

**La Plata Basin (LPB)
First Meeting of the GEWEX/CLIVAR/VAMOS
Steering Group.**

La Información Hidrológica en la cuenca del Plata

Roger Monte Domecq

Centro de Innovación Tecnológica CITEC

Facultad de Ingeniería

Universidad Nacional de Asunción - Paraguay

18-19 September 2006
Clube dos 500 – Guaratinguetá – SP – Brasil

Redes de observaciones hidrológicas

La red hidrológica en la cuenca comprende mediciones en los principales ríos del sistema asociadas a las sub cuencas: el Paraguay, Paraná, Uruguay y en los tributarios donde se destacan la del río Pilcomayo, Bermejo, los afluentes del río Paraná en territorio Brasileiro y otros en afluentes del río Uruguay en Brasil y Uruguay.

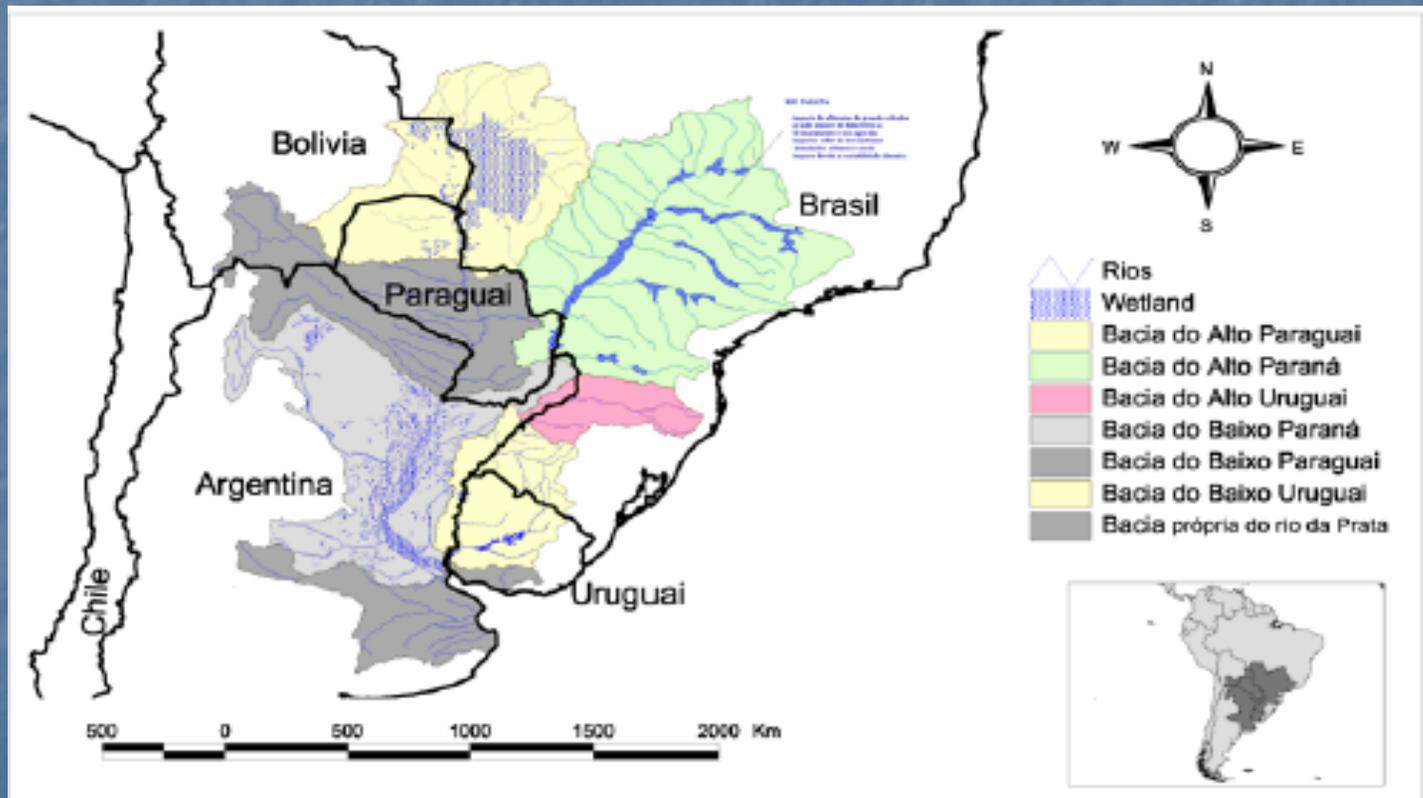


Figura 1 Bacía do rio da Prata e as sub-divisões

Sub-bacia	Área		Argentina		Bolivia		Brasil		Paraguay		Uruguay	
	10 ³ km ²	%										
Paraná	1 510	48,7	565	37,5			890	59	55	3,5		
Paraguay	1 095	35,3	165	15,0	205	18,7	370	33,9	355	32,4		
Uruguay	365	11,8	60	16,4			155	42,5			150	41,1
Prata	3 100	100	920	29,7	205	6,6	1 415	45,7	410	13,2	150	4,8

- Los datos monitoreados en las estaciones en todos los casos registran **alturas hidrométricas**, en muchos casos el **caudal** en el curso fluvial, ya sea a través de mediciones directas como también a través de las **alturas para curvas de aforo**. En las represas hidroeléctricas se registran diariamente el comportamiento de caudales.
- En cuanto a la medición de caudales sólidos (sedimentos) y calidad de agua, estas se reducen a algunas estaciones del ANA en Brasil y casos puntuales en las cuencas del río Bermejo y Pilcomayo con mediciones periódicas.
- **En general se observan zonas con escasez de mediciones de caudal, sedimentos y calidad de agua (Paraguay, Argentina y Bolivia).**

Situación de los Datos Hidrológicos

- En cuanto a los datos **hidrometeorológicos**, el intercambio básico se realiza a través del **programa de la Vigilancia Meteorológica Mundial** (WMO)
- Con relación al intercambio operativo de datos hidrológicos, **no existe un mecanismo formal de intercambio de datos hidrológicos**, salvo para los sistemas de Alerta Hidrológica, donde para la emisión de informes se recurre a intercambios de datos.
- **las represas hidroeléctricas promueven intercambio de datos** en base al conjunto de embalses asociados a los aprovechamientos hidroeléctricos binacionales como Itaipú, Yacyretá, Salto Grande.
- Con relación al **Banco de datos Mundial de la UNESCO (WWAP)**, hasta la fecha no existe comunicación formal con los bancos de datos de los países miembros de la cuenca del Plata, sin embargo ya se utilizan datos de la región para dicho Banco de Datos.
- Se espera que los proyectos regionales transfronterizos asociados a la protección y aprovechamiento de los recursos hídricos como el Proyecto
- **CIC Plata, Hidrovia** Paraguay – Paraná, el Sistema **Acuífero Guaraní**, la Cuenca del Río **Bermejo** y del Río **Pilcomayo**, Proyecto del **Quareim** y otros generen oportunidades de mejora en los equipos de medición hidrológico, así como en la transmisión e intercambio de datos para distintas aplicaciones.

