

Dinámica de sedimentos en el río Paraná Inferior en el contexto del Cambio Climático



Mariano Re

Programa de Hidráulica Computacional
Laboratorio de Hidráulica – Instituto Nacional del Agua



CICLO DE SEMINARIOS – DEPARTAMENTO DE HIDRÁULICA (EIC) y CURIHAM – FCEIA, UNR.
ROSARIO - ARGENTINA

Proyecto CLARIS-LPB

Hydroclimate and Society in La Plata Basin - EU FP7 Collaborative Project - Priority Area 1.1.6.3 "Global Change and Ecosystems"

El Proyecto CLARIS LPB tiene por objetivo prever los impactos regionales del Cambio Climático en la Cuenca del Plata (LPB - La Plata Basin) y sugerir estrategias de adaptación para el uso de los suelos, la agricultura, el desarrollo rural, la producción hidroeléctrica, el transporte fluvial y los ecosistemas en humedales.



LHA-INA en CLARIS-LPB

#1 – Sedimentación en canales de navegación

#2 – Producción de sedimentos en al Alta Cuenca del Plata

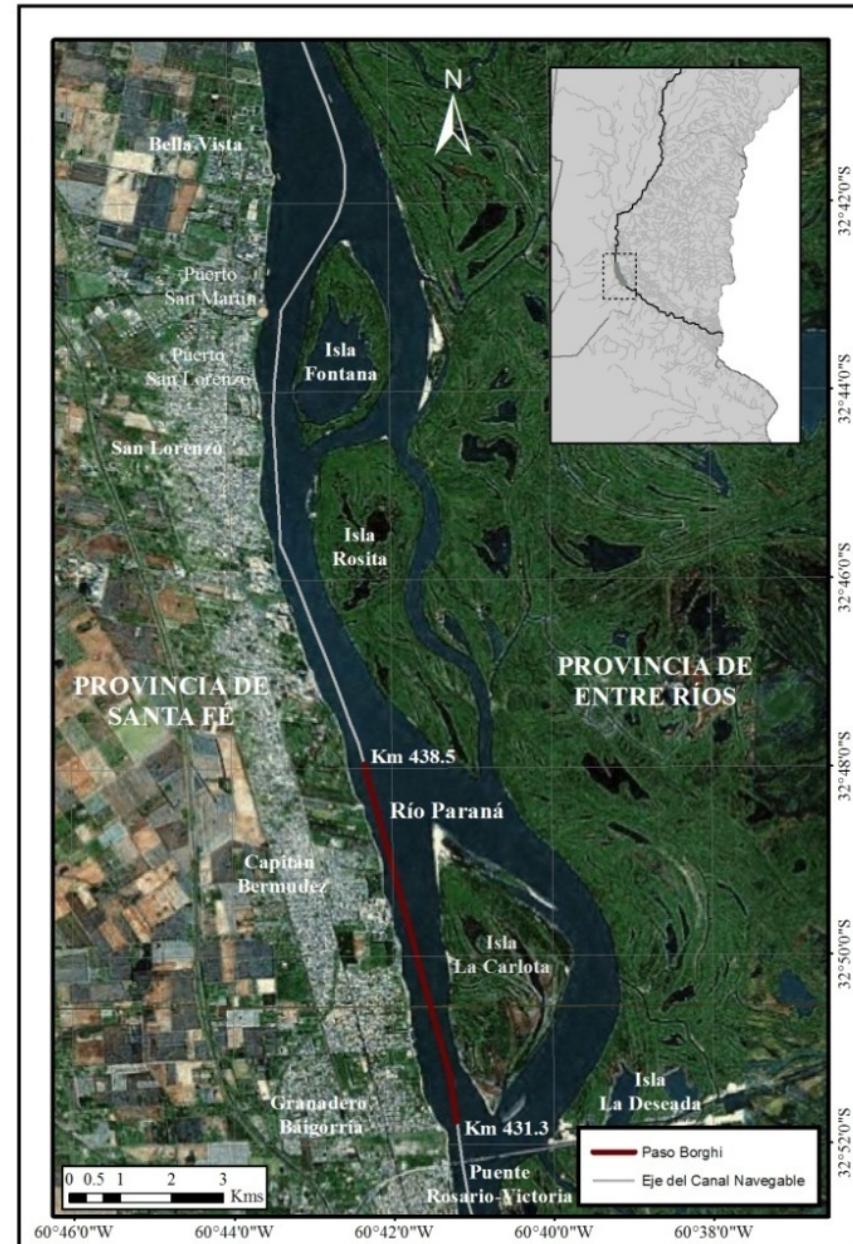
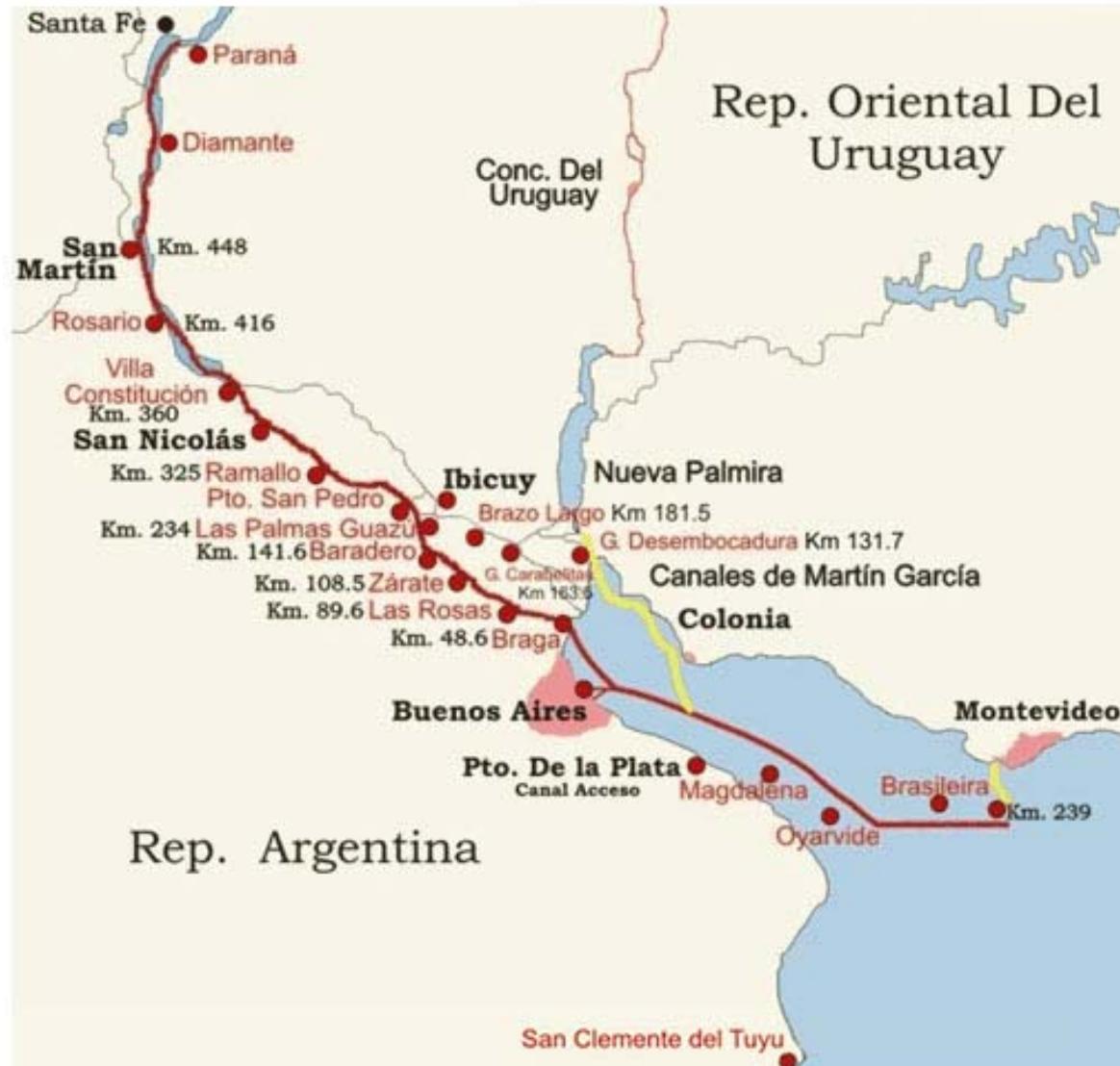
#3 – Avance del Frente del Delta del Paraná



Sedimentación en canales | Paso Borghi

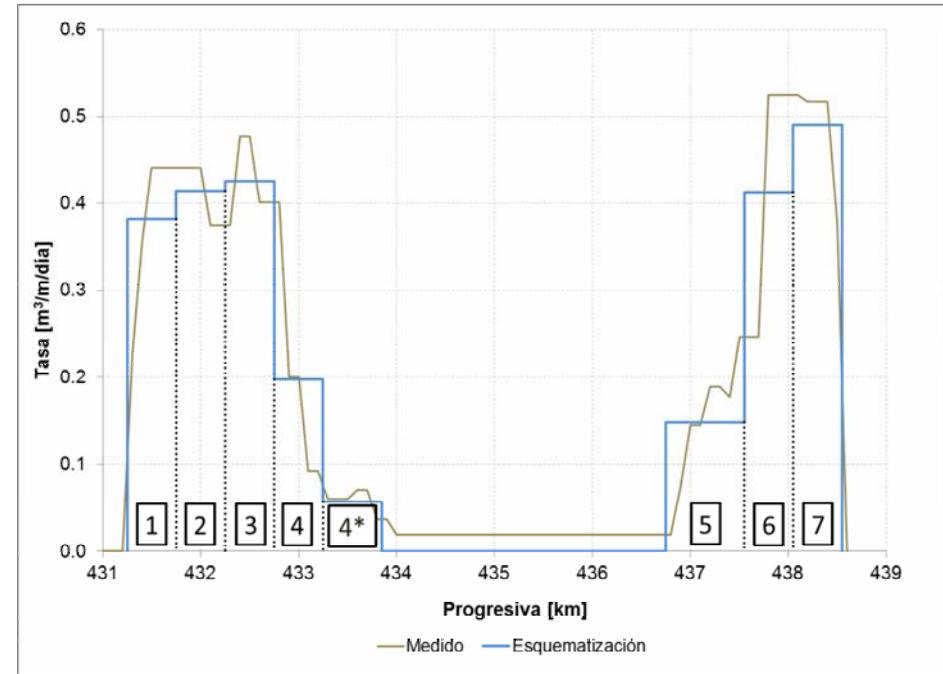
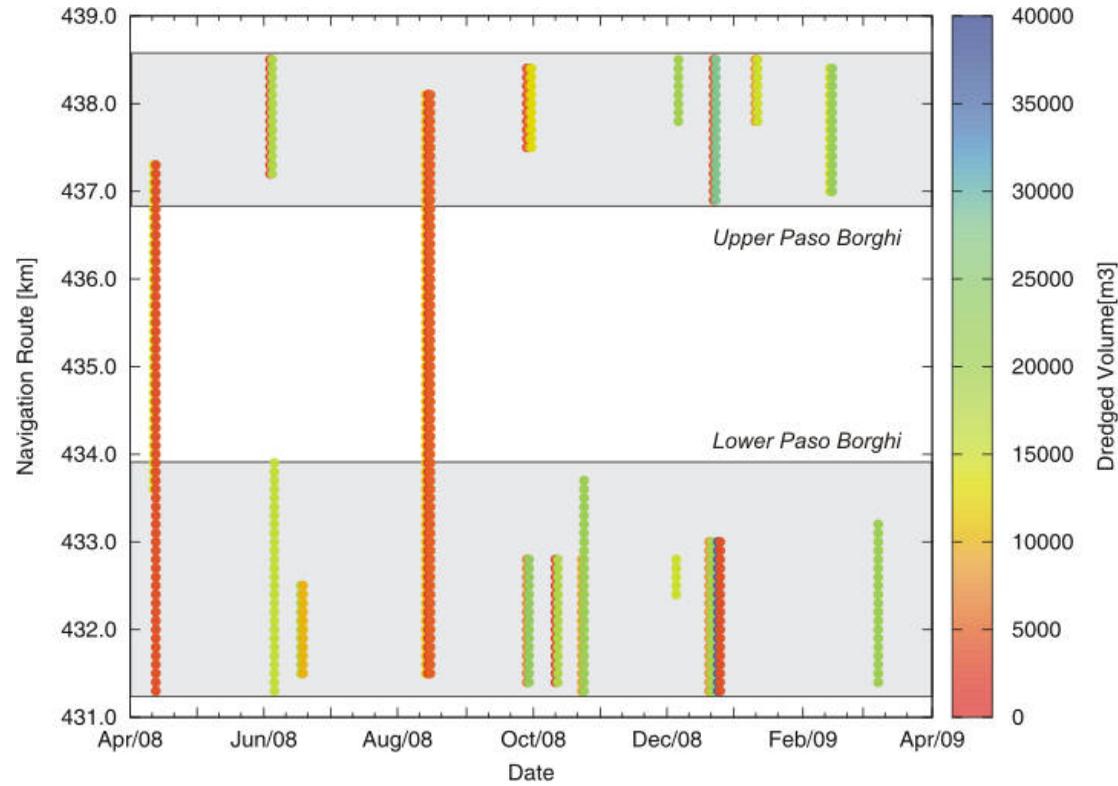


