTUAL DEL CAUDAL DEL RIO TUMBES - ESTACIÓN EL TIGRE	1505	13/04/2023	02:00:00	13/04/2023	15:00:00	13 horas	ROJO
DZ 01	EL TIGRE	INCREMENTO DEL CAUDAL DEL RIO TUMBES - ESTACIÓN EL TIGRE	1504	13/04/2023	01:00:00	13/04/2023	10:00:00	9 horas	AMARILLO
DZ 01	EL TIGRE	SITUACIÓN ACTUAL DEL CAUDAL DEL RIO TUMBES - ESTACIÓN EL TIGRE	1498	12/04/2023	13:00:00	12/04/2023	17:00:00	4 horas	NARANJA
DZ 01	EL TIGRE	SITUACIÓN ACTUAL DEL CAUDAL DEL RIO TUMBES - ESTACIÓN EL TIGRE	1494	12/04/2023	04:00:00	12/04/2023	15:00:00	11 horas	ROJO
DZ 01	EL TIGRE	SITUACIÓN ACTUAL DEL CAUDAL DEL RIO TUMBES - ESTACIÓN EL TIGRE	1493	12/04/2023	03:00:00	12/04/2023	09:00:00	6 horas	NARANJA
DZ 01	EL TIGRE	SITUACIÓN ACTUAL DEL CAUDAL DEL RIO TUMBES - ESTACIÓN EL TIGRE	1469	7/04/2023	07:00:00	7/04/2023	17:00:00	10 horas	NARANJA
DZ 01	EL TIGRE	SITUACIÓN ACTUAL DEL CAUDAL DEL RIO TUMBES - ESTACIÓN EL TIGRE	1467	7/04/2023	03:00:00	7/04/2023	10:00:00	7 horas	ROJO

«Continuación»

DZ 01	EL TIGRE	SITUACIÓN ACTUAL DEL CAUDAL DEL RIO TUMBES - ESTACIÓN EL TIGRE	1466	7/04/2023	02:00:00	7/04/2023	10:00:00	8 horas	NARANJA
DZ 01	EL TIGRE	INCREMENTO DEL CAUDAL DEL RIO TUMBES - ESTACIÓN EL TIGRE	1464	7/04/2023	01:00:00	7/04/2023	07:00:00	6 horas	AMARILLO
DZ 01	EL TIGRE	INCREMENTO DEL CAUDAL DEL RIO TUMBES - ESTACIÓN EL TIGRE	1455	6/04/2023	10:00:00	6/04/2023	18:00:00	8 horas	AMARILLO
DZ 01	EL TIGRE	SITUACIÓN ACTUAL DEL CAUDAL DEL RIO TUMBES - ESTACIÓN EL TIGRE	1446	5/04/2023	03:00:00	5/04/2023	10:00:00	7 horas	NARANJA
DZ 01	EL TIGRE	INCREMENTO DEL CAUDAL DEL RIO TUMBES - ESTACIÓN EL TIGRE	1444	5/04/2023	01:00:00	5/04/2023	07:00:00	6 horas	AMARILLO
DZ 01	EL TIGRE	SITUACIÓN ACTUAL DEL CAUDAL DEL RIO TUMBES - ESTACIÓN EL TIGRE	1427	4/04/2023	07:00:00	4/04/2023	17:00:00	10 horas	NARANJA
DZ 01	EL TIGRE	SITUACIÓN ACTUAL DEL CAUDAL DEL RIO TUMBES - ESTACIÓN EL TIGRE	1422	4/04/2023	03:00:00	4/04/2023	10:00:00	7 horas	ROJO
DZ 01	EL TIGRE	SITUACIÓN ACTUAL DEL CAUDAL DEL RIO TUMBES - ESTACIÓN EL TIGRE	1420	4/04/2023	02:00:00	4/04/2023	10:00:00	8 horas	NARANJA
DZ 01	EL TIGRE	INCREMENTO DEL CAUDAL DEL RIO TUMBES - ESTACIÓN EL TIGRE	1419	4/04/2023	01:00:00	4/04/2023	10:00:00	9 horas	AMARILLO
DZ 01	EL TIGRE	INCREMENTO DEL CAUDAL DEL RIO TUMBES - ESTACIÓN EL TIGRE	1307	26/03/2023	03:00:00	26/03/2023	12:00:00	9 horas	AMARILLO
DZ 01	EL TIGRE	SITUACIÓN ACTUAL DEL CAUDAL DEL RIO TUMBES - ESTACIÓN EL TIGRE	1297	25/03/2023	08:00:00	25/03/2023	14:00:00	6 horas	NARANJA
DZ 01	EL TIGRE	INCREMENTO DEL CAUDAL DEL RIO TUMBES - ESTACIÓN EL TIGRE	1294	25/03/2023	07:00:00	25/03/2023	13:00:00	6 horas	AMARILLO
DZ 01	EL TIGRE	INCREMENTO DEL CAUDAL DEL RIO TUMBES - ESTACIÓN EL TIGRE	845	12/03/2023	05:00:00	12/03/2023	11:00:00	6 horas	AMARILLO
DZ 01	EL TIGRE	SITUACIÓN ACTUAL DEL CAUDAL DEL RIO TUMBES - ESTACIÓN EL TIGRE	799	11/03/2023	07:00:00	11/03/2023	13:00:00	6 horas	NARANJA

