

LA CRECIDA EXTRAORDINARIA DEL RÍO SALADO Y LA INUNDACIÓN DE LA CIUDAD DE SANTA FE DESDE UNA PERSPECTIVA DE LA GESTIÓN DEL RIESGO



FICH

Facultad de Ingeniería y Ciencias Hídricas
UNIVERSIDAD NACIONAL DEL LITORAL



La cuenca del río Salado

Abarca las provincias de:
Salta, Catamarca, Tucumán, Santiago del Estero, Chaco y Santa Fe.
Superficie aprox. : 247000 Km².
Longitud de curso: 1500 km.



La cuenca inferior del río Salado

Abarca principalmente la Provincia de Santa Fe
(Sup. Aprox.: 60.000 Km²)

- Sistema hidrológico de llanura
- Escasa significación de aportes de
 - las cuencas alta y media

Caudales

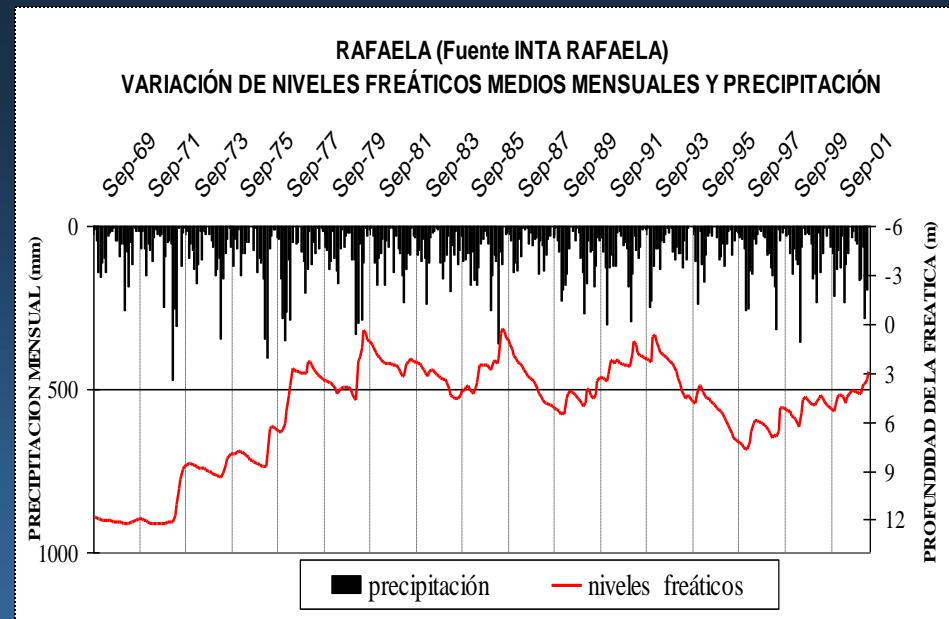
Caudal medio del río Salado
Ruta Prov. N° 70: 150 m³/s

Máximos caudales
período 1952 - 2000:
2596 m³/s (año 1973)
2672 m³/s (año 1998)



El cambio climático

- Décadas del '40 y '50 período seco
- Desde de la década del '70 período húmedo que continúa hasta la actualidad, caracterizado por:
 - Ascenso generalizado de los niveles freáticos
 - Eventos lluviosos muy intensos y arealmente concentrados
 - Persistencia de condiciones húmedas



Causas de la inundación de la ciudad de Santa Fe

Causas naturales:

Precipitaciones en la cuenca baja del río Salado, resultantes de un sistema frontal caliente semi estacionario que se ubicó en el centro del litoral argentino, que interactuaron sobre una cuenca saturada.

Estación	17/04 a 19/04	22/04	23/04	24/04	28/04	Total
Tostado	70	0	11	60	0	141
Vera	59	0	17	150	32	258
Ceres	75	30	9	32	3	149
Margarita	102	0	24	328	3	457
Arrufó	80	38	90	34	6	248
San Cristóbal	69	23	60	58	4	214
La Penca	80	0	78	310	0	468
Suardi	34	36	140	30	5	245
Palacios	36	75	160	0	3	274
San Justo	75	50	35	35	6	201
Rafaela	40	10	87	13	2	152
Esperanza	66	34	65	12	11	188
Candioti	42	30	100	10	20	202
Mínima	34.0	0.0	9.0	0.0	0.0	141.0
Media (*)	63.7	25.1	67.4	82.5	7.3	245.9
Máxima	102.0	75.0	160.0	328.0	32.0	468.0