Sedimentación en canales | Paso Borghi



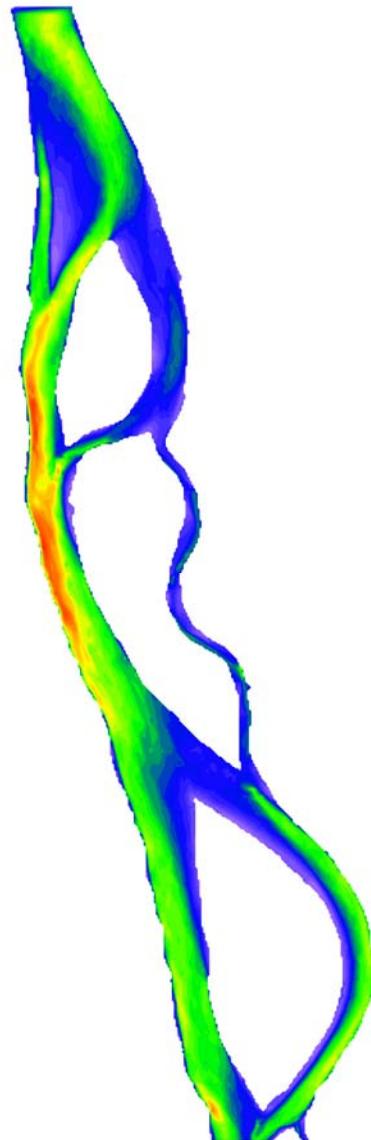


Información básica: volúmenes dragados





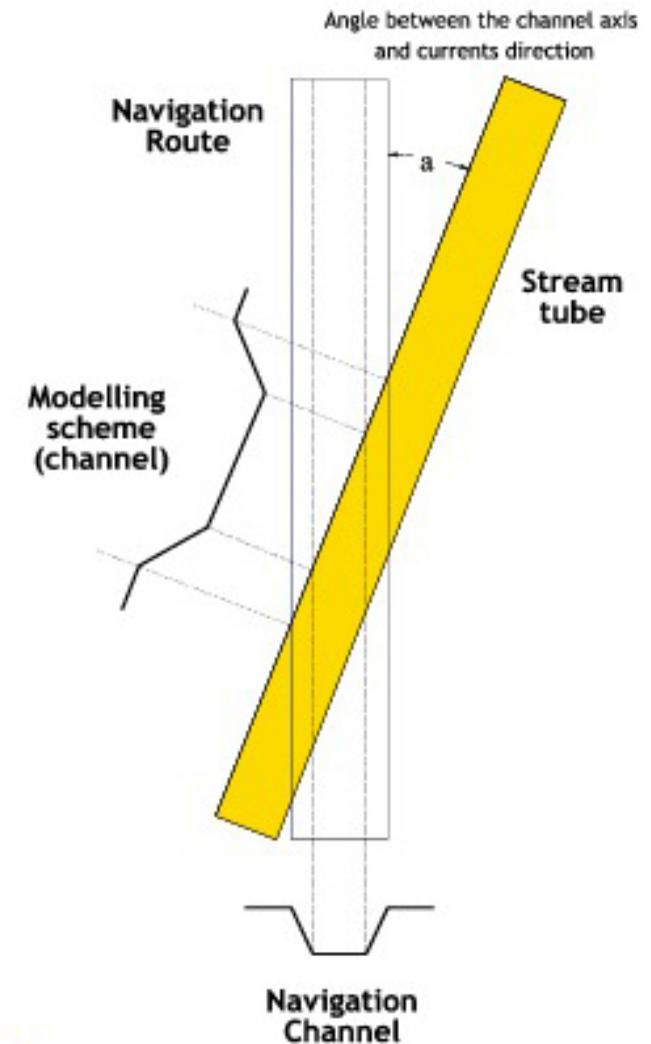
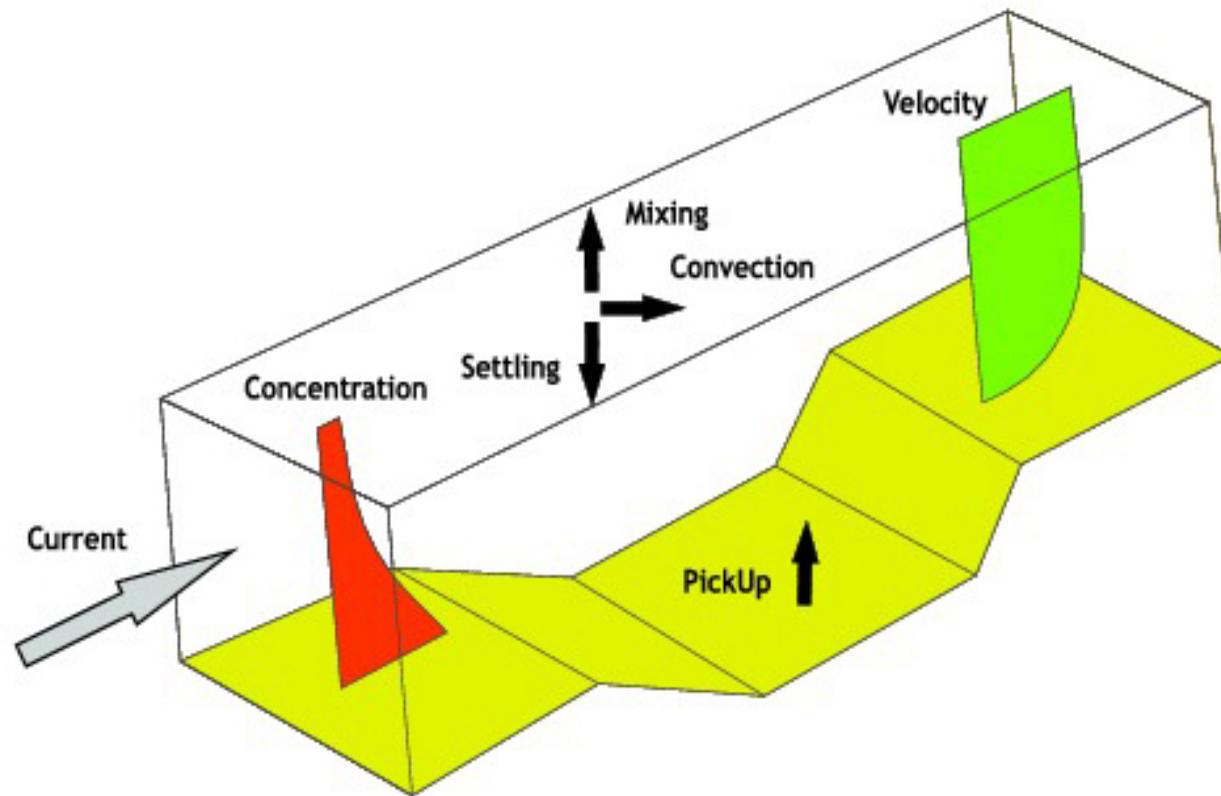
Modelación 2D-H y 2D-V (I)



Profundidad [m]



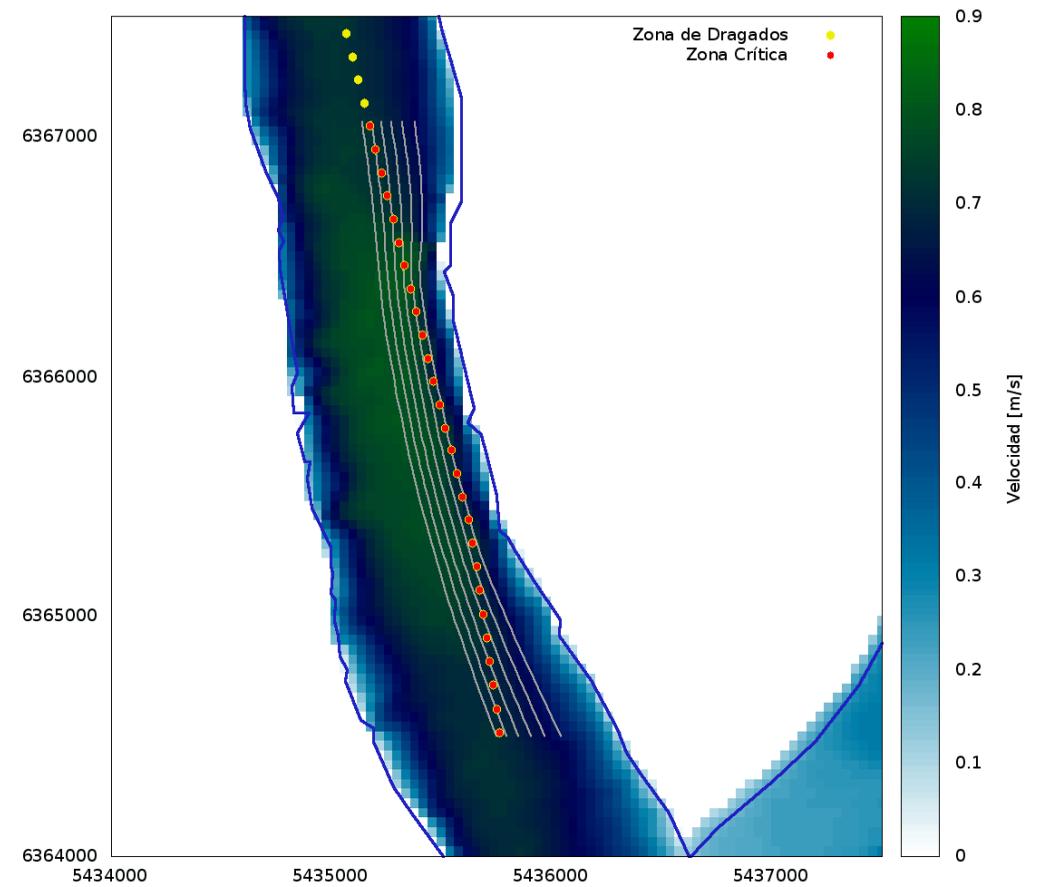
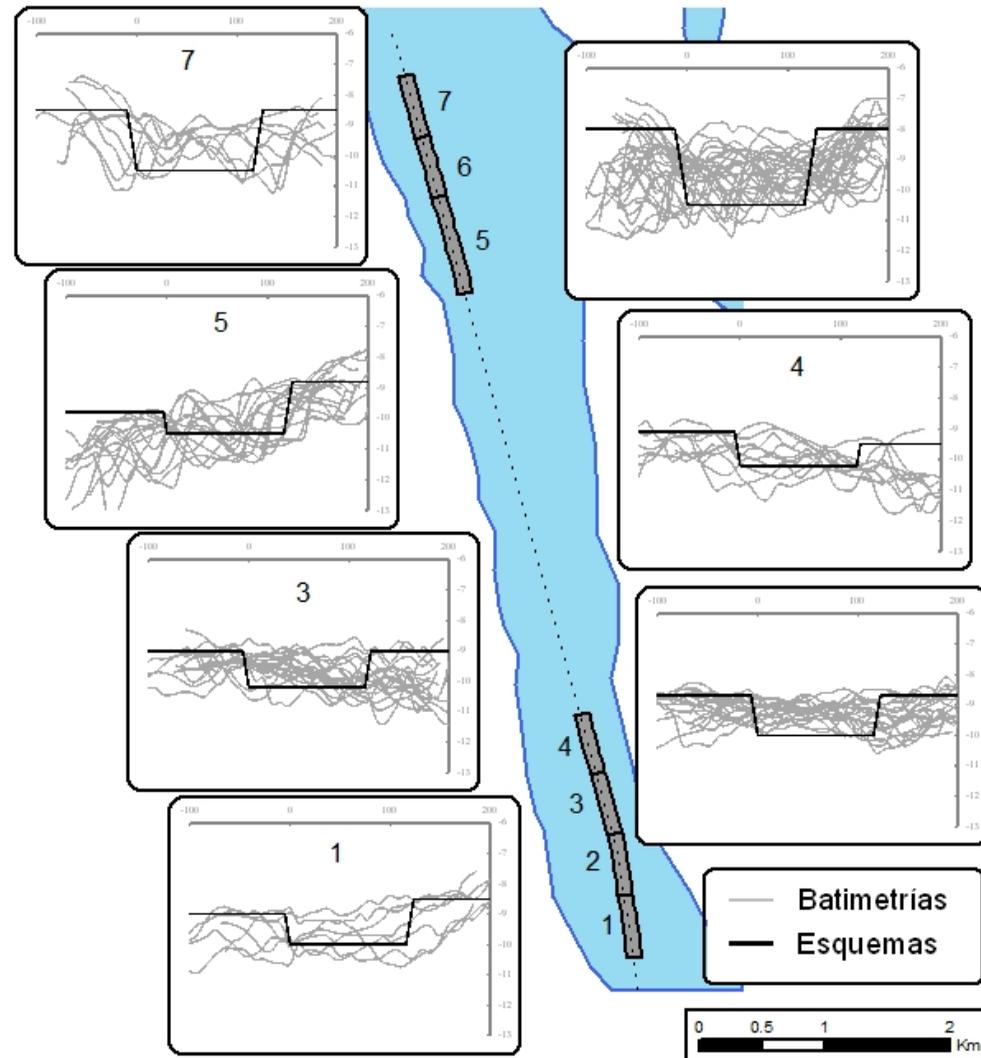
Modelación 2D-H y 2D-V (II)



Navigation Channel Scheme by AGRADA software

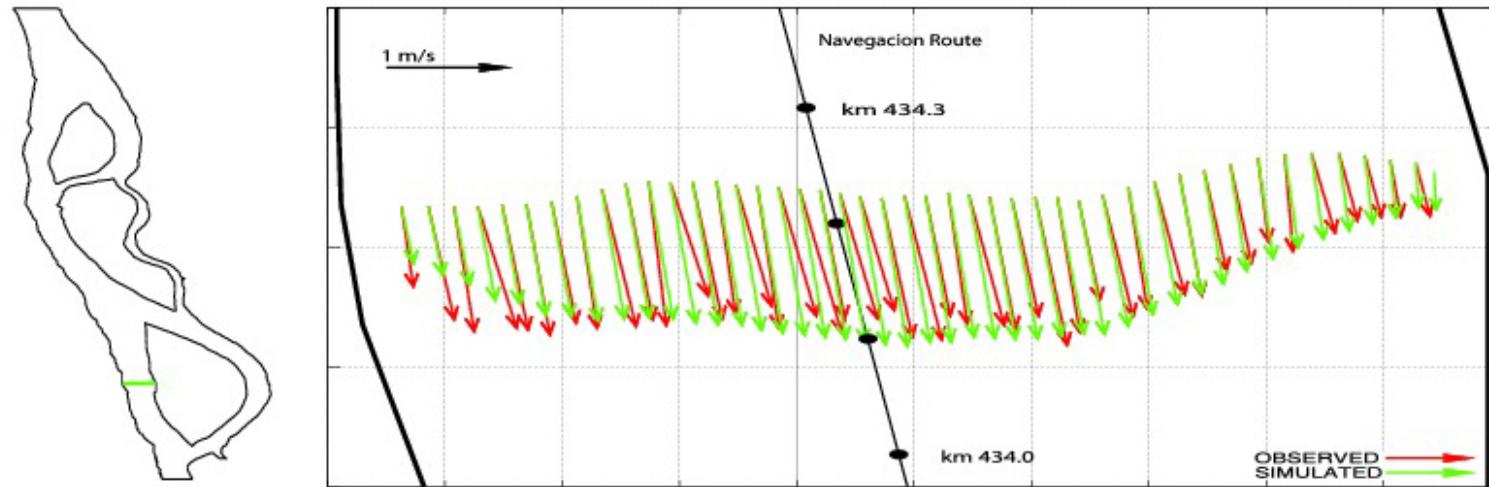


Modelación 2D-H y 2D-V (III)