Situación de las redes hidrológicas de la Cuenca

■ *Argentina*

- La Subsecretaría de Recursos Hídricos de la Nación en Argentina considera prioritario conocer el estado y dinámica de los recursos hídricos con precisión, en cantidad y calidad, a fin de permitir un correcto diseño y construcción de los diversos tipos de obras de infraestructura (viales, hidráulicas, portuarias, etc.) y lograr un eficiente aprovechamiento del agua para sus múltiples usos (agua potable, energía, riego, industrial, minero, turístico, etc.)
- **la Red Hidrológica Nacional de la Argentina (RHNA)** es operada a través de terceros y cuenta con 369 puntos de medición que se muestran en la tabla, en muchos de los cuales se observan tanto parámetros hidrológicos como meteorológicos

Cantidad y tipos de estaciones de la Red Hidrológica Nacional de Argentina

Parámetros medidos	Cantidad
Alturas Hidrométricas y Aforos Líquido y Sólido	41
Alturas Hidrométricas y Aforo Líquido	122
Alturas Hidrométricas	96
Medición de Contenido de Agua en Nieve	6
Medición de Precipitación	155
Sinóptica convencional	46
Estaciones Remotas	
Maestra Receptora	1
Medición de Agua en Nieve y Temperatura	6

Paraguay

- La principal información hidrológica constituye la altura de los ríos y la precipitación. Los datos hidrométricos se utilizan para el monitoreo de los ríos para los diversos usos como la **Navegación fluvial** y los planes de contingencia ante **inundaciones**. Otro uso importante es el **Hidroeléctrico**.
- La información hidrológica nacional se halla dispersa en varias instituciones públicas con **ausencia de un ente que centralice y administre los datos a nivel nacional.**

Cantidad y tipos de estaciones de la Red Hidrológica Nacional de Paraguay

Parámetros medidos	Cantidad
Alturas Hidrométricas y Aforos Líquido *	2
Alturas Hidrométricas y Precipitación *	12
Alturas Hidrométricas - ANNP	26
Alturas Hidrométricas, Precipitación y Temperatura *	15
Alturas Hidrométricas Precipitación y Calidad de agua *	2
Calidad de agua ESSAP	10

En el país existe una institución rectora que es la DMH/DINAC, la cual centra su gestión en los datos **hidroclimáticos**, pero no administra ni procesa datos hidrológicos, salvo la precipitación.

La Administración Nacional de Navegación y Puertos (ANNP) mantiene y opera una red de estaciones **hidrométricas a lo largo de los ríos Paraguay y Paraná**, algunos tributarios de éstos, con observaciones diarias de alturas en los ríos.

La Central Hidroeléctrica **Itaipú** mantiene y opera una red de estaciones automáticas que incluyen datos hidrológicos; la Administración Nacional de Electricidad (ANDE) tiene a su cargo una red de estaciones hidrológicas en afluentes río Paraná, también la Entidad Binacional **Yacyreta** (EBY) opera estaciones hidrológicas en el área de influencia del embalse Yacyretá.

Brasil

La red de estaciones hidrológicas es administrada en el Brasil por la Agencia Nacional de Aguas ANA, quien opera una extensa red de estaciones en todo el territorio, el cual se halla dividido por cuencas hidrográficas. En total y considerando todos los tipos comprende a 23.778 estaciones de acuerdo a la Tabla:

Cantidad y tipos de estaciones de la Red Hidrológica del ANA + Entidades (relevamiento al

Estaciones en Operación por tipo	Cantidad
estações pluviométricas	9.127
estações fluviométricas	4.457
estações sedimentométricas	713
estações de qualidade de água	1.472
estações telemétricas	1.229
estações evaporimétricas	374
estações piezométricas	-
Total	17.372

En la cuenca del Plata



Tipos de Estações por Bacia Hidrográfica								Equipamentos			
CUENCAS	P	F	FD	E	S	Q	Total	PR	FR	T	Total
6- PARANA	598	10	346	19	108	114	1195	133	88	91	312
7- URUGUAI	151	1	86	6	43	43	330	43	5	17	65

Leyendas		
P = Pluviométrica	E = Evaporimétrica	PR = Pluviográfica
F = Fluviométrica	S = Sedimentométrica	FR = Fluviográfica
FD = Fluviométrica com medição de descarga	Q = Qualidade da Água	T = Telemétrica

Otras instituciones que realizan mediciones hidrológicas

Institución	Tipo de Instrumental	Cantidad de Estaciones	Tipo de transmisión	Variables generadas
SIMEPAR	Sensores Hidrológicos	35	Satelital	Precipitación, Niveles hidrométricos
SUDERHSA	Sensores Hidrológicos	22	Satelital	Niveles hidrométricos
CLIMERH	Sensores Meteorológicos	11	Radio	Datos Meteorológicos
CPTEC	Sensores Meteorológicos e Hidrológicos		Satelital	Datos Meteorológicos e Hidrológicos

Uruguay

En Uruguay la Dirección Nacional de Hidrografía es el ente responsable de mantener y operar la red de estaciones hidrológicas, la cual abarca estaciones del servicio eléctrico nacional UTE. La red según se describe en la Tabla está compuesta por 136 estaciones que miden altura (en 50 estaciones), altura y aforo (en 33 estaciones), o altura y caudal (en 50 estaciones). La mayoría de las estaciones comenzaron a recabar observaciones después de la década del 1970, pero algunas estaciones poseen información desde principios del siglo XX.

Cantidad y tipos de estaciones de la Red Hidrológica Nacional de Uruguay

Tipo de Estación y Parámetros medidos		Cantidad
Estaciones Hidrométricas		
A	Alturas Hidrométricas y Aforos Líquido	33
B	Alturas Hidrométricas y Caudal	50
C	Alturas Hidrométricas	50
Estaciones Hidrométricas y Meteorológicas		
	Medición de Precipitación (estaciones convencionales)	12

Bolivia

Para la descripción de la red de estaciones hidrológicas en Bolivia se pudo constatar

que la administración de la información está a cargo del SENAMHI, institución oficial

responsable de la operación de redes meteorológicas, hidrológicas y ambientales de Bolivia.

Mientras que las redes meteorológicas del SENAMHI fueron descritas en la sección previa,

con respecto a las redes hidrológicas la Tabla 2.7 describe la cantidad de estaciones

existentes en este país.

las **cuencas transfronterizas del Río Pilcomayo** (con Paraguay y Argentina) y **Bermejo** (con Argentina) se mantienen y operan estaciones hidrométricas donde se registran niveles hidrométricos en forma continua, también se efectúan mediciones de caudal y sedimentos, siendo éste último parámetro el crítico en ambas cuencas.

En la cuenca del Río Bermejo se tienen 16 estaciones hidrométricas que cubren el territorio boliviano y argentino. En cuanto a la red de Pluviómetros, su densidad se considera razonable en los departamentos con territorio sobre la cuenca del Plata, principalmente en Tarija.

Cantidad y tipos de estaciones de la Red Hidrológica Nacional de Bolivia

Parámetros medidos	Cantidad
Alturas Hidrométricas y Aforos Líquido	2
Precipitación	69
Alturas Hidrométricas	5
Alturas Hidrométricas, Precipitación y Temperatura	53
Precipitación y Temperatura	95
Calidad de agua	--

Problemas Identificados y aspectos a considerar (CIC Plata 2004):

De las discusiones realizadas por el grupo de trabajo del Taller Internacional "Sistemas de Predicción climática e hidrológica para la planificación estratégica de la Cuenca del Plata" (2004), Buenos Aires, Argentina) se identificaron los siguientes problemas en las redes hidrológicas de la cuenca

- La **escasez de mediciones de caudal** (aforos) en los ríos.
- La ausencia de un **ente que coordine**, intercambie y difunda la información hidrológica en toda la cuenca.
- **Falta de observaciones hidrológicas en los tributarios** de los ríos principales sobre Paraguay y Argentina.
- Cada país sistematiza los datos en **formatos diferentes**.
- Escasas estaciones de medición de calidad de aguas.
- En ríos **transfronterizos no se efectúan mediciones coordinadas**, salvo excepciones

Los aspectos más importantes a considerar en todos los países a excepción de Brasil y en menor medida la Argentina son:

- La **escasez de mediciones de caudal** (aforos) en los ríos y
- La **ausencia de un ente que coordine**, intercambie y difunda la información hidrológica nacional.

Las siguientes recomendaciones corresponden a conclusiones adicionales a las mencionadas en la realizadas por uno de los grupos de trabajo del Taller Internacional "SISTEMAS DE PREDICCIÓN CLIMÁTICA E HIDROLÓGICA PARA LA PLANIFICACIÓN ESTRATÉGICA DE LA CUENCA DEL PLATA" (1 y 2 de junio de 2004, Buenos Aires, Argentina).

