

# Sistema de Alerta Temprana (SAT) hidrometeorológico

---

Congreso nacional de coordinadores de CECOED

Diciembre 2021



Ministerio  
**de Ambiente**



# Agenda

- Problemática de inundaciones a nivel país.
- Sistema de Alerta Tempranas (SAT)
- Evolución del Sistema de Alerta Temprana por inundaciones
- Sistema operacional FEWS-Uruguay
- Proceso de toma de decisiones en la Dinagua
- Informe de situación y pronóstico para la cuenca del río Yí
- Monitoreo de sequias hidrológica realizado por Dinagua.
- Grupo de trabajo interinstitucional sequias y balance hídrico.



# Inundaciones

**Área inundable:** aquella por debajo de la curva de periodo de retorno de 100 años, o en su defecto la máxima creciente conocida.

## Ciudades con registro de inundaciones rivereñas

### Aguas abajo del embalse de CTM-Salto Grande:

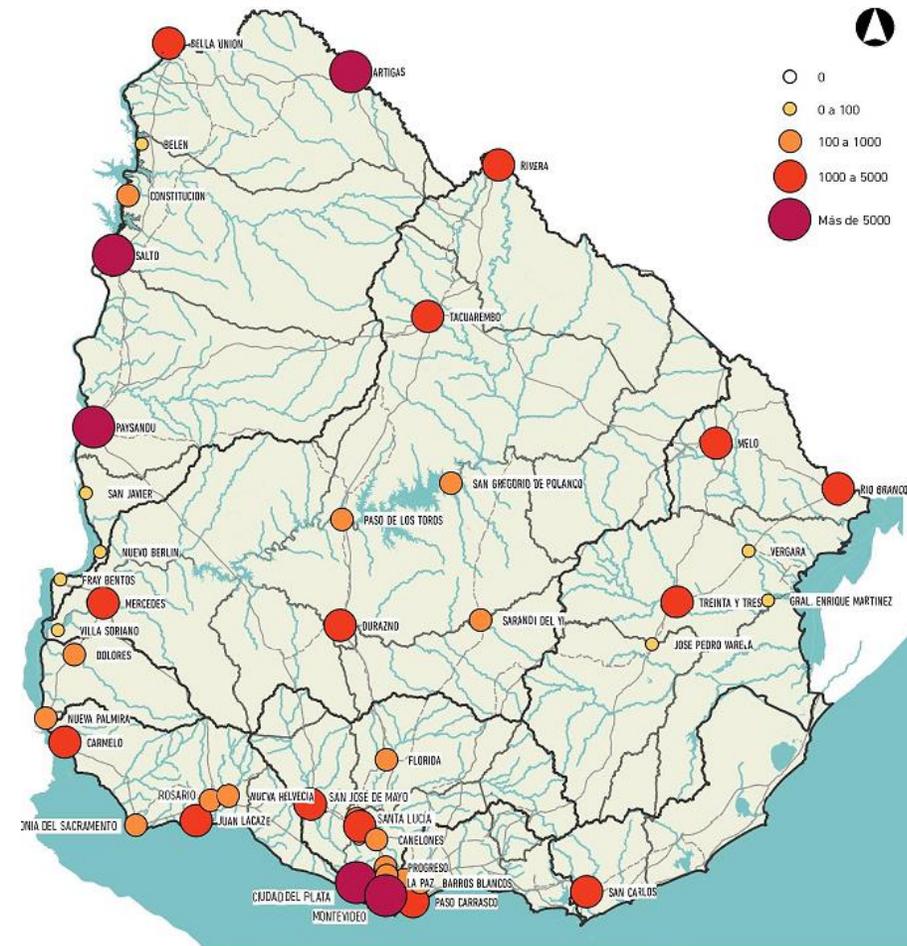
- Salto
- Paysandú

### Aguas abajo de los embalses de UTE:

- Mercedes
- Paso de los Toros
- Villa Soriano

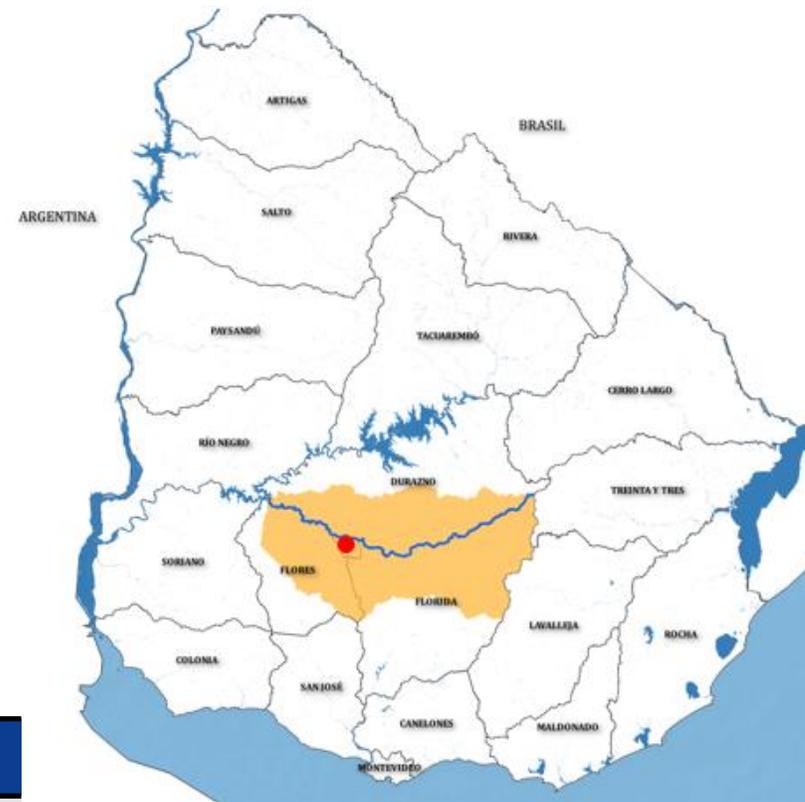
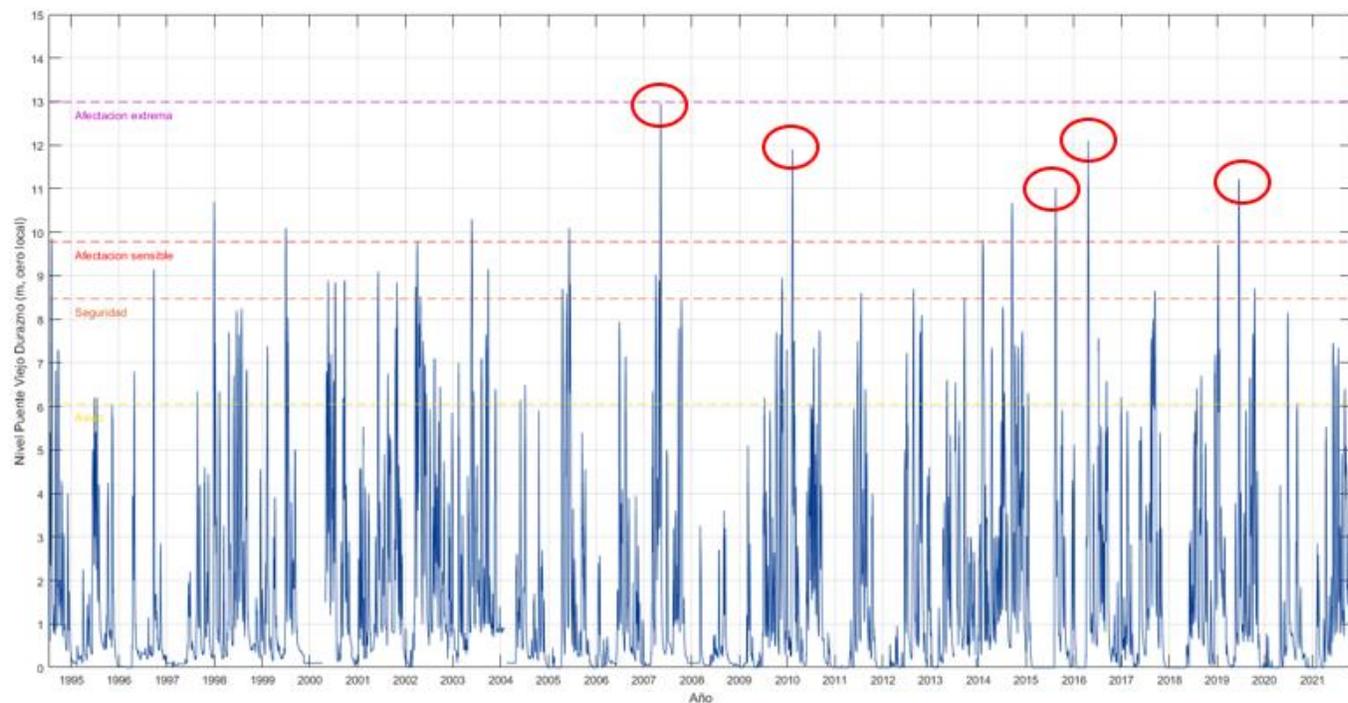
### En cuencas sin regulación:

Ciudades de Artigas, Durazno, Santa Lucía, Río Branco y Treinta y Tres son las de mayor recurrencia a inundaciones.



