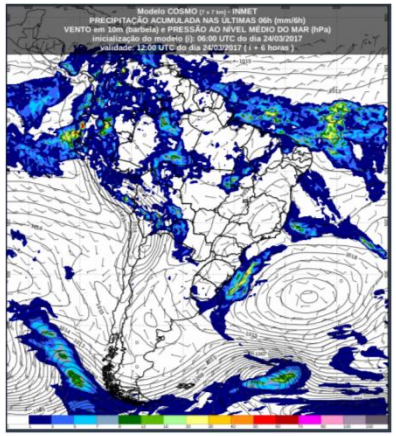
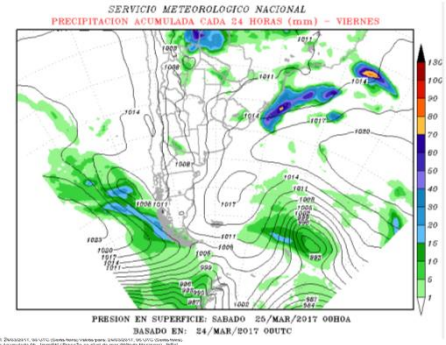
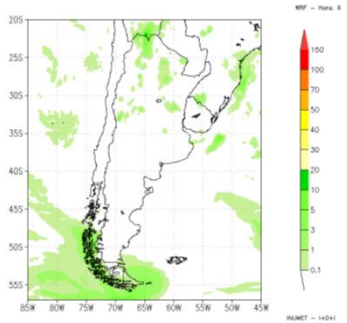
Desarrollo de un algoritmo para el procesado de los pronósticos de aportes hidrológicos que permita asimilarlos en las herramientas de operación del SIN conjuntamente con los pronósticos de eólica y solar

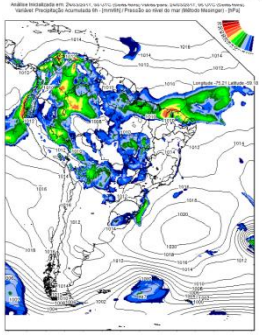
Rafael Terra
Magdalena Crisci
Alejandra De Vera

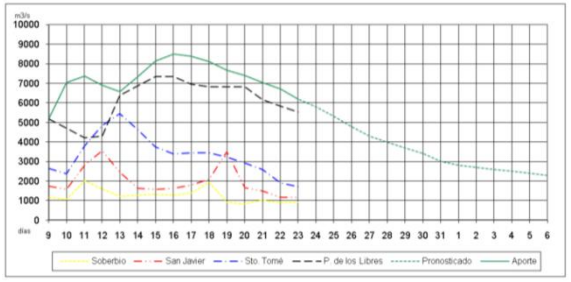
0. OBJETIVO

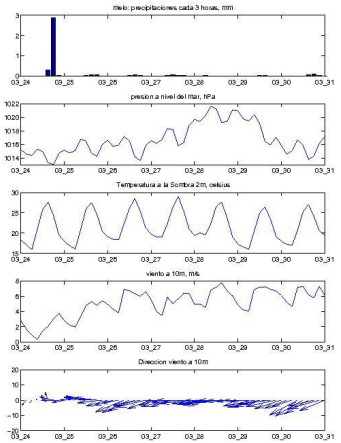


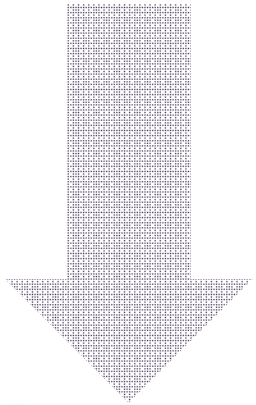










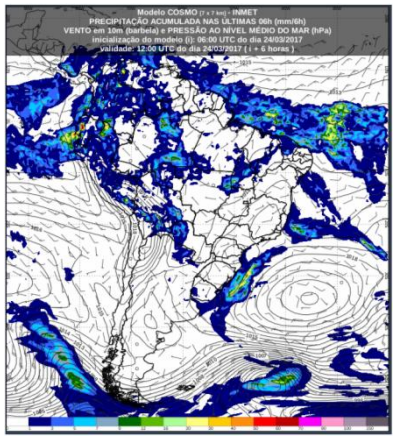


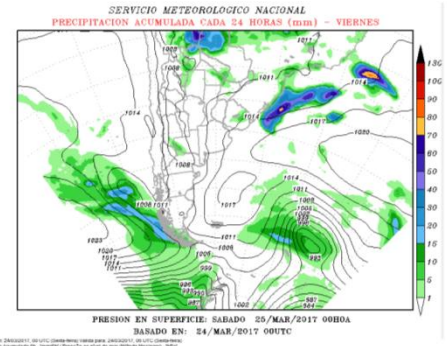
SimSEE

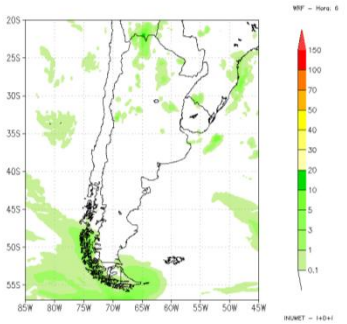
CONTENIDO

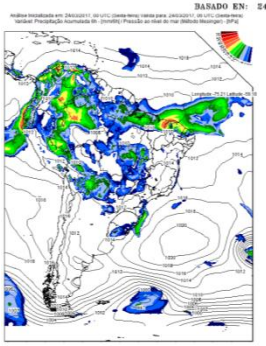
1. Información Disponible
2. Modelo Hidrológico de paso diario
3. Estructura en Modo Operativo
4. Hoja de Ruta