Otras Recomendaciones en el marco del cic plata

Mejoras de las redes de observación:

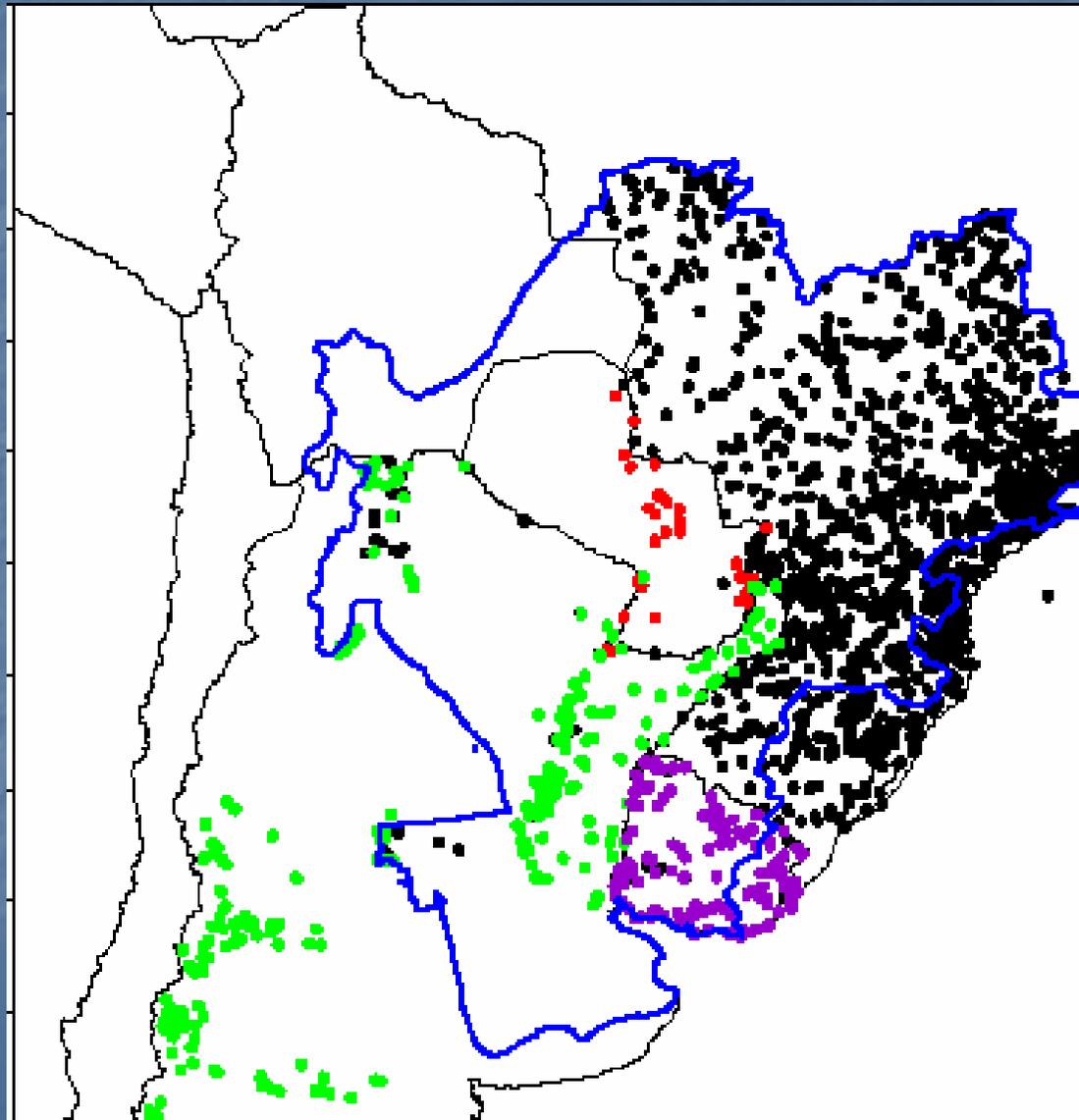
- Necesidades de observación en hidrología tienen escalas diferentes a las atmosféricas.
- Diferencias en la cantidad de información y redes entre los países.
- Colaborar a mantener, modernizar e incrementar las redes hidrológicas y atmosféricas de superficie y de altura.
- Necesidad de la definición de una red mínima, básica y óptima a partir de la información existente.
- Tener en cuenta que las redes dependen de los modelos a alimentar (atmosféricos, hidrológicos).
- Mediciones conjuntas (aforos, batimetrías, etc.) en los ríos fronterizos.
- Los países tienen que garantizar los fondos para mantener las redes (Contraparte).
- Que en los proyectos que se diseñen haya una garantía y compromiso de funcionamiento sostenible.
- Incentivar la formación, capacitación y entrenamiento del personal de las estaciones y los centros de procesamiento de datos en la cuenca.
- Recomendación de un relevamiento exhaustivo de las redes de observación en la cuenca.

Integración de la información existente en la cuenca:

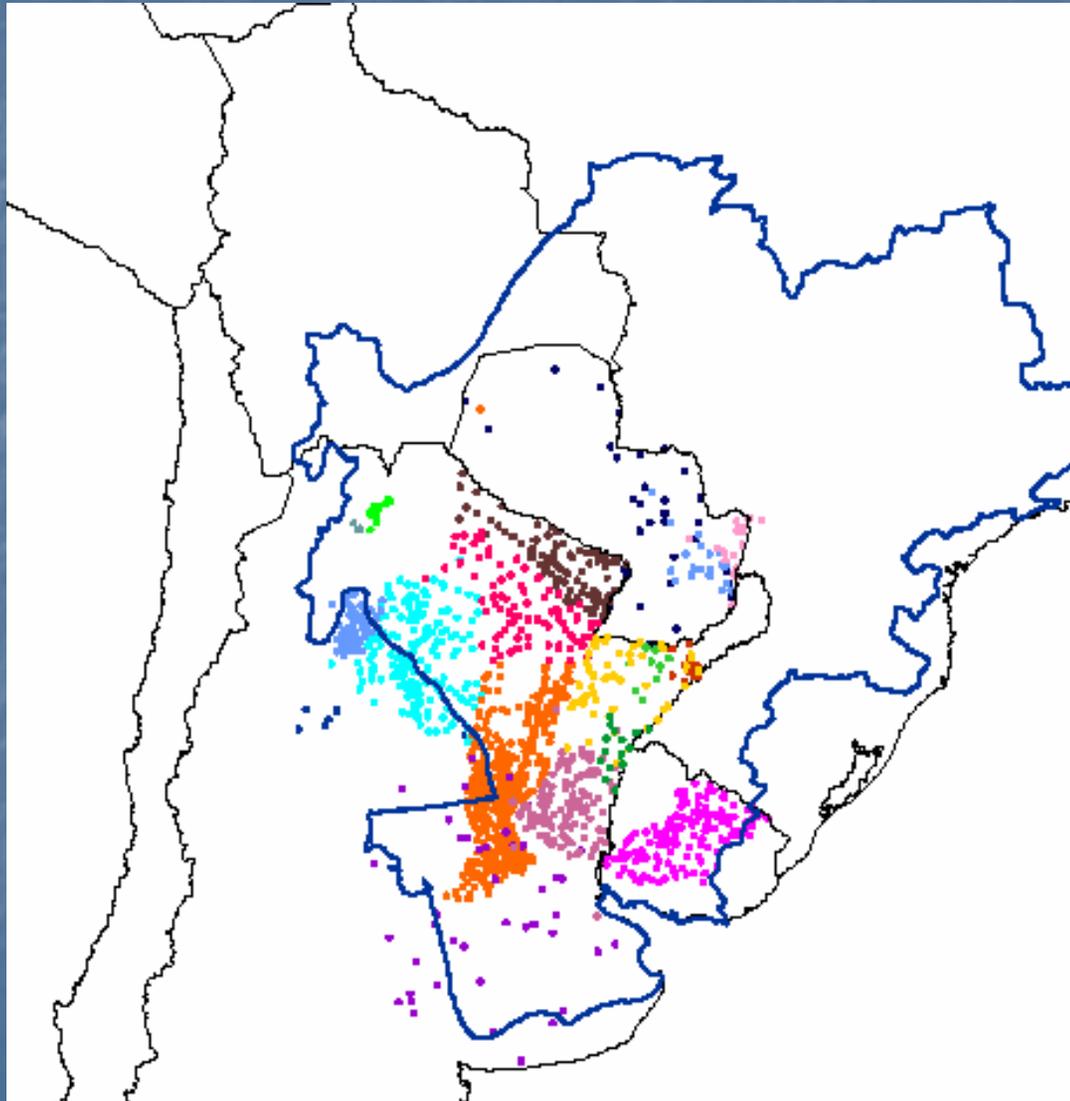
- Integrar es sumar la información y los productos existentes en la región provenientes de todos los actores (instituciones operativas, académicas, usuarios) con el fin de hacer una mejor gestión de la cuenca.
- Política común de manejo e intercambio de datos en la cuenca. Recomendar la estandarización de las diferentes bases de datos de la cuenca. Estandarización de las metodologías de observación entre las instituciones de la cuenca.
- Recomendar la integración de la información de las diferentes instituciones dentro de cada país (Serv. Meteorológicos, UTE, Hidrografía, etc.)