Número de personas que viven en áreas inundables. Fuente: IDU – Dinagua

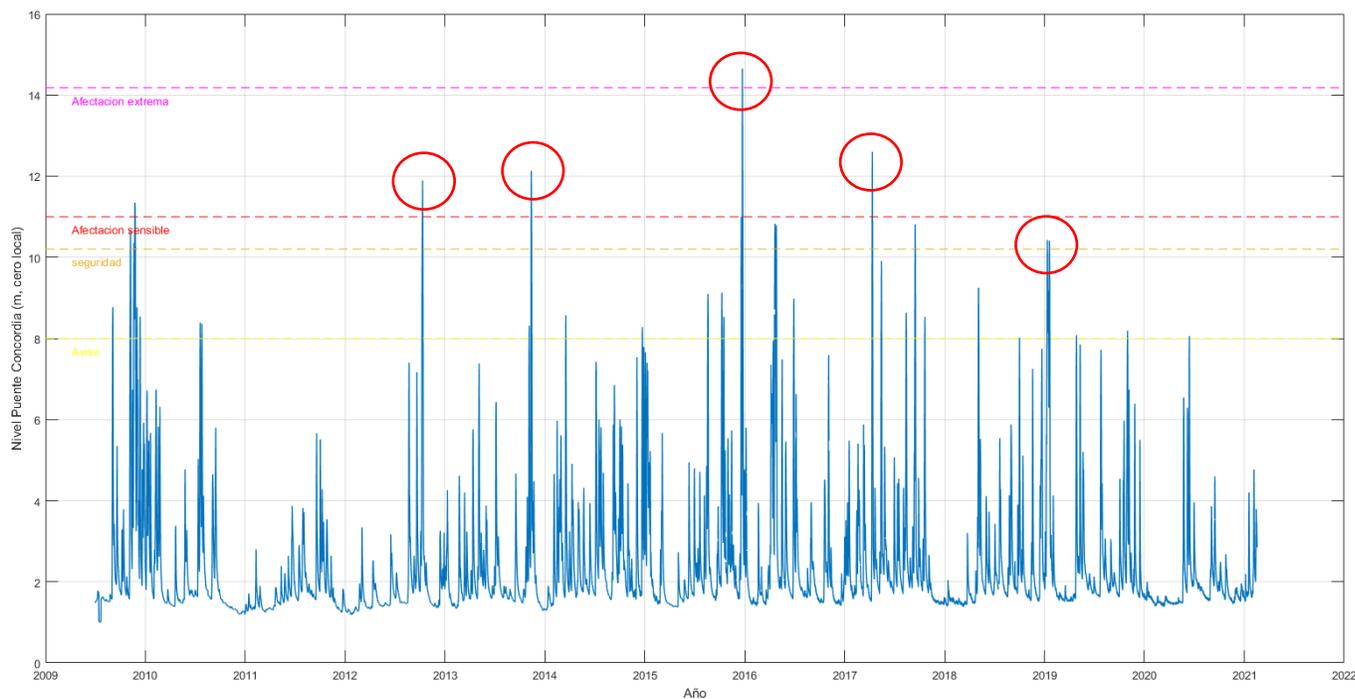
# Inundaciones en ciudad de Durazno



Mapa de ubicación cuenca del río Yí. Ciudad de Durazno (punto rojo)

Evento	2007	2010	2015	2016	2019
Nivel máximo (m, cero local)	12,99	11,90	11,02	12,10	11,23

# Inundaciones en ciudad de Artigas

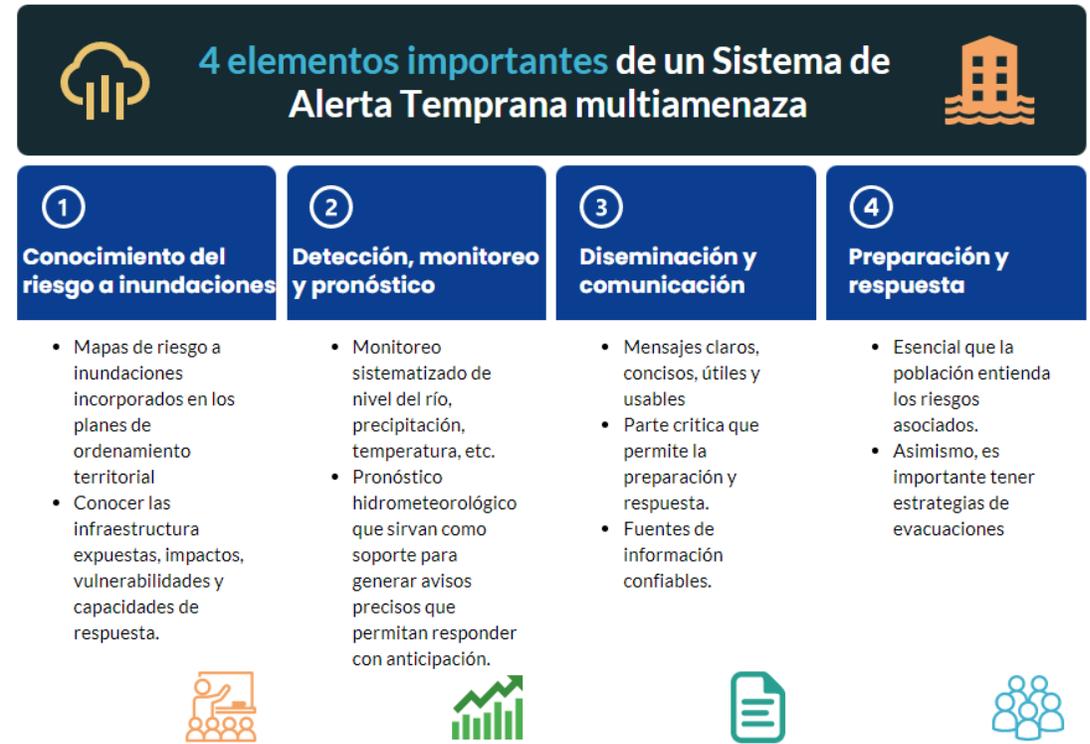


Mapa de ubicación cuenca del río Cuareim. Ciudad de Artigas (punto rojo)

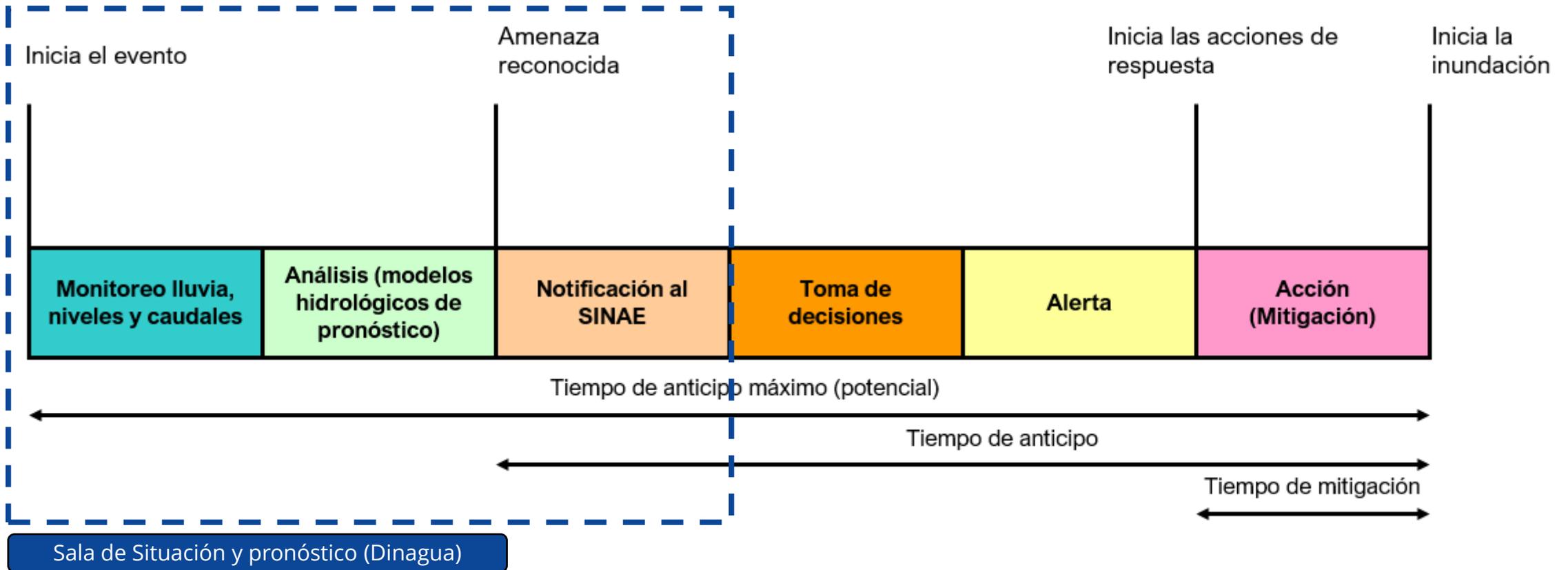
Evento	1997	1998	2001	2015	2019
Nivel máximo (m, cero local)	12,45	10,91	14,18	15,25	10,41

