

A stylized map of South America is shown in the background. The map uses a color palette of black, blue, yellow, and orange. A white crosshair is centered over the country of Uruguay.

**Seminario
sobre
Inundaciones
en el
Uruguay**

ACADEMIA NACIONAL DE INGENIERIA

República Oriental del Uruguay

REPUBLICA ORIENTAL DEL URUGUAY

ACADEMIA NACIONAL DE INGENIERÍA

**SEMINARIO SOBRE
INUNDACIONES
EN URUGUAY**

Montevideo, 2004

Academia Nacional de Ingeniería

Con personalidad jurídica. Fundada el 4 de marzo de 1965.

Cuareim 1492

C.P.11100 Montevideo - Uruguay

Telefax.: (598-2) 901 17 62

(598-2) 900 89 51

E-mail: asocing@adinet.com.uy

www.artech.com.uy/aniu

INTRODUCCIÓN

Los trabajos incluidos en esta Publicación, corresponden a presentaciones efectuadas por los respectivos autores, en el ámbito de un Seminario sobre el tema Inundaciones en el Uruguay, organizado tiempo atrás por nuestra Academia Nacional de Ingeniería.

En su oportunidad, la Academia expresó el deseo de publicar las ponencias presentadas, por ser todas ellas importantes con relación al tema central del Seminario, pero si bien el esfuerzo de los autores y de quienes integran la Comisión de Publicaciones de la ANI fue muy significativo, no fue posible integrar en su totalidad lo expuesto en el evento. Aún así, el material obtenido es mucho e importante, lo que nos animó a concretar finalmente la presente publicación.

Como ya se ha señalado en más de una oportunidad, los problemas derivados de los fenómenos climáticos, son particularmente relevantes para el Uruguay, al ser un país pequeño y sin accidentes orográficos de cierta significación, por lo que tanto los problemas como las bonanzas climáticas que ocurran en cualquier parte del país, se darán muy probablemente, con matices, en el resto de nuestro territorio. Esto es particularmente cierto con las Inundaciones que, desde siempre, han complicado simultáneamente a Gobernantes Nacionales y Departamentales.

Por eso, creemos que los aportes que se hagan para mejor prevenir o manejar tales fenómenos, serán siempre bienvenidos. Por cierto, es sabido que los problemas resultantes de ellos sobre el transporte de bienes y personas, así como en la producción y los movimientos de la Energía Eléctrica se estudian desde hace muchas décadas y que lo mismo deberá pasar con la producción de bienes agrícolas y con la preservación de inmuebles y bienes públicos y privados, aunque todo sugiere que hay aún cosas para hacer en estos campos. Pero en general los problemas más críticos a resolver y preservar, tienen que ver directamente con la vida y salud de la gente y con los cuidados mínimos para preservar sus enseres y cosas de carácter personal.

Como decimos, acerca de los aspectos mencionados en el párrafo anterior, se han hecho y se hacen cosas, pero las más serias y técnicamente aconsejables deben difundirse, muy especialmente por parte de las autoridades nacionales y los servicios municipales, correspondiendo destacar al respecto desde ya, como un gran logro, la creación relativamente reciente del Servicio Nacional de Emergencias, que en los últimos años, ha resuelto y atenuado crisis que, décadas atrás, tal vez hubieran acarreado tragedias humanas que no llegaron a ocurrir.

Varios de los trabajos presentados son propuestas técnicas para mejorar y manejar los asentamientos humanos, limitando la ocurrencia de problemas futuros, describiendo las acciones preventivas que están en curso hoy día, incluyéndose también una descripción general de las actuaciones de Probides, cuya acción preventiva global se da en una zona muy compleja, donde existen ya problemas ocasionados por el hombre, que serán difíciles de revertir.

Finalmente, se incluyen ponencias que describen acciones de manejo de crecidas que fueron de tal complejidad y mucho éxito durante inundaciones recientes. Y también se incluye la descripción de algunos manejos y consecuencias principales de las inundaciones

de 1959, sin dudas el problema global económico y humano más serio que tuvo el Uruguay durante toda su historia. Como todos sabemos, la producción, las exportaciones y el consumo interno del país bajaron drásticamente en 1959/60. La energía eléctrica se restringió y debió incluso cortarse a diario en casi todo el país durante más de un año, mediante un manejo sacrificado y permanente, frente al que la población reaccionó en forma muy positiva. Asimismo las aguas que anegaron y dejaron fuera de servicio a la entonces vital Central Hidroeléctrica de Rincón del Bonete, provocaron lo que pudo ser un terrible drama humano, al inundarse casi totalmente la localidad de Paso de los Toros. Allí y sin aviso previo, debió organizarse la evacuación y el realojamiento de más de seis mil personas, ubicándolos en distintos lugares cercanos y no tanto, a la vez que se las alimentaba y se cuidaban su salud y sus bienes. Todas las tareas críticas al respecto, que debieron cumplirse en plazos acuciantes fueron llevadas a cabo, en lo esencial, por nuestras Fuerzas Armadas (en especial el Ejército Nacional) que constituyeron en tiempos mínimos un comando a esos efectos, sobre cuyas tareas cabe decir que apenas recogieron alguna crítica de mínima significación y sí recibieron elogios de todos los damnificados y de otros testigos directos y que -como mejor demostración de éxito- se debieron ejecutar durante un período de varios meses **sin registrar un solo caso de pérdidas humanas** por error u omisión en las acciones ejercidas.

Acad. Ing. Álvaro Cutinella

Presidente de la Academia Nacional de Ingeniería.

PROGRAMA

SEMINARIO SOBRE INUNDACIONES EN EL URUGUAY

Día 30 de junio de 1999

Horarios

De 15.00 **Introducción**
a 15.15

De 15.15 **Tema:** Algunas experiencias de crecidas en la cuenca del Río Negro (Paso de
a 15.45 los Toros/Rincón del Bonete-abril de 1959 y otras)

Expositor: Acad. Ing. Roberto Maisonnave

De 15.45 **Tema:** La experiencia vivida en el Uruguay (1997/1998)
a 16.30

Expositores: Gral. Ignacio Bonifacio y otros (Sistema Nacional de Emergen-
cias).

Maestra Estrella Finozzi (I.M.Salto).

De 16.30 **Break - Café**
a 16.45

De 16.45 **Temas:** inundaciones en la ciudad de Salto «Enchorradas» en los arroyos Sauzal
a 17.30 y Ceibal. La revancha de Acuario- Inundaciones urbanas.

Expositores: Ing. Adolfo Gallero, Ing. Marcelo Martín (DHN-MTOP);
Ing. Roxana González (I.M.de Salto).

Día 1° de julio de 1999

Horarios

- De 9.00 **Tema:** Climatología - El Niño 1997/1998
a 9.30 **Expositor:** Ing. José Luis Genta (IMFIA - FIA-Univ. de la República)
- Tema:** Climatología (Dirección Nacional de Meteorología) (A confirmar)
 Expositor: (A confirmar)
- De 9.30 **Tema:** Modelación hidrosedimentológica del Río Uruguay
a 10.00 **Expositores:** Ing. Eugenio Lorenzo, Ing. Luis Teixeira (IMFIA-FIA-Univ. de la República)
- De 10.00 **Break - Café**
a 10.30
- De 10.30 **Tema:** Gestión de recursos hídricos y de crecidas en los aprovechamientos hidroeléctricos del Río Negro.
a 10.45
- Expositor:** Ing. Julio C. Patrone (UTE-Hidrología)
- De 10.45 **Tema:** Período de crecientes en la cuenca de Salto Grande; octubre 1997 hasta marzo 1998
a 11.30
- Expositor:** Ing. Fernando Wald - (C.T.M. - Salto Grande)
- De 11.30 **Tema:** Utilización de redes neuronales para pronósticos hidrológicos e hidráulicos.
a 12.15
- Expositor:** Ing. Douglas Simonet Fletcher - (C.T.M. Salto Grande)
- De 12.15 **Break - Almuerzo**
a 14.30

Día 1° de julio de 1999

Horario

De 15.00 a 15.30 **Tema:** Aspectos jurídicos inherentes con el ordenamiento territorial

Expositor: Dr. Hermann Leiss (DNOT-MVOTMA)

De 15.30 a 16.00 **Tema:** Avances del Plan Director de la Reserva de la Biósfera de los Bañados del Este

Expositor: Biólogo Francisco Rilla (PROBIDES)

De 16.00 a 16.15 **Break - Café**

De 16.15 a 16.45 **Tema:** El manejo de las aguas pluviales en las ciudades

Expositor: Acad. Ing. Adolfo Cutinella (FIA -Univ. de la República)

De 16.45 a 18.00 **Mesa Redonda**

Conclusiones, recomendaciones y cierre del Seminario

Inundaciones del año 1959 en Rincón del Bonete

Introducción.

Las lluvias caídas durante el primer trimestre del 1959, en las cuencas superior y media del río Negro, alarmaron a las autoridades de U.T.E. y al Poder Ejecutivo.

En las primeras semanas de abril de ese año, se comenzó a tomar diversas medidas precautorias, ante la inminencia del desborde de la Presa Dr. Gabriel Terra, el que efectivamente ocurrió en la noche del 20 al 21 de abril.

El proyecto de Rincón del Bonete.

El proyecto definitivo del Ing. Adolfo Lutin, del año 1933; preveía su construcción en dos etapas en atención al crecimiento esperado de la demanda de energía. Se lograría así mejorar el flujo de fondos y por tanto, la financiación.

Para la primera etapa se establecía como altura del dique, nivel de coronación, la cota 84,30 m. referida al cero local (1) y la instalación de sólo dos de los cuatro grupos generadores.

Debido a las circunstancias derivadas de la 2da. Guerra Mundial, el retraso de las obras y la escasez de combustibles, llevó a instalar la totalidad de los grupos. El primero entró en servicio el 21 de diciembre de 1945 y el último el 24 de diciembre de 1948.

El nivel de coronación definitivo, 86,90 m de completó recién en el año 1963 en el dique de hormigón y algo más tarde en los diques accesorios de materiales sueltos, piedra y tierra compactada.

Cabe aclarar que tanto la zona de las tomas de agua para las turbinas como la del aliviadero, se completaron desde el principio al nivel definitivo, de 86,90 m. Esto por necesidades constructivas.

Las precipitaciones de 1959.

Ya en febrero de 1959, se produjeron lluvias importantes. Pero entre el 25 de marzo y el 23 de abril, el promedio de precipitaciones en la cuenca del río Negro hasta el perfil del Bonete, fue de 606 mm (2). El área de esa cuenca es de 39.700 km². Significa un volumen de lluvia de 24 km³. Parte de ese volumen se infiltró en el terreno, y parte se evaporó directamente y por transpiración de la vegetación. El resto escurrió hacia el embalse por los cauces afluentes, a lo largo del mismo período de tiempo.

Pero la porción escurrida va en aumento a medida que se satura el terreno y también con la intensidad y duración de cada tormenta.

(1) El "Cero local" o "Cero Bonete" se sitúa 0,61 m. por debajo del Cero Oficial. Toda la documentación de la Presa y la Central está referida a dicho "Cero local" establecido por Decreto para el relieve del territorio nacional.

(2) Como dato ilustrativo, el promedio de lluvias anuales en esa cuenca es de 1180 mm.

Los 3 estudios realizados independientemente por varios grupos de especialistas, dieron valores del máximo instantáneo de la avenida comprendidos entre 15.500 y 17.500 m³/s.

La capacidad del aliviadero es: nula para nivel 76,00 m (umbral); 1800 m³/s a nivel normal 80,00m y 7500 m³/s (3).

El 23 de abril se alcanzó el nivel máximo en Bonete, 85,01 m es decir 7500 m³/s desaguados por el aliviadero más 1000 m³/s por la brecha realizada en el dique accesorio de margen derecha. En total unos 9000 m³/s sumadas las descargas por las turbinas y desbordes varios.

Los volúmenes de embalse son: 3,8 km³ entre los niveles 76,00 m. y 80,00m; y 7,2 km³ entre los niveles 80,00 m y 85,00 m.

Los aportes en el mes de abril de 1959 alcanzaron un total de 17 km³.

El desborde del dique.

Como consecuencia de los hechos expresados, el exceso de aportes respecto del caudal desaguado se fue acumulando en el embalse, provocando el aumento de su nivel.

El 19 de abril el nivel del embalse en Bonete era 83,80 m a las 7 AM. El día 20 alcanzó 83,89 m a la misma hora y rebasó la coronación del dique de margen izquierda, 83,40 m, a las 22 horas. El 23 de abril alcanzó el máximo: 85,01 m.

El dique de margen derecha se desbordó algo después al rebasar la protección adicional que se describe más adelante.

En la noche del 27 de abril, cesó el derrame sobre el dique de hormigón, pero continuó en diversos lugares debido a las erosiones causadas por otros desbordes: en el llamado «cuello de Albuquerque», en nacientes del arroyo de ese nombre, en la brecha del dique accesorio y en dos lugares del poblado de Rincón del Bonete, todos sobre margen derecha, y además en el dique de tierra de margen izquierda.