Empresas hidroeléctricas utilizan sus propios modelos hidrológicos y precisan de información de predicción meteorológica y climática de calidad (Ej. Itaipu). Las empresas se van a beneficiar del nuevo sistema de observaciones de Paraguay.

Red Hidrológica Nacional de Argentina (verde), Uruguay (violeta), Paraguay (rojo) y Brasil (negro)



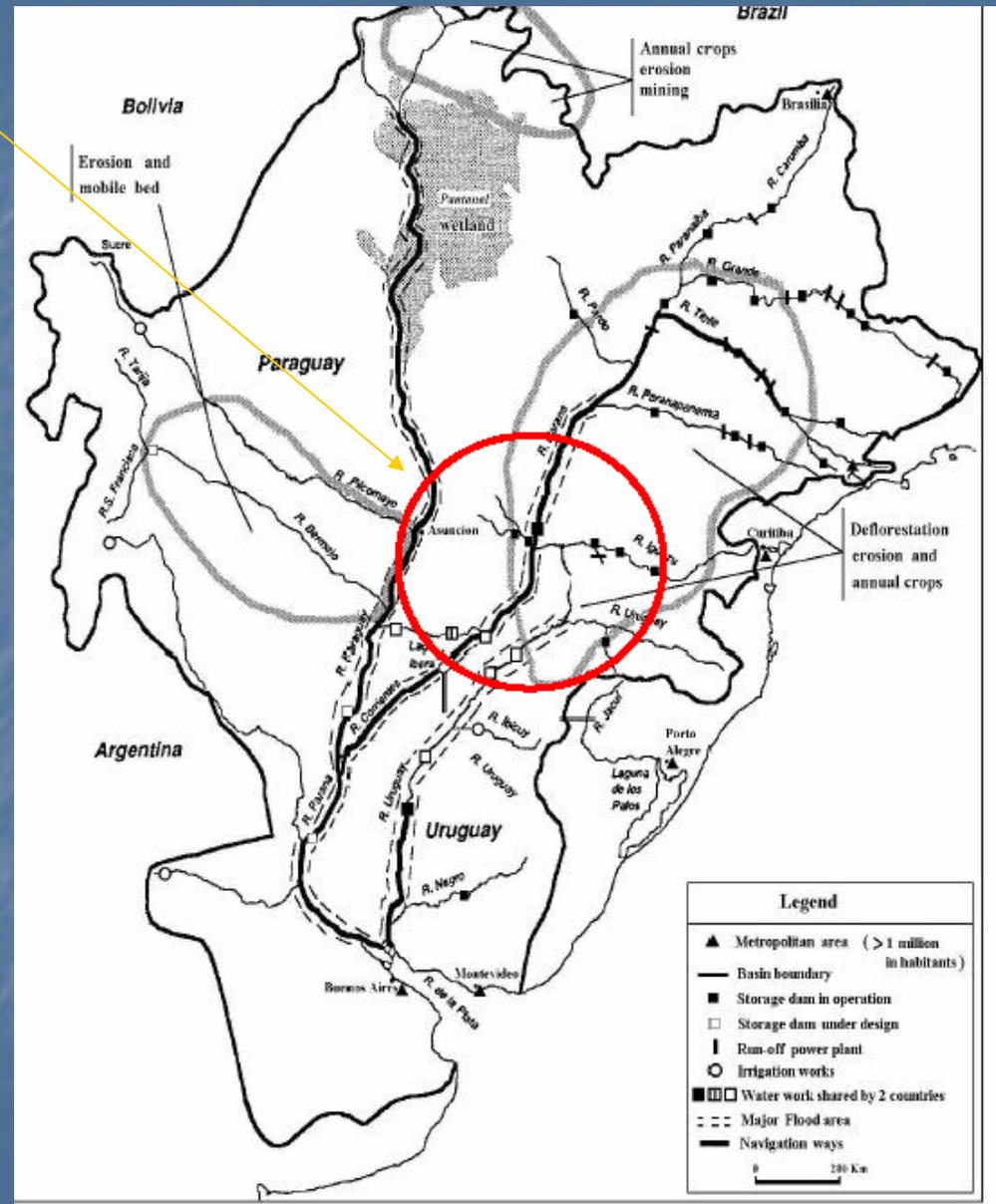
Sitios de observación de precipitación diaria pertenecientes a instituciones publicas o privadas en la Argentina, Uruguay y Paraguay.



Círculo rojo delimita la zona propuesta para la realización de estudios pilotos



Bacia do rio da Prata (Tucci e Clarke, 1998)



Características de la Cuenca del Plata

Acuífero Guarani (Geff)

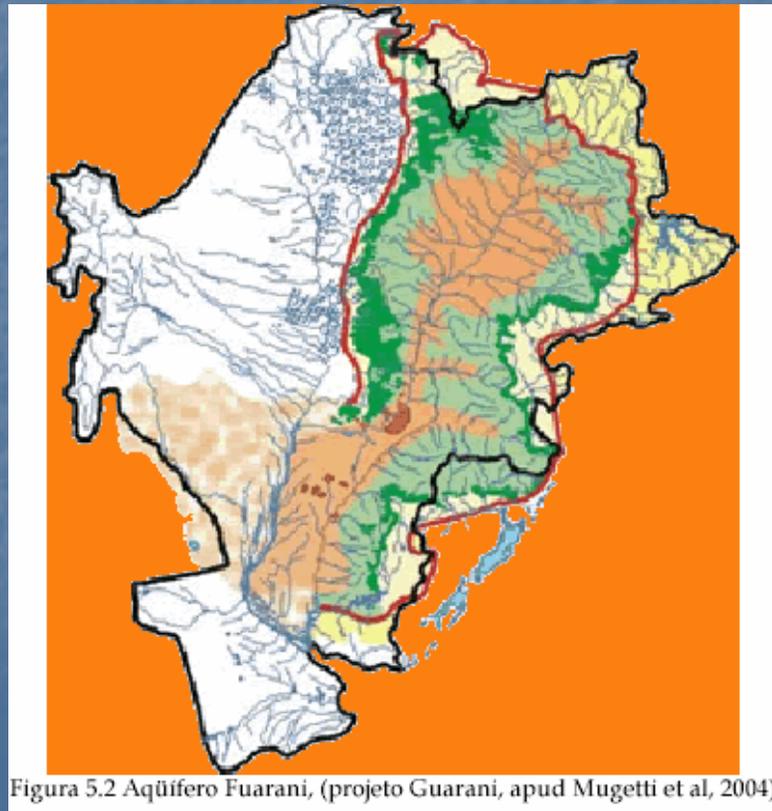
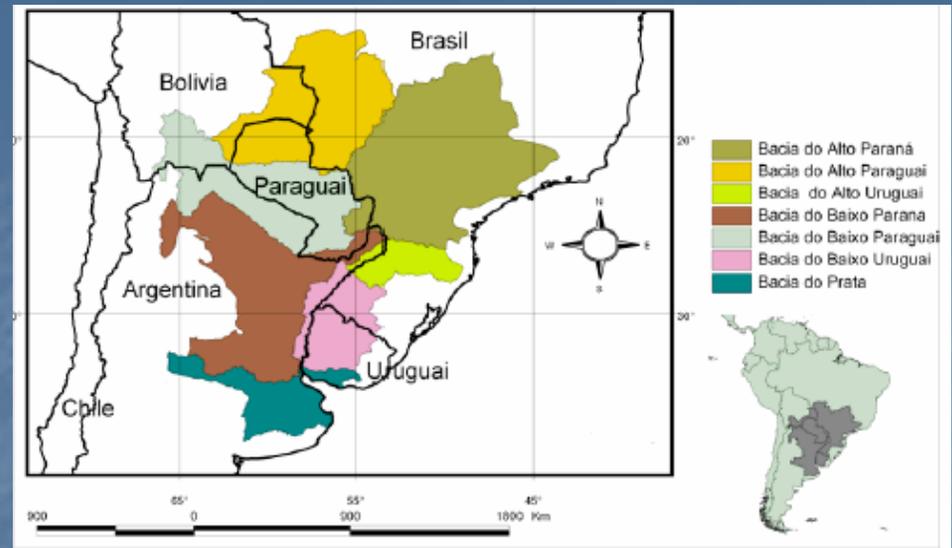