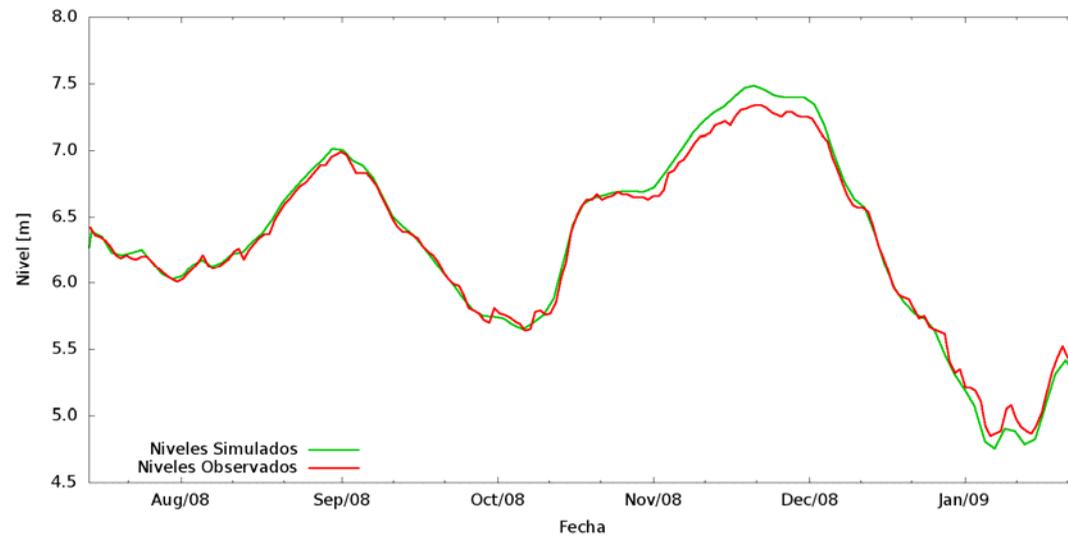




Validación modelo 2D-H



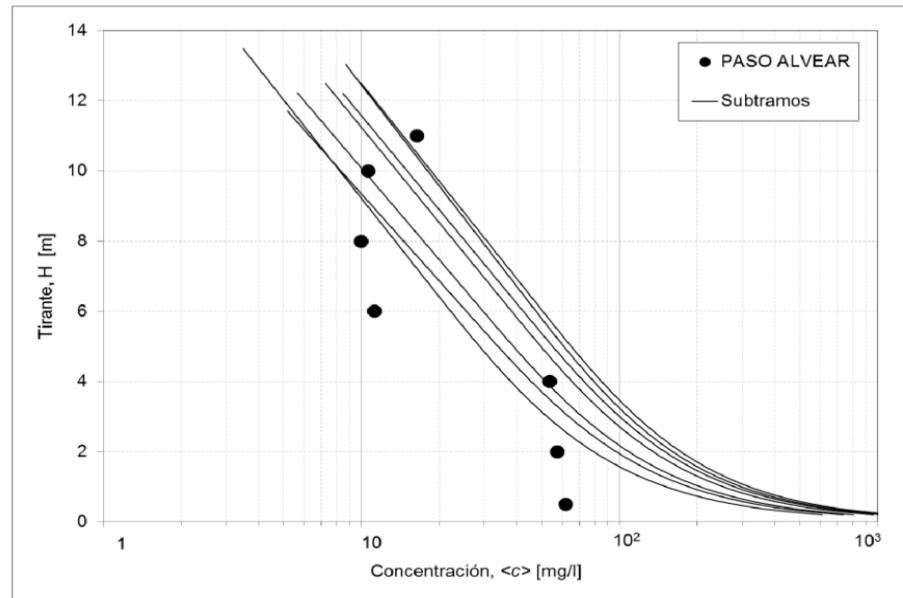
Campaña UNIBO-FICH (Jun-Jul 2009)



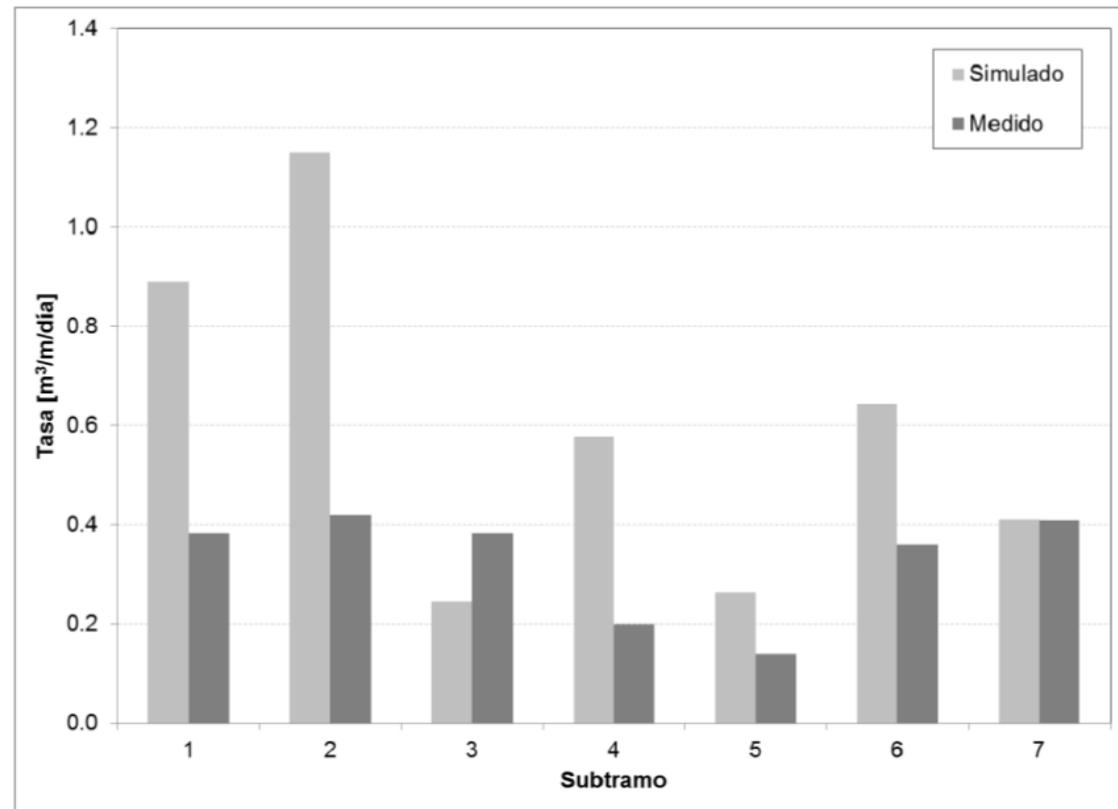
Niveles en Puerto Gral. San Martín



Validación modelo 2D-V



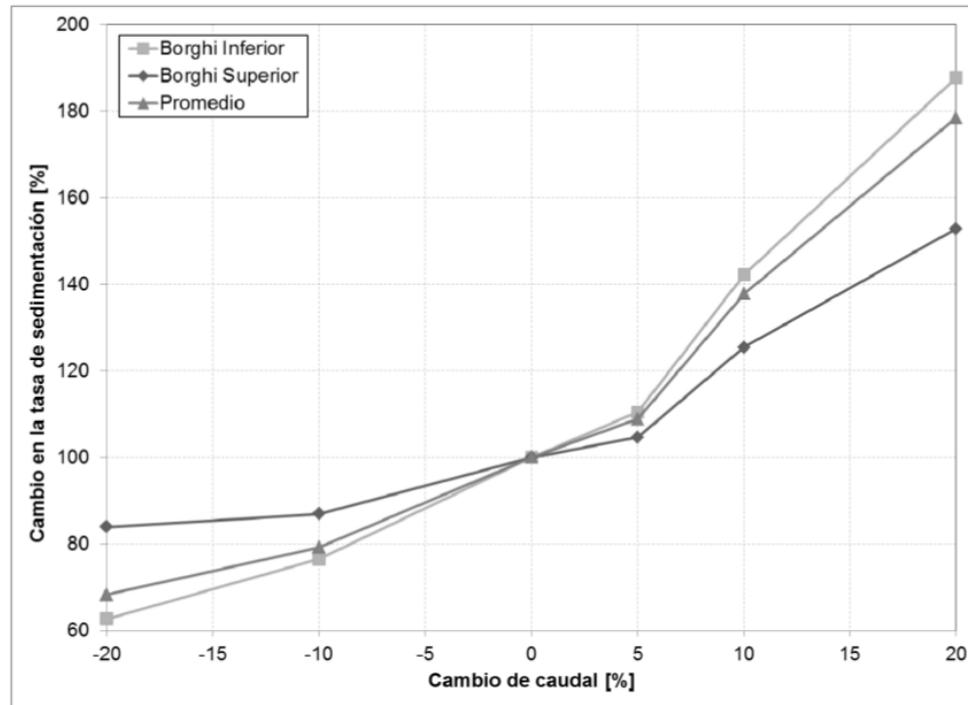
Perfil vertical de concentración de sedimentos en suspensión



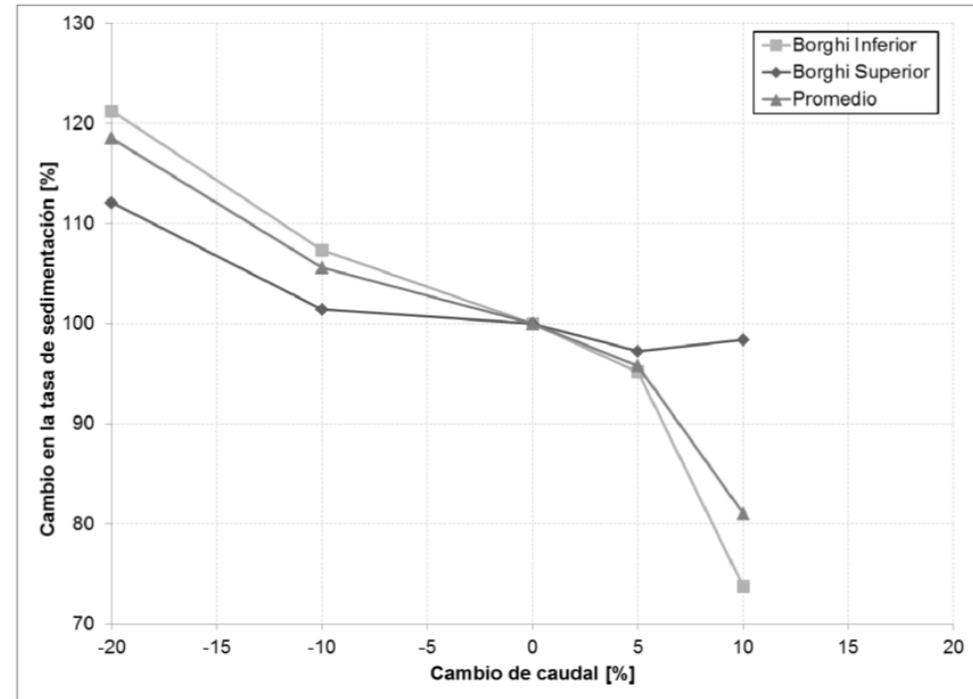
Comparación entre tasas de sedimentación calculada y de dragado de mantenimiento.



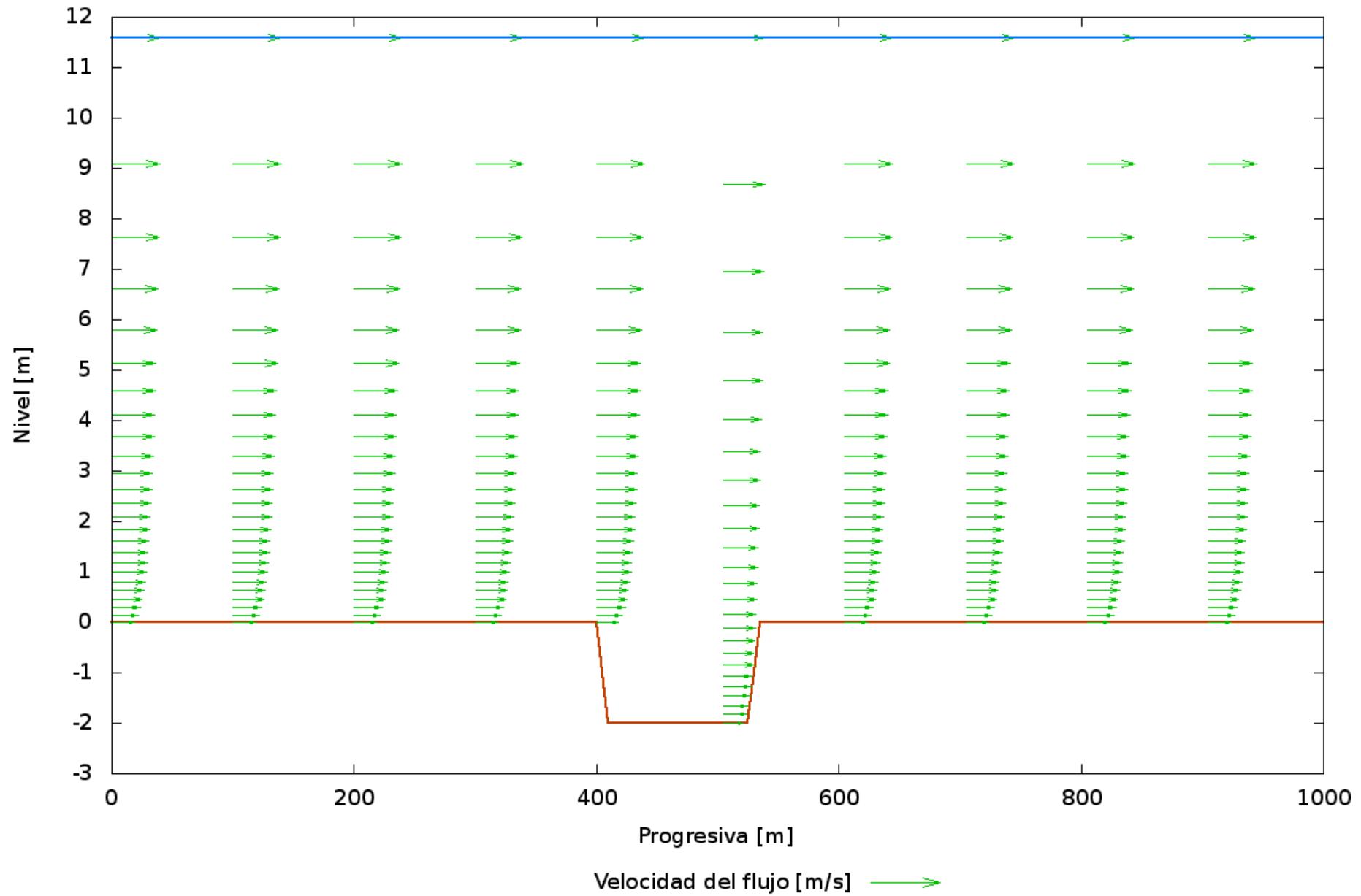
Resultados

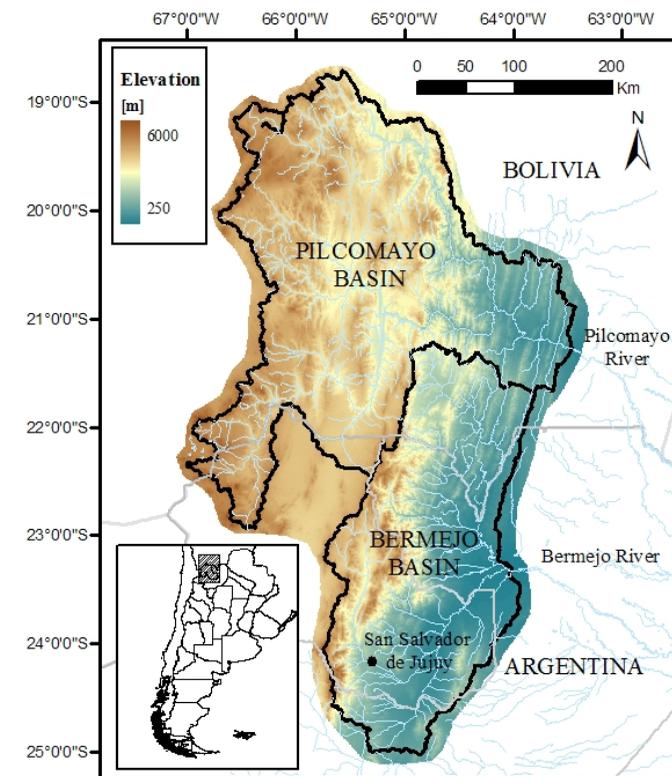


Cambio en la tasa de sedimentación manteniendo la cota de dragado.