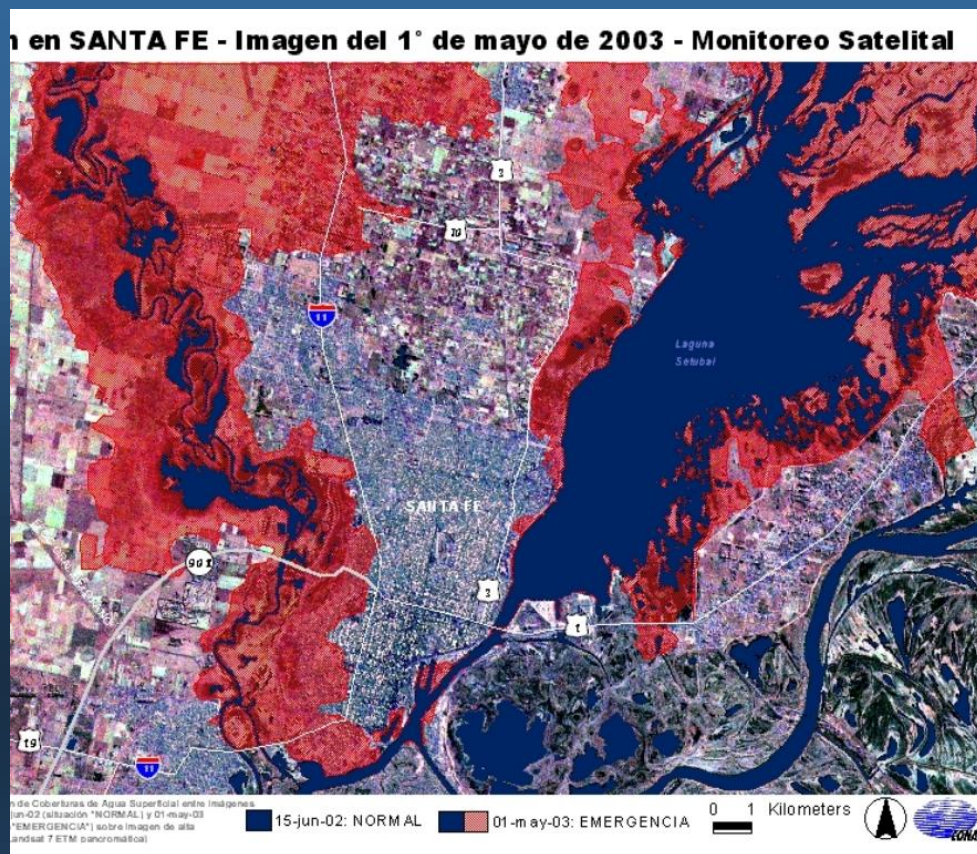
(*): media aritmética

Estación	Febrero	Marzo	Abril	Total
Tostado	115	24	253	392
San Cristóbal	489	33	478	1000
La Penca	482	40	565	1087
San Justo	293	12	238	543