Figura 5.2 Aqüífero Fuarani, (projeto Guarani, apud Mugetti et al, 2004)

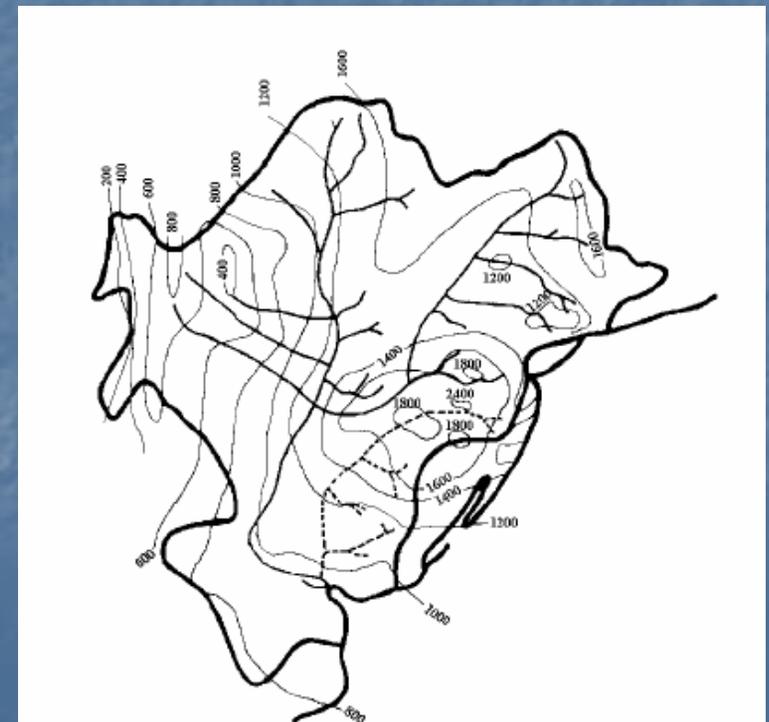


Figura 5.1 Precipitação na bacía do rio da Prata (OEA,1969)

Sub cuencas Hidrograficas, usos del agua y principales impactos

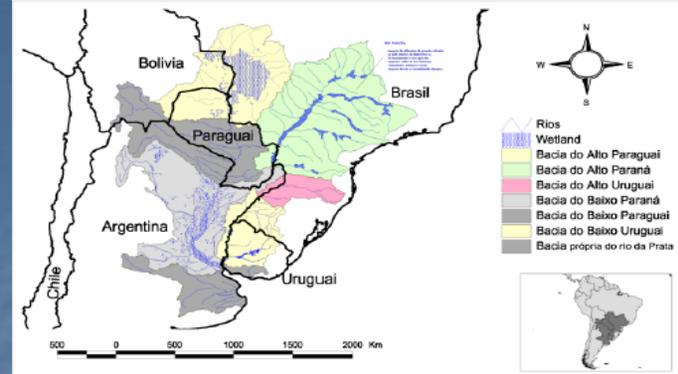


Figura 1 Bacia do rio da Prata e as sub-divisões

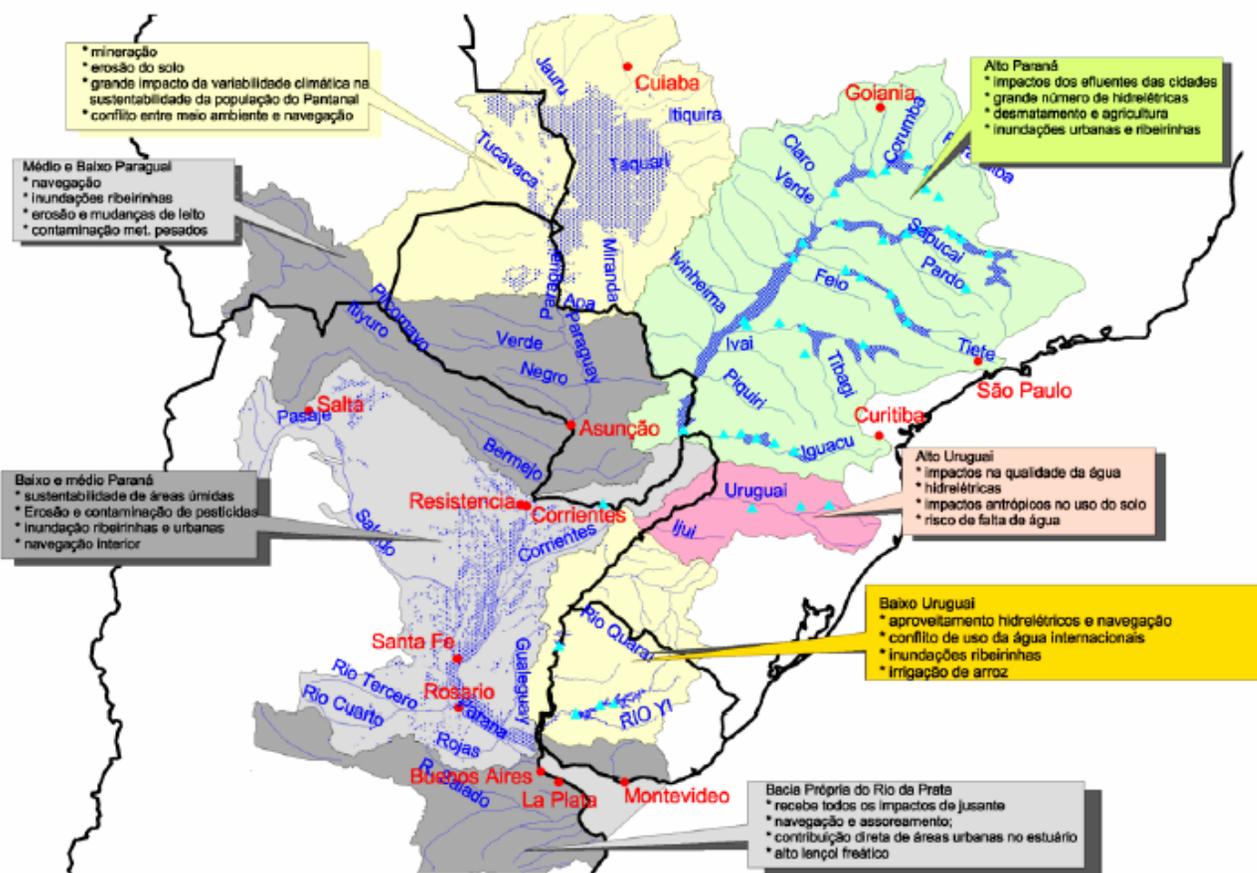


Figura 2 Características importantes dos usos e impactos sobre os recursos hídricos na bacia do rio da Prata.