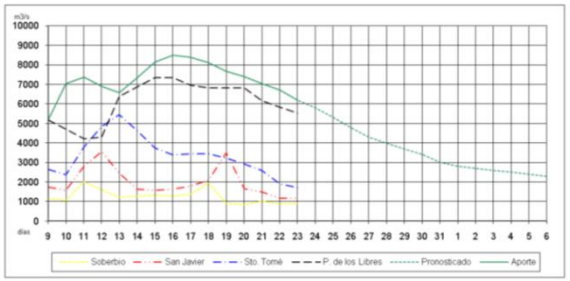
1. INFORMACIÓN DISPONIBLE
-DE PRONÓSTICO-

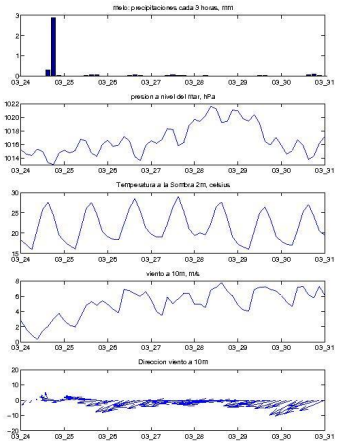












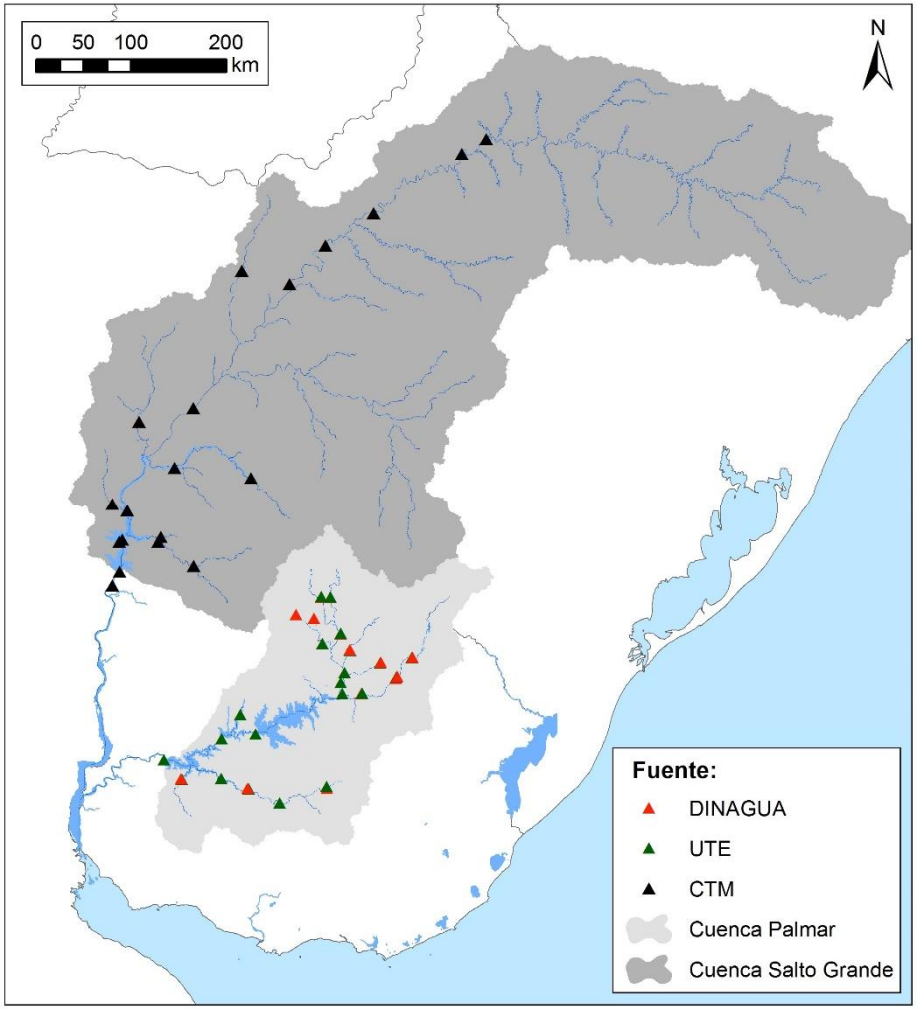
Múltiples pronósticos de precipitación

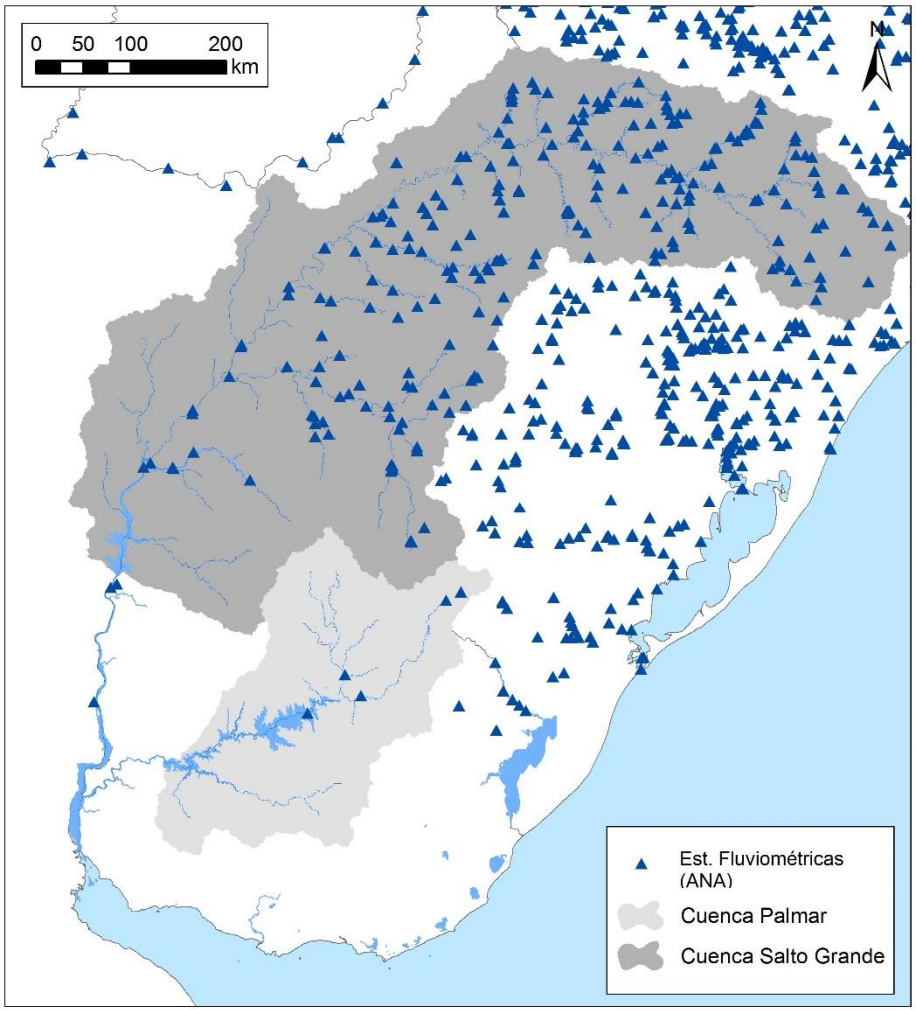
diferentes resoluciones, formatos, horizontes temporales