«Continuación»

DZ 01	EL TIGRE	INCREMENTO DEL CAUDAL DEL RIO TUMBES - ESTACIÓN EL TIGRE	765	10/03/2023	12:00:00	10/03/2023	18:00:00	6 horas	NARANJA
DZ 01	EL TIGRE	INCREMENTO DEL CAUDAL DEL RIO TUMBES - ESTACIÓN EL TIGRE	744	10/03/2023	06:00:00	10/03/2023	12:00:00	6 horas	NARANJA
DZ 01	EL TIGRE	SITUACIÓN ACTUAL DEL CAUDAL DEL RIO TUMBES - ESTACIÓN EL TIGRE	715	9/03/2023	04:00:00	9/03/2023	10:00:00	6 horas	NARANJA
DZ 01	EL TIGRE	INCREMENTO DEL CAUDAL DEL RIO TUMBES - ESTACIÓN EL TIGRE	713	9/03/2023	02:00:00	9/03/2023	08:00:00	6 horas	AMARILLO
DZ 01	EL TIGRE	INCREMENTO DEL CAUDAL DEL RIO TUMBES - ESTACIÓN EL TIGRE	698	8/03/2023	15:00:00	8/03/2023	23:00:00	8 horas	AMARILLO
DZ 01	EL TIGRE	SITUACIÓN ACTUAL DEL CAUDAL DEL RIO TUMBES - ESTACIÓN EL TIGRE	675	7/03/2023	09:00:00	7/03/2023	15:00:00	6 horas	NARANJA
DZ 01	EL TIGRE	INCREMENTO DEL CAUDAL DEL RIO TUMBES - ESTACIÓN EL TIGRE	669	7/03/2023	06:00:00	7/03/2023	12:00:00	6 horas	AMARILLO

FUENTE: PHISIS, SENAMHI (2023)

## ANEXO 2: REPORTES DE EVENTOS REGISTRADOS POR INSITUACIONES

**Tabla 21: Reporte de eventos relacionados a los recursos hídricos durante el contexto del Niño Costero 2023**

Fecha del Evento	Evento	Descripción	Estado	Fuente Natural de Agua	Ubicación Política
26/03/2023 02:00	Lluvias Intensas	Se registra un Aumento de Caudal en el rio Tumbes	Alerta	Lluvia	Dpto: Tumbes, Prov: Tumbes, Dist: San Jacinto /
25/03/2023 04:00	Lluvias Intensas	Incremento de Caudal rio Tumbes 879.00 m3/seg.	Emergencia	Río Tumbes	Dpto: Tumbes, Prov: Tumbes, Dist: San Jacinto /
11/03/2023 07:00	Lluvias Intensas	Caudal del rio Tumbes supera el umbral de Emergencia	Emergencia	Lluvia	Dpto: Tumbes, Prov: Tumbes, Dist: Tumbes /
10/03/2023 06:00	Lluvias Intensas	Aumento de Caudal en el rio Tumbes	Alerta	Lluvia	Dpto: Tumbes, Prov: Tumbes, Dist: Tumbes /
09/03/2023 10:00	Lluvias Intensas	Desborde del río Tumbes	Emergencia	Lluvia	Dpto: Tumbes, Prov: Tumbes, Dist: San Jacinto /
09/03/2023 04:00	Lluvias Intensas	Inundación en áreas agrícolas por desborde del rio Tumbes	Emergencia	Lluvia	Dpto: Tumbes, Prov: Tumbes, Dist: Tumbes /
09/03/2023 02:00	Lluvias Intensas	Aumento de caudal del rio Tumbes	Emergencia	Lluvia	Dpto: Tumbes, Prov: Tumbes, Dist: San Jacinto /
08/03/2023 15:00	Lluvias Intensas	Aumento de caudal en el rio Tumbes	Alerta	Río Tumbes	Dpto: Tumbes, Prov: Tumbes, Dist: San Jacinto /
08/03/2023 06:00	Lluvias Intensas	Alerta de Incremento de caudal superior a 1000.00 m3/seg.	Alerta	Río Tumbes	Dpto: Tumbes, Prov: Tumbes, Dist: San Jacinto /
07/03/2023 12:00	Lluvias Intensas	Desborde del rio Tumbes en el sector denominado Malval	Emergencia	No Especifica	Dpto: Tumbes, Prov: Tumbes, Dist: Corrales /
07/03/2023 06:00	Lluvias Intensas	Incremento de Caudal del rio Tumbes, ocasiono desborde en área agrícola.	Emergencia	Río Tumbes	Dpto: Tumbes, Prov: Tumbes, Dist: San Jacinto /

«Continuación»