# Sistema de Alerta Temprana (SAT)

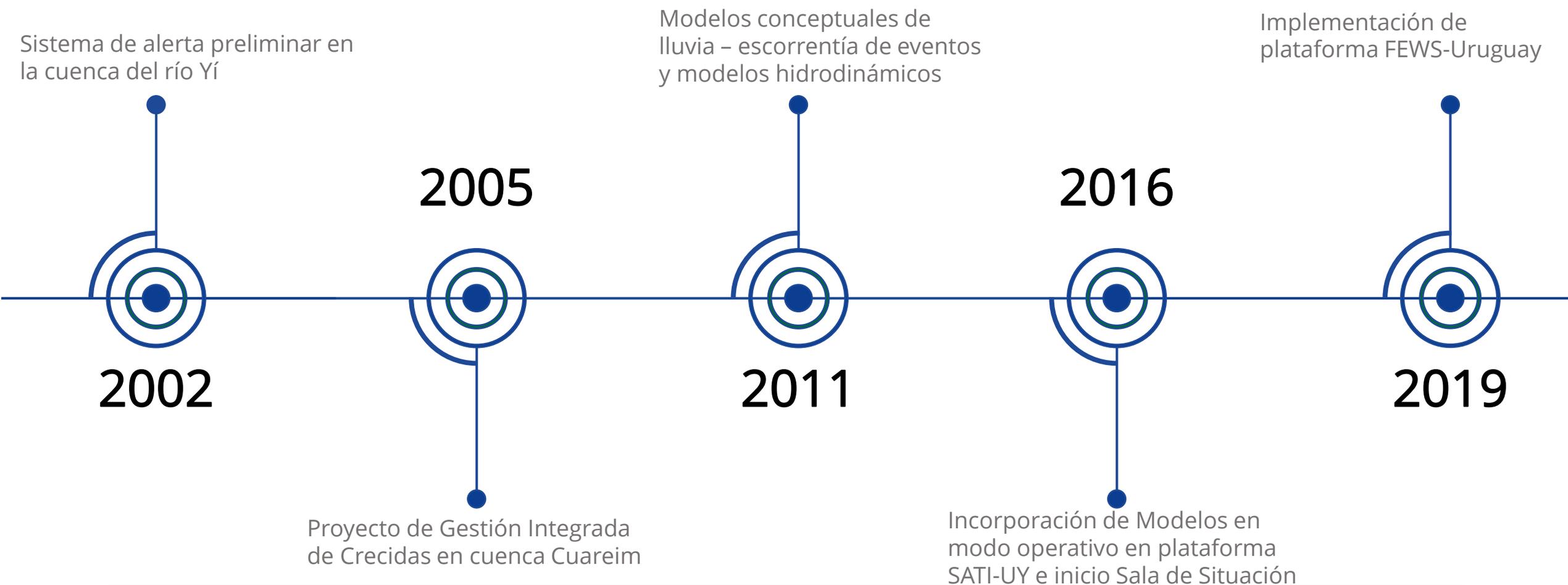
- Estrategia **mitigar inundaciones** → Sistema Alerta Temprana (SAT)
- Finalidad SAT → proveer **información oportuna** y eficaz que permita **la toma de decisiones** eficiente.
- Sistema de Alerta Temprana desde un punto de vista “*end-to-end*” **realizado en la Dinagua**
  1. Mapa riesgo inundaciones incorporados en planes de ordenamiento territorial
  2. Monitoreo variables hidrometeorológicas
  3. Sistema de previsión de niveles en Durazno (rio Yí), Artigas (rio Cuareim) y Santa Lucía.
  4. Envío de informe de situación al SINAIE y Comité departamental sobre alerta hidrológica.
  5. Protocolos de comunicación que apoyen a las instituciones responsable de la diseminación, comunicación, preparación y respuesta.