Algunos pronósticos de caudal

1. Información Disponible
- Observaciones en Tiempo Real o Diferido -

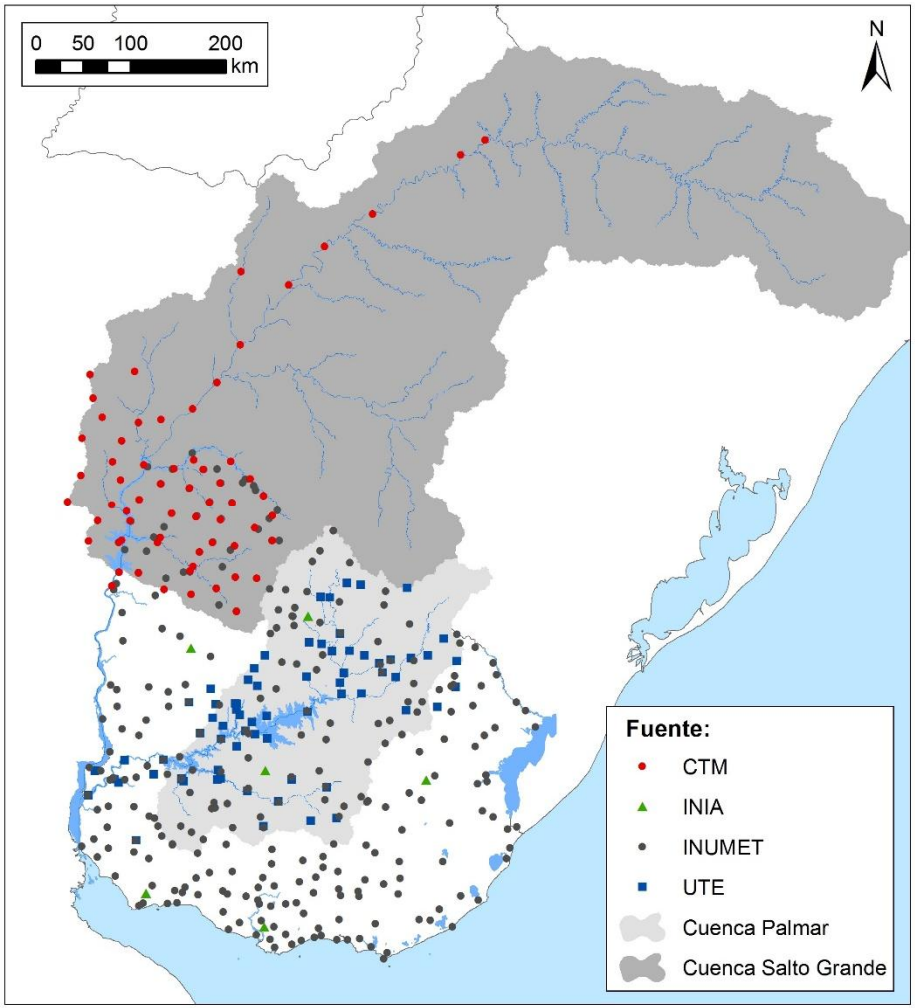
Información hidrométrica

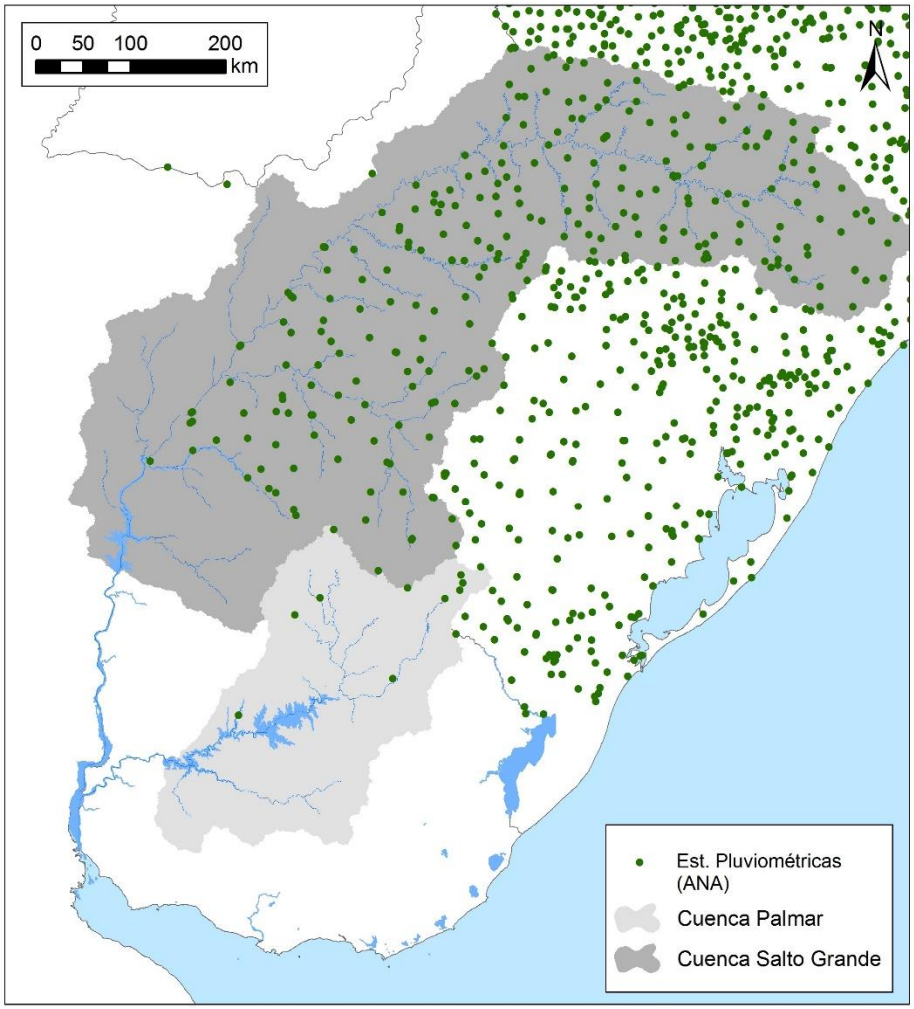