01/05/2023 06:00	Lluvias Intensas	Incremento de Caudal en el rio Tumbes 995.28 m3/seg. estación El Tigre	Emergencia	Lluvia	Dpto: Tumbes, Prov: Tumbes, Dist: Corrales / Pampas De Hospital / San Jacinto / San Juan De La Virgen / Tumbes
29/04/2023 02:00	Lluvias Intensas	Incremento de caudal rio Tumbes con 1862.29 m3/seg. estación El Tigre	Emergencia	Lluvia	Dpto: Tumbes, Prov: Tumbes, Dist: Corrales / Pampas De Hospital / San Jacinto / San Juan De La Virgen / Tumbes
28/04/2023 02:00	Lluvias Intensas	Incremento de caudal rio tumbes 1441.17 m3/seg. estación El Tigre	Emergencia	Lluvia	Dpto: Tumbes, Prov: Tumbes, Dist: Corrales / Pampas De Hospital / San Jacinto / San Juan De La Virgen / Tumbes
27/04/2023 04:00	Lluvias Intensas	Incremento de Caudal rio Tumbes con 1259.51 m3/seg. estación El Tigre	Emergencia	Lluvia	Dpto: Tumbes, Prov: Tumbes, Dist: Corrales / Pampas De Hospital / San Jacinto / San Juan De La Virgen / Tumbes
23/04/2023 08:00	Lluvias Intensas	Incremento de Caudal del rio Tumbes 883.81 m3/seg.	Alerta	Lluvia	Dpto: Tumbes, Prov: Tumbes, Dist: Corrales / Pampas De Hospital / San Jacinto / San Juan De La Virgen
21/04/2023 04:00	Lluvias Intensas	Incremento de Caudal del rio Tumbes 1503.10 m3/seg.	Emergencia	Lluvia	Dpto: Tumbes, Prov: Tumbes, Dist: Corrales / Pampas De Hospital / San Jacinto / San Juan De La Virgen / Tumbes /
15/04/2023 07:00	Lluvias Intensas	Incremento de Caudal rio Tumbes, con 1606.31 m3/seg. estación El Tigre	Emergencia	Lluvia	Dpto: Tumbes, Prov: Tumbes, Dist: Corrales / Pampas De Hospital / San Jacinto / San Juan De La Virgen
14/04/2023 22:00	Lluvias Intensas	Incremento de Caudal rio Tumbes, 1269.45 m3/seg. Estación Cabo Inga	Emergencia	No Especifica	Dpto: Tumbes, Prov: Tumbes, Dist: San Jacinto /
14/04/2023 02:00	Lluvias Intensas	INCREMENTO CAUDAL RIO TUMBES CON 1094.37 m3/seg.- ESTACION EL TIGRE	Emergencia	Lluvia	Dpto: Tumbes, Prov: Tumbes, Dist: Corrales / Pampas De Hospital / San Jacinto / San Juan De La Virgen
13/04/2023 23:00	Lluvias Intensas	INCREMENTO DE CAUDAL RIO TUMBES 1087.56 m3/seg. ESTACION CABO INGA	Alerta	Lluvia	Dpto: Tumbes, Prov: Tumbes, Dist: San Jacinto /

«Continuación»

13/04/2023 02:00	Lluvias Intensas	Incremento caudal del río Tumbes llega 1428.78 m3/seg.	Emergencia	Lluvia	Dpto: Tumbes, Prov: Tumbes, Dist: Corrales / Pampas De Hospital / San Jacinto / San Juan De La Virgen / Tumbes /
13/04/2023 00:00	Lluvias Intensas	Emergencia, río Tumbes con caudal 1470.00 m3/seg. (estación Cabo Inga)	Emergencia	Lluvia	Dpto: Tumbes, Prov: Tumbes, Dist: Corrales / Pampas De Hospital / San Jacinto / San Juan De La Virgen / Tumbes /
12/04/2023 03:00	Lluvias Intensas	Incremento de caudal del río Tumbes 1404.01 m3/seg.	Emergencia	Lluvia	Dpto: Tumbes, Prov: Tumbes, Dist: Corrales / Pampas De Hospital / San Jacinto / San Juan De La Virgen / Tumbes /
07/04/2023 03:30	Lluvias Intensas	Incremento de caudal río Tumbes, 1,110.88 m3/seg. Estación El Tigre	Emergencia	Lluvia	Dpto: Tumbes, Prov: Tumbes, Dist: Corrales / Pampas De Hospital / San Jacinto / San Juan De La Virgen / Tumbes /
06/04/2023 22:10	Lluvias Intensas	Alerta, caudal del río Tumbes con 731.05 m3/seg.	Alerta	Lluvia	Dpto: Tumbes, Prov: Tumbes, Dist: Corrales / Pampas De Hospital / San Jacinto / San Juan De La Virgen
05/04/2023 02:16	Lluvias Intensas	Crecida de caudal río Tumbes llega a 920.96 m3/seg.	Emergencia	Lluvia	Dpto: Tumbes, Prov: Tumbes, Dist: Corrales / Pampas De Hospital / San Jacinto / San Juan De La Virgen / Tumbes /
04/04/2023 01:23	Lluvias Intensas	Máxima creciente río Tumbes 1251.25 m3/seg. Estación El Tigre	Emergencia	Lluvia	Dpto: Tumbes, Prov: Tumbes, Dist: Corrales / Pampas De Hospital / San Jacinto / San Juan De La Virgen / Tumbes /
03/04/2023 21:23	Lluvias Intensas	Incremento de caudal en el río Tumbes, estación Cabo Inga 1527.36 m3/seg	Emergencia	Lluvia	Dpto: Tumbes, Prov: Tumbes, Dist: Corrales / Pampas De Hospital / San Jacinto / San Juan De La Virgen / Tumbes /