# Flujo información en Sistema de Alerta Temprana en cuenca del río Yí

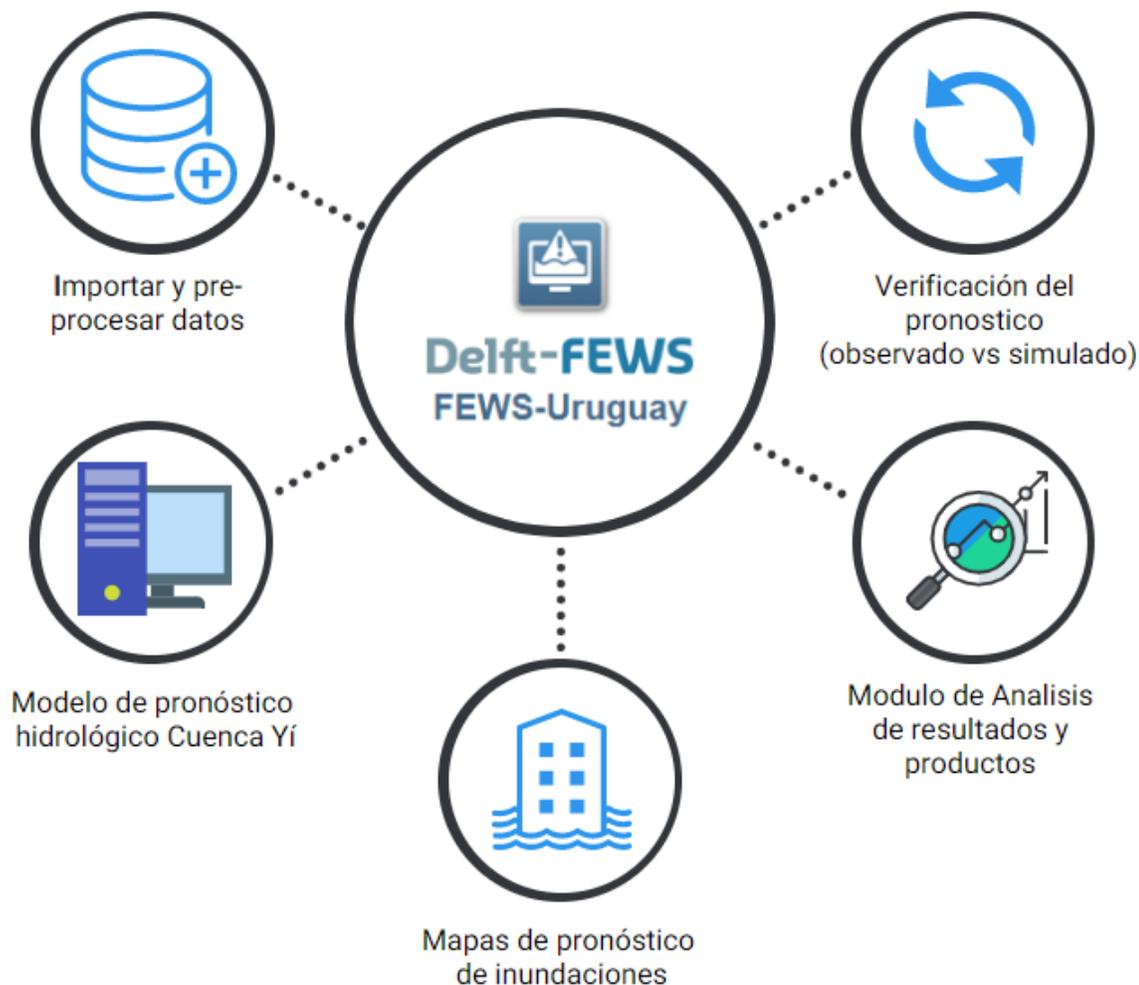


# Evolución herramientas SAT por inundaciones



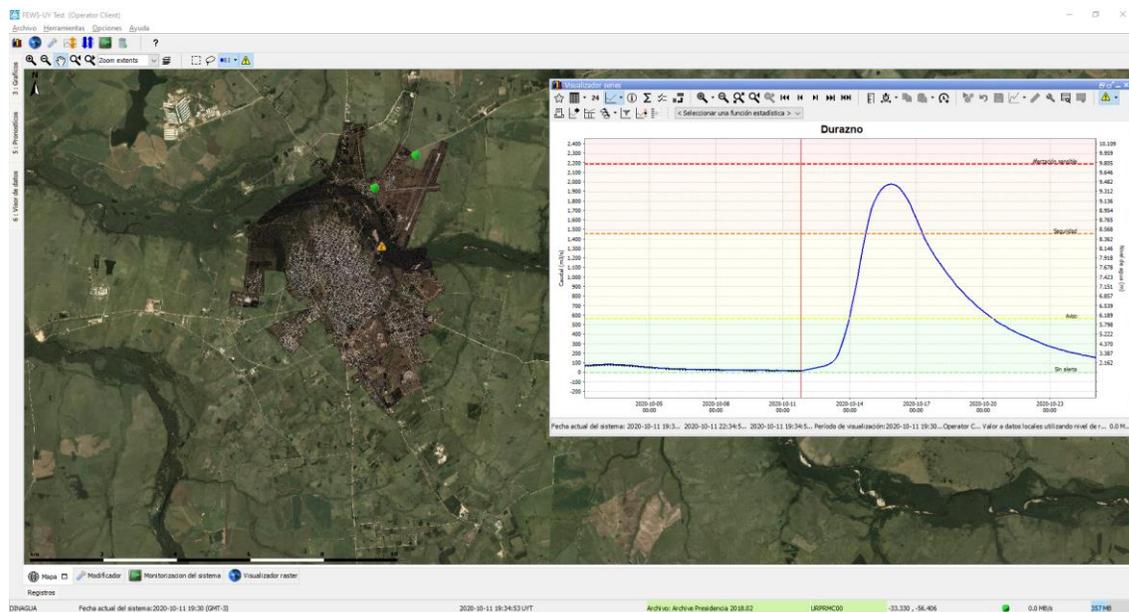
# FEWS – Uruguay: Características

- FEWS-Uruguay (Delft-FEWS) es una plataforma que **integra** datos y modelos.
- Importa datos en **tiempo real** de precipitación, niveles, caudales, evapotranspiración.
- **Pronóstico** hidrológico hasta 14 días de **anticipación**
- Pronostico niveles / caudales en cuenca Cuareim (Artigas) y Yí (Durazno).
- Mapas inundación **preliminar** (requiere validación previa)
- **Importante:** verificación post-evento

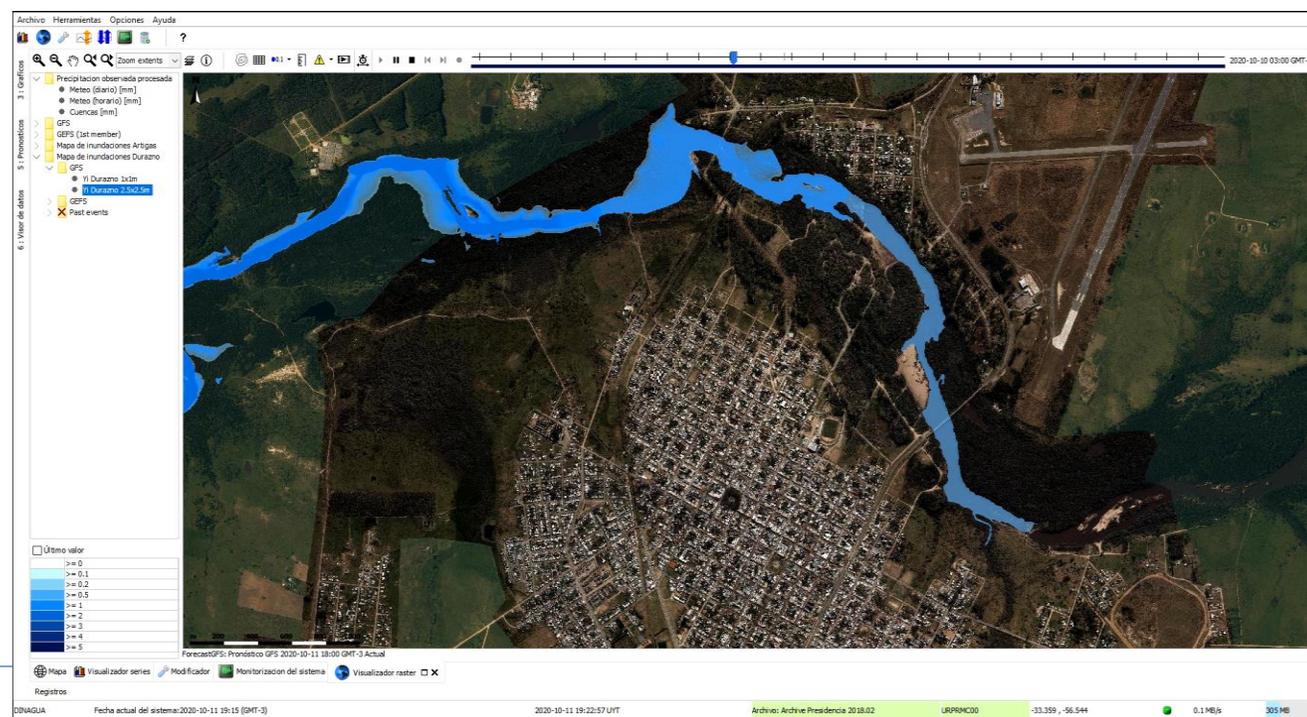


# FEWS-Uruguay: Pronóstico de inundaciones

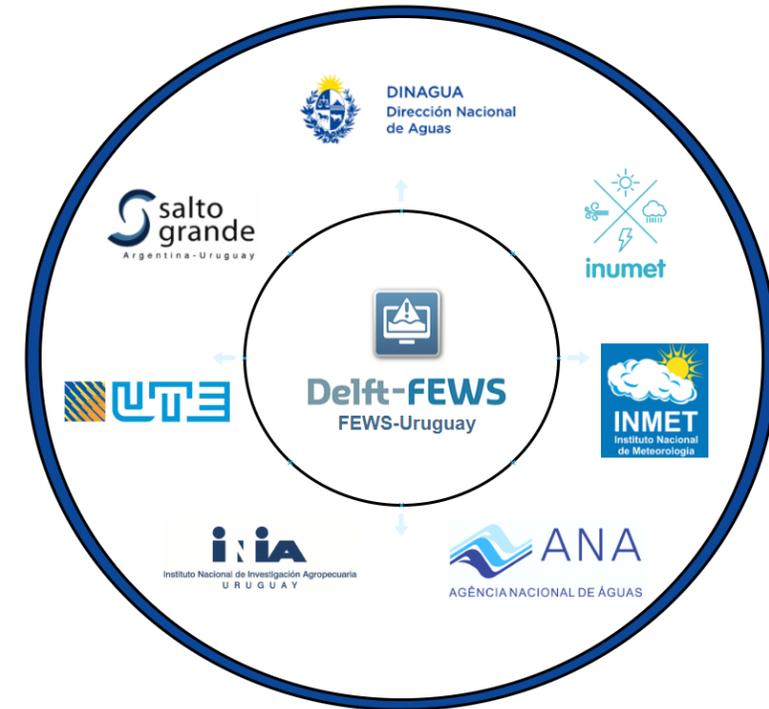
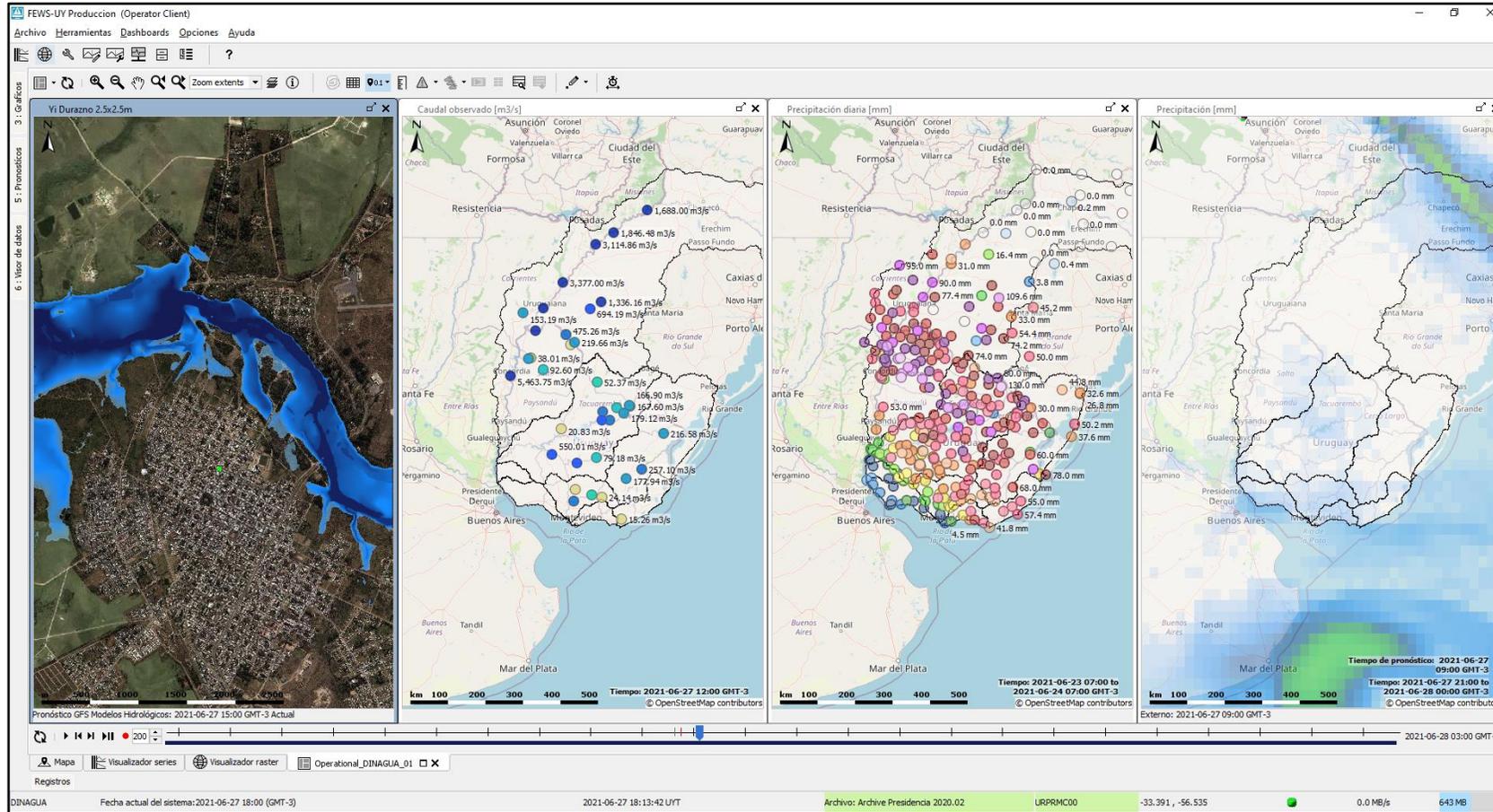
- FEWS-Uruguay pronostica el nivel del río y la proyecta en el modelo digital de terreno para generar zonas inundables.
- No representa el comportamiento hidráulico, mas bien es una representación preliminar.
- Sin embargo, brinda resultados aceptables