1. Información Disponible
- Observaciones en Tiempo Real o Diferido -

Información pluviométrica



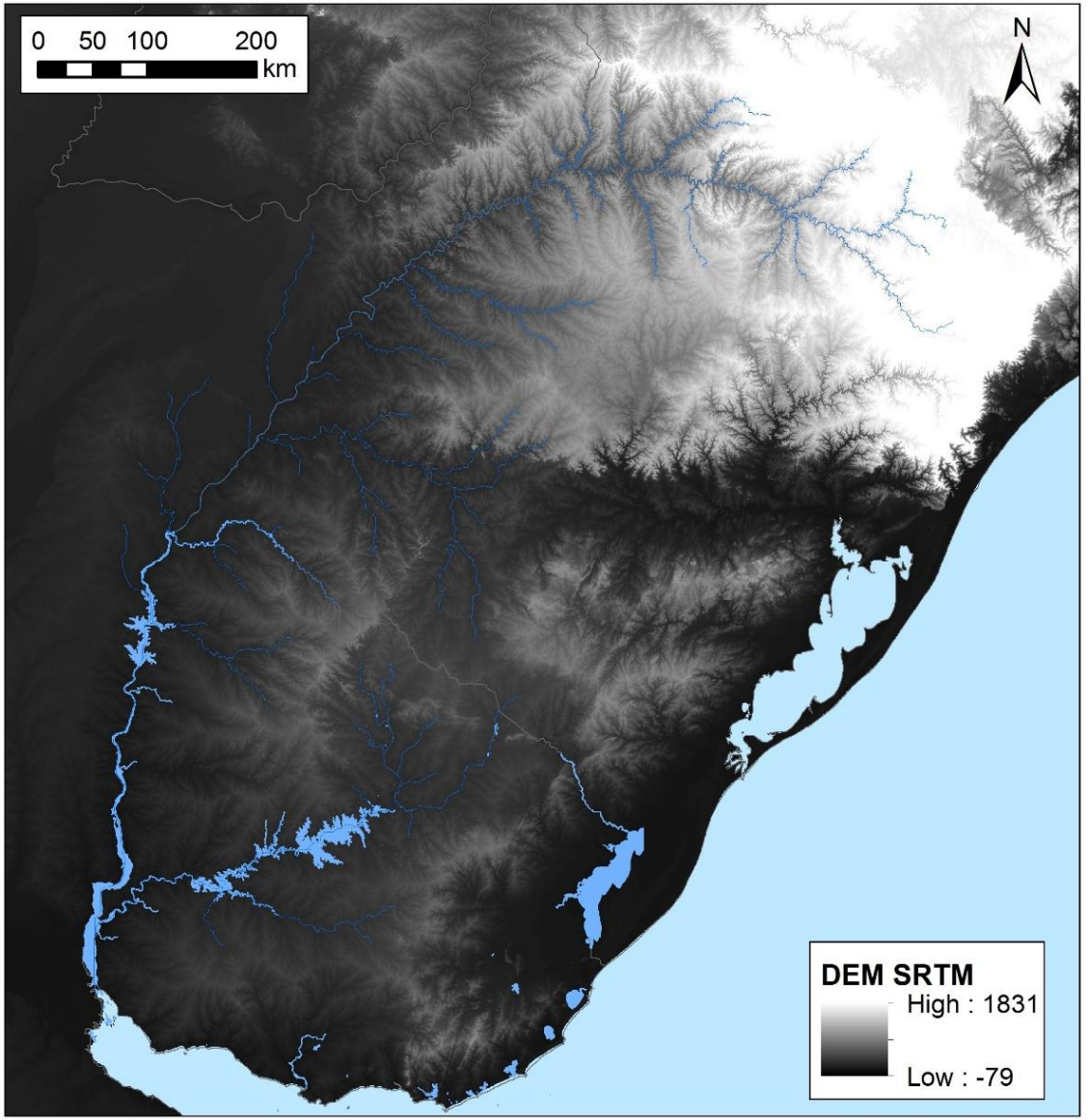


1. Información Disponible
- Topografía, Suelos, etc -