Desafíos en Paraguay a corto plazo

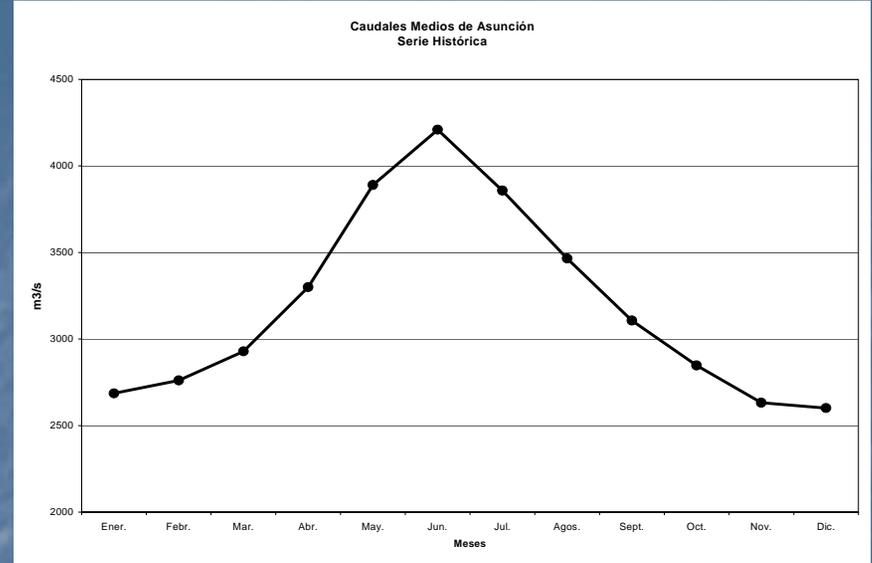
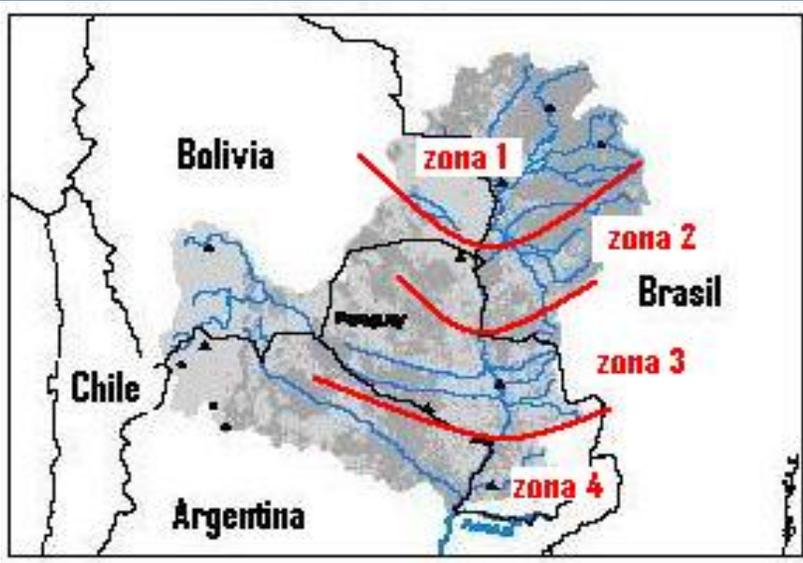
- Con la Ley de Aguas se va a requerir un Centro de Información Operativo para datos de Hidrología, Clima y usos del agua
- La DMH (Dirección de Meteorología e Hidrología) esta hoy con limitaciones, no hay una institución que sistematize los datos hidrológicos.
- Formación de técnicos en el sector es urgente

Necesidades observadas en Modelacion Hidrologica e Hidraulica

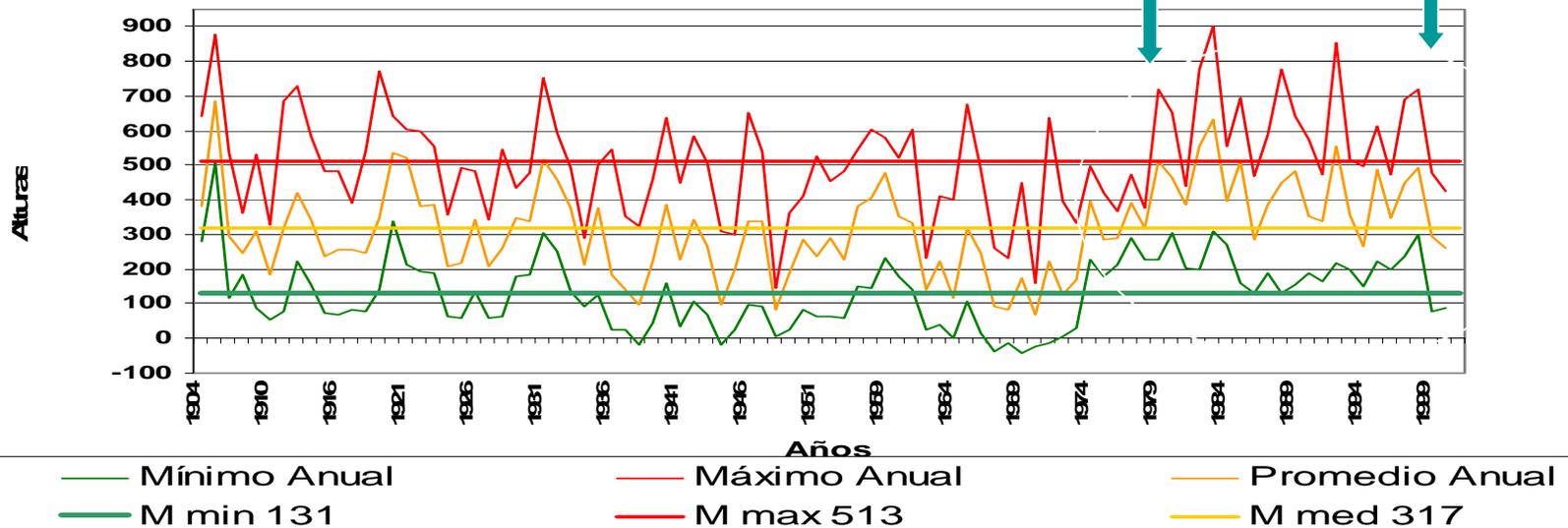
- Generar escenarios para la hidrodinámica general: energía, navegación, agricultura, acuíferos
- Trabajar con modelos hidrodinámicos y modelos de superficie