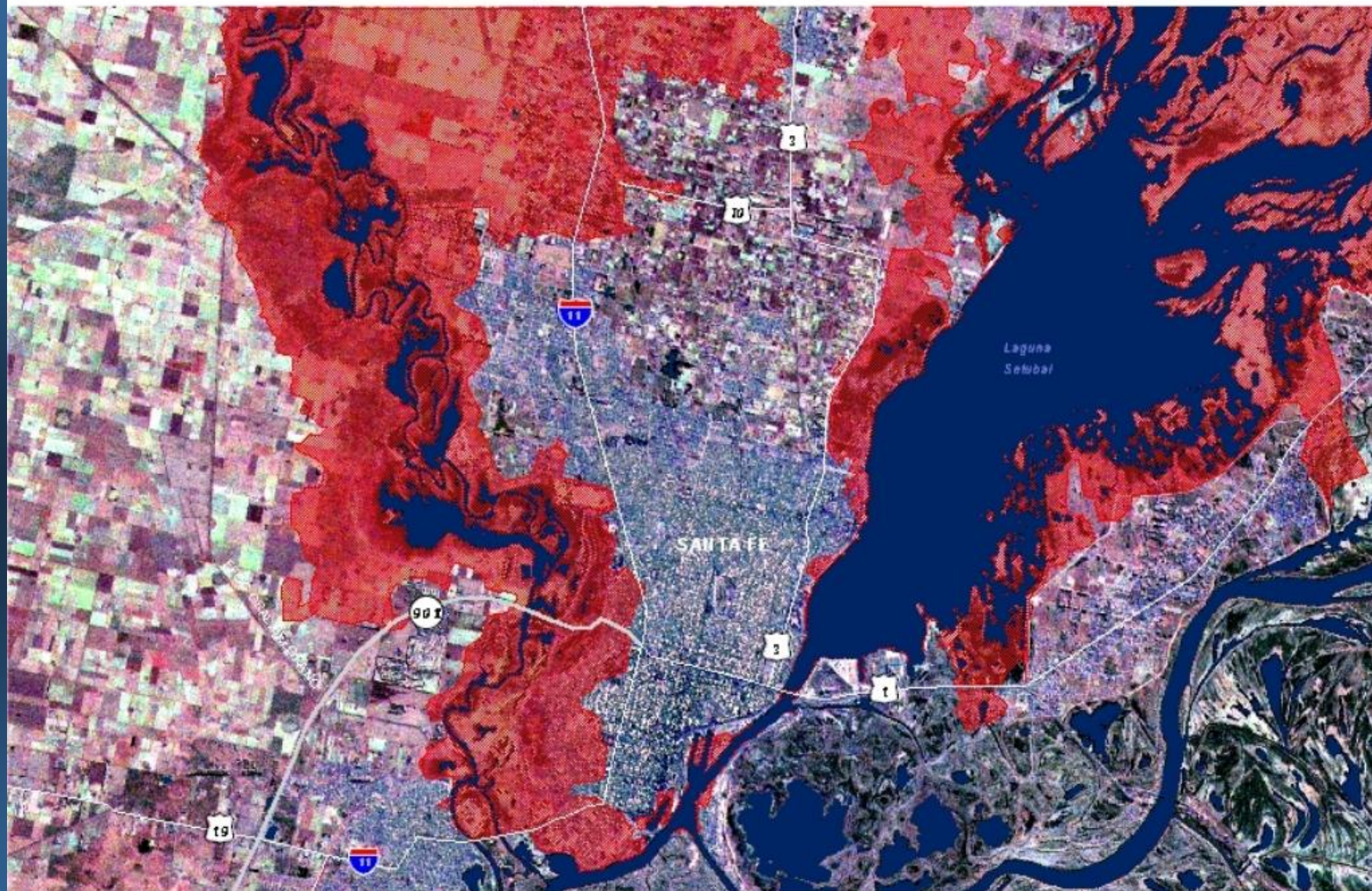
Causas de la inundación de la ciudad de Santa Fe

El riesgo hídrico de las zonas afectadas

- Santa Fe: ciudad naturalmente susceptible de ser afectada por inundaciones
- Área oeste de la ciudad: sector inundable en condiciones de crecida del río Salado y/o del Paraná
- Estudio del Instituto Nacional del Agua (1992) determinó los límites hasta donde podría alcanzar el agua en la ciudad si se produjera una crecida de 100 años de recurrencia, expresada en caudales del río Salado y en niveles del río Paraná.



Inundación en SANTA FE - Imagen del 1° de mayo de 2003 - Monitoreo Satelital



Comparación de Coberturas de Agua Superficial entre imágenes de fecha 15-jun-02 (situación "NORMAL") y 01-may-03 (situación de "EMERGENCIA") sobre imagen de alta resolución (Landsat 7 ETM pancromática)