FUENTE: ANA (2023)

**Tabla 22: Reporte de eventos hidrológicos extremos durante el contexto del Niño Costero 2023**

Documento	Fecha reporte	Hora	Emergencia	Región	Provincia	Distrito	Quebrada/rio	Centro poblado/vía/infra afectado	Afectación
INFORME DE EMERGENCIA N° 101	16/04/2023	17:00	Lluvias intensas	Tumbes	Contralmirante villar	Canoas de punta sal	Varias	CP Urban Negritos, Pajaritos, Quebrada	vías de comunicación interrumpidas
INFORME DE EMERGENCIA N° 101	29/04/2023	s/n	Desborde de río	Tumbes	Tumbes	Tumbes	Río Tumbes	Ciudad de Tumbes	04 cuadras a la redonda del parque el beso y Malecón Benavides
INFORME DE EMERGENCIA N° 101	29/04/2023	s/n	Desborde de río	Tumbes	Tumbes	San juan de la virgen	Río Tumbes	Sectores San Juan de la Virgen, casería Limón, Cabuya, Naranjo	
INFORME DE EMERGENCIA N° 101	29/04/2023	s/n	Desborde de río	Tumbes	Tumbes	Pampas de hospital	Río Tumbes	Cerro Blanco	Las áreas agrícolas próximas a Cerro Blanco presenta afectación en la agricultura (arrozales y platanales) inundadas en ambos lados de la carretera.
INFORME DE EMERGENCIA N° 101	29/04/2023	s/n	No desborde de río	Tumbes	Tumbes	Tumbes	Río Tumbes	Ciudad de Tumbes	Monitoreo permanente en el Malecón Benavides ante posible desborde

FUENTE: INDECI (2023)

### ANEXO 3: REPORTES DE EVENTOS REGISTRADOS POR MEDIOS DE COMUNICACIÓN

**Tabla 23: Reporte de eventos relacionados a los recursos hídricos durante el contexto del Niño Costero 2023**

Fecha reporte	Hora	Emergencia	Región	Provincia	Distrito	Quebrada/rio	Afectación	Fuente
9/03/2023	06:30:00	Desborde de río	Tumbes	Tumbes	Tumbes	Río Tumbes	04 cuadras a la redonda del parque el beso y Malecón Benavides	Latina Link: <a href="https://www.facebook.com/watch/?ref=search&amp;v=1207986070082691&amp;external_log_id=623fbf89-82d7-46c5-b32a-ad929e59cac7&amp;q=desborde%20rio%20tumbes">https://www.facebook.com/watch/?ref=search&amp;v=1207986070082691&amp;external_log_id=623fbf89-82d7-46c5-b32a-ad929e59cac7&amp;q=desborde%20rio%20tumbes</a>
10/03/2023	13:00:00	Desborde de río	Tumbes	Tumbes	Tumbes	Río Tumbes	04 cuadras a la redonda del parque el beso y Malecón Benavides	La República Link: <a href="https://fb.watch/nhkoGrLWT8/?mibextid=Nif5oz">https://fb.watch/nhkoGrLWT8/?mibextid=Nif5oz</a>
12/03/2023	09:30:00	Erosión fluvial	Tumbes	Tumbes	S/d	Río Tumbes	Rotura de dique de tierra e inundación de cultivos	Sanizarco ZC FB Link: <a href="https://m.facebook.com/story.php?story_fbid=pfbid024qo5ypixHo3VBFQmkFJsnt6Uv6mU7445Fwj8TXs8PUeq6pZwMGGgC8pE4aYULmiK1&amp;id=100000173786428&amp;mibextid=Nif5oz">https://m.facebook.com/story.php?story_fbid=pfbid024qo5ypixHo3VBFQmkFJsnt6Uv6mU7445Fwj8TXs8PUeq6pZwMGGgC8pE4aYULmiK1&amp;id=100000173786428&amp;mibextid=Nif5oz</a>
4/04/2023	10:00:00	Desborde de río	Tumbes	Tumbes	San Jacinto	Río Tumbes		Exitosa Link: <a href="https://www.facebook.com/watch/?ref=search&amp;v=969423544081235&amp;external_log_id=743b6046-01df-489b-9ff2-850a74e8baac&amp;q=desborde%20rio%20tumbes">https://www.facebook.com/watch/?ref=search&amp;v=969423544081235&amp;external_log_id=743b6046-01df-489b-9ff2-850a74e8baac&amp;q=desborde%20rio%20tumbes</a>

«Continuación»