El desborde del dique de margen izquierda con una lámina de agua de hasta 70 cm cayendo de decenas de metros de altura, causó serias erosiones al pie del muro. Esto descalzó parcialmente el cimiento con riesgo de vuelco.

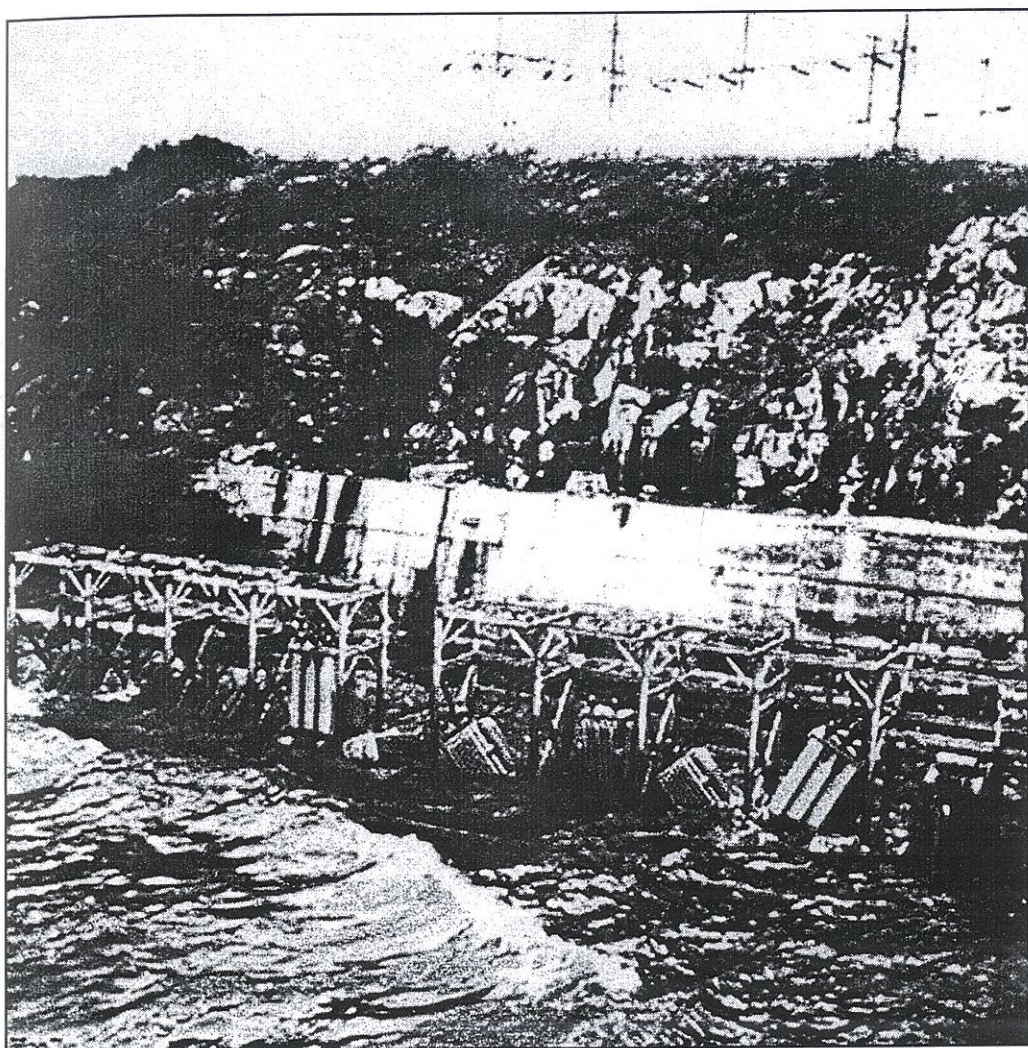
El enorme caudal evacuado por el aliviadero, muy superior al máximo de diseño, causó graves erosiones en el lecho del río. Los escombros obstruyeron parcialmente la boca de descarga de la turbina 4, situada casi junto al canal de desagüe del aliviadero.

El nivel aguas abajo del dique en Bonete alcanzó la cota 64,90 m. en la madrugada del 21 de abril. El día 24 superó 67,80 m o sea más de 2,90 m sobre la explanada de acceso a la Central Hidroeléctrica, plataforma de transformadores, interruptores de 160 kV y puente de barras ómnibus de esa tensión, todo con piso a esa cota.

El fortísimo oleaje lateral producido por la violenta turbulencia de la descarga del aliviadero, descalzó los transformadores e interruptores de 160 kV, el puente de barras ómnibus y las salidas de las líneas de 160 kV a Montevideo. Asimismo afectó la sub estación de

(3) Según ensayo en modelo físico realizado por el Instituto de Hidráulica de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de la República.

Servicios Propios desde donde también se alimentaba la ciudad de Paso de los Toros y el poblado local. (Fotografía No. 1).



Fotografía No. 1

Sub estación de Servicios Propios luego de comenzar el descenso de las aguas. Éstas aún cubren la explanada de acceso a la Central.

La zona de Rincón del Bonete quedó totalmente aislada. Se afectaron todos los servicios: saneamiento, agua potable y otras infraestructuras.

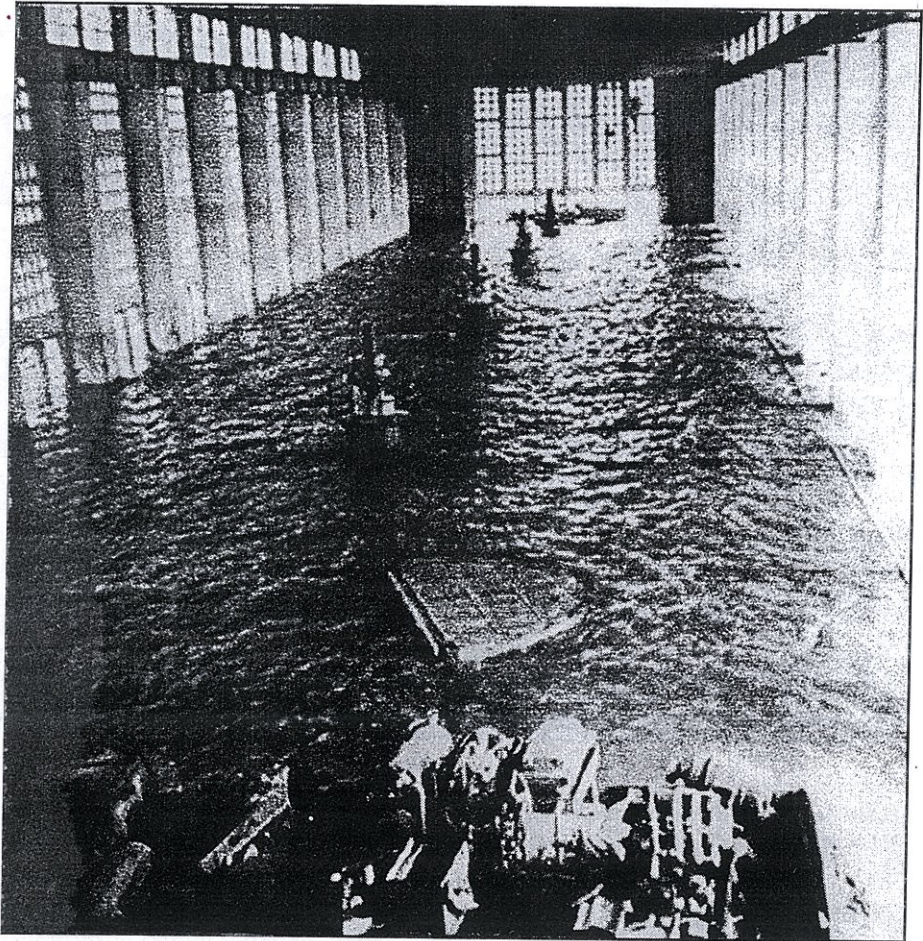
La brecha causada por la voladura en el dique accesorio, cortó el camino a Paso de los Toros. El violento desagüe a través de la misma arrasó la vía férrea y línea telefónica que comunicaban con dicha ciudad.

Ya desde antes del 21 de abril se comenzó a inundar lentamente la Sala de Máquinas de la Central para amortiguar los efectos de la caída del agua desde varios metros de altura sobre la maquinaria situada por debajo del nivel de los accesos.

El 21 de abril comenzó el desborde del dique de margen derecha, atrás de la Sala de Máquinas.

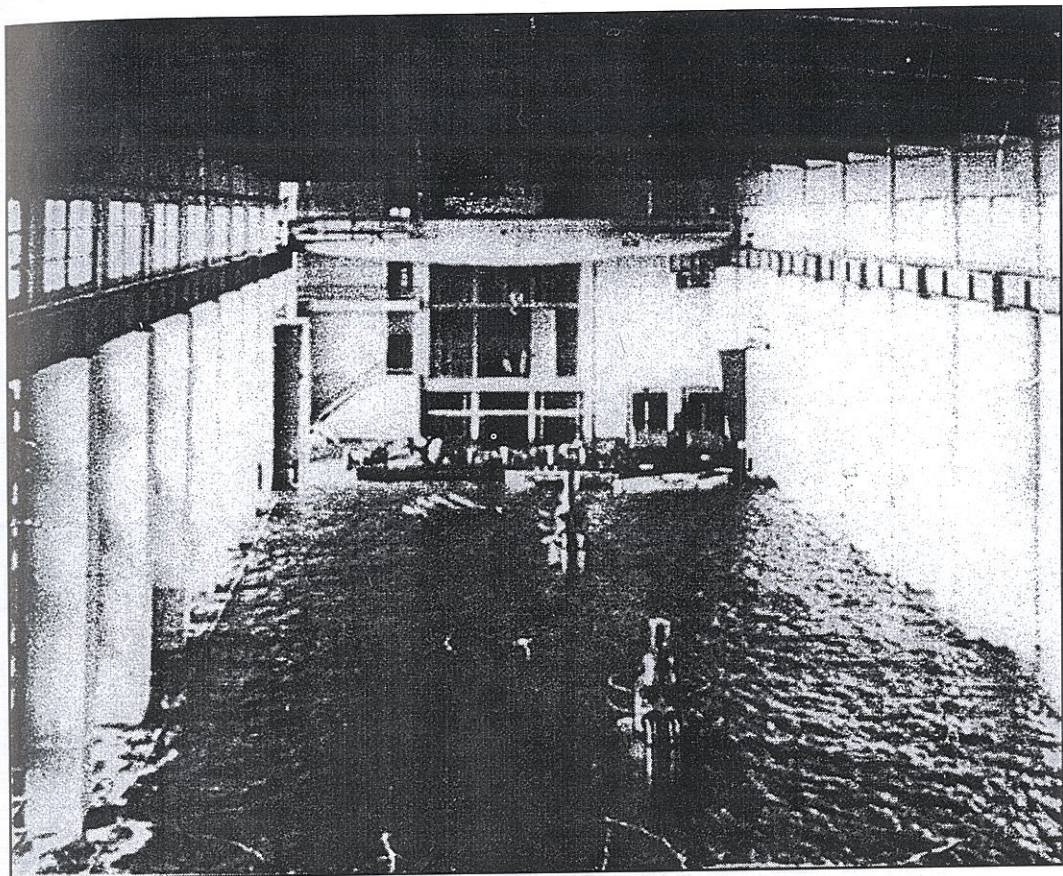
En el obrador de Baygorria, en construcción, se procedía a la inundación controlada del interior de las ataguías para mitigar la violencia de la caída de las aguas desde la altura de dichas ataguías.

Los daños adentro de la Central afectaron el piso de turbinas a nivel 57,50 m y todas las partes y equipos accesorios de Alternadores y Turbinas, así como el Grupo Generador de Emergencia. (Fotografías No. 2 y No. 3).



Fotografía No. 2

La Sala de Máquinas inundada algo después de alcanzarse el nivel máximo que superó en unos dos metros al mostrado en la fotografía.



Fotografía No. 3

Vista tomada en dirección opuesta a la precedente.