15-jun-02: NORMAL

01-m ay-03: EMERGENCIA

0 1 Kilometers

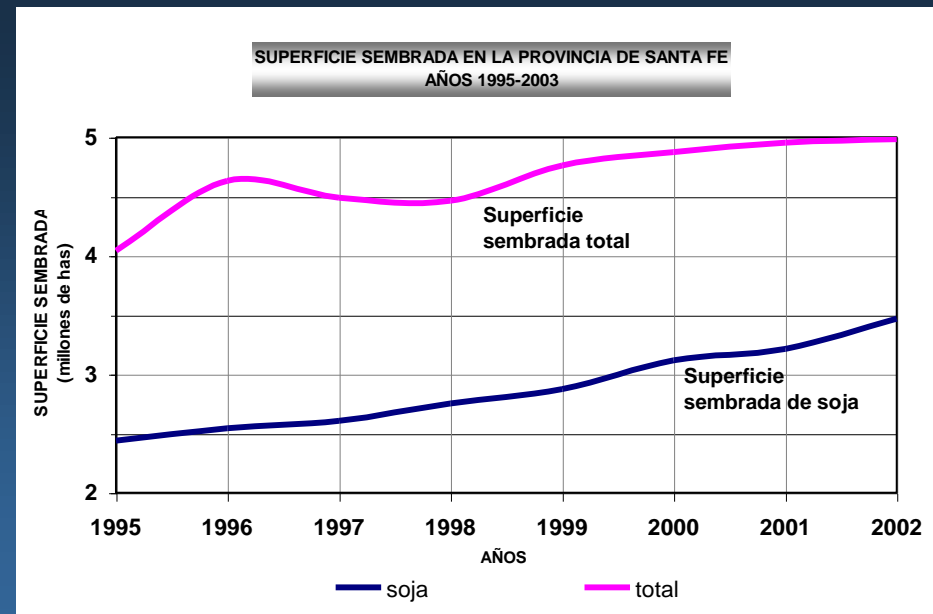


Causas de la inundación de la ciudad de Santa Fe

Influencias antrópicas sobre las crecidas

Cambios en el uso de la tierra a nivel de cuenca

- **Crecimiento de la superficie agrícola en detrimento de la ganadera**
- **Sobreexplotación agrícola del suelo:**
 - Reducción de la capacidad de almacenamiento
 - Aumento del potencial de escurrimiento
 - Deterioro de su estructura
- **Modificación de la dinámica hídrica**
 - Construcción de caminos
 - Bordos
 - Cunetas y canales



Causas de la inundación de la ciudad de Santa Fe

Influencias antrópicas sobre las crecidas

Proceso de desarrollo urbano en las proximidades del río

- Incidencia de la presencia de períodos sin crecidas
- Menor costo inmobiliario
- Falta de normativas o de la aplicación de ellas
- Arraigo al lugar, lazos afectivos
- Dificultades para establecer programas de reubicación



Causas de la inundación de la ciudad de Santa Fe

Influencias antrópicas:

Puente de la Autopista Santa Fe Rosario

- Luz insuficiente: 155 m
- Representa un 8% del ancho del río (2000m)

Consecuencias

- Sobreelevación de niveles aguas arriba.
- Desnivel observado entre aguas abajo y aguas arriba del puente: aprox. 0,80 m.

Influencia sobre la magnitud del desborde en la zona del hipódromo



Causas de la inundación de la ciudad de Santa Fe

Influencias antrópicas:

Defensa oeste de la ciudad de Santa Fe (Tramos 1 y 2)

- Construido entre 1994 y 1998
- Limite sur: Puente carretero Santa Fe – Santo Tomé
- Limite Norte: Proximidades de calle Gorostiaga (Hipódromo “Las Flores”)
- Cota de coronamiento: 17,50 m. IGM