4/04/2023	10:00:00	Desborde de río	Tumbes	Tumbes	San Juan de la Virgen	Río Tumbes		Exitosa Link: <a href="https://www.facebook.com/watch/?ref=search&amp;v=969423544081235&amp;external_log_id=743b6046-01df-489b-9ff2-850a74e8baac&amp;q=desborde%20rio%20tumbes">https://www.facebook.com/watch/?ref=search&amp;v=969423544081235&amp;external_log_id=743b6046-01df-489b-9ff2-850a74e8baac&amp;q=desborde%20rio%20tumbes</a>
4/04/2023	10:00:00	Desborde de río	Tumbes	Tumbes	Pampas de hospital	Río Tumbes		Exitosa Link: <a href="https://www.facebook.com/watch/?ref=search&amp;v=969423544081235&amp;external_log_id=743b6046-01df-489b-9ff2-850a74e8baac&amp;q=desborde%20rio%20tumbes">https://www.facebook.com/watch/?ref=search&amp;v=969423544081235&amp;external_log_id=743b6046-01df-489b-9ff2-850a74e8baac&amp;q=desborde%20rio%20tumbes</a>
12/04/2023	16:00:00	Desborde de río	Tumbes	Tumbes	Tumbes	Río Tumbes	04 cuadras a la redonda del parque el beso y Malecón Benavides y zona aledaña a la plaza de armas de Tumbes	TV Perú Link: <a href="https://fb.watch/nhk1YmW98K/?mibextid=Nif5oz">https://fb.watch/nhk1YmW98K/?mibextid=Nif5oz</a>
13/04/2023	18:00:00	Desborde de río	Tumbes	Tumbes	Tumbes	Río Tumbes	04 cuadras a la redonda del parque el beso y Malecón Benavides	TV Perú Link: <a href="https://www.facebook.com/watch/?ref=search&amp;v=940621160301509&amp;external_log_id=b78c1f4a-7cb6-4b60-9a87-a7dbdf8d6716&amp;q=desborde%20rio%20tumbes">https://www.facebook.com/watch/?ref=search&amp;v=940621160301509&amp;external_log_id=b78c1f4a-7cb6-4b60-9a87-a7dbdf8d6716&amp;q=desborde%20rio%20tumbes</a>

«Continuación»

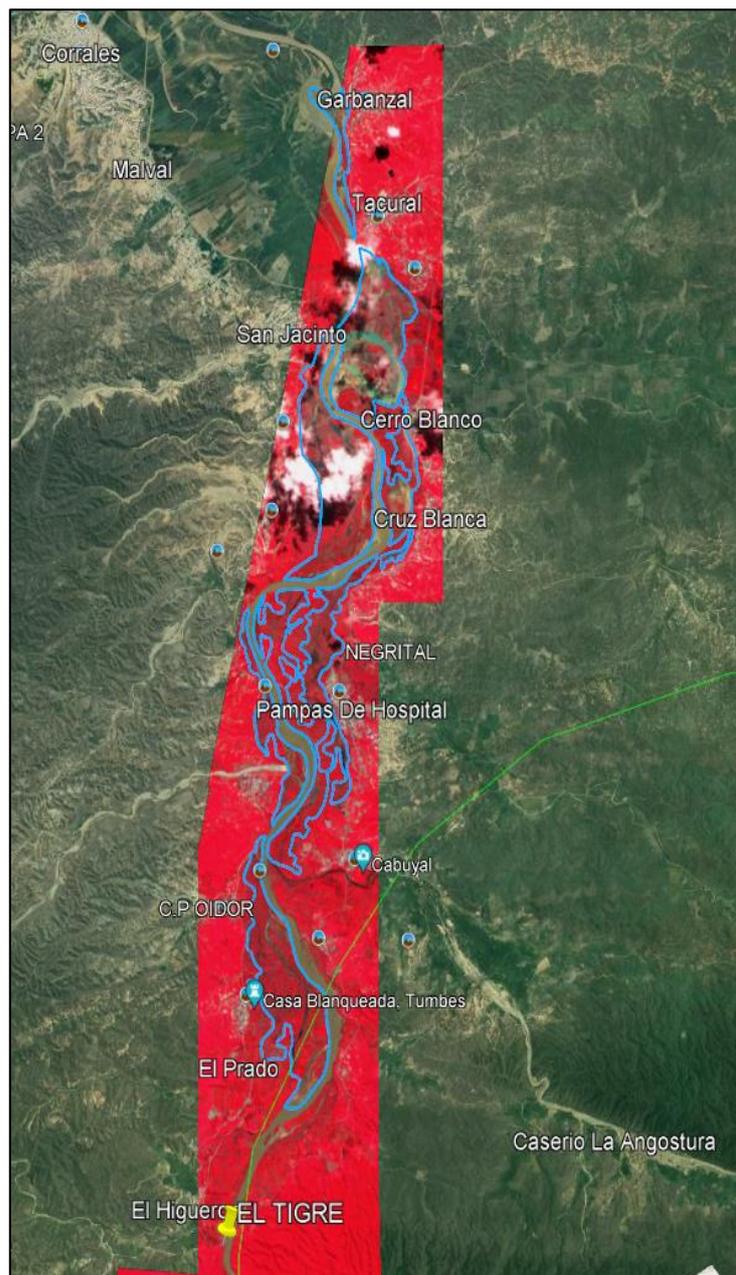
13/04/2023	18:00:00	Desborde de río	Tumbes	Tumbes	Tumbes - san jacinto - pampas de hospital - san juan de la virgen - corrales	Río Tumbes	5000ha de áreas de cultivo ubicadas dentro de la faja marginal del río Tumbes desde Rica Playa hasta el mar. Ciudad de Tumbes (barrio Bellavista hasta la plaza de armas de Tumbes)	Empresa Imaginer (vuelo de drone) Link: <a href="https://www.facebook.com/watch/?ref=search&amp;v=940621160301509&amp;external_log_id=b78c1f4a-7cb6-4b60-9a87-a7dbdf8d6716&amp;q=desborde%20rio%20tumbes">https://www.facebook.com/watch/?ref=search&amp;v=940621160301509&amp;external_log_id=b78c1f4a-7cb6-4b60-9a87-a7dbdf8d6716&amp;q=desborde%20rio%20tumbes</a>
14/04/2023	18:00:00	Desborde de río	Tumbes	Tumbes	Tumbes - san jacinto - pampas de hospital - san juan de la virgen - corrales	Río Tumbes	5000ha de áreas de cultivo ubicadas dentro de la faja marginal del río Tumbes desde Rica Playa hasta el mar. Ciudad de Tumbes (barrio Bellavista hasta la plaza de armas de Tumbes)	
15/04/2023	18:00:00	Desborde de río	Tumbes	Tumbes	Tumbes - san jacinto - pampas de hospital - san juan de la virgen - corrales	Río Tumbes	5000ha de áreas de cultivo ubicadas dentro de la faja marginal del río Tumbes desde Rica Playa hasta el mar. Ciudad de Tumbes (barrio Bellavista hasta la plaza de armas de Tumbes)	ANA (vuelo de drone) Link: <a href="https://www.facebook.com/watch/?ref=search&amp;v=227598859856992&amp;external_log_id=b78c1f4a-7cb6-4b60-9a87-a7dbdf8d6716&amp;q=desborde%20rio%20tumbes">https://www.facebook.com/watch/?ref=search&amp;v=227598859856992&amp;external_log_id=b78c1f4a-7cb6-4b60-9a87-a7dbdf8d6716&amp;q=desborde%20rio%20tumbes</a>