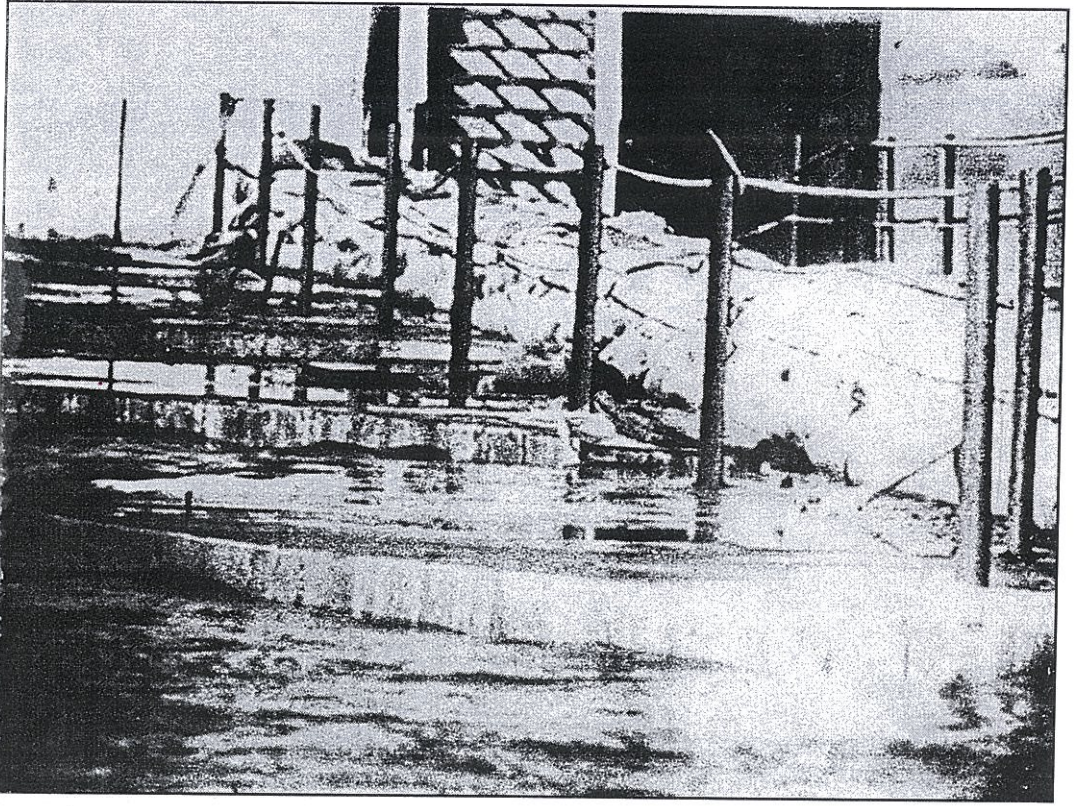
Las principales medidas tomadas.

Entre las medidas más importantes tomadas en la ocasión merecen especial destaque la evacuación de la población y del personal de la Central, así como la mencionada voladura del dique accesorio. A esto último se le denominó «Operación Terraplén».

En estas operaciones intervino eficazmente el personal del Ejército.

Se construyó un murete con dos hileras de bolsas apiladas y llenas de arena; entre ambas se vertió hormigón.

Este murete tenía una altura de 0,6m cuando se hizo necesario suspender su construcción. La longitud abarcaba algo más de los 102,5m del dique de hormigón de margen derecha y continuaba sobre el camino de acceso y el terreno adyacente hasta alcanzar igual nivel. Su objeto, dar protección adicional a la zona de las Salas de Máquinas, de Montaje y Casa de Comando, se aclaró precedentemente. (Fotografía No. 4).



Fotografía No. 4

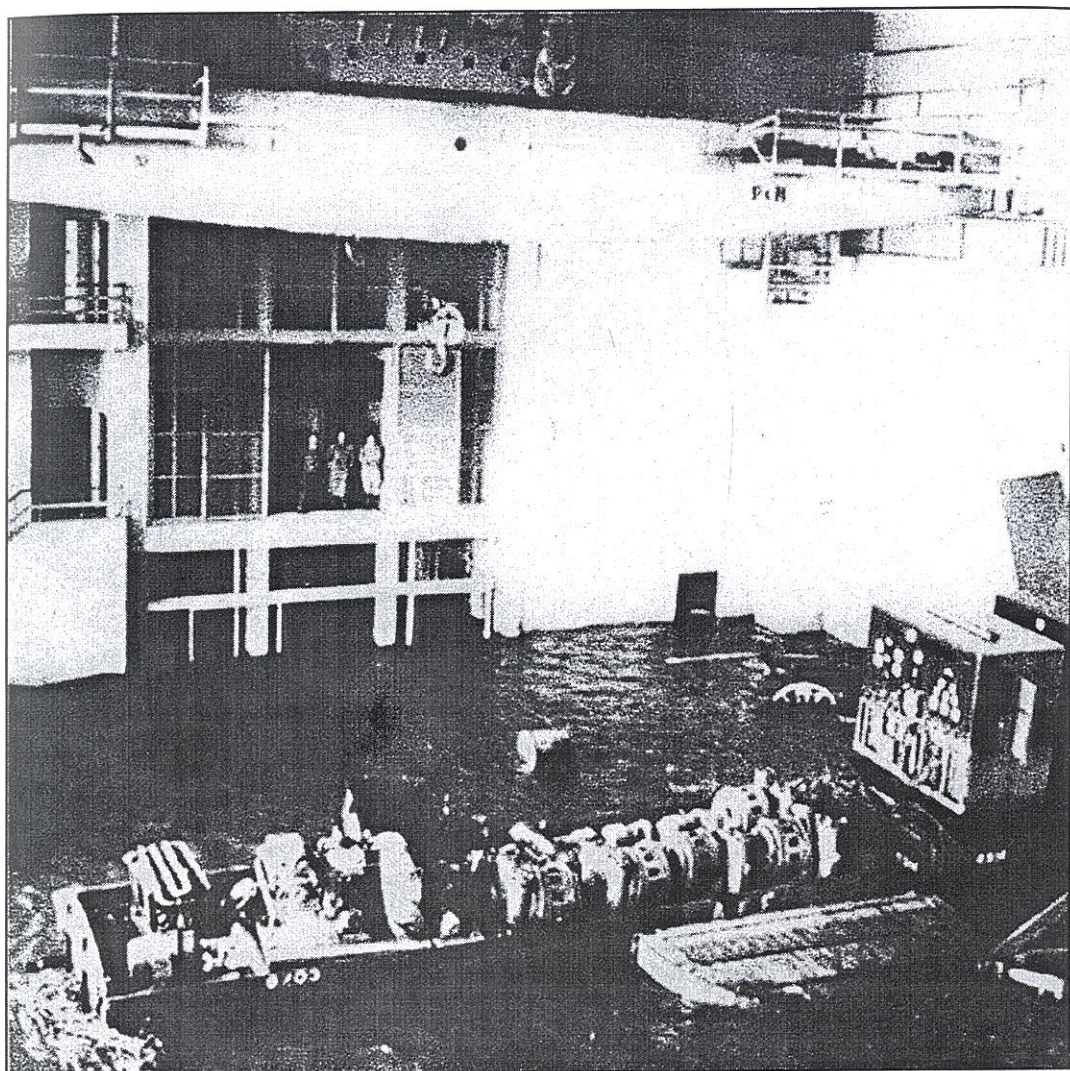
Murete de bolsas de arena sobre la coronación del dique de margen derecha.

Se procedió a desmontar y colocar sobre un vagón de ferrocarril, algunos de los equipos más delicados, correspondientes casi todos a los reguladores de las turbinas. La intención era llevarlos a un lugar más elevado. No pudo concretarse por haber cedido el terraplén del ramal de acceso a Sala de Montaje, en la zona próxima al Puente de Servicio. (Fotografía No. 5). Ese puente unía las dos riberas y cabe acotar que la crecida derribó varios de sus tramos.

El 17 de abril se procedió a evacuar a los pobladores de Rincón del Bonete y al personal no imprescindible. El camino y la vía férrea a Paso de los Toros se encontraban cortados por el arroyo Sauce. Así, la evacuación debió realizarse con pontones del Batallón de Ingenieros con asiento en Paso de los Toros.

La operación de evacuación y la atención de las más de 11.000 personas, se cumplió en forma impecable. Fue coordinada por el Jefe del Estado Mayor del Ejército, General Enrique O. Magnani, quien había sido designado Comandante Militar de la Zona de Emergencia, y llevaba a cabo por personal del Ejército.

Las comunicaciones con Rincón del Bonete se aseguraron por medio de helicópteros y por la red de Radioaficionados, uno de cuyos integrantes fue trasladado al efecto a esa localidad.



Fotografía No. 5

Sala de Montaje. Vagón con equipos desmontados según se indica en el texto.

A fin de aliviar el caudal desbordado por el dique principal, se abrió una brecha en el dique accesorio de margen derecha, mediante la denominada «Operación Terraplén». En este dique, del tipo de materiales sueltos y tierra compactada, se realizó la voladura de una sección mediante cargas de dinamita. Previamente se socavó la sección a ser volada con una pala mecánica. El único operario que conocía bien su manejo debió trabajar más de 24 horas sin descanso.

El corte original, de unos 60 m de largo, fue ampliándose hasta unos 100 m por la erosión de la corriente de agua. Ésta también excavó un zanjón en el terreno hasta la piedra, e incluso en ésta, causó pozos y formas irregulares de varios metros de profundidad, que todavía son visibles. (Fotografía No. 6).



Fotografía No. 6

Visita de la brecha en el dique lateral de margen derecho. Las aguas corren hacia la izquierda de la imagen.

La dinamita se trajo del obrador de Baygorria. El Consorcio Contratista de la obra proporcionó el técnico especialista que dirigió la operación. El Ejército colaboró en la misma.

La operación fue decidida por las autoridades el día 13 de abril y se efectuó el 19 a las 16:30 hs.

Ese mismo día se evacuó al personal restante por helicópteros, con la colaboración de la Fuerza Aérea Uruguaya y de la Argentina y los Estados Unidos.

Después del día 19 se concurría diariamente por helicópteros, a observar la situación y a medir niveles y otros datos de importancia.

La recuperación.

El 26 de abril el nivel en el embalse había descendido a 84,57 m desde su máximo del día 25: 85,01 m. A partir del 26 el descenso se fue acelerando al punto de que el 30 alcanzó 83,75 m, a un ritmo de 0,25 m diarios.

El 27 de abril, un grupo reducido de personal fue transportado de regreso a Rincón del Bonete con el cometido de preparar el retorno, en mayor número, para comenzar las tareas de recuperación de las instalaciones.

Se debió proceder a preparar alojamientos y un mínimo esencial de servicios para permitir la permanencia de algunas decenas de técnicos y operarios. Los primeros días se carecía de energía eléctrica y agua potable y las comunicaciones se reducían a las realizadas por la red de Radioaficionados y un helicóptero de la Fuerza Aérea, con base provisional en Paso de los Toros, como ya se había organizado antes de la evacuación.

En los primeros días de mayo, las aguas comenzaron a retirarse de la explanada de acceso a la Central desde aguas abajo.

En el interin se había recibido un pequeño grupo generador a diesel y comenzaron las tareas de limpieza de la Central, retirándose gran cantidad de limo y detritos dejados por las aguas.

La sub estación del Circuito del Oeste, situada sobre la barranca de margen derecha, no había sufrido inconvenientes de importancia. Se habilitó su funcionamiento en dirección inversa, alimentado desde Montevideo por la Central Batlle. Un transformador sobrante existente en los Depósitos de Bonete, instalado precariamente, permitió obtener suficiente potencia a 380 V trifásicos, como para ir restableciendo algunos servicios que posibilitaron las tareas de mayor volumen, como el achique de las aguas, la limpieza y el secado de las instalaciones que habían resultado anegadas.

Cabe destacar que los equipos de generación, turbinas y demás, situados en las Salas de Máquinas y Turbinas estuvieron alrededor de un mes bajo agua.

Se logró restablecer comunicación telefónica con Paso de los Toros y, desde esta ciudad, con Montevideo vía la República Argentina.

El descenso de las aguas en los días subsiguientes permitió el uso de botes y un remolcador con una chata para obviar el corte de la carretera a Paso de los Toros.

Se pudo así traer implementos de porte al no depender de la vía aérea. Así fue posible reintegrar la población a Rincón del Bonete.

Después de desagotar las Salas de Máquinas y Turbinas, se comenzó a desmontar los equipos accesorios para proceder a su limpieza, secado y recuperación.

Un técnico especialista de la fábrica de los alternadores, dirigió la limpieza y secado de los bobinados, comenzando por el correspondiente a la Unidad II. El fabricante de las turbinas destacó asimismo un técnico para dirigir la recuperación respectiva.

La capacidad de ejecución y la disponibilidad de repuestos permitía los trabajos específicos en sólo una Unidad generadora por vez. Pero los trabajos preparatorios y en los equipos accesorios pudieron encararse más ampliamente.

Mientras tanto, personal técnico de la propia U.T.E. encaraba la recuperación de los equipos eléctricos de alta, media y baja tensión, la revisión de la obra civil, los equipos de toma de agua de las turbinas, y los equipos de las compuertas de las tomas y del aliviadero.

El intento de secado del devanado de alta tensión de la Unidad II no dio resultado. La aislación, clase B típica de la época de su construcción, consistía en lo fundamental en laminillas de mica aglomeradas con asfalto. En las aislaciones envejecidas por el uso, 14 años en el caso, de hecho existían fisuras entre las diversas capas donde penetró humedad a causa de la prolongada inmersión.