- Pronóstico determinístico del nivel del río Yí en Durazno.
- Predicción por ensambles para análisis probabilista (GEFS). Es decir, evaluar diferentes escenarios de precipitación pronosticada.



# FEWS-Uruguay



476 Estaciones precipitación

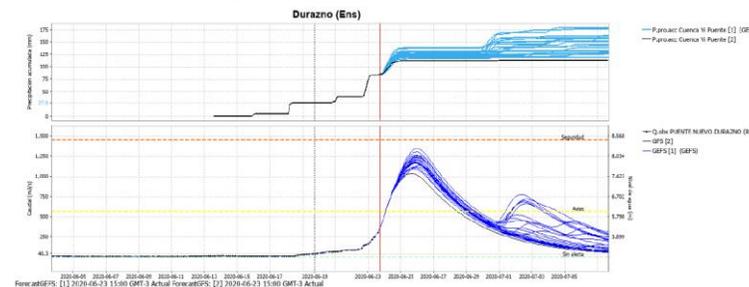
52 Estaciones caudal

111 Estaciones nivel río

6 Estaciones evapotranspiración

# Implementación temprana (inesperada) de los resultados de FEWS-Uruguay

- Inundación en ciudad de Durazno entre 26 y 28 junio 2020.
- FEWS-Uruguay estaba en etapa de prueba
- Dinagua utilizó y analizó los resultados, con resultados aceptables. Sinae tomó decisiones en base a los reportes emitidos por Dinagua.
- Se acertó en pronosticar el nivel máximo (obs = 8,16 m, sim = 8,17), aunque se identificó error en el tiempo de llegada de la onda de crecida.



**INFORME DE SITUACIÓN Y PRONÓSTICO HIDROLÓGICO NES**  
POSIBILIDAD DE ALERTA NARANJA EN CUENCA DE DURAZNO E INCREMENTO DE NIVEL EN CUENCA DEL RÍO SANTA LUCÍA

Fecha y hora de emisión: miércoles 24 de junio de 2020, 18:00 horas.  
Población afectada: jueves 25 de junio de 2020

**1. PRECIPITACIÓN REGISTRADA A NIVEL NACIONAL**

Durante el período comprendido entre las 07:00 a.m. del 23 de junio hasta las 07:00 a.m. del 24 de junio del 2020, el Sistema Uruguayo de Meteorología (en adelante, MUMET) registró un máximo de precipitación de 83,0 mm, en la localidad de La Avellaneda, departamento de Flores.

Figura 1. Mapa de precipitación acumulada período 07:00 a.m. 23 de junio - hasta 07:00 a.m. 24 de junio 2020. Fuente: MUMET

Adicionalmente, se detallan los siguientes acumulados de lluvia pronosticada para las siguientes cuencas hidrográficas:

Cuenca	Pronóstico (mm)	Máximo (mm)	Localidad del máximo
Río Negro	25,5	33,0	La Candelaria
Río Uruguay	3,8	14,0	Nuevo Barón
Río Santa Lucía	45,7	75,0	Alfaro
Laguna Merín	39,1	81,3	Coronilla

Página 1 de 7

**2. PRONÓSTICO HIDROLÓGICO EN LA CUENCA RÍO YÍ (CIUDAD DURAZNO)**

Tabla 2. Cuadro resumen de condiciones actuales y pronosticadas en el río Yí

Estaciones	Precipitaciones y niveles registrados		Tendencia	Nivel de capacidad (m. ceno local)
	Precipitación en la subcuenca (mm)	Nivel actual (m. ceno local)		
Serafín del Yí	32,1	5,80	🟢	
Pedernales del Yí	39,8	7,50	🟢	
Durazno (Puente Viejo)	37,1	6,50	🟡	8,47
Durazno (Puente Ruta 5)	37,1	7,26	🟡	9,83

**Pronóstico hidrológico con énfasis en la ciudad de Durazno**

Estación	Nivel pronosticado			Nivel pronosticado de alerta por inundaciones
	(24 horas)	(48 horas)	(72 horas)	
Serafín del Yí	5,13	5,33	4,90	
Pedernales del Yí	8,38	8,70	8,24	
Durazno (Puente Viejo)	8,17	8,35	7,94	🟡
Durazno (Puente Ruta 5)	9,28	9,49	9,01	🟡

**Pronóstico basado en impactos**

Actualmente se tiene inundación en la zona de camping. En base a los niveles registrados y pronosticados en la cuenca se prevé que el nivel del río en la ciudad de Durazno está en el momento probado entre 8,24 a 8,40 en puente Viejo con alguna posibilidad de ser superado. Lo anterior representaría una afectación en la primera línea de vivienda de Santa Bernardina y en la ciudad de Durazno.

**Recomendaciones al SINAE**

Mantener el monitoreo en la zona y estar atentos a la posibilidad de inundaciones en la zona de camping de la ciudad de Durazno.

Página 2 de 7

Informe de situación y pronóstico brindado por Dinagua el 24 Junio 2020.