«Continuación»

21/04/2023	10:00:00	Desborde de río	Tumbes	Tumbes	Tumbes	Río Tumbes	04 cuadras a la redonda del parque el beso y Malecón Benavides y zona aledaña a la plaza de armas de Tumbes	Canal N Link: <a href="https://fb.watch/nhkeJmZHY2/?mibextid=Nif5oz">https://fb.watch/nhkeJmZHY2/?mibextid=Nif5oz</a>
10/05/2023	18:00:00	Inundación post desborde	Tumbes	Tumbes	Tumbes - san jacinto - pampas de hospital - san juan de la virgen - corrales	Río Tumbes	5000ha de áreas de cultivo ubicadas dentro de la faja marginal del río Tumbes desde Rica Playa hasta el mar continúan inundadas impidiendo el acceso y labores agrícolas.	Latina Link: <a href="https://www.facebook.com/jhon.seclen/videos/263827716104959/?mibextid=Nif5oz">https://www.facebook.com/jhon.seclen/videos/263827716104959/?mibextid=Nif5oz</a>

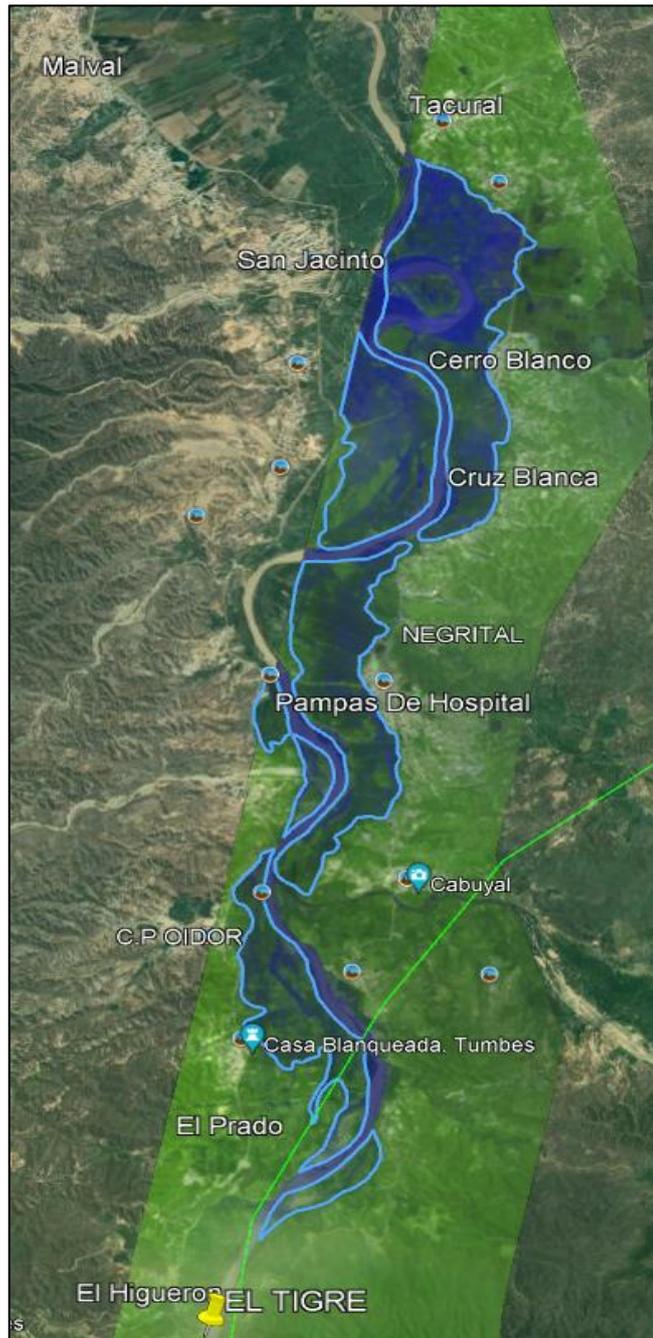
FUENTE: ANA (2023)