Modelo Digital de Elevaciones

NASA SRTM 90x90m

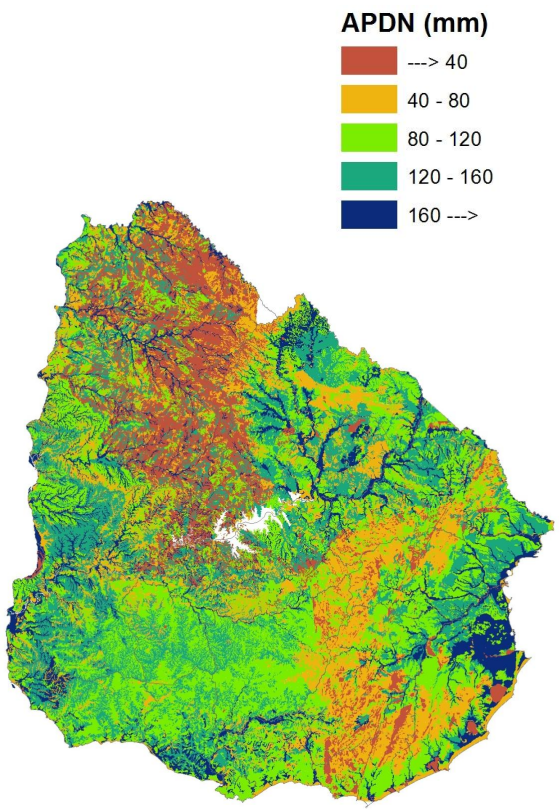
http://srtm.csi.cgiar.org/index.asp



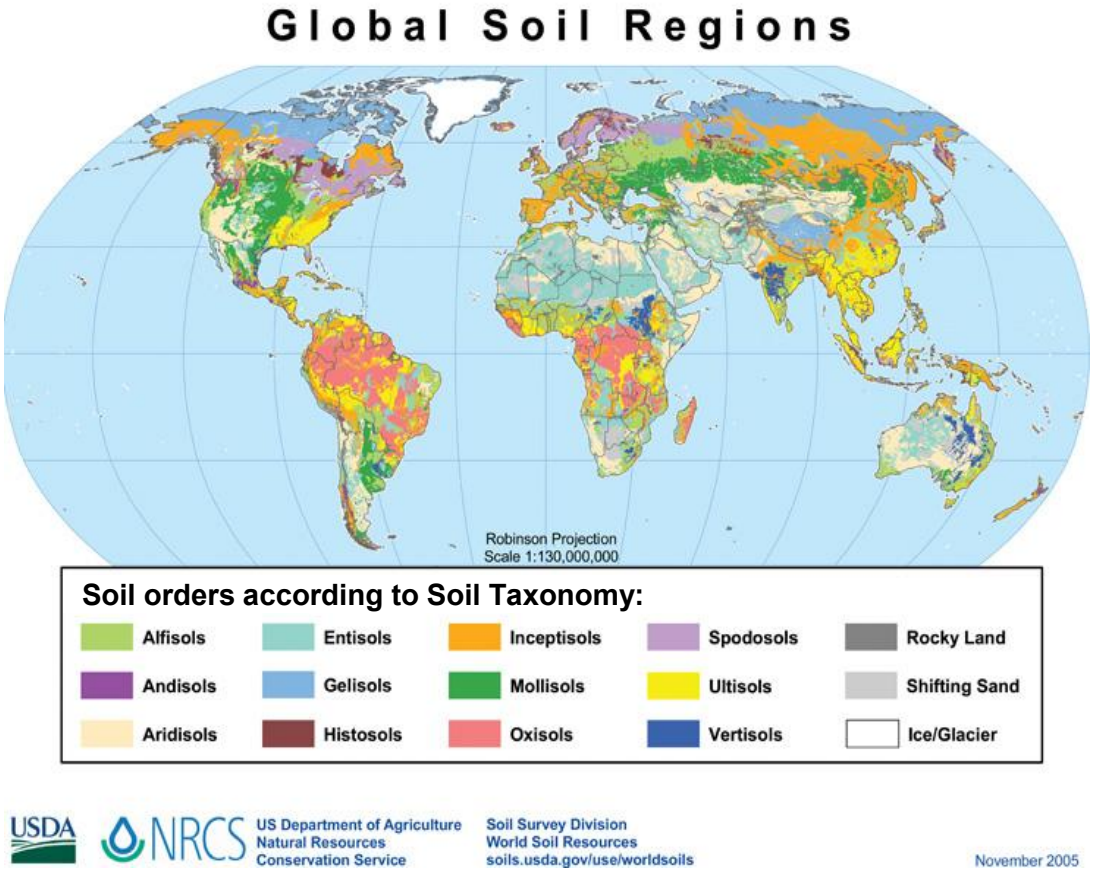
1. Información Disponible
- Topografía, Suelos, etc -