En todo caso, el fabricante recomendaba mantener una temperatura límite inferior al punto de ebullición para evitar aumentar la separación entre capas que conduciría a la producción de descargas corona, muy ionizantes y ozonizantes, que causarían cortocircuitos entre espiras o fallas a tierra durante el funcionamiento. Esto implica riesgo cierto de daños en el laminado magnético lo que hubiera demandado reparaciones muy costosas. No se consiguió un valor de aislamiento suficiente.

Con todo, en el caso de la Unidad III, U.T.E. decidió llevar la temperatura muy gradualmente a valores superiores hasta lograr una resistencia de aislación suficiente.

Las Unidades I y IV fueron rebobinadas sin intentarse el secado de su aislación.

Las aislaciones de todas las Unidades fueron sometidas a ensayos de tipo predictivo. La Unidad III dio valores crecientes de fugas en la aislación lo que condujo a la decisión de rebobinarla unos tres años más tarde.

La provisión de repuestos en los almacenes de la Central permitieron poner en marcha la Unidad II el 21 de marzo de 1960.

Para los restantes grupos se recuperaron elementos intercambiables y se recibieron repuestos encargados de urgencia a las fábricas respectivas. Así se logró la puesta en servicio de la Unidad III el 26 de marzo, la I el 26 de abril y la IV el 29 de junio del mismo año 1960.

Los equipo eléctricos y auxiliares fueron recuperados por personal de U.T.E. en su totalidad, dentro de los tiempos indicados.

Paralelamente, personal de Ingeniería Civil de U.T.E. construyó una ataguía de materiales sueltos, piedra y tierra compactados, protegidos por piedra suelta en escollera, para rodear la brecha de "Operación Terraplén" y restablecer la comunicación vial.

Por los diversos estudios realizados se desechó la construcción de un vertedero o bien de un aliviadero adicionales aprovechando la brecha. Pocos años después se procedió a su cierre definitivo.

Los mismos estudios, atendiendo a la posibilidad de recurrencia de eventos meteorológicos similares al ocurrido en 1959, llevaron al recrecimiento del dique principal hasta su nivel de coronación definitivo, de la segunda etapa del proyecto original de 1933: 86,90 m. Fue necesario realizar y recrecer varios diques y terraplenes accesorios, lo que se hizo con material suelto compactado, con coronación a nivel 87,00 m en previsión de asentamientos.

La casi totalidad de estos diques accesorios se utilizó como camino de acceso.

El Grupo Generador de Emergencia se instaló sobre la barranca de margen derecha, se elevó la subestación de Servicios Propios y se independizó de éstos la alimentación de Energía a la ciudad de Paso de los Toros.

Las erosiones al pie del dique de margen izquierda y en el cauce del río inmediatamente aguas abajo del lecho amortiguador del aliviadero, fueron objeto de cuidados especiales.

Para el pie del dique se realizó una protección de hormigón de modo que el agua desbordada y el caudal derivado de la misma no alcanzara el terreno desnudo, eliminando así el riesgo de descalce de la fundación.

El excesivo caudal desaguado por el aliviadero provocó enormes erosiones, de varios metros de extensión y de profundidad en el lecho natural del río. Ocurrieron adyacentes y aguas abajo del lecho amortiguador. Éste no fue mayormente afectado por ser de hormigón especial.

En dicha zona se produjeron intensas turbulencias y remolinos y un borbollón de varios metros de altura, como puede apreciarse en la fotografía No. 7, tomada desde el puente de barras, a unos 50 m de distancia y frente al extremo izquierdo del edificio de la Central.

La erosión en el lecho del río fue objeto de un estudio en modelo físico, contratado con el Instituto de Hidráulica de la Facultad de Ingeniería y Agrimensura.

Como resultado del mismo se diseñó un espigón para separar la descarga del aliviadero de la salida de las turbinas y se constató la estabilidad del lecho amortiguador y canal de fuga del aliviadero, para el caso de repetirse situaciones similares.

En la Obra de Baygorria se reanudaron los trabajos de construcción y montaje, luego de corregir los daños causados en el obrador y ataguías por la inundación.

Las Unidades generadoras de esta Central entraron en Servicio el Grupo III el 26 de junio de 1960, el II el 20 de agosto y el I el 8 de octubre del mismo año 1960.

Posteriormente se tomaron ciertas medidas para una eventualidad, similares a las tomadas para Rincón del Bonete, proyectadas y diseñadas luego de terminados los estudios hidrológicos antes mencionados.

En particular se modificaron los niveles de expropiación en el respectivo embalse.

El período de retorno.

El valor así llamado, es de la mayor importancia. Y el período, vinculado al valor del caudal máximo a tener en cuenta depende de la aplicación que se le vaya a dar ya que, como se dijo antes, sólo indica cierto grado de probabilidad de ocurrencia de un evento de cierta magnitud dentro de cierto período de tiempo. Este período es mayor cuanto mayor es el caudal máximo.

Así pues difiere el valor según se trate de los riesgos que puedan asumirse frente al valor económico actual de los daños derivados de su ocurrencia. No será el mismo durante el período de construcción y variará según el período de vida útil previsto para la obra. También dependerá de las consecuencias para terceros, en caso de falla de la obra.

Para el caso los valores a proteger son de la mayor importancia. Ello condujo a un estudio con técnicas más actualizadas al realizarse el proyecto de la Presa de Palmar.

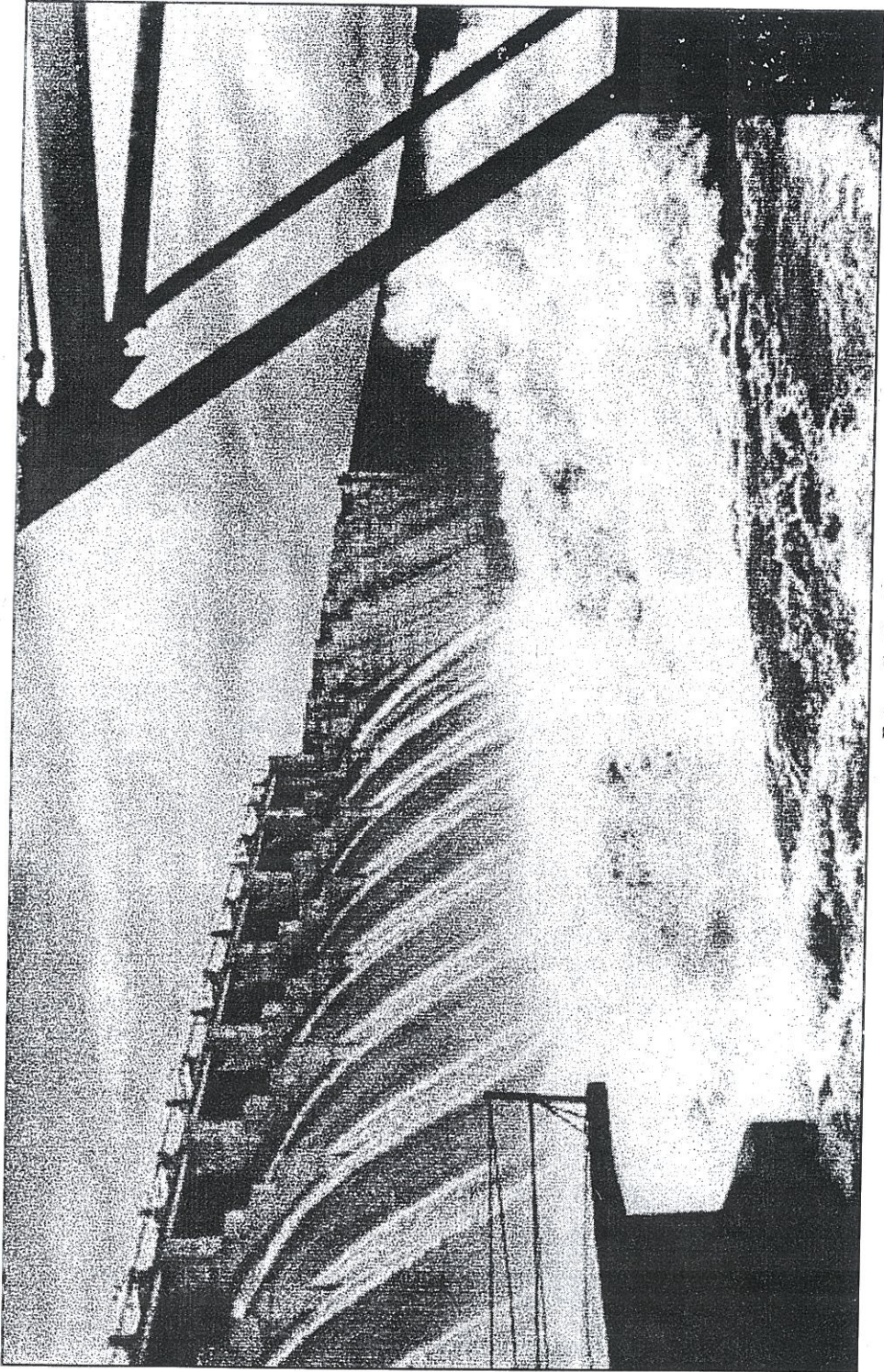
Como resultado de este nuevo estudio se llegó a una estimación de entre 5.000 y 10.000 años.

La posibilidad de una alteración del clima, en plena discusión en los últimos 10 ó 15 años, podría llevar a una revisión de estos valores.

Cabe consignar que el promedio anual de precipitaciones en la cuenca afluyente de Rincón del Bonete es de unos 1200 mm.

Comparativamente, los mayores promedios históricos anuales, referidos siempre a años calendario, que pudieron determinarse con suficiente certeza, fueron en 1959: 1925 mm; en

1963: 1732 mm; en 2001: 1850 y en 2002: 2466 mm. Los respectivos volúmenes de agua que pasaron por Rincón del Bonete y que cayeron en su cuenca expresados con km^3 fueron 42,9 y 76,4; 45,9 y 68,8; 46,8 y 73,4; 56,5 y 97,9.



Fotografía No. 7

La furia de las aguas: vista de la descarga del aliviadero sobre el lecho amortiguador.

Llamará la atención que en los años 1963; 2001 y 2002 no se alcanzaron valores en crecida cercanos al ocurrido en 1959.

Ello se debe a que las características de la crecida se relacionan con las de las lluvias que la producen. Entre otras: intensidad, duración, concentración en el intervalo de tiempo, viento, temperatura, humedad y estado de los suelos, cubierta vegetal, cultivos y concentración en superficie y topografía.

De cualquier forma, la experiencia vivida en 1959 muestra cuáles serían las precauciones y medidas a tomar en un caso semejante. Al efecto se prepararon instructivos de las acciones preventivas ante cualquier circunstancia o situación de riesgo potencial.

Por otra parte hay abundantes experiencias en casos de menor cuantía, pero no menos importantes para quienes resultan directamente afectados.

Conclusión.

El recuerdo de las intensas emociones vividas en el correr del año 1959 no ha disminuído después de 43 años.

Debe ciertamente rescatarse la extraordinaria voluntad y espíritu de cooperación demostrado por todos quienes compartieron esas vicisitudes y el empeño puesto en esas circunstancias y en la recuperación de las instalaciones.

Y la distancia temporal no disminuye por cierto la valoración del extraordinario esfuerzo de organización y ejecución de las operaciones de evacuación, atención y posterior retorno de las más de 11.000 personas involucradas entre Paso de los Toros y Rincón del Bonete aparte de las de otras partes del territorio.

Ese esfuerzo recayó en su mayor parte en el Ejército y, como se dijo, fue dirigido y coordinado por el General Magnani con notable eficacia.

Presidencia de la República
SISTEMA NACIONAL DE EMERGENCIAS
Dirección Técnica y Operativa Permanente

**RESEÑA SOBRE EXPERIENCIAS
RECOPIADAS EN LAS ACTUACIONES
DEL SISTEMA NACIONAL
DE EMERGENCIAS DE URUGUAY**

I.- INTRODUCCIÓN

A.- Geografía física y política.

La República Oriental del Uruguay está situada en América del Sur entre los meridianos W 58°26'18'' y W 53°11' y los paralelos -30°06' y -34°58'24'' lindando con Argentina y Brasil. Tiene una superficie terrestre de 176.215 Kms² (con áreas marítimas y mar territorial alcanza a 318.413 Kms²) y una población de 3.300.000 habitantes.

De su geografía física extractamos que es un país de suaves lomas y pendientes, con numerosos cursos de agua. Su máxima altura es el Cerro Catedral de 513 mts. en el SE del país, no existiendo ninguna zona que pueda considerarse inaccesible al transporte carretero. Sus temperaturas promedio oscilan entre 25,4° en enero y 10,9° en julio, y el de sus precipitaciones anuales es de 1639,2 mm.