## ANEXO 4: IMÁGENES SATELITALES RECOPIADAS



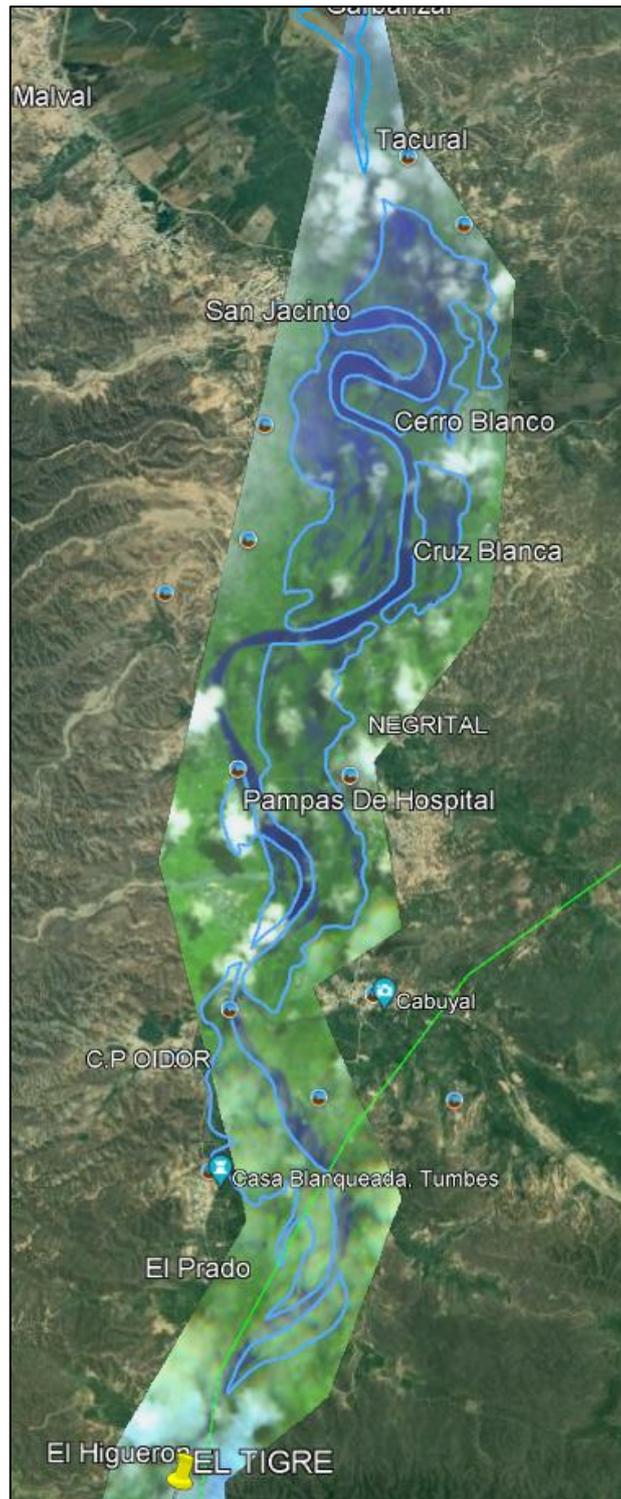
**Figura 21: Áreas de inundación identificadas en la cuenca baja del río Tumbes, 26 de abril de 2023**

FUENTE: Sentinel Hub (2023)