Suelos

Agua Disponible: CONEAT



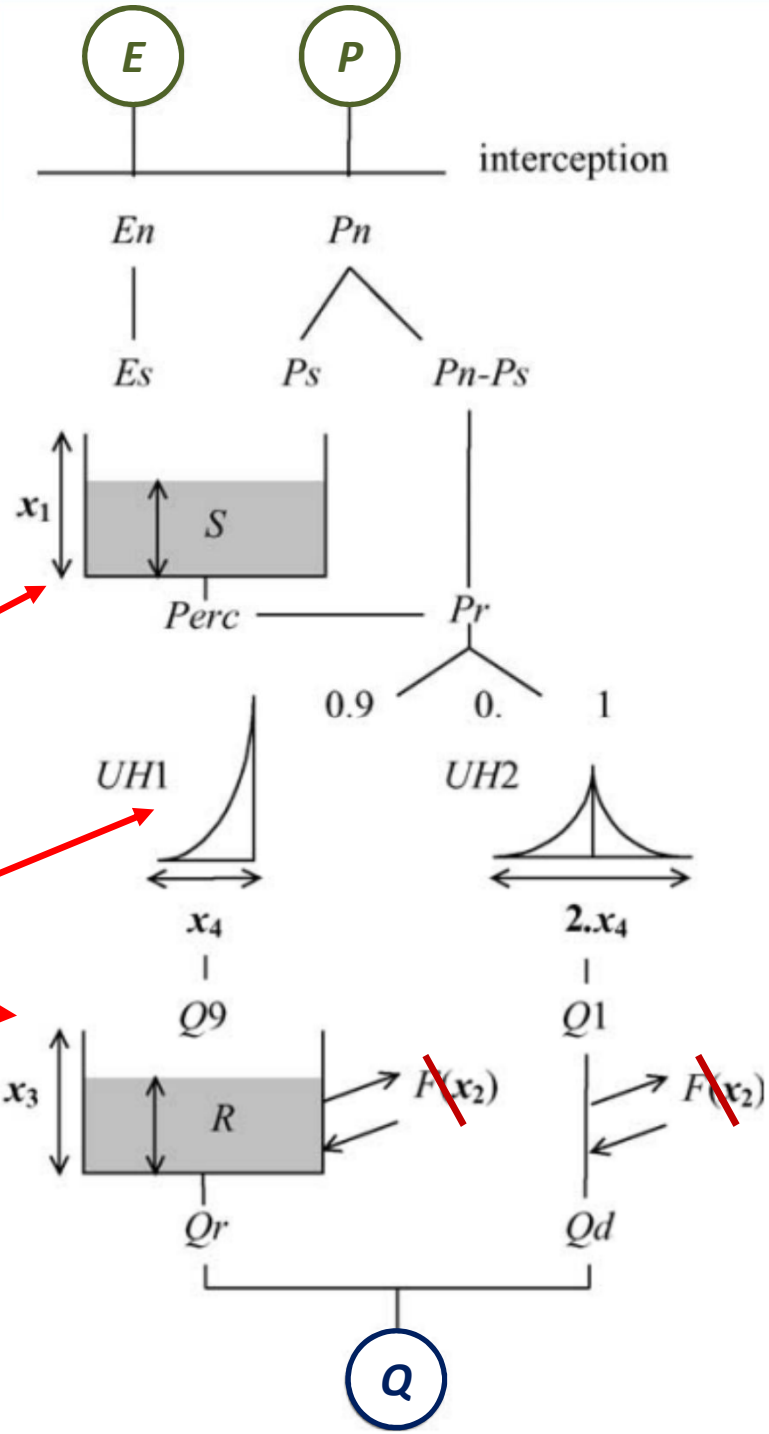
Deducir AD



2. MODELO HIDROLÓGICO
- ESQUEMA CONCEPTUAL -

Modelo GR4J - Perrin C. et al. (2001, 2003)

- Datos de entrada: Precipitación (P) y *ETo*.
- Modelo de 4 parámetros, implementado con 3 (sin intercambio con agua subterránea)
  - Reservorio de Producción: X_1 = AD
  - Tránsito dentro de la subcuenca
    - Tiempo Base X_4 de Hidrogramas Unitarios
    - Reservorio no lineal: X_3
- Memoria en reservorios: producción *S* (lento) y tránsito *R* (rápido)
- Salida: *Q*