Este panorama se complementa con que en nuestro país no hay volcanes, terremotos, huracanes, deslaves, tsunamis, etc.; solamente nos afectan, con cierta frecuencia algunas inundaciones, sequías, incendios de bosques, accidentes, epidemias, etc. pero comparativamente somos un país privilegiado por la naturaleza.

B.- Sistema Nacional de Emergencias.

1.- Breve reseña histórica.

A principios del año 1988 se desató un incendio de grandes proporciones en el Parque Nacional de Santa Teresa falleciendo tres personas y arrojando importantes pérdidas económicas así como un significativo daño al ecosistema. Este desastre motivó por parte de las autoridades nacionales el fortalecimiento del Comité de Crisis, el cual se reunía eventualmente, de acuerdo a las circunstancias, para atender cada problema puntual.

Posteriormente en el año 1995 se crea el actual Sistema Nacional de Emergencias por Decreto del Poder Ejecutivo No. 371/995, institucionalizándose entonces a partir de ese año una estructura gubernamental permanente en el área de las emergencias y desastres.

2.- Cometidos.

Planificar, coordinar, ejecutar, conducir, evaluar y entender en la prevención y en las acciones necesarias en todas las situaciones de emergencia, crisis y

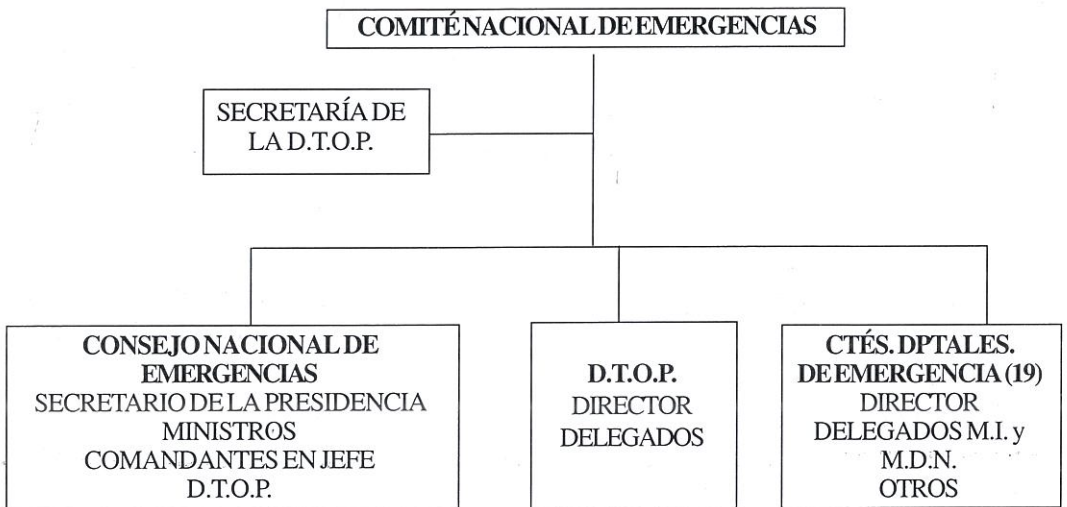
desastres excepcionales o situaciones similares que ocurran o sean inminentes, en el ámbito del territorio nacional, su espacio aéreo o sus áreas jurisdiccionales fluviales y marítimas y que directa o indirectamente afecten en forma significativa y grave al Estado, sus habitantes o los bienes de los mismos, cuando excedan las capacidades propias de los órganos u organismos originariamente competentes.

Se consideran situaciones de emergencia, crisis y desastres excepcionales, entre otros, accidentes gravísimos, tormentas que provoquen daños masivos, sequías, inundaciones, plagas, epidemias, incendios, contaminación ambiental, acciones terroristas y otras situaciones excepcionales que causen conmoción social, ocasionadas por fenómenos naturales o por la acción humana.

3.- Integración.

- a.- Comité Nacional de Emergencias.
- b.- Consejo Nacional de Emergencias.
- c.- Dirección Técnica y Operativa Permanente.
- d.- Comités Departamentales de Emergencias.

4.- Organización.



5.- Presupuesto.

La Ley No. 17.296 del 21FEB01 – En su artículo 27, en términos generales faculta a la Presidencia de la República a hacer compras directas para el Sistema Nacional de Emergencias a efectos de atender situaciones de emergencia, crisis y desastres excepcionales, dando cuenta a la Asamblea General.

Su presupuesto operativo está incluido dentro del correspondiente a la Presidencia de la República.

En conclusión, si bien teóricamente tendríamos los instrumentos para resolver cualquier situación, en la práctica, no tenemos independencia presupuestaria y desde ese punto de vista no podemos incidir en la orientación a dar el Sistema Nacional de Emergencias. No obstante, la directa dependencia del Presidente

de la República, facilita una razonable comunicación con los distintos organismos del Estado, (Ministros de Estado, Directores de Entes Autónomos y Servicios Descentralizados, Intendentes Municipales, etc.), lo que permite orientar nuestra función a oficiar de coordinador a nivel nacional de todo el Sistema Nacional de Emergencias, canalizando las acciones operativas a otros actores a los que se les otorga en cada caso, la conducción técnica y operativa para la situación a enfrentar. No caben dudas que los motores operativos del Sistema son los Comités Departamentales de Emergencias y los Organismos especializados.

II.- RESEÑA DE ACTUACIONES DEL SISTEMA NACIONAL DE EMERGENCIAS DURANTE LOS ÚLTIMOS AÑOS.

A.- Sequía.

Durante los últimos meses del año 1999 y los cuatro primeros del año 2000, todo el territorio del país se vio afectado por un déficit hídrico muy importante.

Con este motivo, el Consejo Nacional de Emergencias, convocado por el Presidente de la República, a instancias del Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca resolvió con fecha 17 de enero de 2000, entre otras medidas, la creación de un Grupo de Trabajo Operativo (G.T.O.) con la finalidad de coordinar, planificar y ejecutar tareas tendientes a asegurar el suministro de agua para la producción y el consumo animal. Dicho grupo, coordinado por la Dirección Técnica y Operativa Permanente (D.T.O.P.), se integró además con representantes de los Ministerios de Transporte y Obras Públicas (M.T.O.P.), de Ganadería, Agricultura y Pesca (M.G.A.P.), de Defensa Nacional (M.D.N.) y del Programa Nacional de Riego (PRENADER).

Para encarar la tarea encomendada, se procedió inicialmente a realizar un diagnóstico de la situación en todo el país, partiendo de la base de la información aportada por la Comisión de Sequía del M.G.A.P., de la Dirección Nacional de Meteorología (D.N.M.) y de los propios productores rurales afectados, nucleados y coordinados por las distintas Comunas del interior.

Asimismo, se solicitó a la Administración Nacional de Combustibles, Alcohol y Portland (A.N.C.A.P.) saber cuál era el crédito de combustible y lubricante autorizado a gastar, estableciéndose el procedimiento operativo a seguir para librar las órdenes de entrega.

Por otra parte, se evaluó la cantidad y tipo de maquinaria que los Ministerios de Transporte y Obras Públicas y de Defensa Nacional estaban en condiciones de poner a disposición del Sistema Nacional de emergencias para ser distribuido, de acuerdo a las prioridades que se establecieron en las zonas más críticas.

Por su parte, el PRENADER también aportaba al G.T.O. realizando contratos con empresas perforadoras de pozos semisurgentes en aquellos lugares donde los productores requirieron, de acuerdo a un plan preestablecido y considerando los fondos disponibles en el Programa.

A finales del mes de abril de 2000, basado en informes sobre balance hídrico y agrometeorológico de la D.N.M. se entiende que la sequía se puede considerar superada.

En el período considerado se realizaron los siguientes apoyos totales:

* Maquinarias.

Bulldozer	6
Retroexcavadoras	21
Camión y chata	8
Total	35 Unidades

* Combustible

128.500 litros de Gas-Oil

* Lubricantes

1.835 litros

* Perforaciones de pozos semisurgentes

300 previéndose la construcción de numerosos pozos más.

* Horas hombre de trabajo

24.208 aproximadamente

* Valoración en dinero del apoyo total expresado en los ítems anteriores

U\$S 1:201.500 aproximadamente

B.- Inundaciones.

El Uruguay se caracteriza por ser un país de suaves pendientes (penillanura), lo que le da a los cursos de agua un régimen de crecidas no violentas y bastantes predecibles, en base al volumen de las precipitaciones y a su intensidad en relación con el factor tiempo. Existe abundante experiencia en las distintas localidades que son periódicamente afectadas por las inundaciones, en cuanto al avance de las aguas, en función de las variables ya mencionadas, todo lo cual permite en la mayoría de los casos realizar evacuaciones de personas y de bienes con relativa antelación y evitando de esta manera la pérdida de vidas humanas y una menor afectación en sus propiedades individuales.

Por otra parte, en estos últimos años se ha trabajado activamente en la prevención y en la mitigación, dándose el caso de algunos Departamentos, como Salto, Paysandú y Soriano en los cuales mediante préstamos internacionales se logró construir viviendas en zonas no inundables y se erradicó prácticamente este problema para sus habitantes. En otras localidades tales como Artigas, Rivera, Cerro Largo y Durazno se está trabajando activamente en la elaboración de los mapas de riesgo y se está encarando seriamente el reasentamiento de muchas familias que sin el apoyo del Estado, no podrían escapar a su situación de "evacuados potenciales" en forma permanente.

Los mayores registros de personas evacuadas en el Uruguay datan del año 1959, con casi 45.000 desplazados de sus hogares. En esa oportunidad, ante el temor de que colapsara la Represa de Rincón del Bonete, situada en el centro del país sobre el Río Negro, se evacuaron poblaciones enteras. Afortunadamente, hasta el presente no se han dado situaciones de similar magnitud, en cuanto al número de damnificados, no obstante, durante casi siete meses que abarcaron parte de los años 97 y 98, casi todo el litoral del Río Uruguay permaneció bajo las aguas, con motivo de las precipitaciones ocasionadas por el fenómeno ENOS (el Niño Oscilación Sur).

En los últimos tres años las inundaciones han sido recurrentes en muchas localidades, destacándose las de junio de 2001 en la Ciudad de Artigas, donde se evacuaron más de 5.000 personas (en una población de 44.608).

El siguiente cuadro demuestra el número total de desplazados de sus hogares por Departamento, entre los años 1997 y el actual 2003, destacándose el bajo índice de pérdida de vidas.

DEPARTAMENTOS	EVACUADOS	FALLECIDOS
ARTIGAS	12.842	1
CANELONES	2.154	3
CERRO LARGO	1.145	-
COLONIA	475	2
LAVALLEJA	611	-
DURAZNO	4.022	-
FLORES	159	-
FLORIDA	481	-
MALDONADO	807	-
MONTEVIDEO	548	1
PAYSANDÚ	3.531	-
RÍO NEGRO	105	-
RIVERA	1.133	-
ROCHA	161	-
SALTO	4.366	1
SAN JOSÉ	389	1
SORIANO	758	-
TACUAREMBÓ	4.163	1
TREINTA Y TRES	1.718	-
TOTALES	39.568	10

C.- Tornados.

Según los meteorólogos, Uruguay es un país proclive a tornados violentos, aunque sólo podrían suscitarse los de nivel F2 y F3, en la Escala FUJITA.

Theodoro Fujita, de origen japonés, emigró a Estados Unidos y en la Universidad de Chicago estudió los tornados donde sentó las bases de la escala que lleva su nombre, y que es la siguiente:

F0 -	64	a	116Km/h	-	Viento muy fuerte.
F1 -	117	a	180Km/h	-	Tornado moderado.
F2 -	181	a	250Km/h	-	Tornado fuerte.
F3 -	251	a	320Km/h	-	Tornado intenso.
F4 -	321	a	420Km/h	-	Tornado severo.
F5 -	421	a	510Km/h	-	Tornado devastador.

De acuerdo con esta escala, en Uruguay hubieron cuatro tornados F3, que se produjeron en Cerro Largo en 1913, en Fray Marcos en el año 1970 y 1982 y en Lunarejo (Dpto. de Treinta y Tres) en el año 1974 y dos F2 que ocurrieron en 2001 en Migués (Dpto. de Canelones) y recientemente en marzo de 2002 en Joanicó, Cerrillos, Sauce y Tapia (Dpto. de Canelones).

Una breve reseña del último tornado que devastó la zona sur del país, nos permite decir que en escasos minutos los fuertes vientos que alcanzaron entre 180 y 250 Kms/hora derribaron 19 torres de 500 kilovoltios de la línea A que conduce la energía desde Palmar a la Capital y 48 de 150 kilovoltios de distintas líneas que vienen de la Represa del Rincón del Bonete y de Baygorria, evaluándose estos daños y perjuicios económicos en unos U\$S 10 millones.