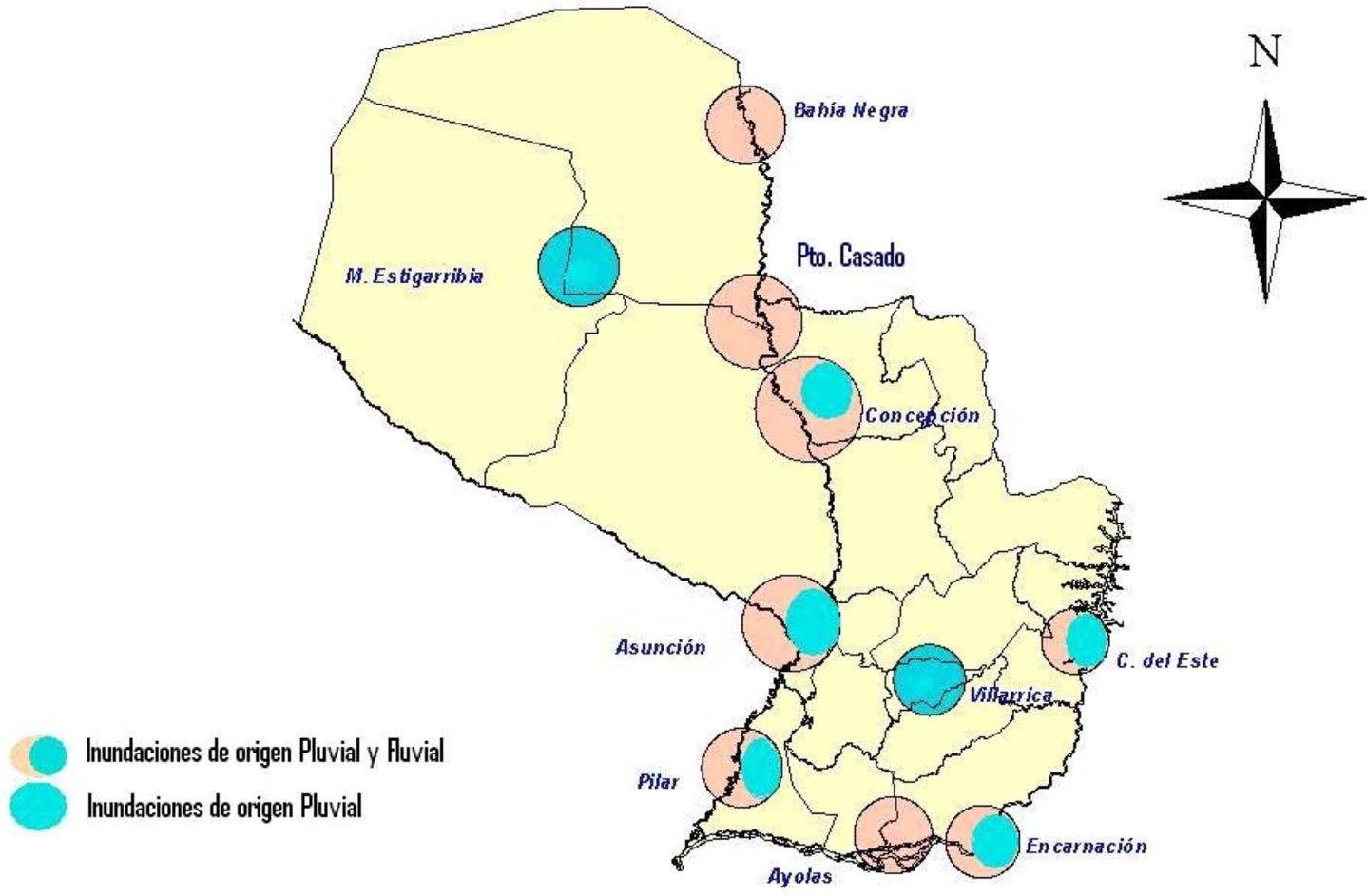
Ejemplos de modelos hidraulicos utilizados en Itaipu

- Modelo Sacramento: Transforma Lluvia a Caudal
- Para Transito de crecidas: Sovek (Delf)



Niveles Hidrometricos Anuales ASUNCION - Periodo 1904-2001

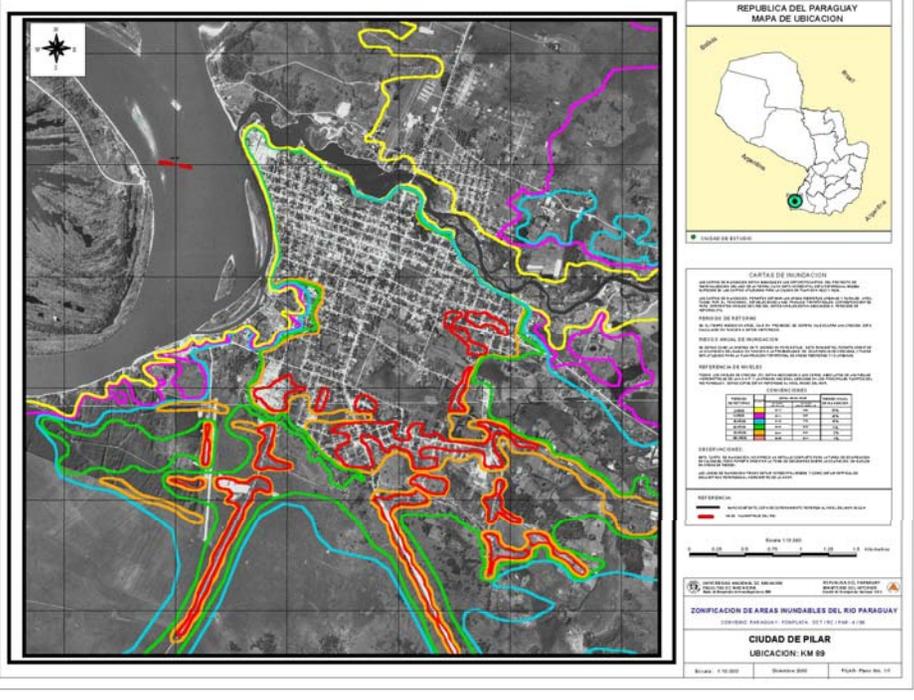




Centros urbanos afectados por las inundaciones ribereñas y pluviales.

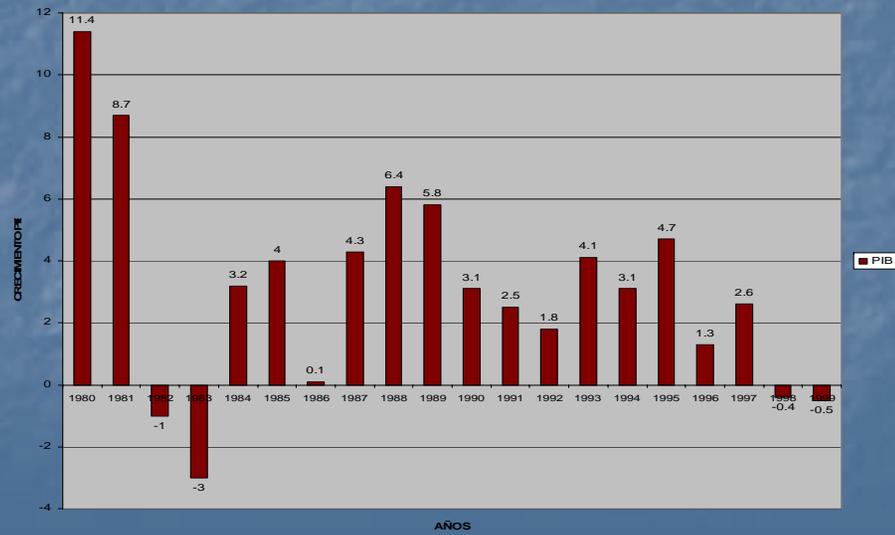
MAXIMOS VOLUMENES DE PRECIPITACION DIARIA

ASUNCIÓN		ENCARNACIÓN		CIUDAD DEL ESTE	
22/12/97	190.8 mm	29/12/97	268 mm	13/12/97	256.8 mm
19/11/82	161.7 mm	14/02/59	232.1 mm	25/02/98	242.4 mm
15/10/74	155.2 mm	9/10/97	193.4 mm	15/03/85	203 mm
14/11/96	141.4 mm	16/03/59	168.7 mm	09/05/83	184.9 mm
13/12/97	137.7 mm	14/09/94	166.2 mm	14/11/95	178 mm