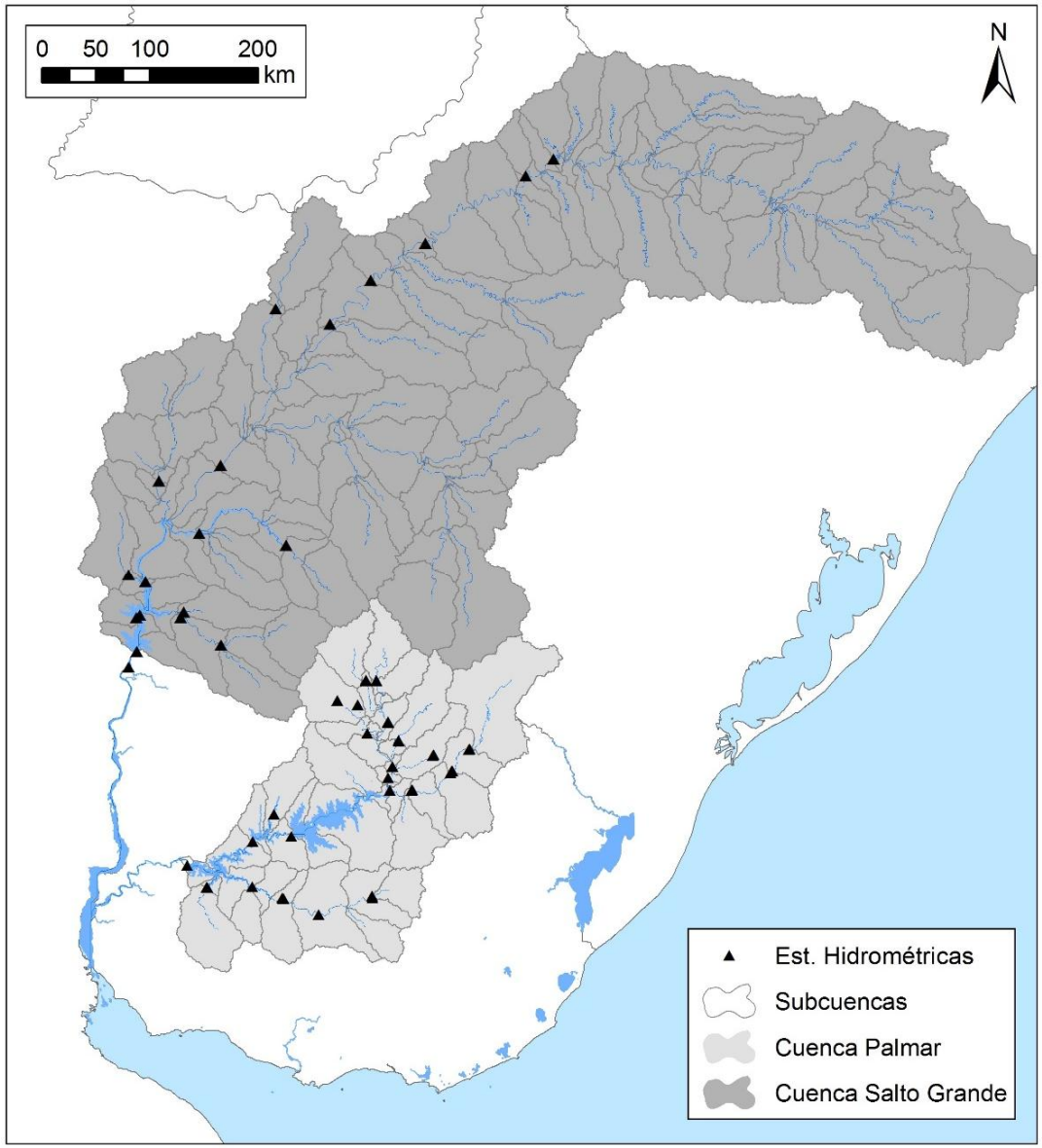


2. Modelo Hidrológico
- División en Subcuencas -

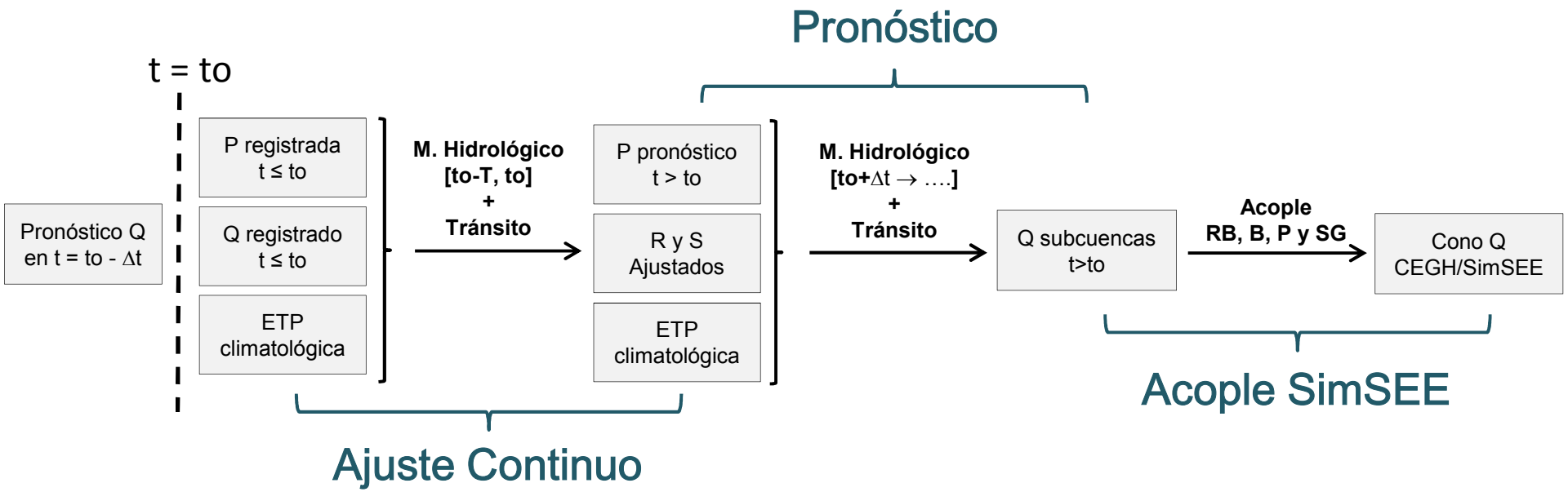
Paso diario

- 180 subcuencas
- Área ≤ 6.500 km^2

Tránsito entre subcuencas prescripto y fijo.

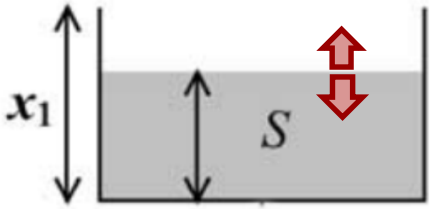


3. Estructura en Modo Operativo
- Diagrama de Flujo -

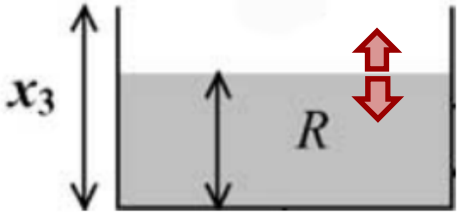


3. Estructura en Modo Operativo
- Ajuste Continuo -

- Ajuste a implementar en las Subcuencas y días con datos medidos (P y Q).
- Magnitud del ajuste proporcional al error relativo del caudal simulado.
- Variables de ajuste son las variables de estado del modelo: los reservorios.



Relajación de $S \rightarrow 0$, X_1 (según signo del error) en función del error en el caudal integrado en 10 días.