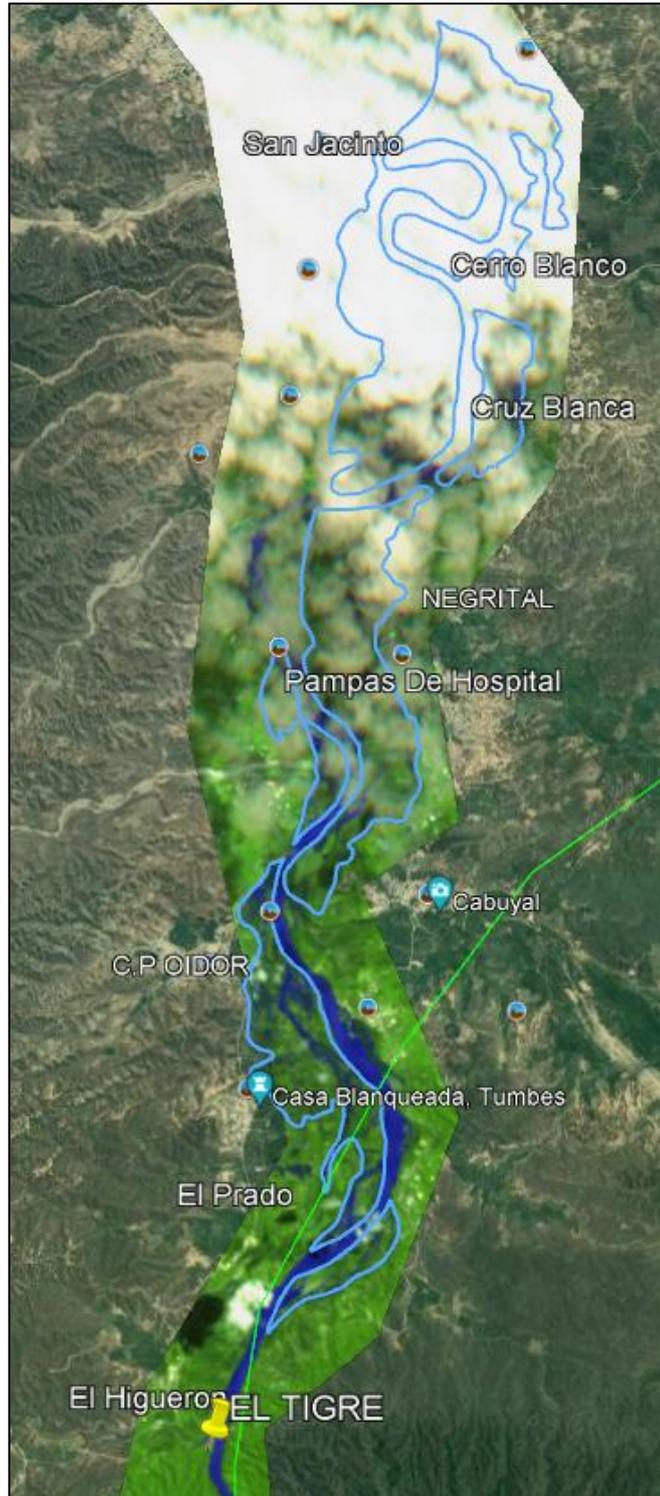
**Figura 22: Áreas de inundación identificadas en la cuenca baja del río Tumbes, 21 de abril de 2023**

FUENTE: Sentinel Hub (2023)



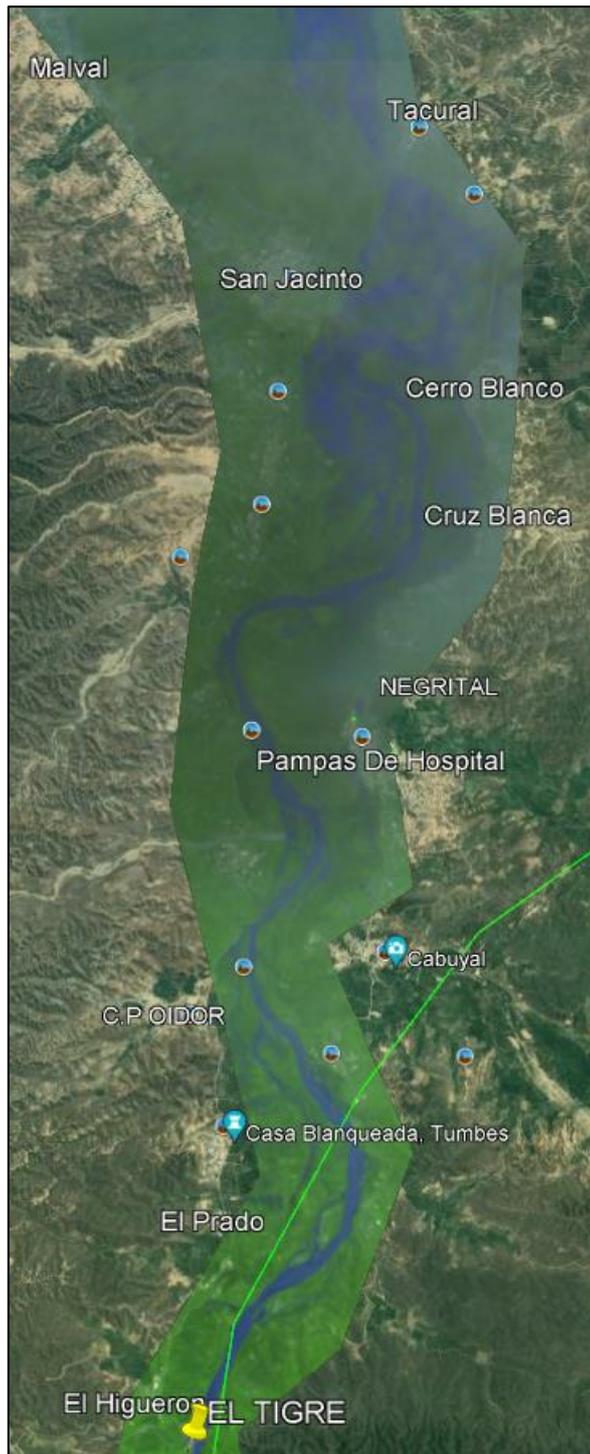
**Figura 23: Áreas de inundación identificadas en la cuenca baja del río Tumbes, 16 de abril de 2023**

FUENTE: Sentinel Hub (2023)



**Figura 24: Áreas de inundación identificadas en la cuenca baja del río Tumbes, 14 de abril de 2023**

FUENTE: Sentinel Hub (2023)



**Figura 25: Áreas de inundación identificadas en la cuenca baja del río Tumbes, 4 de abril de 2023**

FUENTE: Sentinel Hub (2023)