IMPACTO SOCIOECONOMICO DE LAS INUNDACIONES RIBEREÑAS

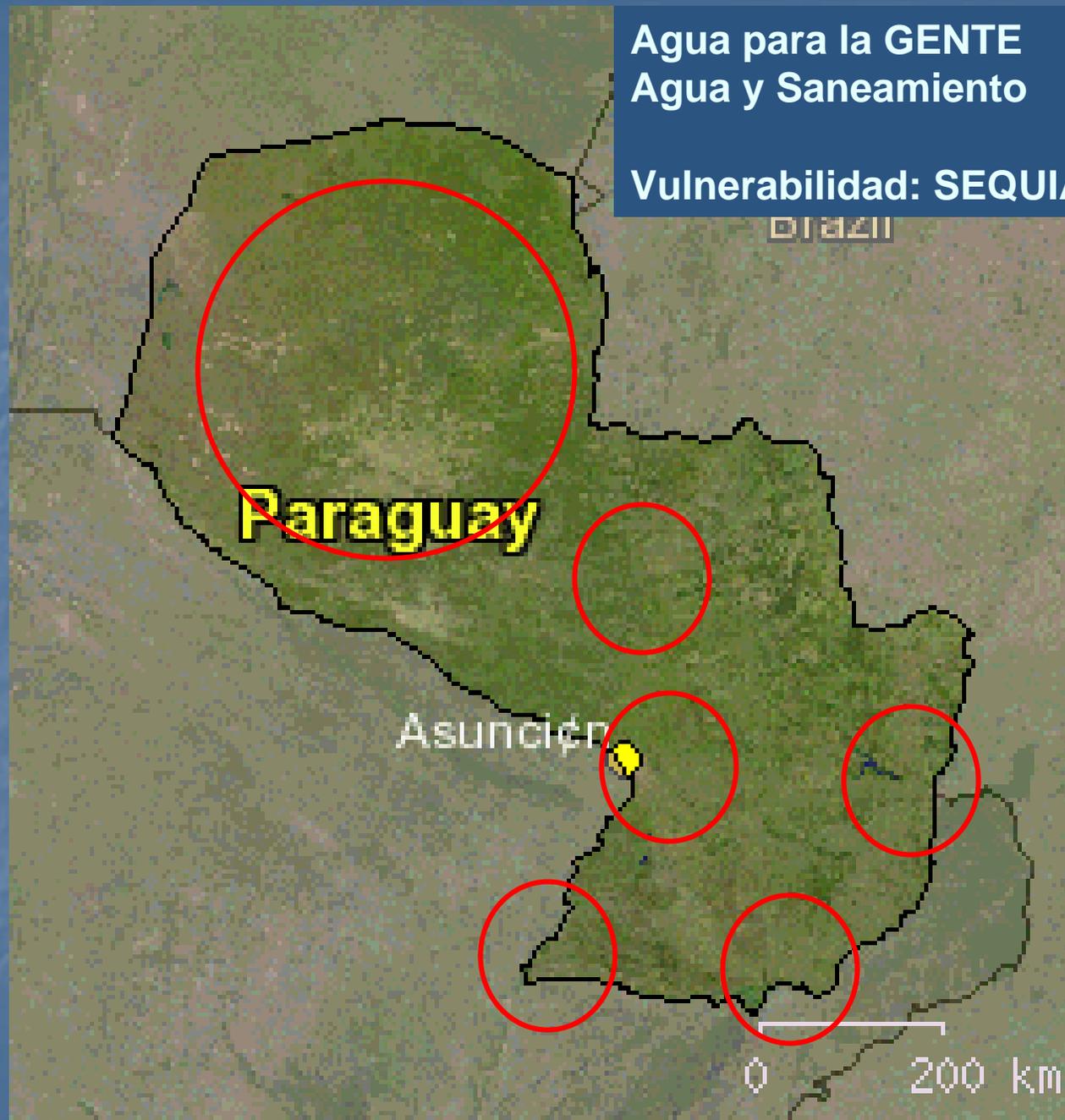
GRANDES INUNDACIONES - CRECIMIENTO PIB



AREA INUNDABLE DE LA CIUDAD DE PILAR

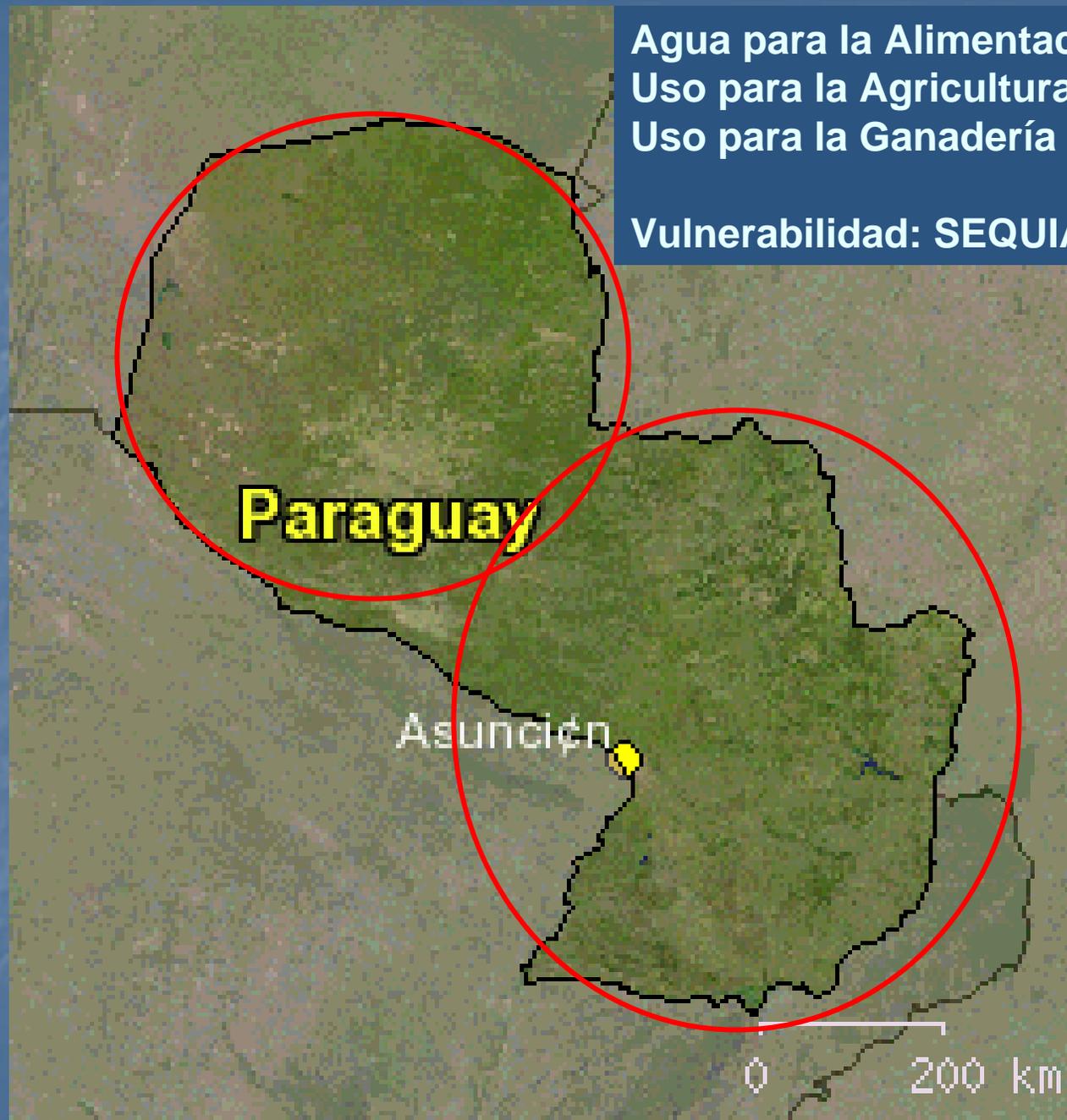
Agua para la GENTE
Agua y Saneamiento

Vulnerabilidad: SEQUIAS



Agua para la Alimentación
Uso para la Agricultura
Uso para la Ganadería

Vulnerabilidad: SEQUIAS



Agua para CONSUMO Y TRANSPORTE
Gestión Transfronteriza del Agua

Vulnerabilidad: SEQUIAS
INUNDACIONES



Agua para LA NATURALEZA
Humedales – Vida silvestre

Vulnerabilidad: SEQUIAS
INUNDACIONES