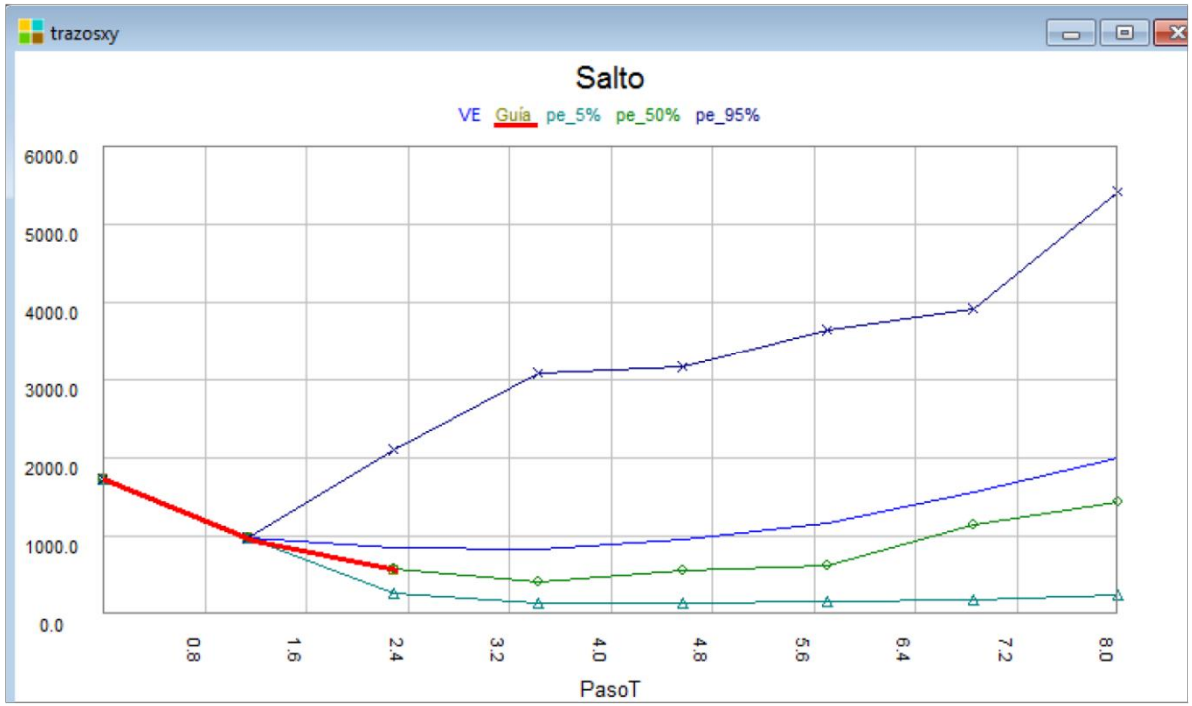


Relajación de $R \rightarrow 0$, X_3 (según signo del error) en función del error en el caudal integrado en 2 días.

3. Estructura en Modo Operativo - Acople dentro del SimSEE-

El modelo hidrológico presentado es determinístico, pero se prevé que sea usado con múltiples pronósticos de precipitación y, además, en combinación con otros pronósticos hidrológicos, con lo cual se puede obtener una estimación confiable de la incertidumbre esperada.

En cualquier caso debe acoplarse el pronóstico al Cono de Pronósticos del CEGH.



4. Hoja de Ruta

1. **Codificación** dentro de la plataforma SimSEE de la estructura y modelo hidrológico.

2. **Calibración "offline"** en base a registros históricos de precipitación y caudal (en donde éstos existan) de los parámetros del modelo hidrológico.

3. Implementación de operación continua: transmisión en tiempo real de los datos de precipitación y caudal observados y de los pronósticos de precipitación.

4. Calibración "online" del acople dentro del SimSEE.

4. HOJA DE RUTA
- CALIBRACIÓN -

- Ajuste de los parámetros X_3 y X_4 en los puntos con datos históricos de caudal (X_1 = AD).
- El ajuste se realiza en cuencas incrementales desde aguas arriba hacia aguas abajo, buscando obtener la mejor representación de los caudales observados en cada punto.
- Funciones objetivo:
  - Coeficiente de Nash-Sutcliffe = $1 - \frac{\sum_{t=0}^{t=T}(Qobs_t - Qmod_t)^2}{\sum_{t=0}^{t=T}(Qobs_t - \overline{Qobs})^2}$
  - Curva de excedencia de caudales diarios
  - Diferencia de volúmenes de escurrimiento anual

4. HOJA DE RUTA
- CALIBRACIÓN -

- En estudios antecedentes del IMFIA (2016), los parámetros del modelo GR4J fueron calibrados y regionalizados en siete cuencas de Uruguay, con resultados preliminares auspiciosos.

Parámetro	Descripción del parámetro	Valor
x_1	Capacidad máxima del reservorio de producción	AD (mm)
x_3	Capacidad máxima del reservorio de tránsito	42.4 mm
x_4	Tiempo base del hidrograma unitario	2.4 días

Resultados preliminares Proyecto ANII-FSE2014, Segundo Informe de Avance, IMFIA 2016:

Mejora en la estimación de caudales fluviales en Uruguay y su aplicación para evaluar el potencial de generación hidro-cinético.

4. Hoja de Ruta

1. **Codificación** dentro de la plataforma SimSEE de la estructura y modelo hidrológico.

2. **Calibración "offline"** en base a registros históricos de precipitación y caudal (en donde éstos existan) de los parámetros del modelo hidrológico.

3. Implementación de operación continua: transmisión en tiempo real de los datos de precipitación y caudal observados y de los pronósticos de precipitación.

4. Calibración "online" del acople dentro del SimSEE.

Desarrollo de un algoritmo para el procesado
de los pronósticos de aportes hidrológicos
que permita asimilarlos en las herramientas de operación del SIN
conjuntamente con los pronósticos de eólica y solar

GRACIAS

Rafael Terra
Magdalena Crisci
Alejandra De Vera