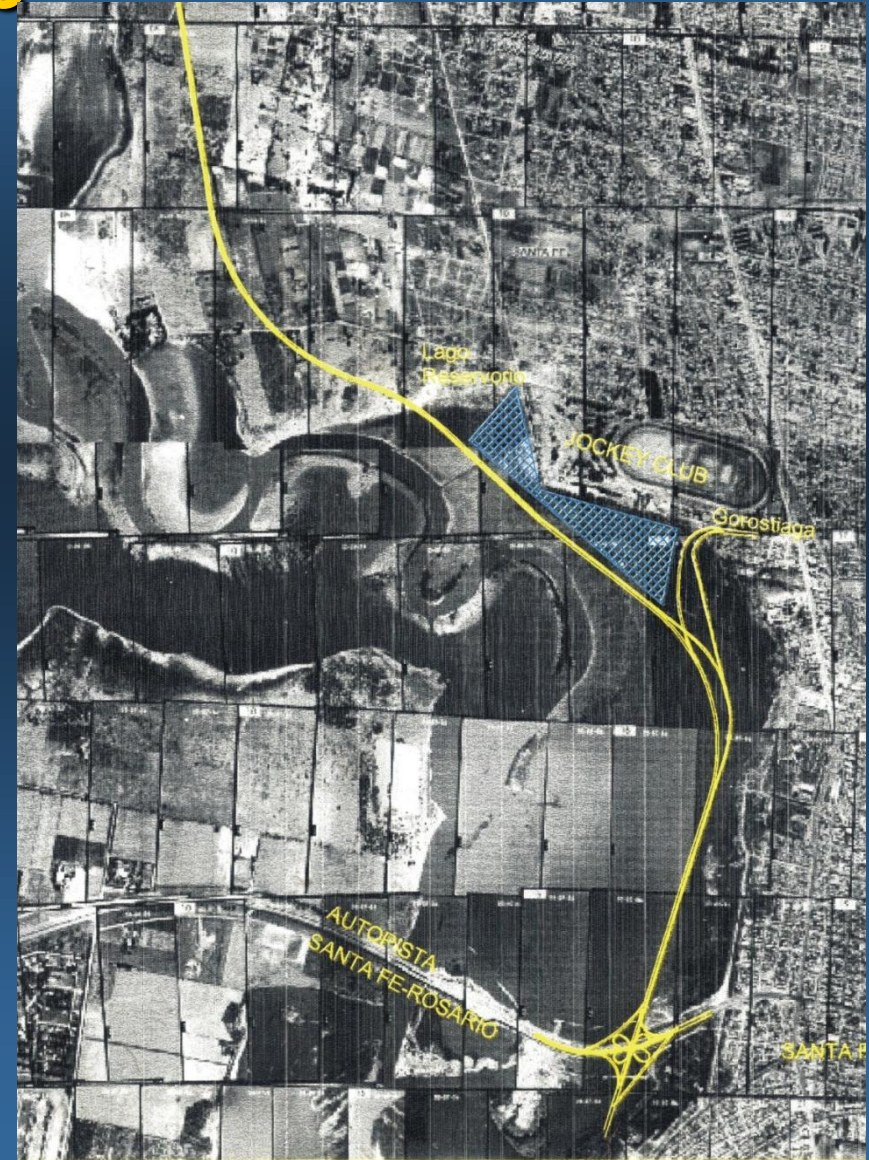
La inundación en la ciudad



Causas de la inundación de la ciudad de Santa Fe

Influencias antrópicas:

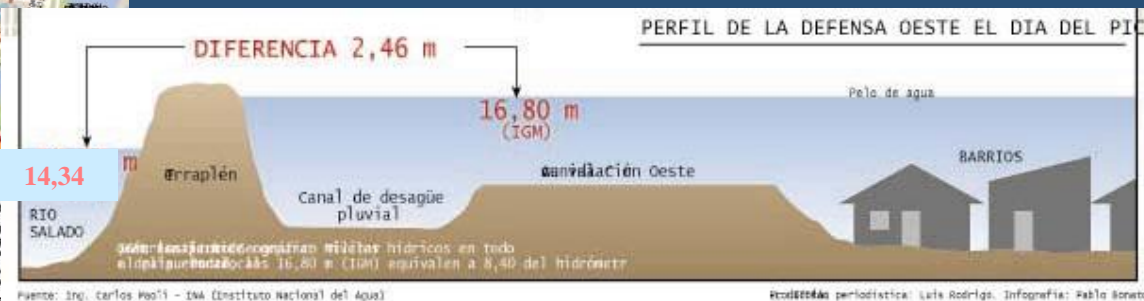
- Finalización provisoria del terraplén (Tramo 2):
 - Situada sobre el cordón sur de la calle Gorostiaga
- Tramo 3: Acceso norte de la Avenida de Circunvalación
 - No construido: Cuenta con un anteproyecto avanzado desde el año 2001
 - Oct. 2003 adjudicado proyecto ejecutivo y obra





La inundación en la ciudad

- ✓ Ingreso del agua: Sector norte
- ✓ Traslado hacia el sur siguiendo la pendiente natural
- ✓ Alcanza el sector sur de la ciudad en la tarde noche del 29 de abril
- ✓ Anegamiento con alturas máximas de 4 m.
- ✓ Crecimiento violento del nivel del agua. Entre 30' y pocas horas para impedir la circulación peatonal
- ✓ La defensa oeste y la Av. Mar Argentino actuaron como barreras, provocando sobreelevaciones dentro de la ciudad de 2,5 m por encima del nivel en el río



La inundación: sus consecuencias hidráulicas y ambientales



La inundación: sus consecuencias hidráulicas y ambientales



La inundación: Medidas de emergencia

- **Ejecución de brechas en los terraplenes**
 - Defensa oeste
 - Avenida Mar Argentino
- **Resultados**

Descarga de caudales hacia el Salado y al Canal de Derivación Sur
Alivio del casco céntrico de la ciudad



La inundación: Medidas de emergencia

- Cierre del sector de ingreso (Hipódromo)
- Bombeo del agua acumulada



LA INUNDACIÓN: El día después: Evaluación de daños

- Víctimas fatales: 23 (información oficial)
- Población afectada al momento del desastre: 139886 personas
- Porcentaje sobre el total de la población de Santa Fe 28,6
- Afectaciones a propiedades (encuesta municipal) 19734

Valoración de los daños (en millones de pesos)

• Vivienda	233,0
• Educación y área deportiva	12,0
• Salud	12,0
• Servicios básicos de saneamiento	2,3
• Energía	20,0
• Transporte y telecomunicaciones	482,0
• Agropecuario	1019,6
• Industrial y comercial	1089,6
• Otros: limpieza, restauración, etc.	8,0
• Todos los sectores involucrados	2878,5