Cambio en la tasa de sedimentación ajustando la cota de referencia para dragado.





Producción de sedimentos | Ríos Bermejo y Pilcomayo

Método de Gavrilovic de erosión potencial

Modelo paramétrico distribuido para estimar la producción de sedimentos total anual de una cuenca.

- Uso del suelo
- Factores climáticos
- Características topográficas
- Geología superficial y suelos.

$$W = T \cdot h \cdot \pi \cdot \sqrt[3]{z^2}$$

Where,

W: The average annual production of sediments (m³/year km²)

T: Temperature coefficient, calculated as:

$$T = \sqrt{\left(\frac{t^{\circ}}{10} + 0.1\right)}$$

t°: Mean annual temperature (°C)

h: Mean annual amount of precipitation (mm/year)

z: Coefficient of erosion calculated as:

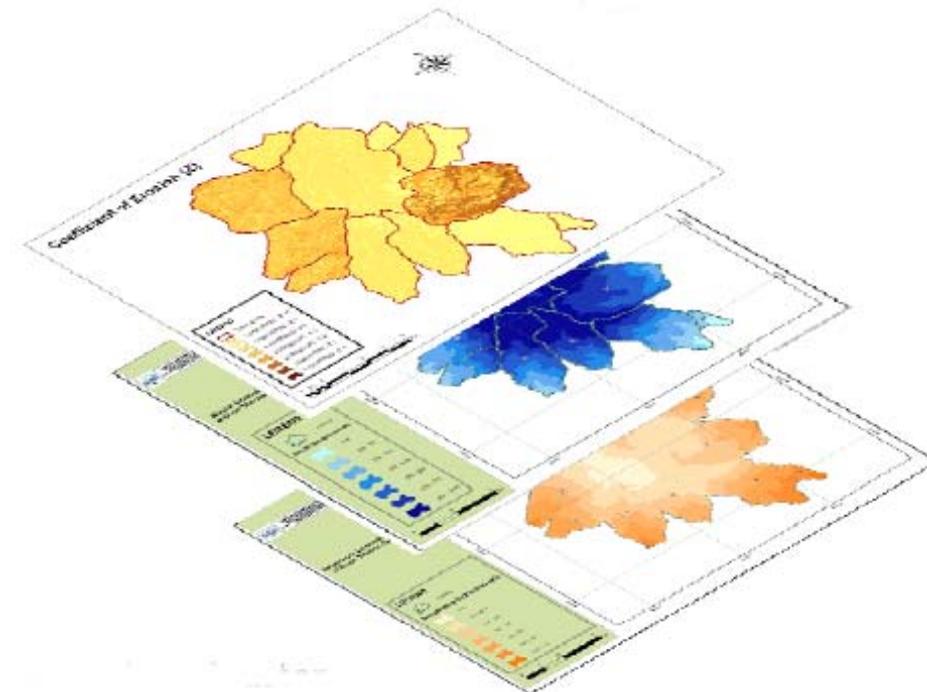
$$z = Y \cdot X \cdot (\phi + \sqrt{J})$$

Y: Coefficient of rock and soil resistance to erosion

X: Land use coefficient

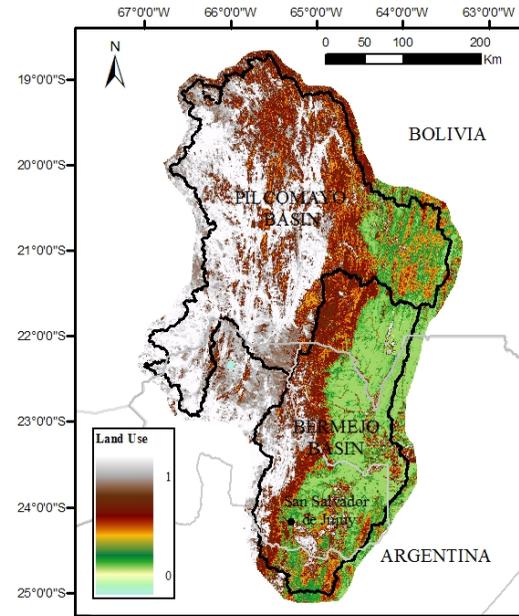
φ: Coefficient value for the observed erosion processes

J: Average slope (%)

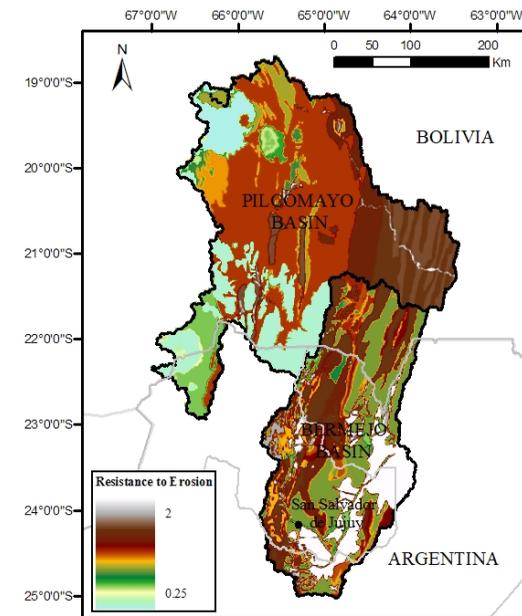


Producción de sedimentos | Ríos Bermejo y Pilcomayo

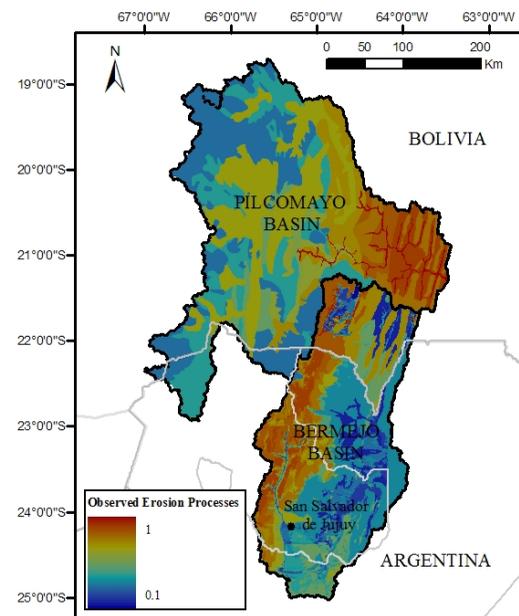
Coeficiente de uso del suelo - *parámetro X*



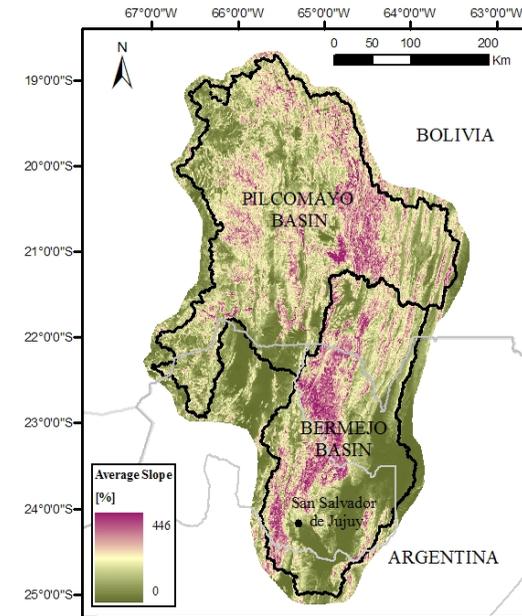
coeficiente de resistencia del suelo a la erosión - *parámetro Y*



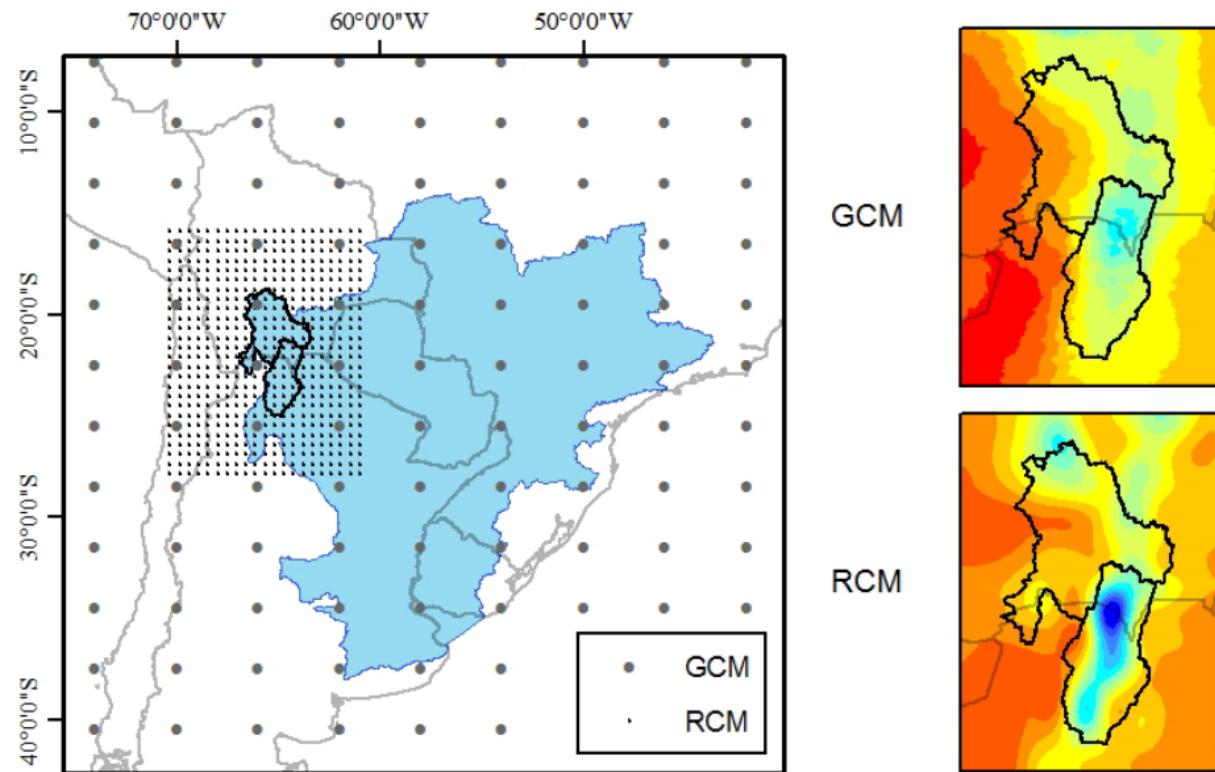
coeficiente que evalúa los procesos erosivos observados - *coeficiente ϕ*



gradiente de la pendiente superficial - *Coeficiente I*

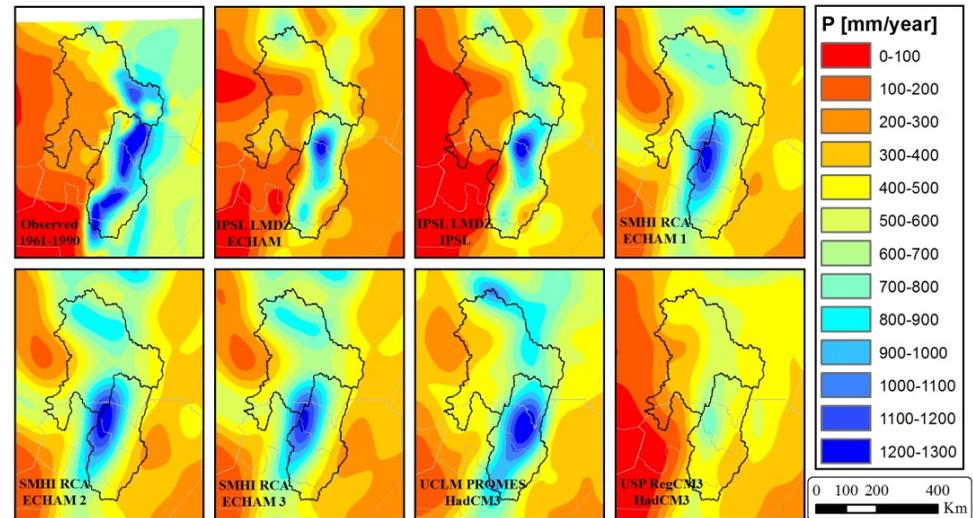
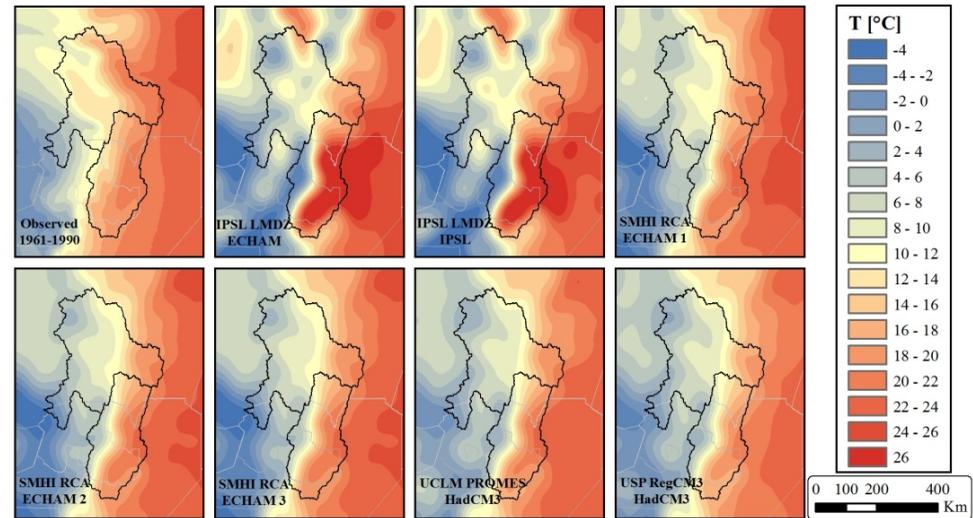