Asimismo, kilómetros de cultivos afectados y decenas de galpones, viviendas e invernáculos devastadas, son el saldo material que dejó el tornado y que traducido a cifras supera largamente los U\$S 25 millones. Las zonas más afectadas fueron las localidades de Juanicó, Progreso, Cerrillos, Las Violetas, Las Piedras, La Paz, Migués, Sauce, Pando y Soca, donde los productores no sólo perdieron producciones enteras sino que además vieron afectadas sus viviendas y galpones. En total se debieron reconstruir más de 700 edificaciones afectadas, entre ellas unas 38 escuelas y hubieron más de 5.000 damnificados.

D.- Derrame de hidrocarburos.

Si bien Uruguay no es un país productor de petróleo, no está libre de riesgo de contaminación por derrames de hidrocarburos. En su historia más reciente (año 2001) registra dos incidentes de escaso valor, pero debió enfrentar un importante accidentemarítimo en aguas del Río de la Plata, donde se produjo un derrame de 5.000 metros cúbicos de hidrocarburos (8 de febrero de 1997).

Las características principales de este último evento, así como las tareas de contención y recuperación fueron las siguientes:

El día 8 de febrero de 1997 el buque tanque de bandera panameña «San Jorge» cargado con 58 millones de litros de producto tipo cañadón seco, varó a una distancia de 20 millas marinas de la costa uruguaya, produciéndose el derrame mencionado anteriormente.

En seguida, a través del Sistema Nacional de Emergencias, se pusieron en operación los mecanismos previstos en el país para este tipo de emergencias.

Al mismo tiempo, en forma paralela, comenzaron a activarse de inmediato otras instancias que implican el recurso a la cooperación internacional frente a siniestros de esta clase.

La existencia previa de instrumentos, jurídicos y prácticos, creados precisamente para actuar en estas emergencias permitió actuar con celeridad. El experto canadiense Gary Sergy enviado por el gobierno de Canadá para colaborar con las autoridades nacionales expresó en su informe de fecha 23 de febrero de 1997 a la Embajada de su país que «el trabajo de las autoridades fue admirable, habiéndose adoptado las decisiones y acciones apropiadas en respuesta al derrame, por lo que la situación está bien controlada».

El Director de la Dirección Registral y de Marina Mercante se constituyó a bordo del «San Jorge» desde el momento en que se conoció el accidente hasta que el buque tanque se alejó de la costa uruguaya, supervisando en forma directa todo el operativo. En la sede de la Prefectura Naval de Punta del Este se montó una oficina de centralización de informaciones y coordinación de todos los trabajos en el área de operaciones a cargo de un Oficial Superior, delegado por el Director del Sistema Nacional de Control de Derrame de Contaminantes, responsable jerárquico de las actuaciones.

El caso presentó aristas de singular urgencia por haberse producido frente a una de las principales zonas turísticas del país y en pleno desarrollo de la temporada, así como en las inmediaciones de la reserva de fauna de la Isla de Lobos.

De acuerdo a estimaciones oficiales, fueron recuperados de la costa entre 400 y 500 metros cúbicos de hidrocarburos, es decir aproximadamente un 10 por ciento del total estimado del derrame. El resto fue combatido y controlado en el sitio del accidente y sus alrededores.

Asimismo, durante el desarrollo de las operaciones, el Ministerio de Turismo (integrante del Sistema Nacional de Emergencias) se mantuvo en contacto con todas las autoridades involucradas a efectos de disponer de información constantemente actualizada. Ante distintas versiones surgidas en diferentes medios de comunicación, algunas de ellas erróneas o exageradas, el Ministerio priorizó el suministro a los operadores turísticos y la prensa nacional y extranjera de la información correcta y al día sobre las acciones emprendidas para enfrentar el derrame y los efectos positivos que dichas acciones estaban teniendo sobre el estado de las costas y playas. A su vez, realizó una campaña publicitaria relámpago en la prensa de los países vecinos, destinada a asegurar a los turistas que las zonas del este del país continuaban siendo apropiadas para recibir visitantes.

E.- Ántrax.

Si bien los atentados terroristas no afectaron nuestro país, la amenaza del uso de ÁNTRAX a través de la correspondencia suscitó gran preocupación y dieron lugar al dictado de medidas preventivas y de seguridad y a la coordinación de actores involucrados, a través del Sistema Nacional de Emergencias.

A grandes rasgos se puede decir que toda vez que alguien recibiera un sobre sospechoso debía denunciarlo en la Seccional Policial más próxima, a los efectos de su registro y de una eventual participación de la Justicia. Posteriormente, el Ministerio del Interior se encargaría de reunir y transportar todos los sobres sospechosos del país hacia su destino final en la Dirección de Laboratorios Veterinarios «Dr. Miguel C. Rubino», donde se encargarían de su análisis y neutralización si fuera del caso.

Afortunadamente, durante todo el tiempo que duró el alerta de atentados con este elemento, ningún sobre dio positivo.

F.- Incendios.

Este tipo de desastre ha tenido bajo nivel de ocurrencia en nuestro país, siendo los incendios forestales los de mayor afectación, particularmente en épocas estivales.

El último incendio de grandes dimensiones, con pérdida de vidas humanas se produjo en el año 1993, al arrasarse el fuego los tres últimos pisos del edificio central de la Administración Nacional de Usinas y Trasmisiones Eléctricas (U.T.E.). Asimismo, como fuera dicho al inicio de este trabajo, el Parque Nacional de Santa Teresa fue escenario de un incendio de enormes proporciones y que pudo ser una tragedia mayor de no ser por el plan de contingencia que aplicó el Ejército (del que depende dicho Parque) el cual permitió que varios miles de acampantes en ese momento, pudieran ser evacuados con seguridad.

I) INTRODUCCIÓN

- A) La emergencia nacional, la crisis y el desastre excepcional como situaciones habilitantes para la intervención del Sistema Nacional de Emergencias.
- B) Las inundaciones en el país.

II) El Sistema Nacional de Emergencia como respuesta.

A) Referencias Normativas, el Decreto 371/95.

B) Aspectos de Organización.

- El Comité Nacional de Emergencias.
- El Consejo Nacional.
- La Dirección Técnica y Operativa Permanente.
- Los Comités Departamentales de Emergencias.

C) Aspectos Operativos.

- 1.- Apoyo Exterior reciente.
 - Naciones afectadas por los Huracanes «Georges y Mitch».
 - Terremoto en Colombia.
- 2.- Actuaciones recientes del Sistema en el país.
 - a) Incendios forestales en zonas balnearias.
 - b) Sequías.
 - c) Derrame de petróleo en el mar (contaminación ambiental marítima).
 - d) Inundaciones.
 - e) Otras previsiones: Actos terroristas, Contaminación Ambiental, etc..

III) Una experiencia reciente a nivel departamental: Inundaciones en Salto: Expositora: Mtra. A.S. Estrella Finochi.

IV) Conclusiones Finales.

SISTEMA NACIONAL DE EMERGENCIAS

PODER EJECUTIVO

COMITE NACIONAL DE EMERGENCIAS

Presidente de la República
Ministros de Defensa e Interior
Otros Ministros de acuerdo a situación

SECRETARIA

Director de la Dirección
Técnica y Operativa Permanente

CONSEJO NACIONAL DE EMERGENCIAS

Secretario de la Presidencia
Consejo de Ministros
Comandantes en Jefe de las FF. AA.
Director de la D. T. O. P.

DIRECCION TECNICA Y OPERATIVA PERMANENTE

Director
Un delegado por cada miembro del consejo
Nacional de Emergencias

COMITES DEPARTAMENTALES DE EMERGENCIAS

Director
Delegados del M.I. y del M.D.N.
Autoridades Departamentales convocadas por Director

Sistema Nacional de Emergencias

Dirección Técnica y Operativa Permanente

-Reducir al mínimo posible pérdidas humanas y materiales.

-Asegurar el mantenimiento del orden.

-Restaurar las condiciones de vida normal en los plazos más breves posibles.

-Utilizar los medios disponibles en la forma más eficaz y rápida posible.

OBJETIVOS GENERALES

COORDINACION

ANEXO N° 1

Situaciones habilitantes de actuación del Sistema Nacional de Emergencias. (tomado del Glosario de Defensa Civil, Estudio de Riesgos y Medicina de Desastres).

Emergencia:

Situación que afectando el bienestar público, ocurre dentro de un país., como resultado de un hecho de la naturaleza o antrópico, poniendo en riesgo la vida normal de un Estado.

Crisis:

Manifestación violenta y repentina de ruptura del equilibrio social.

Momento peligroso y decisivo.

Situación de ruptura de la normalidad o del equilibrio dinámico de un sistema, favoreciendo su desorganización.

Desastre:

Resultado de eventos adversos, naturales o provocados por el hombre sobre un ecosistema, causando daños materiales, ambientales y/o pérdidas humanas y consecuentemente perjuicios económicos y sociales.

Los desastres son cuantificados en función de los daños y perjuicios, en términos de intensidad, en cuanto los eventos adversos lo son en términos de magnitud.

La intensidad de un desastre depende de la interacción entre la magnitud del evento adverso y el grado de vulnerabilidad del sistema receptor afectado.

Normalmente el factor preponderante para la intensificación de un desastre es el grado de vulnerabilidad del sistema receptor.

Los desastres se clasifican en función de la **INTENSIDAD, LA EVOLUCIÓN Y EL ORIGEN.**

A) En función de la Intensidad.

En cuatro niveles:

- 1) de pequeña intensidad
- 2) de media intensidad
- 3) de gran intensidad.
- 4) de muy grande intensidad

Ello influye en el escalón a intervenir del Sistema Nacional de Emergencias.

B) En función de la Evolución

- a) Desastre súbito de evolución aguda (incendio forestal).
- b) Desastre gradual de evolución crónica (Sequía).

- c) Desastre de acumulación de efectos parciales (epidemiológicas, accidentes de tránsito, de trabajo, mortalidad infantil en el domicilio, etc.).

C) En función del origen

- 1.- Naturales.
- 2.- Humanos o antropogénicos.
- 3.- Mixtos.



INUNDACIONES URBANAS,

Aspectos conceptuales y reglamentarios

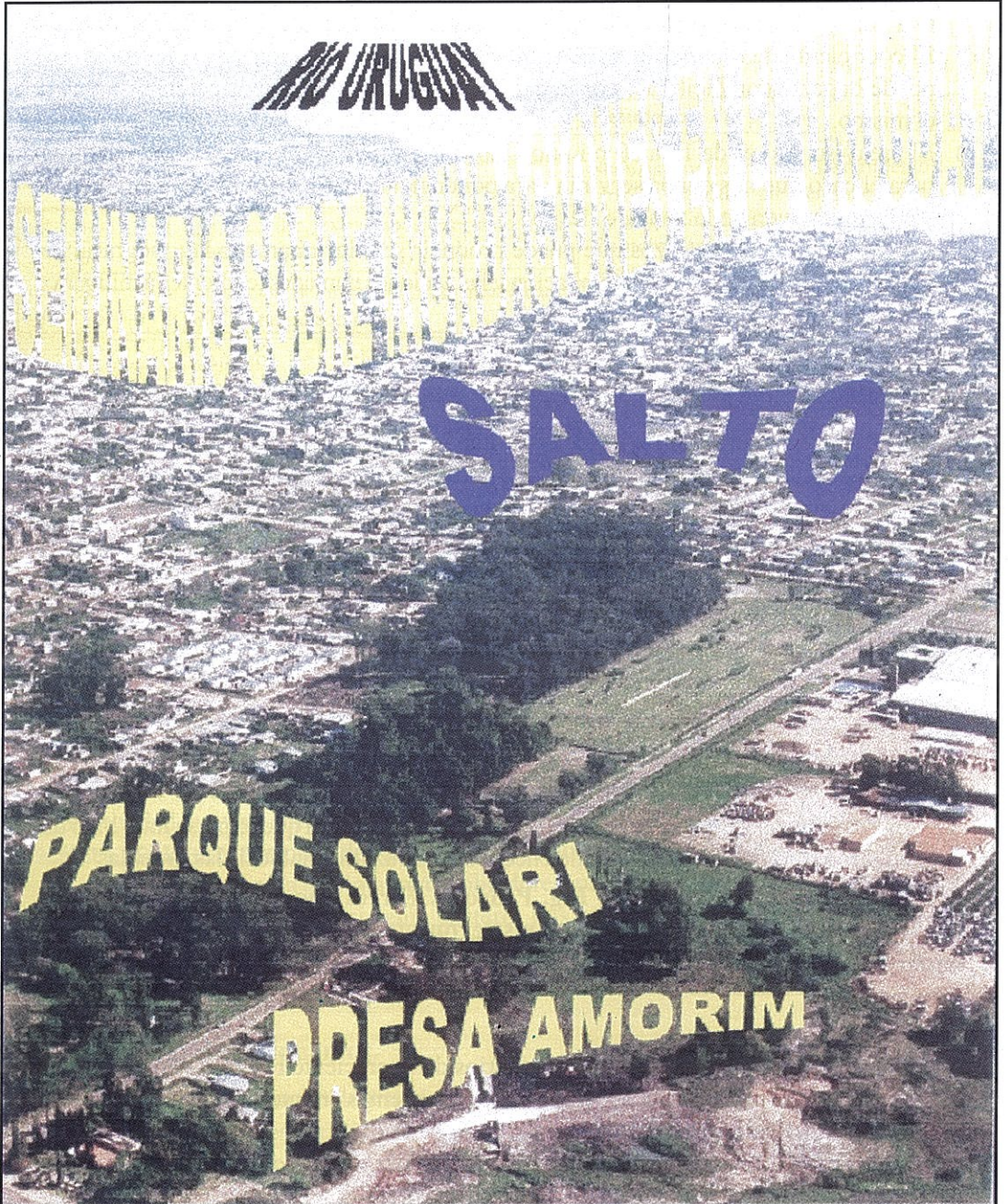
AUTORES:

Ing. Civ. ROXANA GONZÁLEZ - Asesora del Dpto. de Obras y Urbanismo - Intendencia Municipal de Salto.