LA PERSPECTIVA DE LA GESTIÓN DEL RIESGO

**AÚN CON LA OBRAS
TOTALMENTE CONSTRUIDAS**

**NO SE EVITA TOTALMENTE EL
RIESGO DE INUNDACIÓN**

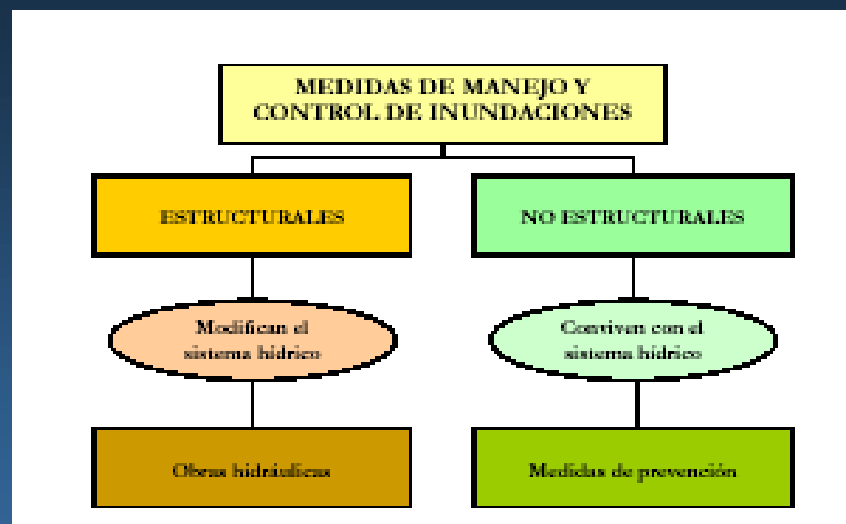
**NINGUNA OBRA DE DEFENSA
CONSTITUYE UNA SOLUCIÓN
INFALIBLE**

**IMPORTANCIA DE LAS MEDIDAS NO
ESTRUCTURALES**

Plan de contingencias

**Sistema de alerta
hidrometeorológico**

**Regulación de uso del suelo en
áreas urbanas y agrícolas**

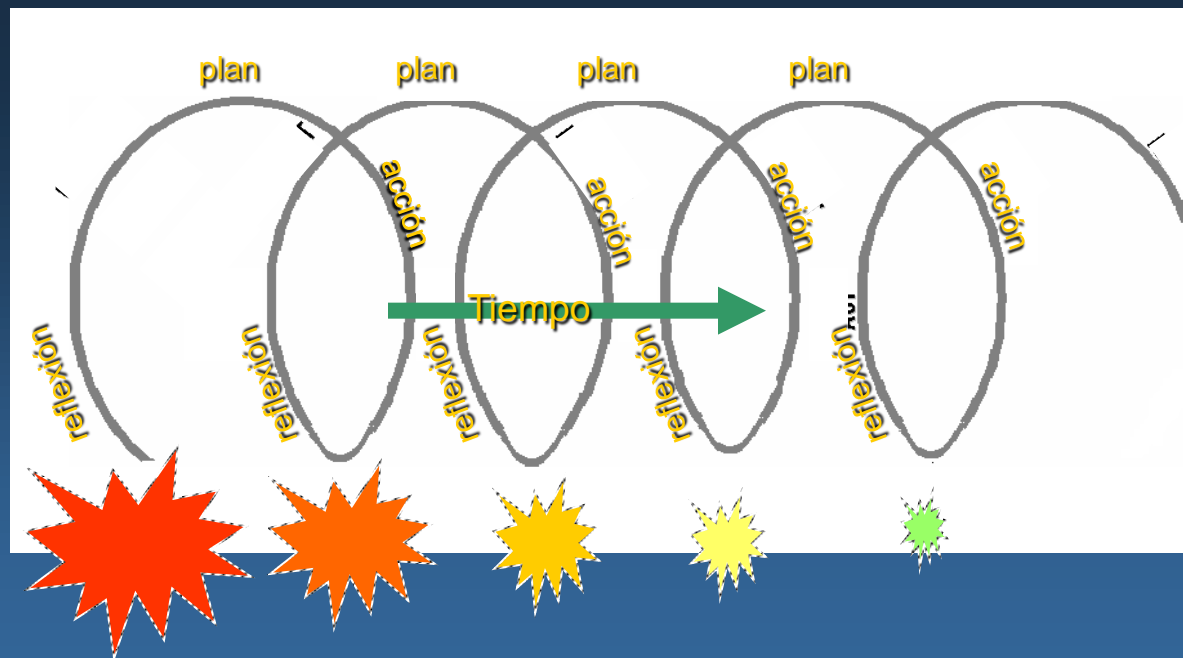


LA PERSPECTIVA DE LA GESTIÓN DEL RIESGO

Si no aprendemos



Si aprendemos



LA PERSPECTIVA DE LA GESTIÓN DEL RIESGO

Etapas



LA INUNDACIÓN:

Programa de Cooperación Inter institucional frente a la Emergencia (ProCIFE)

Misión:

Articular y potenciar la capacidad de cooperación y asistencia técnica del sistema universitario y científico - tecnológico con las acciones que el Gobierno Provincial, los Gobiernos Municipales, y las Organizaciones de la Sociedad Civil promueven en orden a enfrentar la situación de emergencia hídrica y el proceso de reconstrucción de la Región Santafesina afectada por eventos hídricos

- Instituciones participantes:
 - Universidad Nacional del Litoral
 - Universidad Católica de Santa Fe
 - Universidad Tecnológica Nacional - Facultad Regional Santa Fe
 - Instituto Nacional del Agua (INA)
 - CONICET - CERIDE
 - Universidad Nacional de Rosario
 - Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria

LA INUNDACIÓN:

Programa de Cooperación Inter institucional frente a la Emergencia (ProCIFE)

Acciones del ProCIFE

Durante la emergencia: Atención y control

Aspectos hidráulicos

Zoonosis

Volcamiento de residuos y productos peligrosos

Gestión de residuos urbanos

- **Después de la emergencia** : Integrante de la Unidad Ejecutora de la Reconstrucción
 - **Acciones propuestas:**
 - Creación de un sistema para el manejo de riesgos y emergencias
 - Desarrollo de un sistema de alerta de emergencias hídricas
 - **Tareas en desarrollo en cooperación con el PNUD y la Municipalidad de Santa Fe**
 - Programa de reconstrucción de viviendas afectadas por la inundación
 - Programa de rehabilitación de barrios
 - Proyecto de gestión de residuos de la ciudad de Santa Fe
 - Planificación estratégica del territorio
 - **Conformación del FORO PÚBLICO LOCAL: TRANSFORMAR SANTA FE**

PICTO 2004 Santa Fe

ESTADO DE LA CONVOCATORIA

ABIERTA

EVALUACIÓN

CERRADA

La Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica, a través del Fondo para la Investigación Científica y Tecnológica (FONCyT) llamó, en forma conjunta con la Provincia de Santa Fe, la Universidad Nacional del Litoral (UNL), la Universidad Nacional de Rosario (UNR), la Universidad Tecnológica Nacional (UTN) y Universidad Católica de Santa Fe (UCSF), a la presentación de proyectos de Investigación Científica y Tecnológica para la adjudicación de subsidios a grupos de investigadores formados y activos de las entidades participantes, que con este fin podrían asociarse con otros provenientes de Instituciones Públicas sin fines de lucro radicadas en el área de influencia de las mismas, pertenecientes al Sistema de Ciencia, Tecnología e Innovación de la Provincia de Santa Fe.

La Agencia, la Provincia de Santa Fe, la UNL, la UNR, la UTN y la UCSF acordaron destinar para la presente convocatoria la suma de pesos 2.305.000 durante 1 año. La convocatoria tuvo por objeto promover la actividad científica y tecnológica en áreas definidas de común acuerdo.

FONCyT - Proyectos financiados - PICTO 2004 Santa Fe

Resolución Directorio de la ANPCyT N° 031/06

CODIGO PROYECTO	TITULO	AÑOS	AREA	INVESTIGADOR RESPONSABLE		INSTITUCION BENEFICIARIA	Monto Total Subsidio
22427	Leptospirosis: un problema sanitario de la emergencia hídrica. Estudio para la obtención de herramientas de diagnóstico precoz y específico.	1	Cs. Biológicas	Guerrero	Sergio Adrián	UNIVERSIDAD NACIONAL DEL LITORAL	\$ 99.792
22635	Inundación en Santa Fe. Evaluación de la Reconstrucción Física y Social.	1	Cs. Humanas	Gonzalez	Ariel Anselmo	UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL	\$ 65.781
22679	Monitoreo de la vulnerabilidad del Aglomerado Gran Santa Fe.	1	Cs. Sociales	Herzer	Hilda Maria	UNIVERSIDAD NACIONAL DEL LITORAL	\$ 89.375
22728	Vulnerabilidad y peligro de contaminación de las aguas subterráneas ante situaciones de riesgo hídrico. Estrategias de gestión integrada para la ciudad de Santa Fe.	1	Tec. del Medio Ambiente	D'Elia	Mónica Patricia	UNIVERSIDAD NACIONAL DEL LITORAL	\$ 61.370
22790	Influencia de los cambios físicos y climáticos sobre la escorrentía de la cuenca inferior del río salado.	1	Tec. del Medio Ambiente	Paoli	Carlos Ubaldo	UNIVERSIDAD NACIONAL DEL LITORAL	\$ 62.917
23141	Métodos para transferencia a la comunidad y al ámbito de decisión política de la información generada por el conjunto técnico académico durante situaciones de emergencia hídrica.	1	Tec. del Medio Ambiente	Sanchez Dalotto	Roque Alberto	UNIVERSIDAD NACIONAL DEL LITORAL	\$ 99.781
23147	Multibiosensor electroquímico para la evaluación de la toxicidad de muestras ambientales.	1	Cs. Químicas	Hernandez	Silvia Raquel	UNIVERSIDAD NACIONAL DEL LITORAL	\$ 100.000
23170	El proceso de negociación y la búsqueda de soluciones al problema de las inundaciones en la cuenca de La Picasa. Un enfoque metodológico para abordar la gestión de los Recursos Hídricos.	1	Cs. Sociales	Rosenstein	Susana Beatriz	UNIVERSIDAD NACIONAL DE ROSARIO	\$ 72.273
23187	Implementación de un modelo de escurrimiento apto para el análisis de crecidas históricas y simulación de crecidas en tiempo real. Aplicación en cuencas del sur de la provincia de Santa Fe.	1	Tec. del Medio Ambiente	Riccardi	Gerardo	UNIVERSIDAD NACIONAL DE ROSARIO	\$ 75.417