Escenarios climáticos

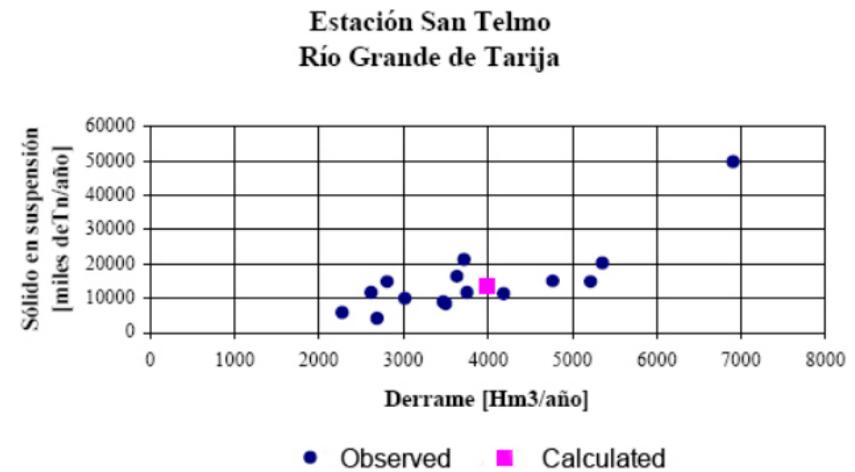
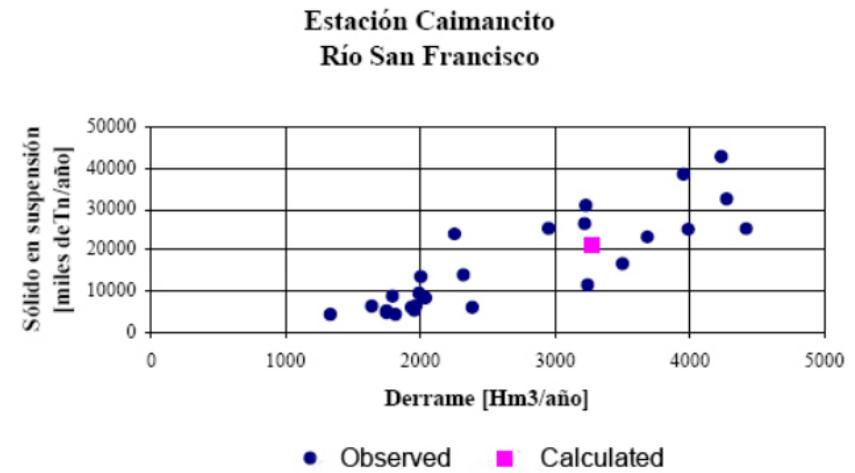
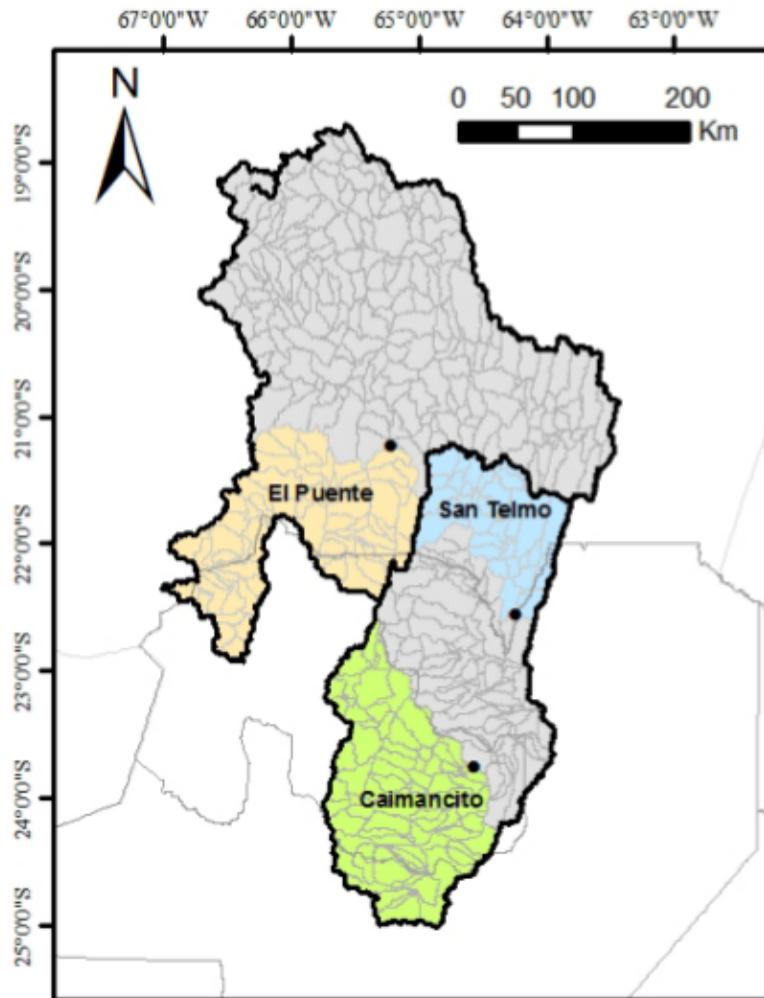


Regional Climate Model	Global Climate Model		
	HadCM3-Q0	EC5OM-R3	IPSL
RCA RegCM3 PROMES LMDZ	Parcial Completo	Completo x 3	
		Parcial	Completo

Escenarios climáticos

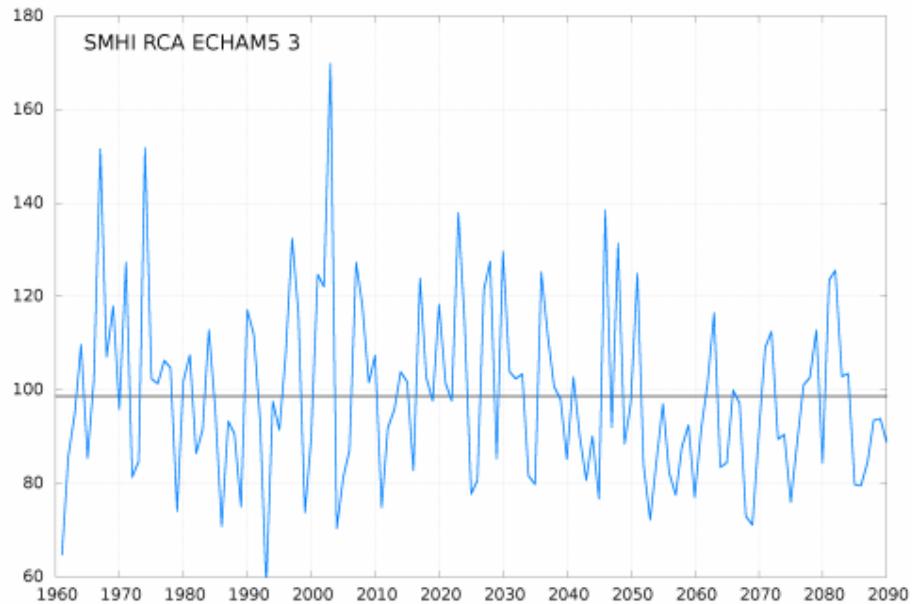


Validación



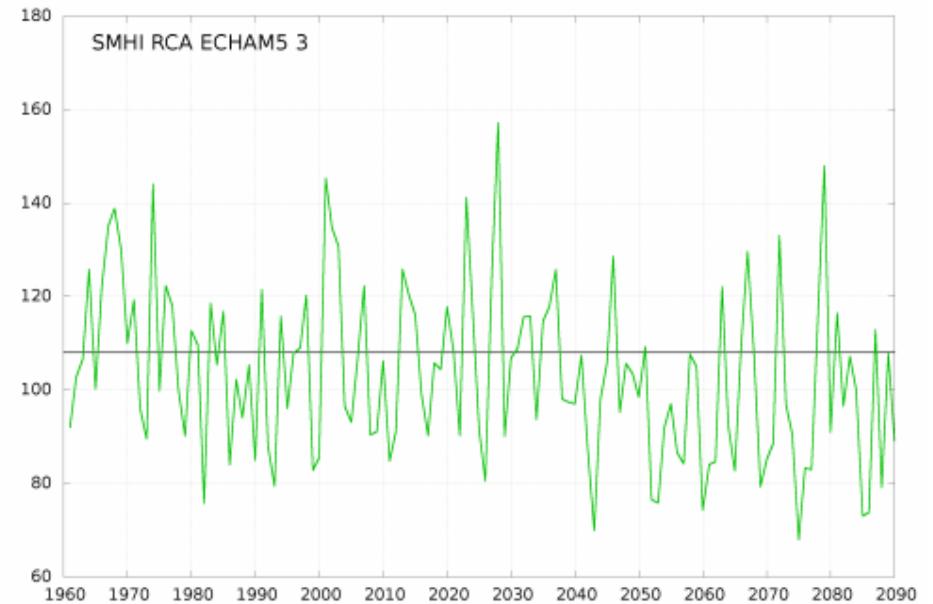
Producción futura

Bermejo



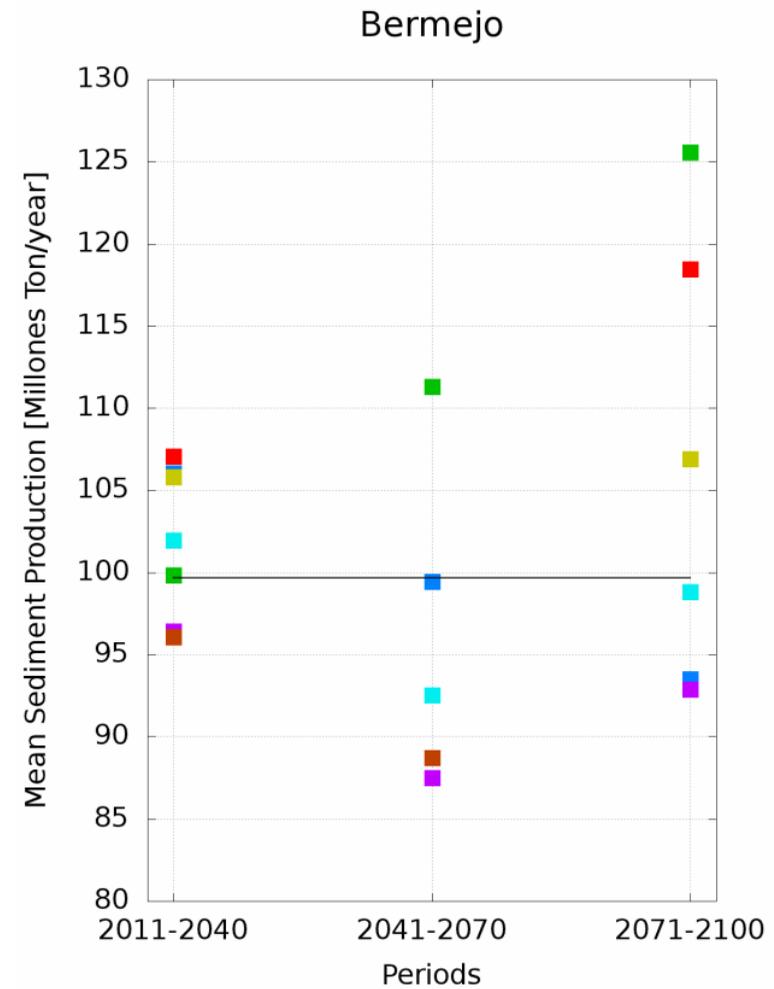
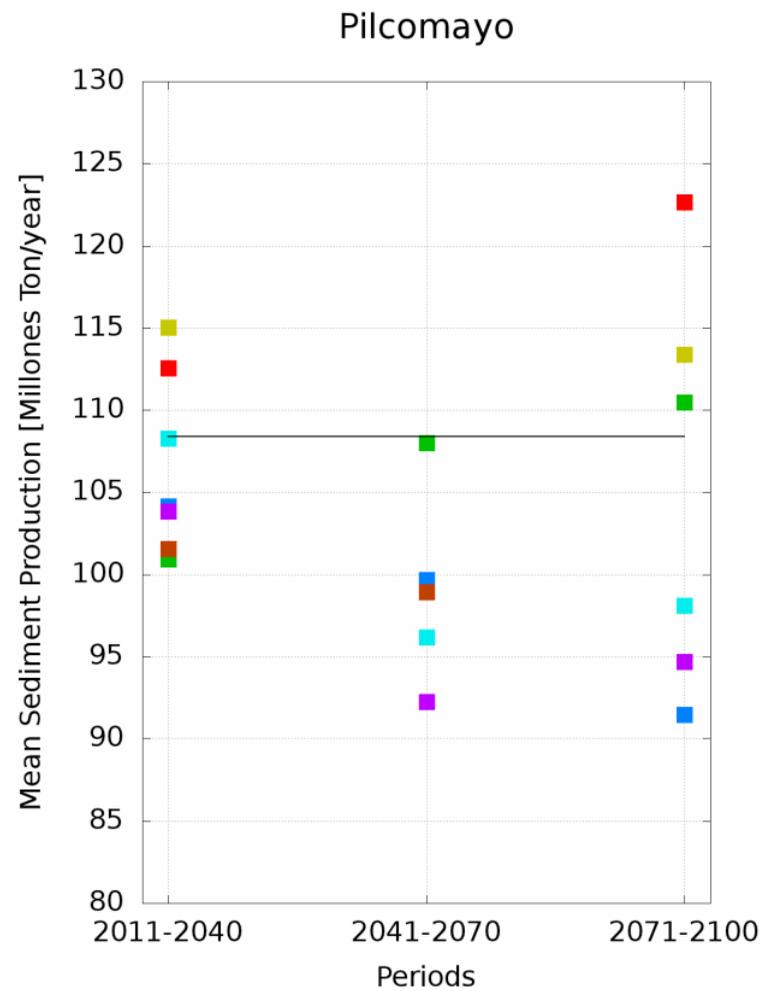
Mean 1961-1990 ———
Future Scenarios ———