## Tras informe del CECEOED aumentó número de autoevacuados en Durazno

duraznodigital | junio 28, 2020



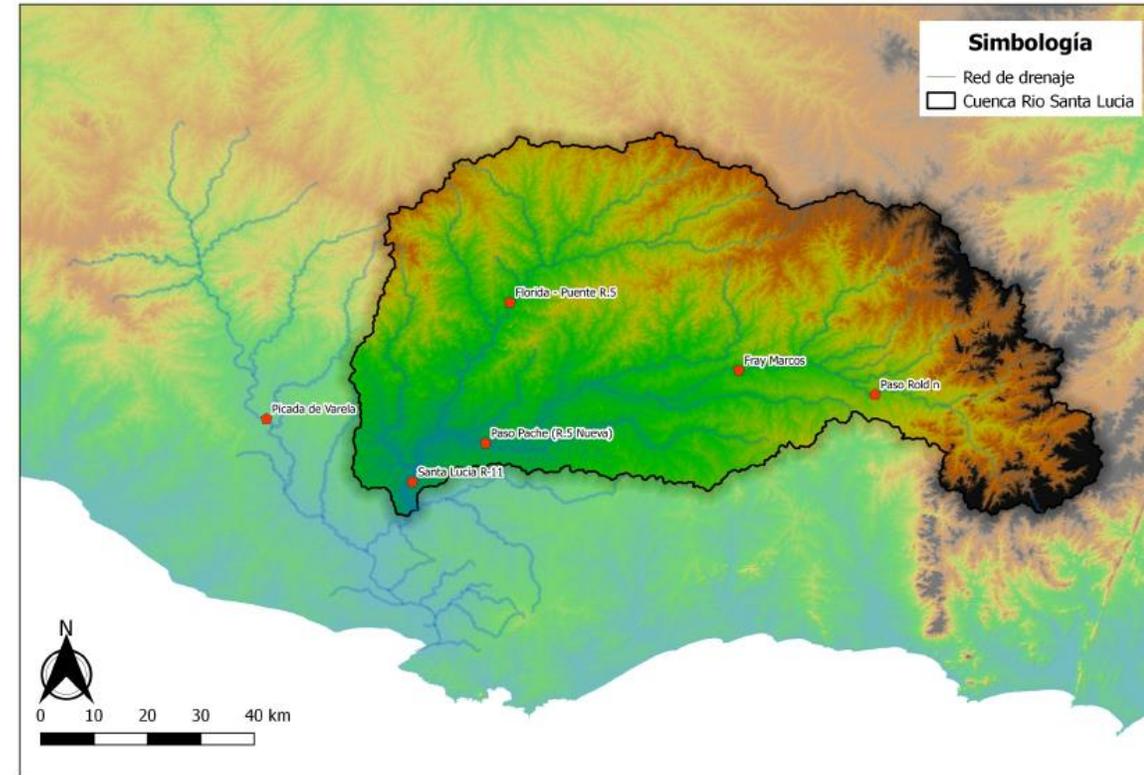
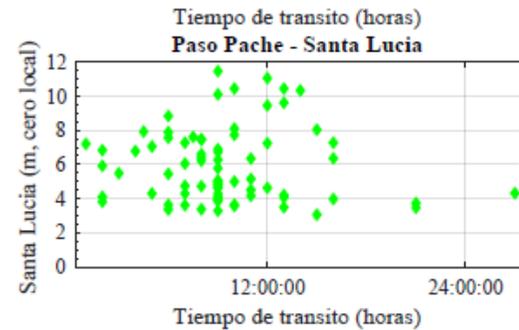
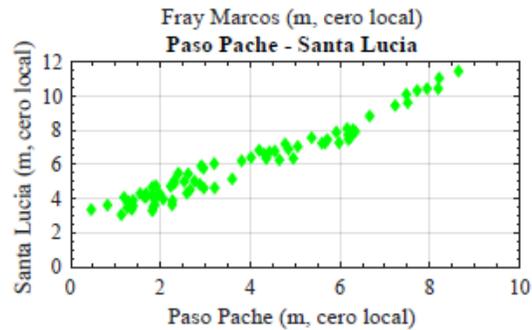
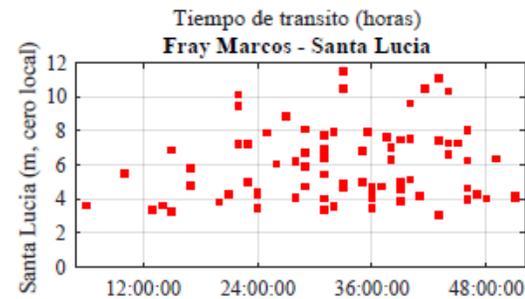
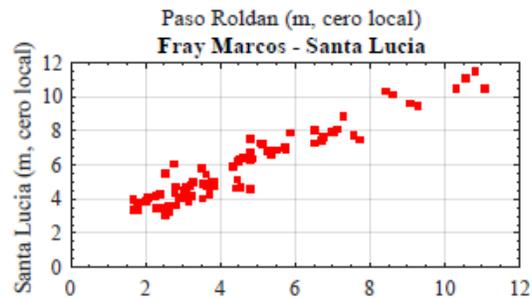
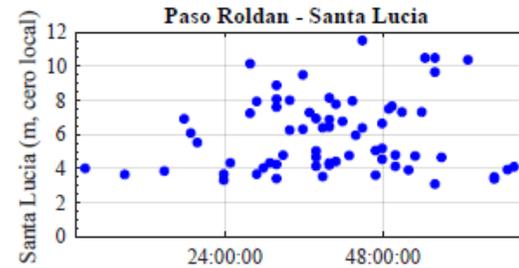
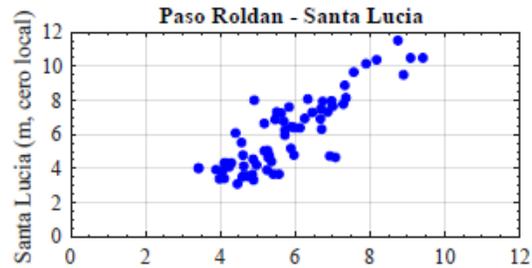
En virtud de que el pico de crecida se producirá durante la madrugada del domingo 28 de junio, funcionarios del Centro Coordinador de Emergencia (CECEOED) pidieron a dos personas que viven a pocos metros del río Yí su rápida autoevacuación.

A las mismas el CIB Santa Bernardina las auxilió y dio alimentos, amén de la opción de ir a su gimnasio o a la casa de algún familiar. A estar por datos recogidos por DURAZNO DIGITAL los mismos optaron por casa de familia, en tanto sus muebles y pertenencias fueron llevados al Club Sportivo Yí, por así haberse dispuesto en los protocolos de actuación del Comité de Emergencia para esta inundación del río Yí.

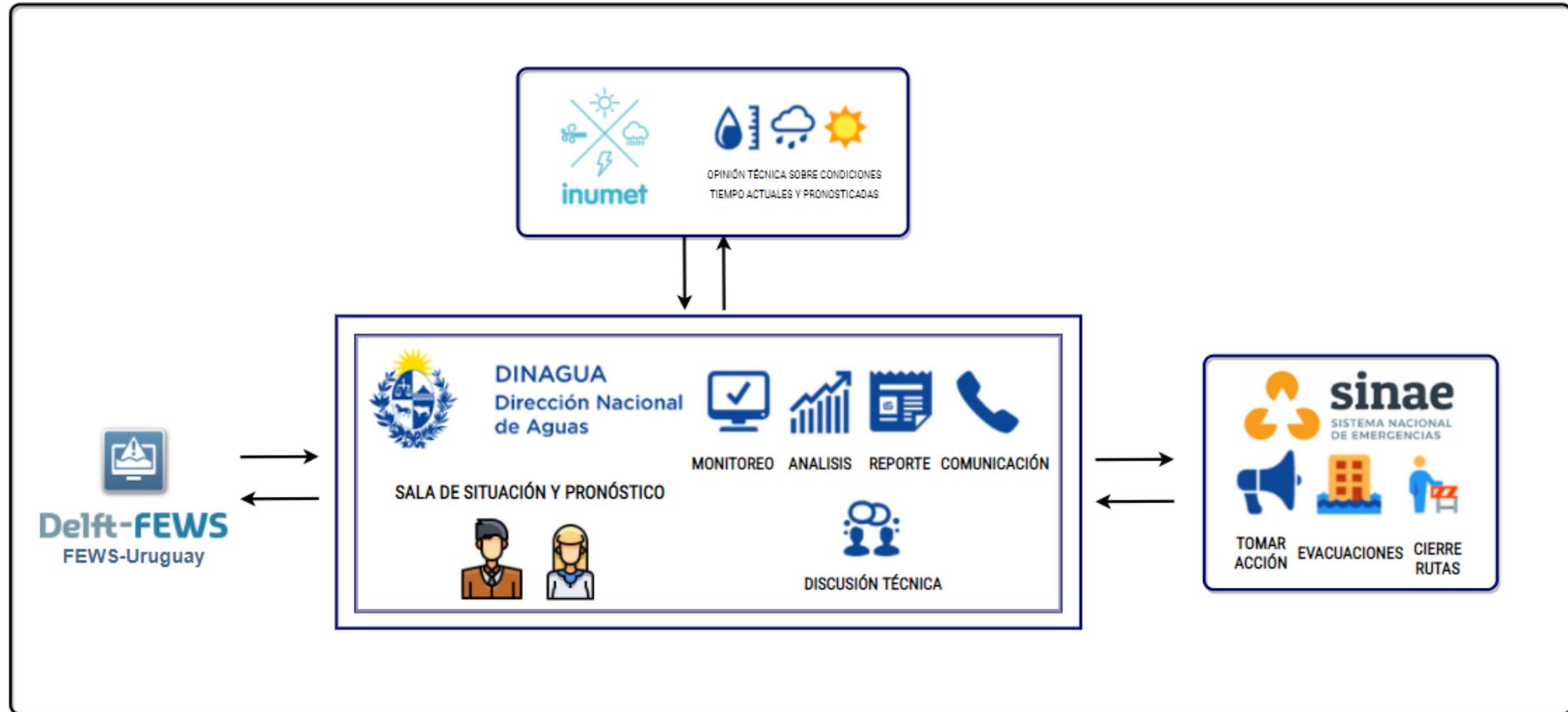
En lo que tiene relación con el río, durante la noche sabatina las aguas habían pasado los 8,33 metros sobre su nivel normal y crecían a razón de 1 centímetro por hora, lo que indica que el Nuevo Sistema de Predicción que está utilizando el CECEOED -a instancias del SINAE- se ha anticipado con exactitud a los hechos.