Ing. Civ. JOSÉ ADOLFO GALLERO SCHENK - Jefe del Dpto. Fluvial - Dirección Nacional de Hidrografía (MTO).

Ing. Agrón MARCELO MARTÍN - Dpto. de Silvicultura Dirección Nacional de Hidrografía (MTO).

MONTEVIDEO - JUNIO DE 1999



Introducción.

Agradecemos esta oportunidad que se nos brinda de difundir vivencias sobre inundaciones urbanas; tema que si bien hemos llevado a diferentes Congresos y Seminarios, es la primera vez que ingresa en uno casi a la medida de lo que deseamos expresar. Las avenidas, riadas, enchorradas o «Flash Flood»; es para las intendencias un desafío susceptible de un tratamiento especial, porque se diferencia de las inundaciones comunes en que:

- a) El hidrograma de crecida real es peraltado y no achatado.
- b) La duración de la lluvia excede al tiempo de concentración por lo cual el hidrograma teórico es trapecial y no triangular.
- c) Interesa la intensidad de lluvia y no su volumen, puede causar un desastre 20 mm. en una hora y ningún trastorno 100 mm. en un día.
- d) El coeficiente de escorrentía es sensible al estado de saturación de la cuenca al cual puede llegarse con facilidad, por lo que no es raro adoptar valores cercanos a 1 para el mismo.
- e) El preaviso real es de 15 a 30 minutos. Los pronósticos se han perfeccionado, pero, para el caso que nos ocupa servirán para poner en alerta a los comités de emergencia y a los que viven en la zona de riesgo.
- f) La violencia y los destrozos que puede producir se relacionan con la topografía del lugar, la configuración de la precipitación y las acciones humanas tendientes a mitigarlos o agravarlos.

Antecedentes.

Este proyecto surge con la urgencia de una reacción contra un estado de cosas que afecta el bienestar de la región en estudio; nos referimos a las inundaciones, y a la falta de oportunidades de trabajo.

El problema de las inundaciones es poco conocido en Montevideo, algunas ciudades sufren daños con motivo de las crecientes de los ríos que alcanzan 9 y 10 metros por encima de los niveles de estiaje.

También las áreas rurales litorales se ven sumergidas lo que impide en ellas realizar mejoramientos, perdiéndose cosechas por valores millonarios.

Las consecuencias repercuten en el aprovisionamiento, asistencia médica, escolaridad y desarrollo de actividades comerciales y sociales, pérdida de cosechas, muerte de ganado, reducción de las áreas destinadas a pastoreo.

El Proyecto surge como resultado de un estado de espíritu que expresa muy bien un antiguo proverbio que dice: “Más vale encender una luz que maldecir las tinieblas”.

Estas frases escritas por el Ing. Pedro A. Ferrés hace más de 30 años, son elocuentes de que las crecientes existieron siempre y solamente se les da importancia cuando ocurren desastres reiterados.

Prueba de la gravitación en otros escenarios de la creciente relámpago, son los cerca de 800.000 trabajos en inglés sobre “Flash Flood” existentes en Internet y de lo que muestra la serie televisiva Planeta Feroz.

Clasificación.

CLASIFICACIÓN DE LAS INUNDACIONES URBANAS POR		
Sus causas	El Tipo de material	El tipo de desborde
Construcciones inadecuadas o mal ubicadas, desagües insuficientes, arrojé de basura, impermeabilización de la cuenca, etc..	Aguas pluviales, cloacales o la mezcla.	Hidrograma peraltado o achatado.

Si bien la definición de inundar abarca todo exceso de materiales, objetos, personas, animales o cosas, circunscribiremos nuestro estudio a las de agua y agua cloacal. No incluiremos avalanchas de lodo o nieve, pero no se descarta que en Uruguay pudieran ocurrir si cambian los parámetros climatológicos.

La actividad humana y el ambiente.

Tipo de acción	Productos al ambiente	Resultados
Doméstica	Basura, limpieza, humos, polvo, detergentes, insecticidas, aguas cloacales.	Sequías, inundaciones, aterramientos, erosión, caudales pico en arroyos con aguaceros, caudales nulos en estiaje. Contaminación, zonas pantanosas o desérticas, alteración de niveles freáticos. En definitiva incidencias negativas sobre las variables SALUD - HABITABILIDAD - ECONOMÍA - PRODUCCIÓN - TRANSPORTE- TURISMO- COMUNICACIONES, ETC..
Constructiva	Obras civiles, extracciones de materiales, dragados, rellenos.	
Agraria	Forestación, deforestación, desmalezado, uso de la tierra, ganadería.	
Recreativa	Tránsito de vehículos, oleaje de embarcaciones, basura.	
Industrial	Vertido de efluentes, canteras, radiaciones.	

Ya una ciudad, por el hecho de nacer, constituye una alteración del paisaje susceptible de producir alteraciones importantes en los vientos, las temperaturas, humedades o régimen de precipitaciones y éstas a su vez generan los resultados diagramados. Tenemos que ser pacientes y prudentes con la naturaleza, no nos opongamos a ella, porque bastaría una intensidad constante de 40 mm/h para que Uruguay llegara a registrar 1000 mm. de precipitación en una jornada como ocurre en otros lugares del mundo.

No podemos afirmar por nuestra escala humana si estamos modificando el clima o simplemente cumplimos el cometido que nos deparó el destino. Podría suceder que como el alacrán picáramos a la rana que nos conduce a la otra orilla porque es nuestra naturaleza.

La actividad humana sin el control de una normativa adecuada, pronto producirá efectos indeseables. Si la urbanización de la costa tuviera sus calles pavimentadas y creciera la deforestación por la urgencia de alojar más pobladores, podríamos imaginar los estragos que se provocaría en el delicado ecosistema costero. Las inundaciones serían más graves, la actual contaminación de la freática llegaría a la superficie y desde el punto de vista humano, social y sanitario tendríamos un problema grave difícil de solucionar.

Los remedios que ideamos.

En Internet, los grupos ecologistas reclaman que no se manipulen más los cauces de agua a la luz de los desastres ocurridos en obras de control de inundaciones, lo que a nosotros que estamos en el principio del camino que recorrieron otros, nos pone en alerta.

La canalización del Arroyo Miguelete construida en la década de 1940 es formidable, pero cambian las necesidades, las preferencias y las condiciones desde una época en que no existía el plástico ni el detergente. Pero demos vuelta el argumento y pensemos cómo sería este cauce si lo hubiéramos dejado en su estado natural, sin la serie de represas que le aseguran un pelo de agua mínimo.

La idea de copiar en cierta forma lo que la naturaleza hacía previo a implantar la ciudad, no es suficiente, las obras pueden malograrse por un desarrollo urbano que supera las previsiones más optimistas, al reformar estructuras o proveer nuevos servicios con sus instalaciones generando así trastornos al escurrimiento. Las nuevas intendencias, suelen ignorar lo que construyó la anterior administración y ese estado de cosas hay que cambiarlo, requerir el compromiso de acatamiento de la norma por todas las banderías políticas. Como las enchorradas tienen un período de retorno que puede exceder los 5 años, cabe la posibilidad de que las alteraciones queden desapercibidas en el momento por los pobladores.

Otro extremo sobre el que conviene alertar es que por el alto costo de las obras siempre se requiere un paliativo inmediato y barato; si se cae en la trampa, ocurrirá que las obras necesarias quedarán postergadas y la gente tendrá una sensación de alivio errónea.

La venganza de acuario.

Al impermeabilizar la cuenca con pavimentos, patios y azoteas, cuadruplicaremos el volumen hídrico por aumento del coeficiente de escorrentía (puede pasar de 0,20 a 0,8 ó 1). Si por fraccionar mal se ubican calles según la máxima pendiente, agravamos la reducción del tiempo de concentración que ya provoca la impermeabilización y aumentaremos la velocidad del agua.

Escurriendo 4 ó 5 veces más agua y más rápido por la cuenca, llegaremos a concentrar un caudal en el arroyo o río urbano de 5 a 15 veces mayor al que antiguamente poseía cuando era virgen explicándose porqué aparecen inundaciones en lugares nuevos.

Por otro lado, al crecer el coeficiente de escorrentía disminuye el agua infiltrada al suelo, reduciendo la recarga de los acuíferos subterráneos, y por tanto cuando cese de llover el cauce se secará por falta del aporte regulador. En otras palabras necesitaremos dimensionar estructuras 5 a 15 veces mayores para absorber el caudal pico, de un cauce que permanecerá seco cuando no llueva.

Estos cauces son vehículos de contaminación por vertido de basuras y aguas servidas. En cada inundación desbordan los pozos negros, cámaras sépticas o la red cloacal, provocando contaminación sanitaria a las viviendas que se mantiene por bastante tiempo. La propagación de enfermedades es luego facilitada por los insectos vectores, animales, cultivos y el propio hombre cuando se traslada a otras zonas propiciando el contagio. Se incorporarán residuos tóxicos sin tratar y materiales no biodegradables que según la cantidad y la capacidad del cauce acabarán por contaminarlo y aniquilar su vida.

Es habitual que los organismos crediticios internacionales valoren un problema de inundaciones como circunscripto al área en la cual se produce, pero desde el punto de vista sanitario toda la población está amenazada cuando una de sus áreas se inunda. Aún el turismo se resiente cuando un barrio es inundado, como que los seres que componen una congregación humana no pueden escapar de estar conectados entre sí.

Otro factor que influye aunque en apariencia no esté relacionado, es la migración de la gente del campo hacia la ciudad. La escasez de predios urbanizables, el precio inferior y la ignorancia, empujan a estas personas en dirección a los terrenos inundables. El arroyo puede recordarle épocas pasadas, pero se diferencia de aquel pariente campesino en el coeficiente de escorrentía y el tiempo de concentración.

El problema general.

La problemática de las áreas inundables urbanas, función de su nivel de desarrollo, afecta diversos aspectos a destacar.

- a) El período de retorno de estos eventos es muy irregular, desde 2 veces por día a cada 5 años.
- b) Suelen estar en peligro vidas humanas que pueden ser arrastradas por la corriente.
- c) Las evacuaciones y la reconstrucción de los daños representan una erogación importante al erario público y privado.
- d) Contaminación por desborde de pozos negros, fosas sépticas o la red cloacal y al retirarse el agua deja la zona anegada en condición de inhabitable.
- e) Las aguas pluviales de la ciudad en los sistemas separativos, que es lo común en el interior de Uruguay se canaliza por las calles, cunetas, canales o red de alcantarillado. En épocas de crecientes el desagüe suele ser insuficiente afectando áreas variables. En Montevideo, donde el sistema es unitario, es posible distribuir los caudales en los diferentes ramales de la malla y concentrarlos en menor medida en los cursos de agua.
- f) Corte de la circulación en vías de importancia para la ciudad dejando barrios incomunicados.
- g) Las infraestructuras urbanas, viales, portuarias, ferroviarias y turísticas sufren deterioros o quedan inusables en oportunidad de estos desastres climáticos y aumenta la conflictividad.

- **DESBORDES** de la faja ribereña por los caudales pico en secciones insuficientes.
- **VIOLENCIA** de las avenidas por las pendientes e impermeabilización de las cuencas.
- **IMPREDECIBILIDAD DE LAS MISMAS**
- **CONTAMINACIÓN SANITARIA** por el desborde de pozos negros, cámaras sépticas o la red cloacal.
- **ATERRAMIENTOS** en el cauce por arrastres de sedimentos de las calles y arroje de basura.
- **EVACUACIONES DE POBLADORES**
- **INCOMUNICACIÓN** de barrios entre sí.

Un relato.