Pilcomayo

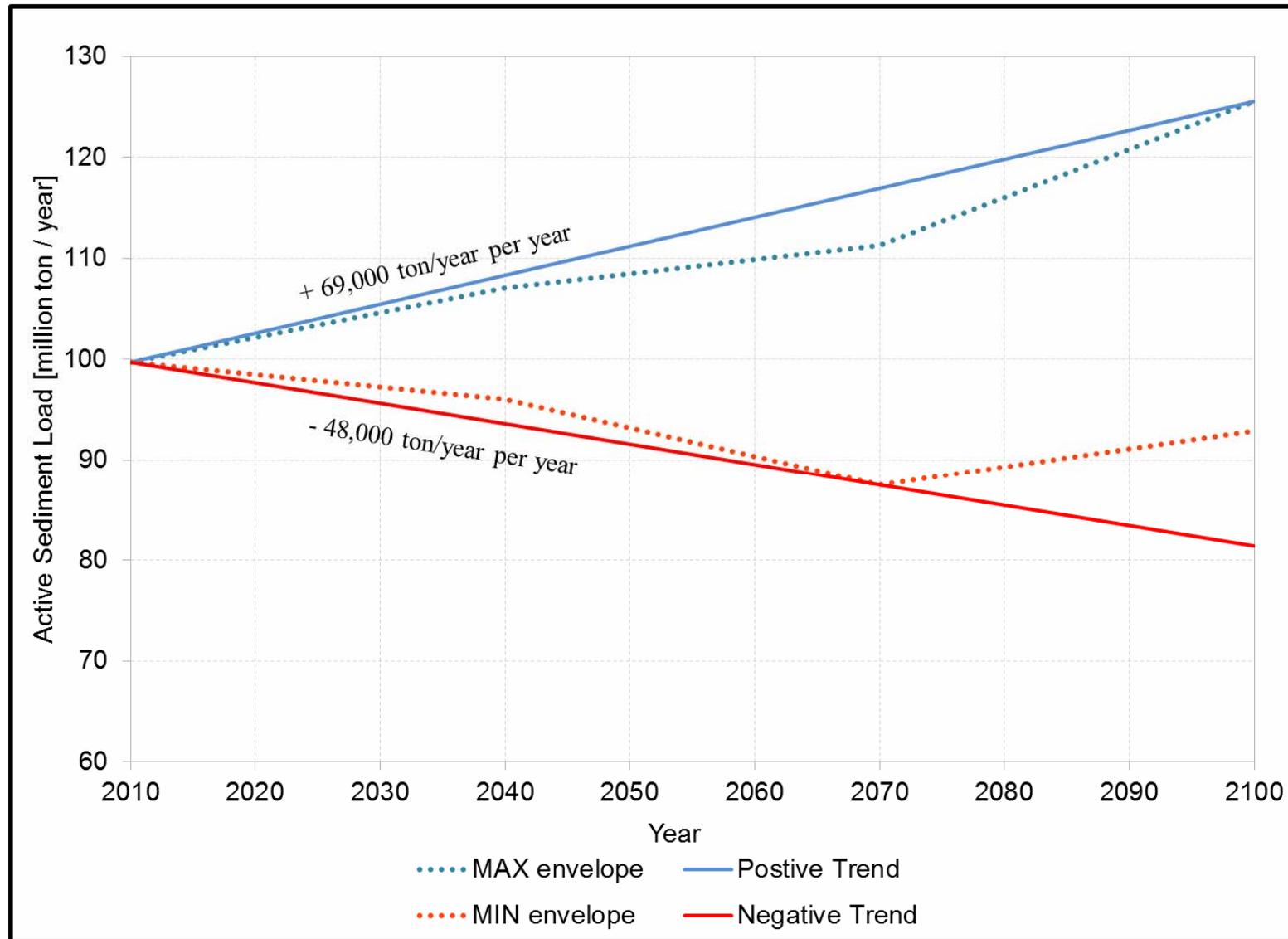


Mean 1961-1990 ———
Future Scenarios ———

Producción futura



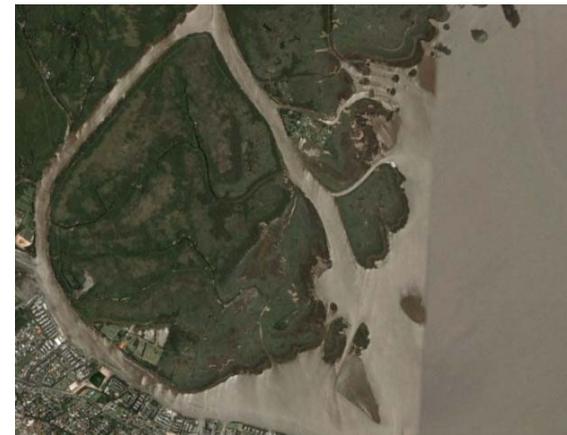
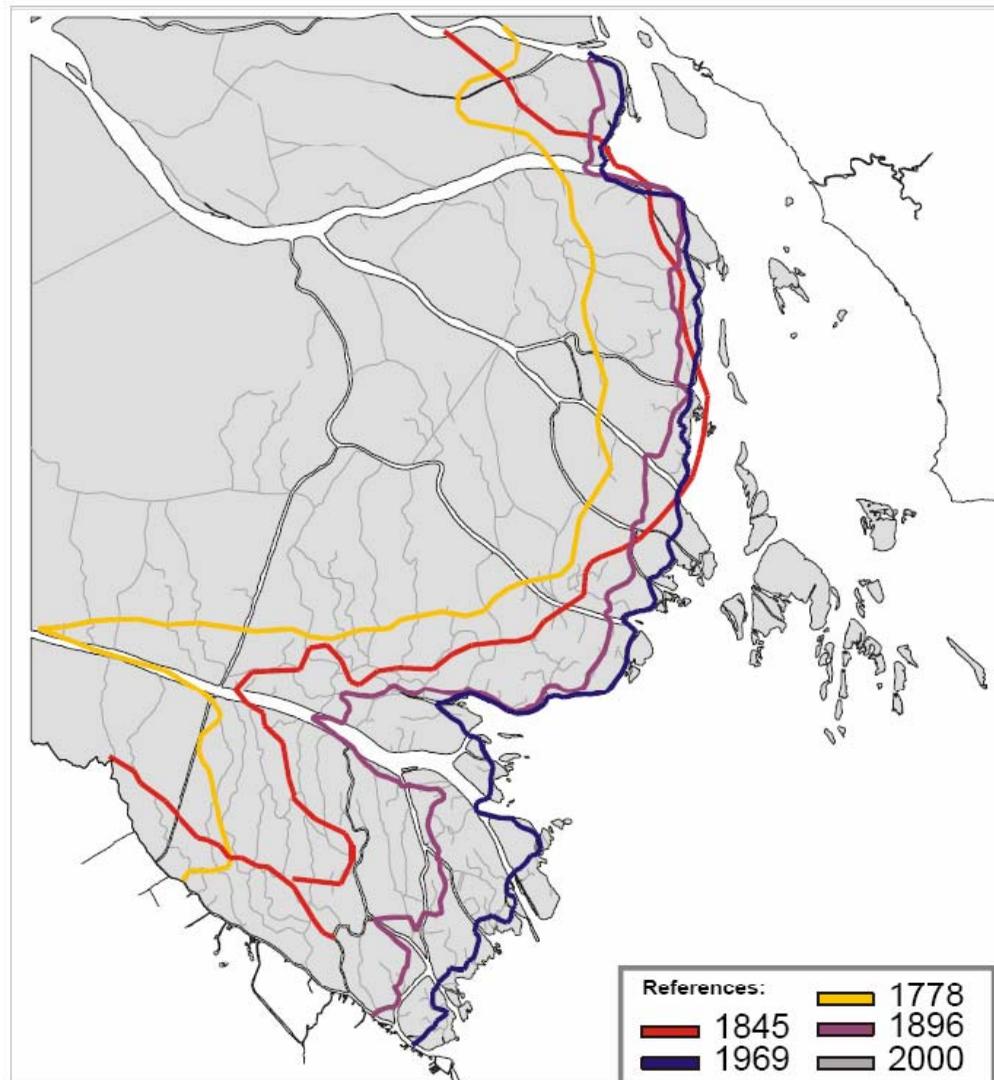
Producción futura