Reporte de diario Durazno Digital. Fuente: Source: [Durazno Digital](https://duraznodigital.com.uy/)

# Sistema de alerta preliminar en cuenca Santa Lucia



# Proceso de toma de decisiones en Dinagua



# Informe de situación y pronóstico – Cuenca Yí



## PRONÓSTICO HIDROLÓGICO EN LA CUENCA RÍO YÍ (CIUDAD DURAZNO)

Niveles registrados				
Estaciones	Nivel actual (m, cero local)	tasa incremento (cm/hora)	Tendencia	Nivel de seguridad (m, cero local)
Sarandí del Yí	5.30	10.0	Aumentar	-
Polanco del Yí	6.80	5.0	Aumentar	-
Durazno (Puente Viejo)	6.05	5.0	Aumentar	8.20
Durazno (Puente Ruta 5)	6.05	5.5	Aumentar	9.63
Precipitaciones registrada				
Durante el periodo comprendido entre las 07:00 horas del 13 de julio hasta las 07:00 horas del 15 de julio del 2021 se registraron 76.9 mm de precipitación en promedio en la cuenca, con valores puntuales máximos de precipitación de 88.0 mm en la estación Polanco del Yí.				
Niveles máximos aproximados para los próximos días				
Estación	Rango de niveles máximos pronosticados para los próximos días	Fecha aproximada de ocurrencia		
Sarandí del Yí	5.30 – 6.00	15 – 16 julio		
Polanco del Yí	8.30 – 8.53	16 – 17 julio		
Durazno (Puente Viejo)	7.15 – 7.70	17 – 18 julio		
Durazno (Puente Ruta 5)	8.00 – 8.50	17 – 18 julio		
Pronóstico hidrológico				
En base a las precipitaciones registrados y a los niveles registrados en las estaciones de monitoreo de la cuenca del río Yí, se prevé que el nivel máximo pronosticado del río Yí en la ciudad de Durazno sea entre 7.15 a 7.70 metros, lo cual mantendría las inundaciones en la zona de camping de la ciudad de Durazno para los próximos días. Se espera que el nivel descienda levemente entre el 18 y 19 de julio.				
Recomendaciones al SINAE				
Mantener el monitoreo en las estaciones de monitoreo de nivel de la cuenca del río Yí y estar atentos a las actualizaciones que se realicen.				

Tabla 2. Cuadro resumen de condiciones actuales y pronosticadas en el Río Yí



## Precipitación registrada y pronosticada

Durante las últimas horas se registraron precipitaciones de moderada intensidad en la cuenca del río Yí. En promedio se registraron 76.9 mm en la cuenca, con máximos puntuales de 88 mm en Polanco del Yí.

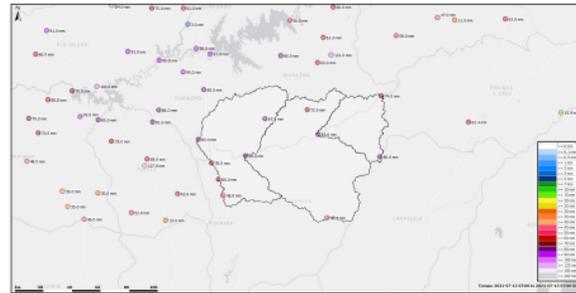


Figura 2. Estaciones de monitoreo de precipitación en la cuenca del río Yí para el periodo comprendido entre las 07:00 a.m. 13 de julio hasta las 07:00 a.m. del 15 de julio 2021.

Para las próximas horas no se prevé precipitaciones significativas en la cuenca del río Yí.

## Niveles registrados

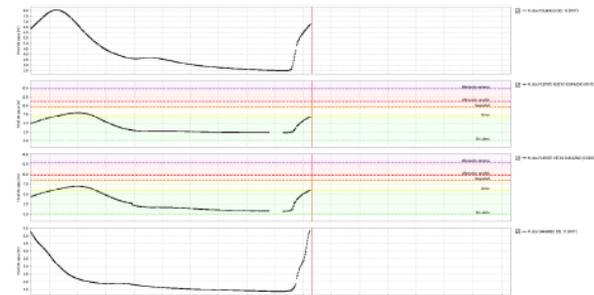


Figura 3. Estaciones de monitoreo de nivel en Polanco del Yí (arriba), Durazno Puente Nuevo, Durazno Puente Viejo y Sarandí del Yí (abajo)



## Pronóstico hidrológico para los próximos días.

El escenario hidrológico para las próximas horas muestra que el nivel máximo pronosticado más probable sea entre 7.80 a 8.20 metros en Puente Viejo Durazno. Este nivel representaría inundaciones en la zona de camping de la ciudad. Actualmente existe la probabilidad (20%) de que el nivel del río supere el nivel de seguridad (8.20 m), lo cual podría generar afectaciones en Santa Bernardina y Durazno.

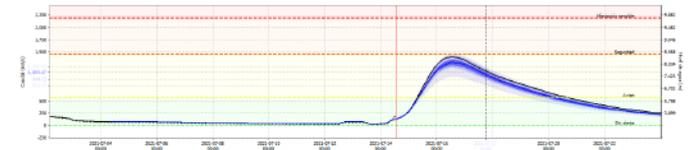


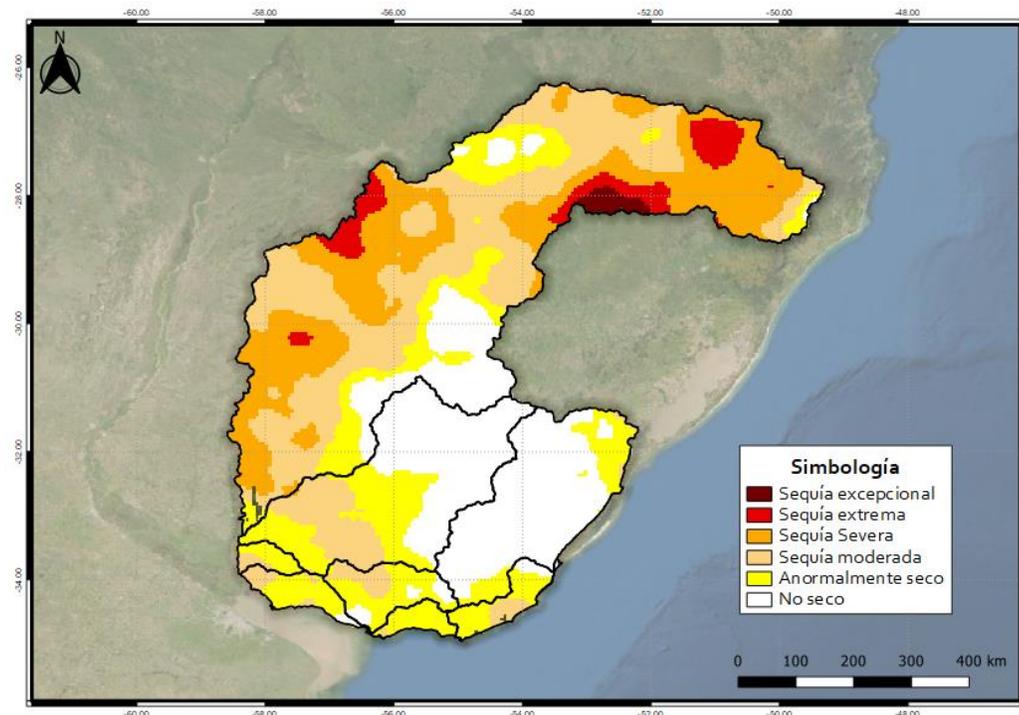
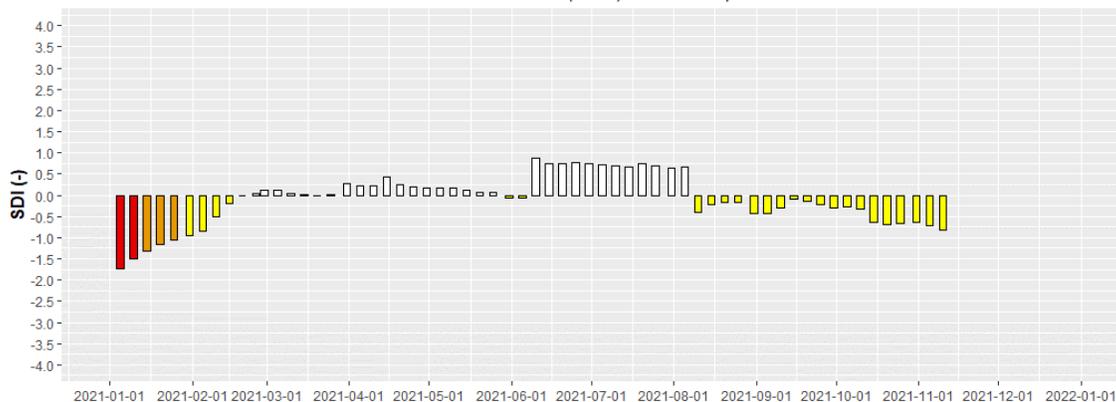
Figura 5. Pronóstico hidrometeorológico en la ciudad de Durazno.