PICTO 2004 Santa Fe Financiados

23191	Monitoreo de serpientes y evaluación de riesgos de accidentes ofídicos en inundaciones en el río Paraná Medio de Santa Fe.	1	Cs. Biológicas	Giraudó	Alejandro Raúl	UNIVERSIDAD NACIONAL DEL LITORAL	\$ 56.660
23208	Reconstrucción histórica de la crecida del río Salado del año 1914 y su incorporación al análisis de frecuencia de caudales máximos en la Ruta Prov. Nº 70.	1	Tec. del Medio Ambiente	Pedraza	Raúl Amancio	UNIVERSIDAD NACIONAL DEL LITORAL	\$ 76.302
23251	"Soluciones constructivas para la emergencia inmediata, reutilizables en asentamientos definitivos".	1	Cs. Humanas	Citroni	Jorge Arnoldo	UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL	\$ 97.812
23295	Integración de procesos del complejo suelo-agua-planta para una mejor planificación hídrica en la cuenca inferior del Río Salado.	1	Tec. del Medio Ambiente	Rodríguez	Leticia	UNIVERSIDAD NACIONAL DEL LITORAL	\$ 100.000
16 PROYECTOS						TOTAL SUBSIDIADO	\$ 1.057.480,00

Total Subsidiado: 1.057.480

Total de la convocatoria: 2.305.000

LA INUNDACIÓN:

LAS LECCIONES QUE DEJA

- La necesidad de tener presente las diferencias entre los conceptos de crecida de un río y el de inundación
- Las crecidas de los ríos constituyen amenazas que deben ser tenidas en cuenta
- La inundación, cuando reviste el carácter de desastre, constituye un emergente del nivel de vulnerabilidad de un territorio.
- La vulnerabilidad debe ser reconocida como un problema de desarrollo aún no resuelto
- Las obras de control y protección contra inundaciones son necesarias pero no suficientes. Obras que eliminen totalmente el riesgo son antieconómicas
- Las medidas no estructurales son una parte esencial de cualquier sistema de prevención y mitigación de desastres.
- La necesidad de la existencia y “aplicación” de un marco regulatorio de la ocupación del territorio que reduzca el riesgo de la inundación.

LA INUNDACIÓN:

LAS LECCIONES QUE DEJA

- La necesidad de abandonar las visiones fragmentadas de la realidad que promueven prácticas sectoriales sin la coordinación necesaria ni una visión integral de los problema
- El problema de la inundación es complejo y como tal su tratamiento requiere de la consolidación de nuevos espacios de participación en el que se integren en forma orgánica y coordinada el estado, la sociedad civil, y el sistema científico tecnológico.
- Un nuevo enfoque en la atención de estos problemas, exige la modificación de pautas culturales y cambios de ciertas conductas en los niveles de decisión que hoy se constituyen en barreras para el logro de soluciones más sustentables
- La educación en todos sus niveles, formal y no formal, resultan elementos fundamentales para la generación de un nuevo espacio de conciencia respecto del tratamiento a dar a estos problemas.
- Y la lista podría seguir...

***Pero dependerá del aprendizaje que se haga de esta lecciones,
la posibilidad de que algunos de los cambios reclamados
se conviertan en realidad...***

MUCHAS GRACIAS...



FICH

Facultad de Ingeniería y Ciencias Hídricas
UNIVERSIDAD NACIONAL DEL LITORAL