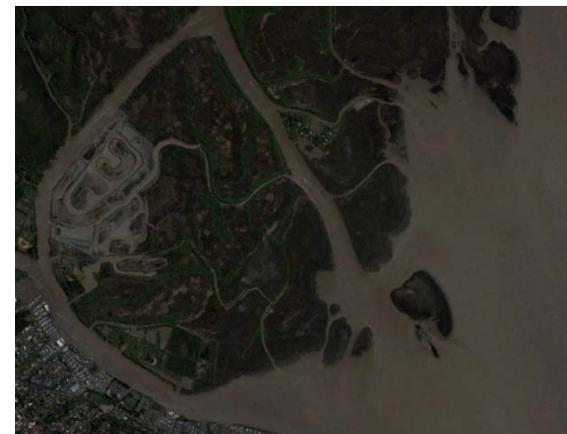


Avance del Frente del Delta | Río Paraná

Antecedentes

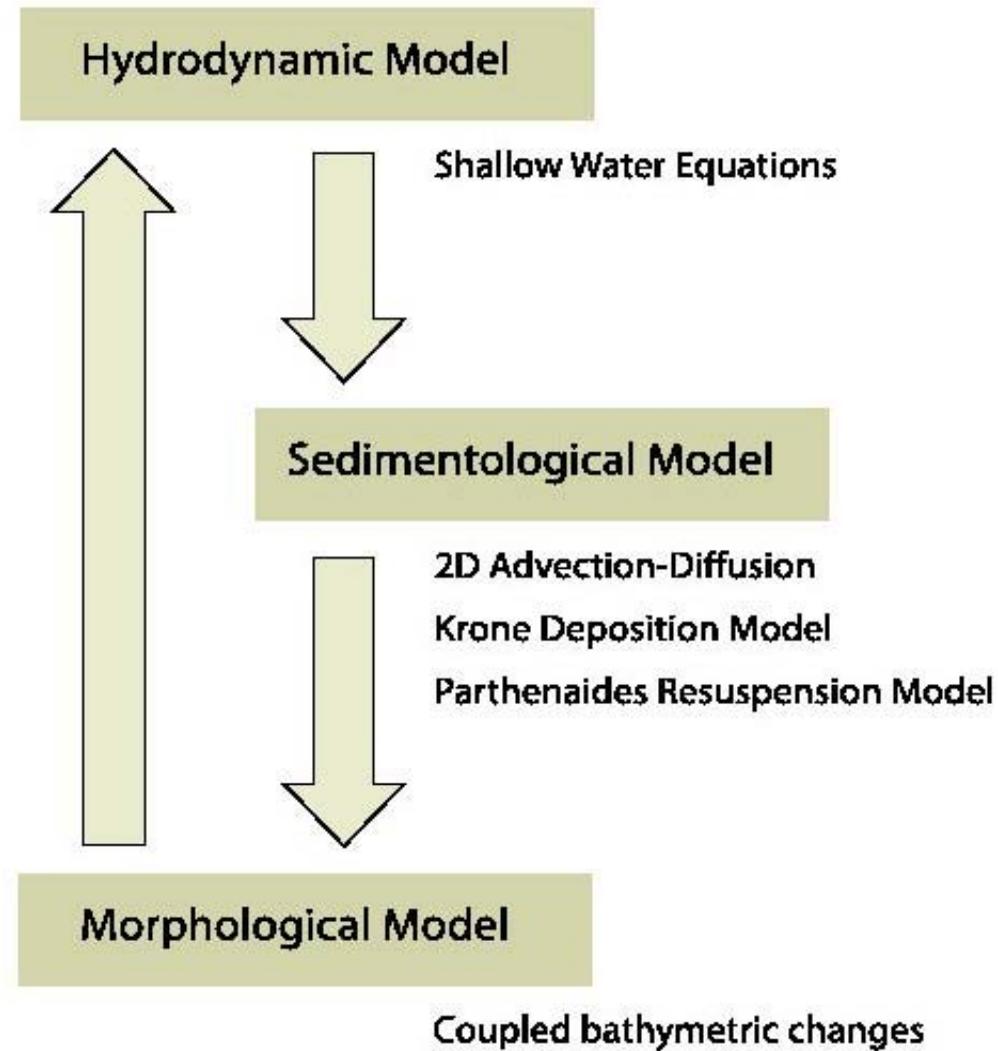


Dec 2004

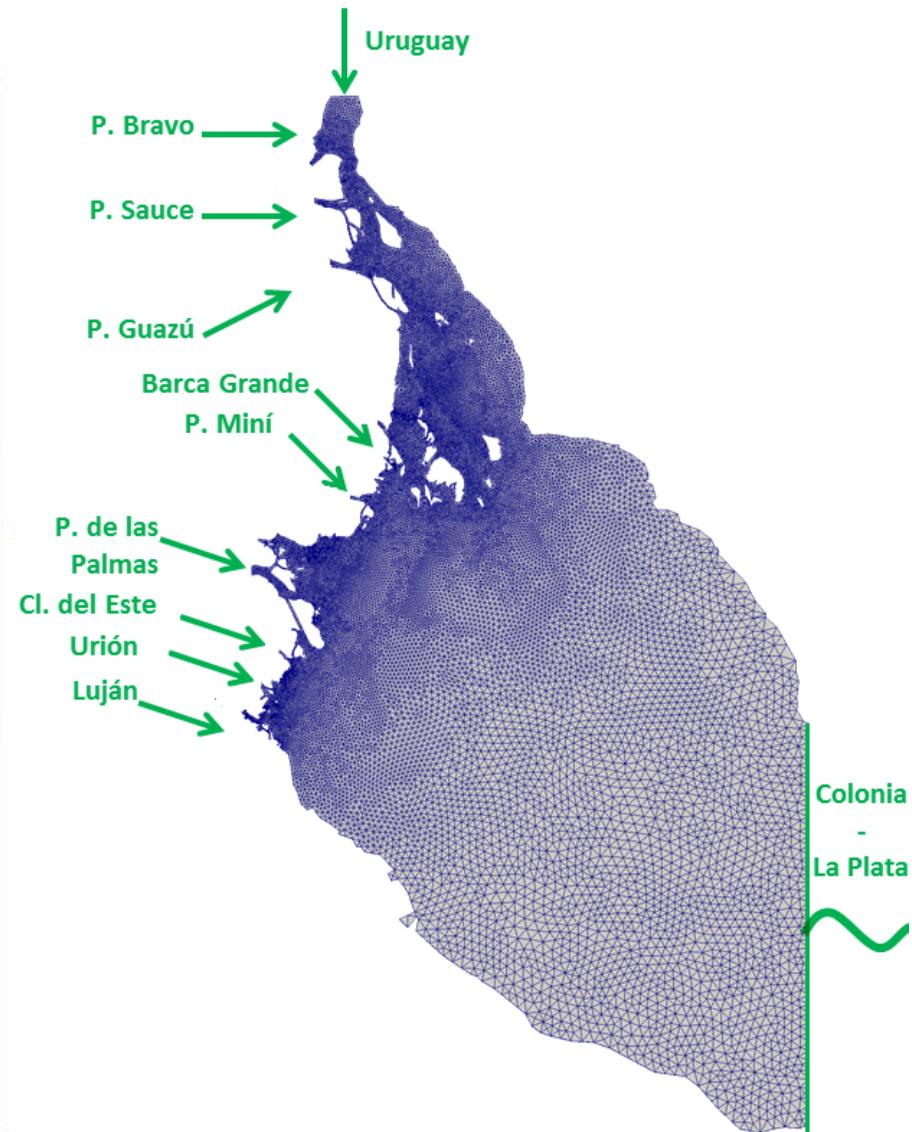


Aug 2010

Estrategia de modelación



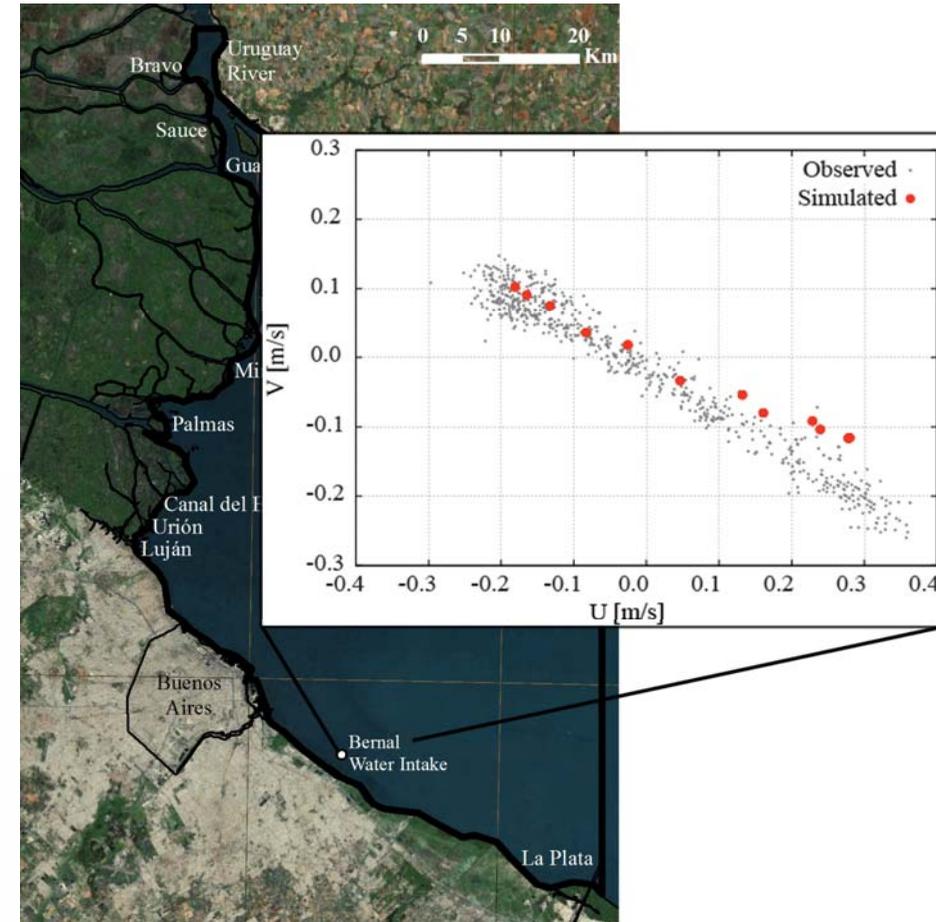
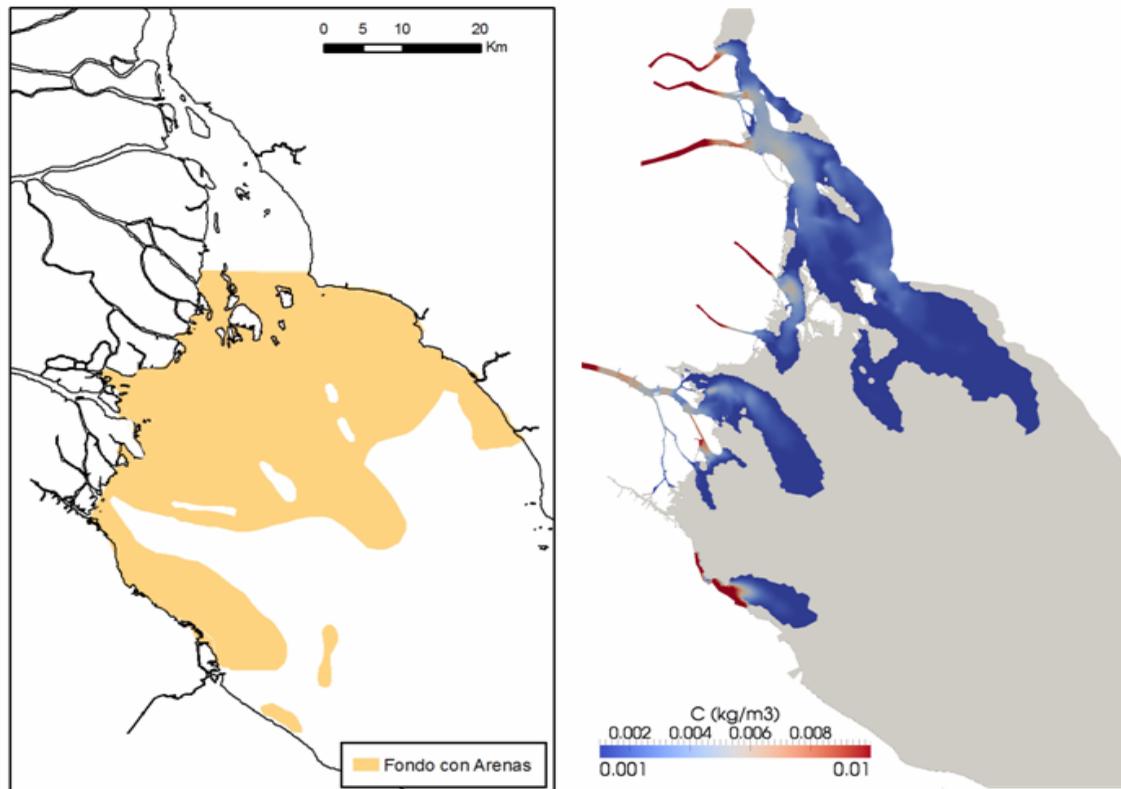
Dominio y malla



Avance del Frente del Delta | Río Paraná

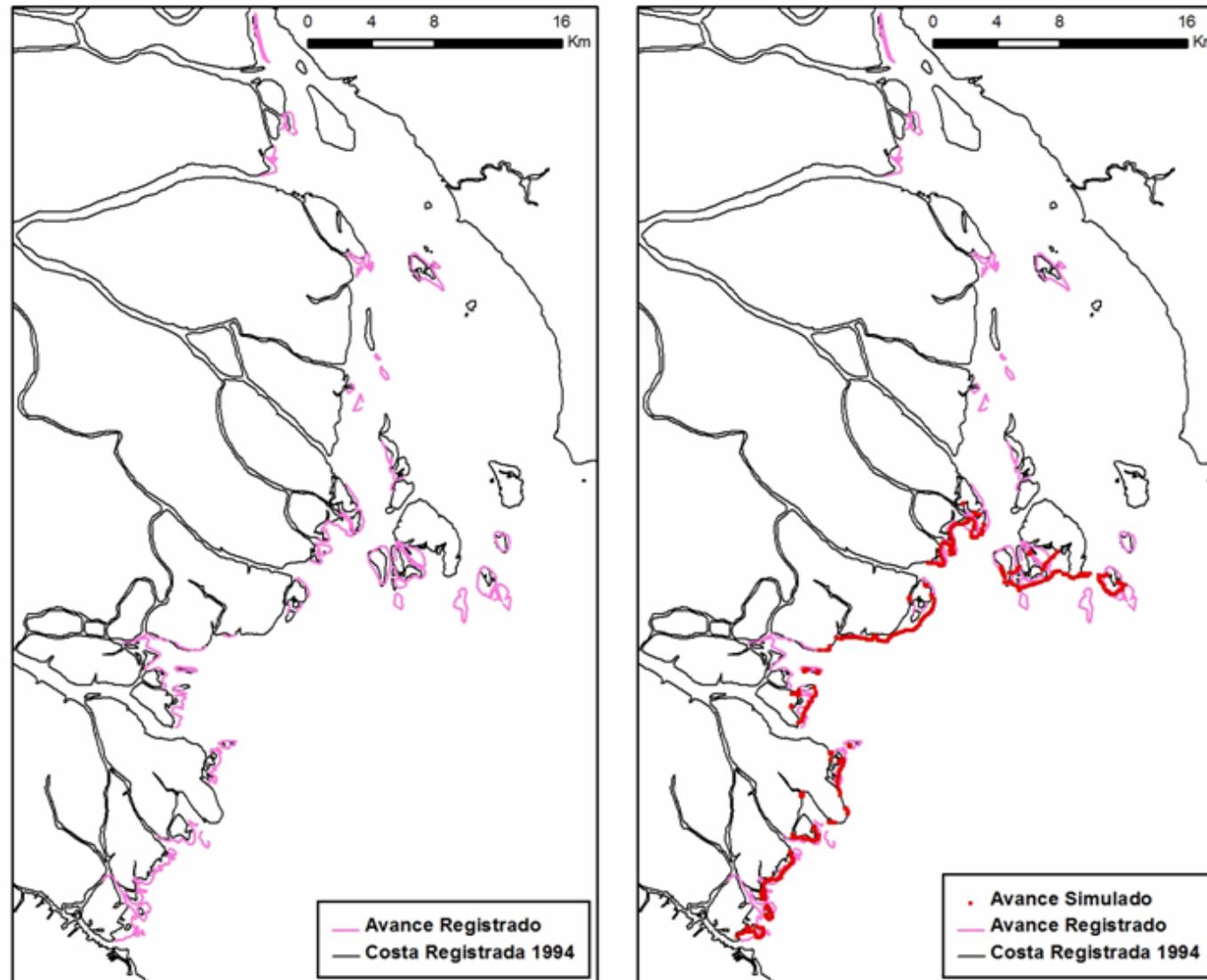
Validación (I)

Mapas de sedimentos de fondo



Velocidades de corriente

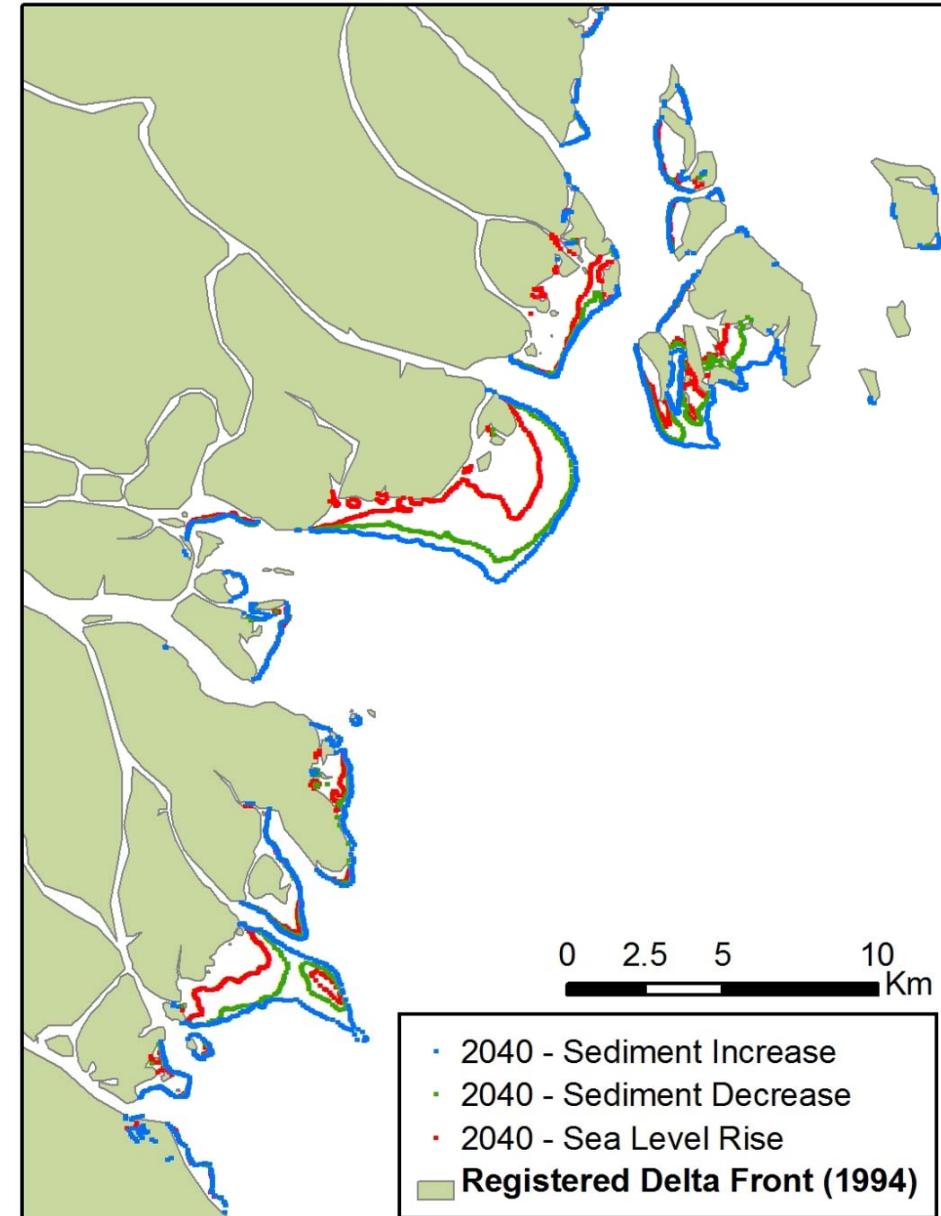
Validación (II)