# Monitoreo sequias hidrológicas

- Indicadores de sequia que permiten identificar donde se encuentra los déficit de precipitaciones en cuencas nivel 1.
- Indicadores basados en caudales para identificar sequias hidrológicas.

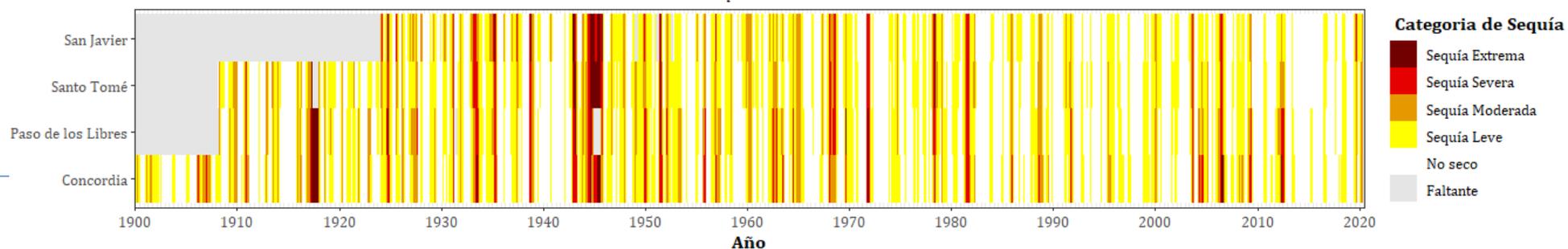
**Indice Sequía en Caudales (SDI)**

Estación: Santa Lucia Ruta 11 (133.0) - Escala temporal de 2-Meses



**Matriz de caracterización espacio-temporal de sequía hidrológica en Cuenca Río Uruguay**

Escala temporal de 3-Meses



Elaborado por: Jose Rodolfo Valles León

# Trabajo interinstitucional en el tema sequias

- Elaboración informe mensual a regionales Dinagua con las condiciones hidrometeorológicas actuales y la perspectiva trimestral.
- Dinagua participa activamente en el grupo de monitoreo de balance hídrico en donde se evalúa de manera conjunta las condiciones hidroclimáticas a nivel nacional.
- Instituciones participantes
  - Inumet
  - Dinagua
  - INIA
  - MGAP
  - OSE
  - CTM Salto Grande
  - UTE



## ANÁLISIS DE PRECIPITACIONES REGISTRADAS

Durante el periodo de 01-Jun-2021 al 30-Nov-2021, se ha mantenido los déficits de precipitaciones, principalmente en la cabecera y en la parte media de la cuenca del río Uruguay. Los indicadores de sequía basados en precipitaciones muestran que los rangos de severidad de sequía se encuentran entre sequía moderada a severa. En la siguiente imagen se muestra el Índice Estandarizado de Precipitación (SPI, por sus siglas en inglés) de las principales estaciones meteorológicas de la región y en las cuencas hidrográficas de nivel 1, para una escala de 6 meses (relevante para identificar sequías hidrológicas).

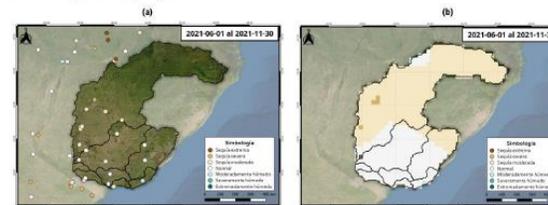


Figura 1. (a) SPI para una escala de 6 meses de las principales estaciones meteorológicas de la región. (b) SPI-6 meses con interpolación de datos de estaciones. Fuente: SISSA

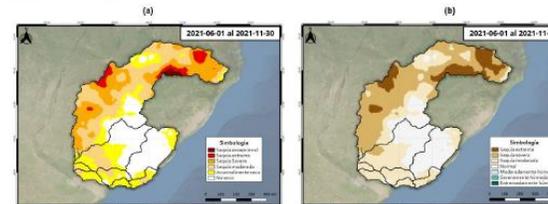
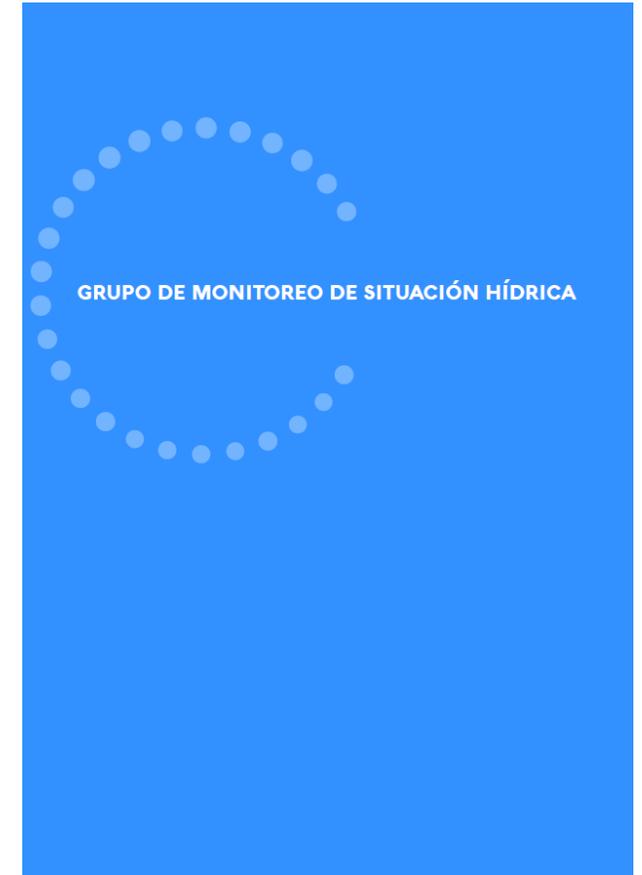


Figura 2. (a) Percentiles de precipitaciones utilizando estimaciones satelitales y datos in situ CHIRPS para una escala de 6 meses (b) SPI-6 meses en base a los datos de precipitaciones CHIRPS. Fuente: SISSA

Av. Rondeau 1921 piso 12 - Montevideo Uruguay  
www.ambiente.gub.uy

(+598) 2024 9949 int. 5000  
dinagua@ambiente.gub.uy



# Comentarios finales

- Una estrategia para **mitigar inundaciones** son los Sistema Alerta Temprana (SAT).
- Importancia de **comunicar** de forma **efectiva**, con mensajes **claros, concisos y útiles**
  - Brindar los pronósticos de niveles en puente viejo Durazno.
  - **Analizar** los resultados de los modelos y **comunicar** con anticipación para que las acciones de respuesta puedan funcionar.
  - Actualizar la información de **forma diaria** durante la emergencia.
  - Posterior a la emergencia es importante **analizar** lo que se hizo **bien** y lo que se hizo **mal**.
- Se viene trabajando en temas de sequias a nivel institucional (Dinagua) e interinstitucional.

**Ing. Jose Rodolfo Valles León, MSc.**

Dinagua – Ministerio de Ambiente

[jose.valles@ambiente.gub.uy](mailto:jose.valles@ambiente.gub.uy)

[dinagua.salasituacion@ambiente.gub.uy](mailto:dinagua.salasituacion@ambiente.gub.uy)



Ministerio  
**de Ambiente**