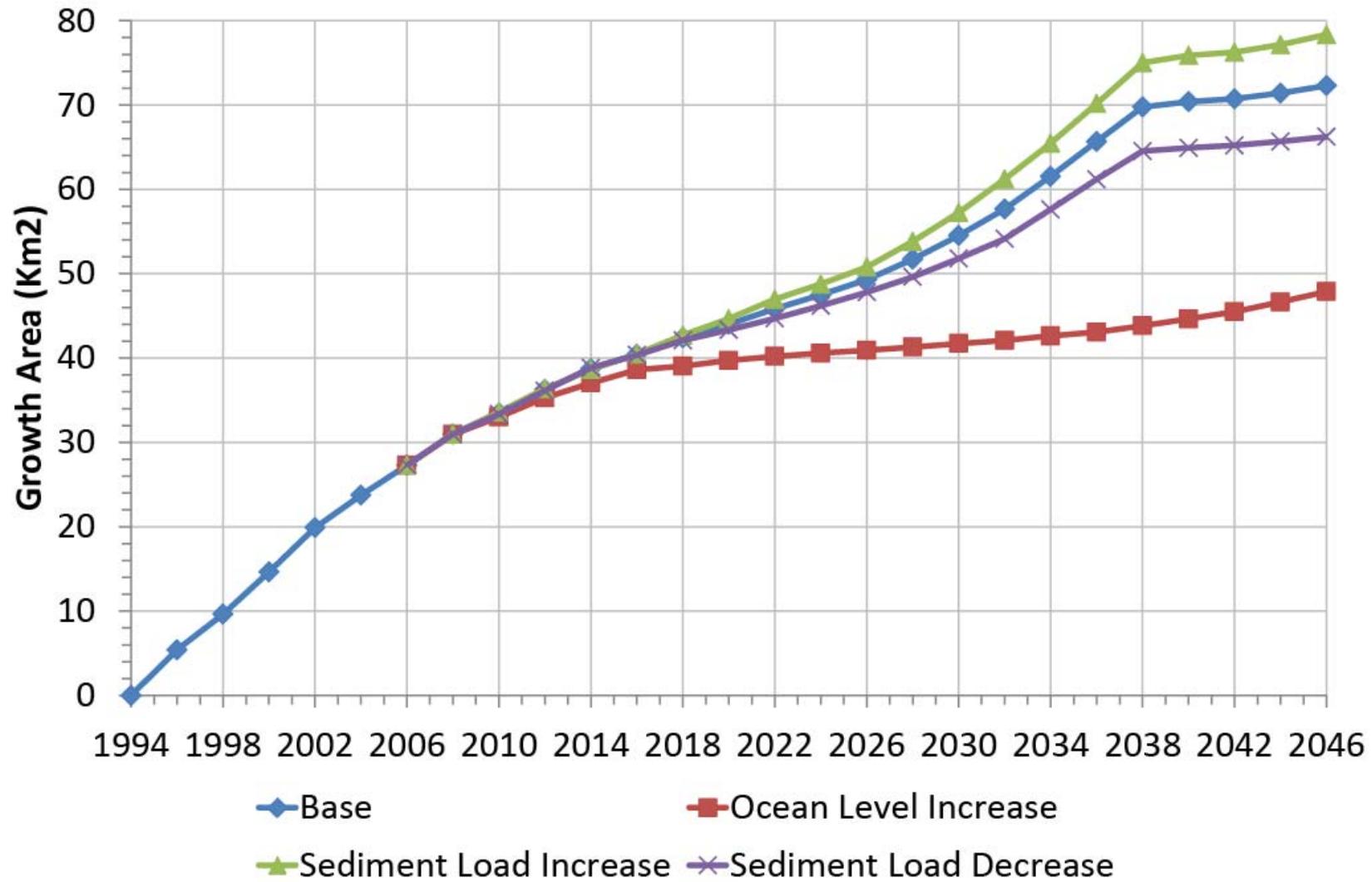
Escenarios futuros

Aumento del nivel medio del mar (1.7 mm/año; tendencia observada)

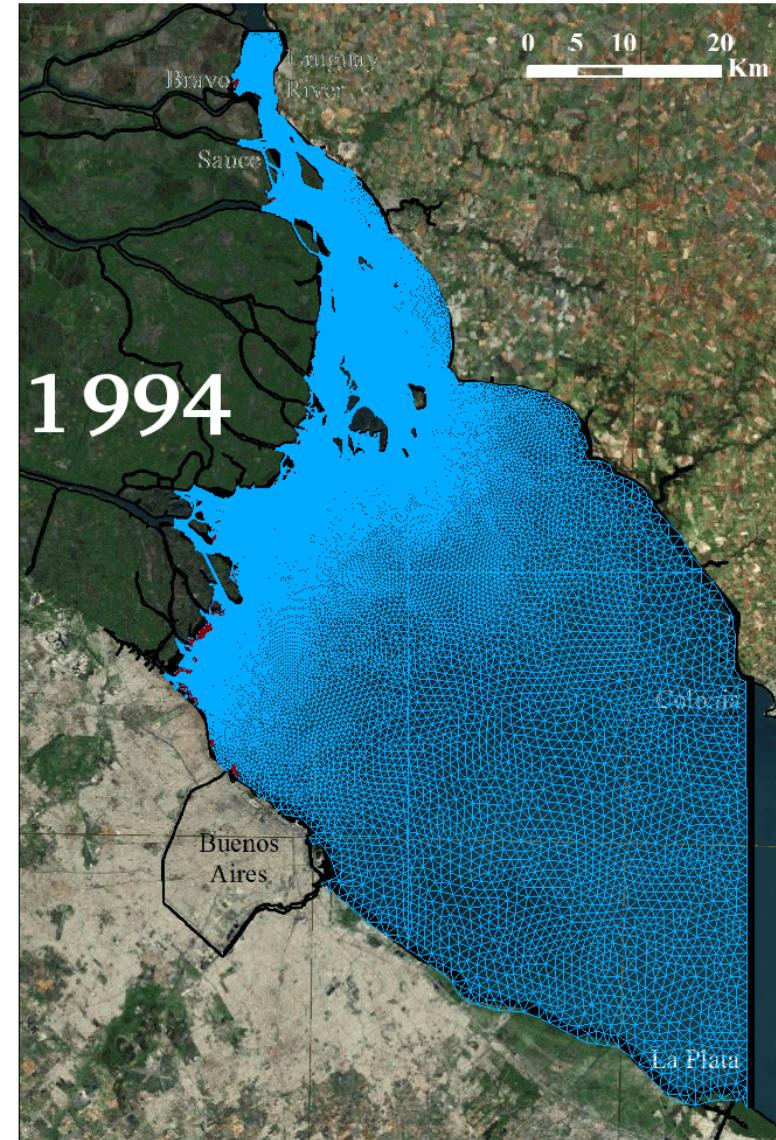
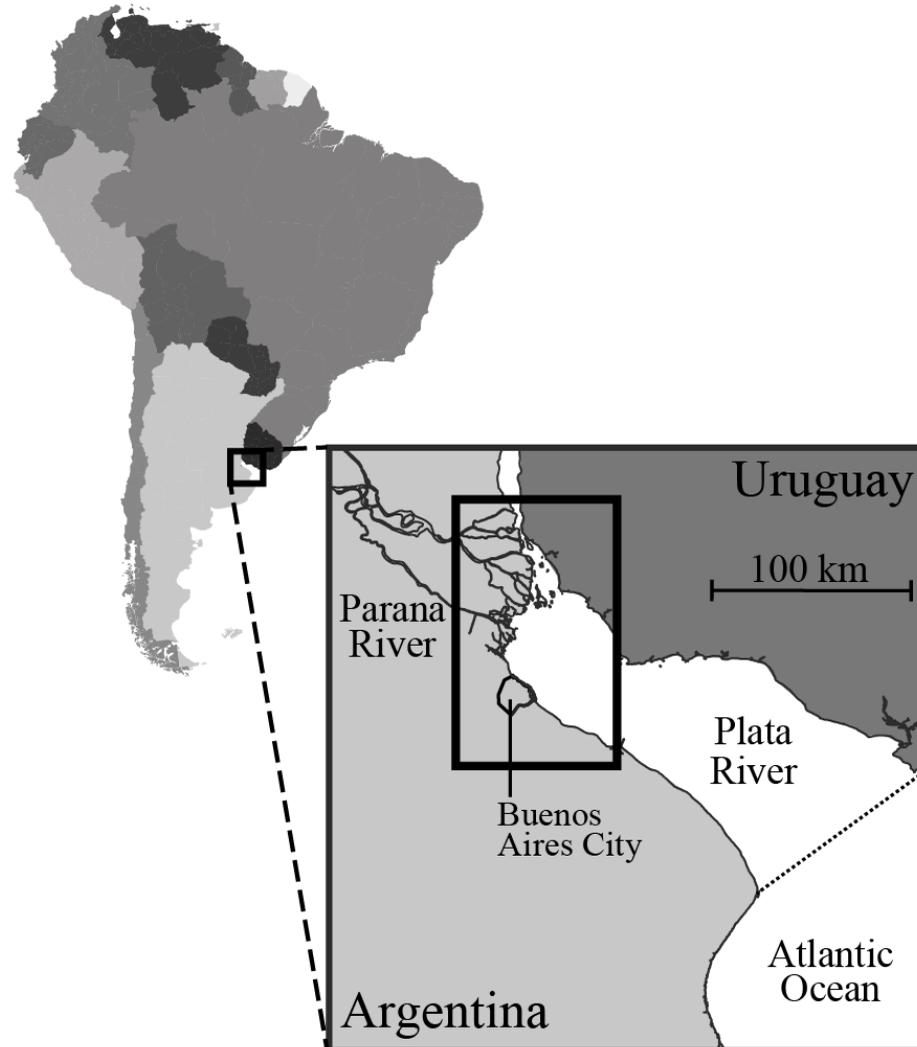
Carga de sedimentos activos: +69,000 ton/año (aumento) y -48,000 ton/año (decrecimiento)



Crecimiento areal



Avance del Frente del Delta | Río Paraná



Conclusiones | Sedimentación en canales

- Para cuantificar los efectos de los cambios hidrológicos se implementó una metodología de cálculo de la sedimentación en canales mediante modelación numérica.
- La tasa de variación de la sedimentación es, en valor absoluto, siempre mayor que la de caudal.
- Si se mantuvieran las actuales cotas de dragado (no hay adaptación de la regulación al cambio hidrológico), el volumen sedimentado crecería con el incremento de caudal y viceversa. Si se ajustaran las cotas de dragado para adaptar la regulación al cambio hidrológico, la tendencia sería opuesta (el volumen sedimentado crecería cuando el caudal medio disminuye, y viceversa).

Conclusiones | Producción de sedimentos

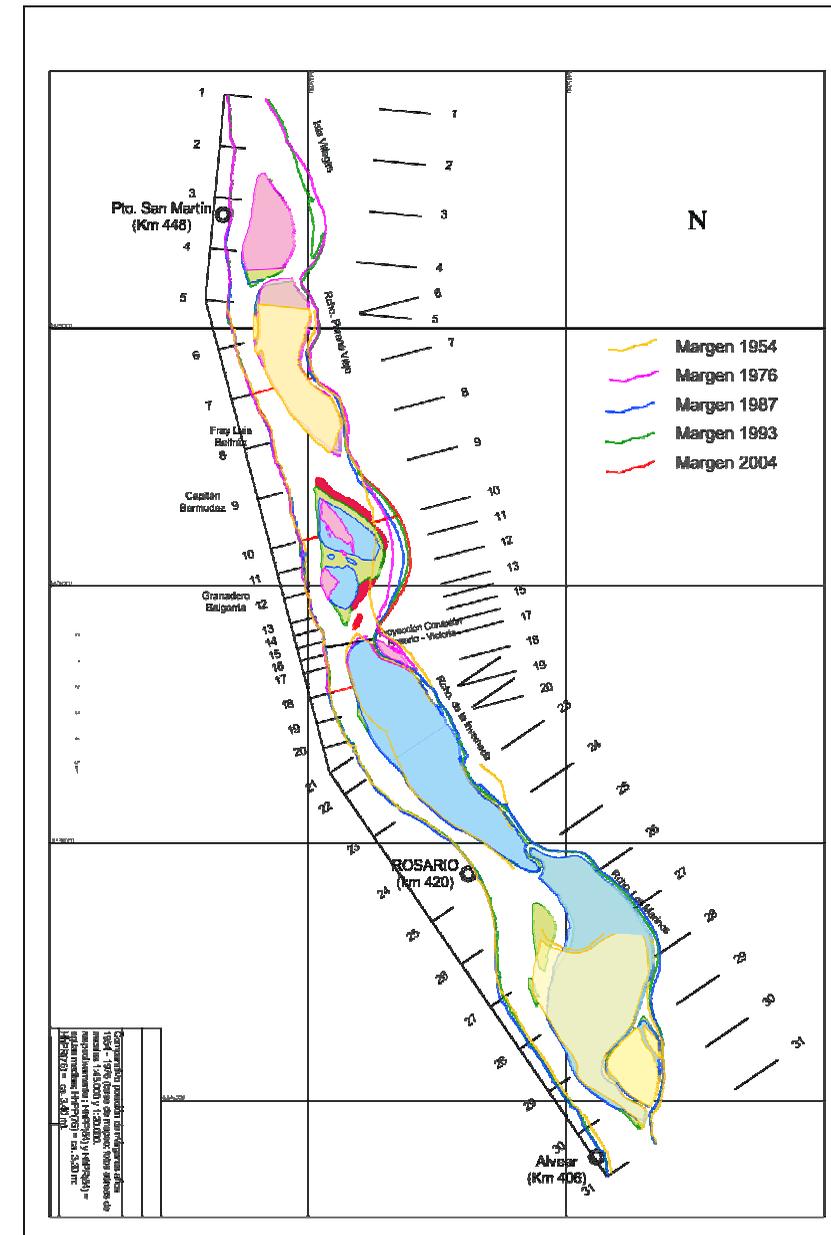
- Los cambios en los forzantes meteorológicos se manifestarán en variaciones en las tasas de producción y transporte de sedimentos de las cuencas de los ríos Bermejo y Pilcomayo.
- Los resultados obtenidos muestran una tendencia a mantener las tasas actuales para los próximos 30 años, y un decrecimiento para el período 2041-2070 en ambas cuencas.
- Para el 2071-2100, la dispersión en los resultados aumenta significativamente.
- Un factor que no ha sido variable de estudio en el presente trabajo es el Uso del Suelo, a pesar de conocerse su sensibilidad.

Conclusiones | Avance del Delta

- Se implementó un modelo hidro-sedimentológico que permite simular el avance del frente del Delta del Río Paraná aplicando un software de código abierto (modificando el solver original)
- Se evaluaron escenarios de Cambio Climático
- Existe elevada sensibilidad a la batimetría inicial
- La influencia de los distintos tributarios es determinante en el avance, aun cuando no sean muy caudalosos

Proyecto UBACyT 2011-2014

MODELO INTEGRADO PARA LA
EVOLUCION
GEOMORFOLOGICA DE
CAUCES FLUVIALES





¡Muchas gracias!