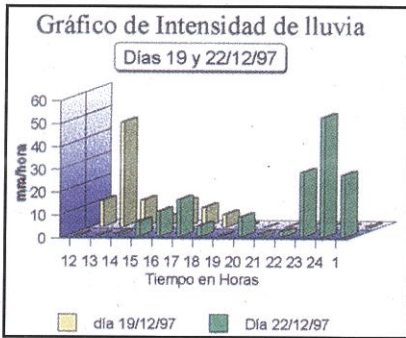
Viento del este es agua como peste, dice el saber popular justificable porque en pocas horas vendrá la humedad del Océano Atlántico. No siempre la regla se cumple pero en aquella tarde salteña del 19/12/1997, luego de esperar algunas horas, comenzó a llover y a continuación creció en intensidad hasta que la visibilidad era prácticamente nula.

La foto de la derecha corresponde a la Avda. Barbieri de Salto, inundada (no es un máximo) a los 15 minutos de iniciarse el aguacero de ese día. De ahí la premura para registrar este evento fugaz que duró media hora.

Habitualmente la encharcada ocurre en horas de la madrugada, cuando es imposible cualquier tipo de documentación o medición sea por la ausencia de luz, por el frío como porque la lluvia es tan intensa que no deja ver.



Pero la lluvia de tres días después fue más devastadora porque su pico duró más tiempo, encontró la cuenca empapada y los cauces obstruidos por basura y sedimentos arrastrados por la anterior.



En el gráfico, la evolución de la intensidad de lluvia en dos días diferentes de diciembre, (máximo registrado de 52 mm/hora), llegando a llover un tercio del promedio anual de tres días. La zozobra se transformó en continua hasta marzo del 98 cuando las obras de control de crecidas del arroyo Sauzal en construcción permitieron evitar dos avenidas.

En los meses siguientes, las riadas fueron tan severas que la población salteña llegó a decidir iniciar una marcha a pie a Montevideo reclamando soluciones y llegando a demoler estructuras que erróneamente acusaban de restringir el escurrimiento.

El guerrillero urbano.

Cerca del 80% de la población uruguaya vive en ciudades, sometida a una precipitación media anual de 0,9 a 1,2 metros que estadísticamente se distribuye con cierta uniformidad y con dos picos en otoño y primavera. Esta aparente placidez posterga el problema excepto en algunos lugares donde se sufrió en carne propia la reiteración de los cataclismos y por alguna razón existió la masa crítica necesaria para comprenderlo, aislarlo y teorizarlo. También

el agua es más apreciada cuando escasea, si en la India no existieran las lluvias monzónicas con precipitaciones de 1 m. en una jornada, la población no tendría agua ni el arroz podría cumplir su ciclo.

Este fluido, sustento de la vida, que determina la aparición, evolución e idiosincrasia de las poblaciones humanas, puede tornarse en vehículo de destrucción, enfermedad o muerte, buscando abrirse paso por su dominio invadido o equilibrando factores artificiales producto de la actividad del homo sapiens o de las máquinas, animales o plantas que éste pone a su servicio.

Tal vez los humanos no puedan evitar tropezar reiteradamente con la roca hídrica, aún los holandeses con cultura hidráulica milenaria, necesitan que cada tanto ocurra algún desastre para que la población y los poderes públicos no olviden reconocer el agente patógeno.

Cuando la intensidad de precipitación trepa los 20 ó 30 mm/hora y el desarrollo urbano, por satisfacer nuevas necesidades llega a la adolescencia, arremete este violento alud de agua. El arroyo o río se sale de madre mezclándose con las aguas negras, con un preaviso que no da tiempo a sacar pertenencias y si acontece durante la noche quedarán a oscuras al cortarse el servicio eléctrico por sobrecarga.

La problemática se acrecentará si aumenta la intensidad de precipitación, se facilita reducir el tiempo de concentración, no se controla el

arroje directo o indirecto de basura en los cauces y los aterramientos que causan los productos de erosión de la cuenca. En Argentina se recomienda no tirar botellas de plástico a la calle si existe amenaza de lluvia, y en España existen botellas corrugables que una vez utilizadas se aplastan con facilidad como si se tratara de un acordeón.



Las consecuencias.

- 1) Riesgo de vida y salud, deterioro de la calidad de vida, zonas marginales, conflictividad en aumento.
- 2) Necesidad de evacuar personas con sus pertenencias, brindarles alojamiento precario, proporcionarles materiales y ayuda económica, reasentarlos.
- 3) Montar operativos para las emergencias, viviéndose una zozobra constante.
- 4) Reparación de instalaciones públicas y privadas.

La prevención.

Desarrollo y progreso empujan en la dirección del incremento en las necesidades de agua; sin prevención, las magnitudes hidrológicas e hidráulicas no se mantendrán dentro del entorno pacífico y deberemos solucionar esos aspectos negativos derivados de una inadecuada medida del recurso.

Un Plan Director flexible se anticipará a los reclamos de los vecinos y mediante retroalimentación se perfeccionará para adecuarse al momento. De otro forma caeremos en modificaciones al paisaje onerosas, enojosas y a veces contraproducentes.

La solución, raras veces total, dependerá de la relación beneficio – costo limitante a la inversión y de los recursos técnicos y materiales puestos en juego. En casos extremos, esos inconvenientes no han impedido el crecimiento de una ciudad, pero han sido cuantiosos los recursos económicos e intelectuales puestos a disposición para enmendarlos o bien se ha tratado de aislar el problema en zonas denominadas marginales.

Hemos asistido y continuamos asistiendo a desastres sin precedentes; aún en esta misma semana donde hubo cerca de 1500 evacuados en todo el país, no sabemos si cambió el clima, tenemos solamente indicios de que las inundaciones parecen que cada vez se dan con mayor frecuencia, pero sería un error despreciar todo el sufrimiento humano padecido tratando de buscar consuelo en lugar de intentar corregirlo.

Las soluciones.

La solución a los problemas requiere intervención coordinada del Gobierno Central con los Municipales, pero como se llega a esta instancia recién cuando los problemas son graves, se pierde la posibilidad de que actuando sobre un plan director se corrija de que suceda.

Sobre los hombros de las ideas fragmentarias de los afectados se construye la perspectiva global depurada de los errores de concepto fáciles de encontrar en una disciplina que no es intuitiva. La creatividad nos pone en camino de las posibilidades, la matemática es la herramienta con que contamos para poner orden en el aparente caos a escala humana de la naturaleza y el tiempo permite la retroalimentación en el cerebro analógico, ya que el lógico está habitualmente sometido a excesivas presiones.



La foto muestra un cauce como en los que habitualmente el ingeniero debe imaginar lluvias de diseño, coeficientes de rugosidad, pendientes y secciones regulares. Las fórmulas con que matematizamos la realidad contienen parámetros a calibrar en sitio, que pueden funcionar bastante bien en creciente pero no necesariamente en todas las configuraciones.

Pese al sofisticado arsenal informático disponible, no hay que perder de vista el hecho físico y las hipótesis de cálculo asumidas por operador y programador. Aparecen errores espúreos en la modelación si las condiciones de borde e iniciales no permiten arrancar la simulación. Pasa lo mismo si hay poco agua en el cauce, si las secciones varían muy rápido, o bien el intervalo de tiempo es incorrecto. En los sistemas de ecuaciones lineales de convergencia lenta, las rectas del hiperespacio que cada una representa, difieren poco en su coeficiente angular intersecándose en un punto borroso. Aunque se obtenga un resultado, a costa de manejar 5000 cifras decimales, la realidad no es tan precisa ni lineal, hay que cambiar la geometría proyectada.

Si no administro EL AGUA, LA GENTE Y EL ENTORNO los reasentados tenderán a retornar e incluso podrán volver a inundarse si en el nuevo destino no preveo el agua. Las obras de ingeniería podrían fallar por falta de mantenimiento y la parte legal podría caer en el olvido si no existe un riesgo inmediato. Las cosechas y el ganado seguirán perdiéndose por no haber previsto qué hacer y el futuro podría traernos diferentes situaciones de lluvia o de uso del agua, por lo que la norma será flexible en la medida de que no signifique desconocerla fácilmente.

En síntesis las acciones conducen a:

- Instrumentar el marco legal flexible para evitar que se produzcan inundaciones o que las mismas ocasionen trastornos, manteniendo y mejorando los sistemas legales e ingenieriles implantados.

- Estudiar, planificar y construir las obras para control de dichas inundaciones o sequías sin olvidar la posibilidad de que las mismas puedan autofinanciarse en todo o en parte si logran atraer visitantes.

- Administrar los habitantes implica no destruir sus vínculos recíprocos de vecindad, respetar su ritmo de vida, trabajo, estudio, recreación o cultura, educarlos para la conservación del medio ambiente y evitar el despilfarro de recursos.

- Elevar la calidad de vida del ambiente urbano y rural aspirando a que los turistas nos visiten sintiéndose cómodos, seguros y con ganas de volver, que los inversores nos vean como un negocio recíproco y que la población no abandone su sitio natal.

Algunos ejemplos destacados.

Si se describieran los problemas de inundaciones urbanas detectados, la lista sería extensa, nos remitiremos a aquellos con particularidades interesantes.

1) CIUDAD DE MERCEDES (1980 – 1984).

El Río Negro entre Mercedes y la desembocadura que dista 50 km. posee un régimen marítimo y fluvial con una pendiente de fondo casi horizontal. Las crecientes siempre se produjeron y son predecibles, aunque el manejo de tres represas hidroeléctricas aguas arriba altera en pequeña medida los niveles.

Las soluciones preconizadas variaron desde edificar un muro que aislara a la población del río hasta construir aguas arriba un canal derivado (Canal Haedo) que comunicara el Río Negro con el Río Uruguay o construir una represa de regulación de caudales. La solución consistió en reasentar la población afectada en áreas altas, canalizar la Cañada de Hornos, construir una defensa longitudinal en el Arroyo Dacá, remodelación de la rambla costanera y defensas transversales en la Isla del Puerto.

La edificación de alto valor edilicio contigua a la rambla de Mercedes, muy costosa de expropiar y que por otro lado contribuía a hermostrar la ciudad, permaneció con la condición de establecerles la cota mínima al área de vivienda y permitiendo para otros usos como garajes o depósitos el resto del edificio ubicado a cota más baja. Demás está decir que esas construcciones reunían las condiciones, pero siempre quedó la salvedad de los accesos inundables.

Para evitar asentamientos de neoformación en las áreas expropiadas, las mismas se parquizaron o utilizaron para ensanche de la rambla.

2) CIUDAD DE SALTO (1987 - 1999).

Esta ciudad, de 90.000 habitantes, es la segunda en importancia poblacional en Uruguay. Se encuentra a orillas del Río Uruguay, susceptible de incrementar su nivel hasta 18 m.. Aguas arriba existe una repesa con muy poco poder de regulación en razón de que el embalse es pequeño en relación al río y entonces ejerce escasa influencia sobre alturas y permanencia de las crecidas.

El casco urbano está atravesado por cuatro arroyos de diferente idiosincrasia con el agravante común de pertenecer al dominio público que dificulta las acciones a emprender. Dos de ellos se solucionaron mediante entubado o canalización, tratando de llevarlos por la acera, para desafectar los del dominio privado.

El arroyo Sauzal recorriendo zona urbana, posee las características inundaciones súbitas e impredecibles que los pobladores denominan "enchorradas" y en los 900 metros de su curso inferior este efecto se combina con las provenientes del Río Uruguay. En esta área también es posible ver inundaciones por red cloacal, que se producen en calles de mucha pendiente, por conexiones de pluviales clandestinas que llenan el colector, lo hacen trabajar a presión y a través de la misma inundan casas por los artefactos sanitarios. Este tipo de inundación, aunque se produce por lluvia intensa, generalmente precede a una inundación de tipo fluvial o es totalmente independiente.

Cuando se entrevistó a los pobladores por primera vez, deseaban solucionar las enchorradas y no les importaban las provenientes del Río Uruguay porque eran predecibles y les daba tiempo a sacar sus pertenencias. Luego de las lluvias excepcionales de 1998 en que el Río Uruguay permaneció cerca de un año con leves respiros por encima de la cota 10 metros, este concepto varió, porque en el ínterin estaba impedido el desagüe de la red cloacal y los que vivían en las proximidades del área de inundación no podían soportar los olores. La mayoría de los afectados por el desborde del Río Uruguay han sido reasentados por un sistema de autoconstrucción en el cual el afectado se ubica primariamente en un terreno con un rancho de cartón y construye su casa con su familia asesorado por la Intendencia quien además le proporciona los materiales.

Las enchorradas del Arroyo Sauzal se solucionaron mediante una serie de represas de regulación, entubados y canalizados, llevando el arroyo al dominio público y rellenando la parte desafectada. El cauce inferior, sometido a crecientes del Río Uruguay, a enchorradas e inundaciones por la red cloacal es un tema más complejo sobre el cual no obstante se tienen las ideas de solución, luego del asesoramiento de técnicos holandeses. La Intendencia de Salto instrumentó un Plan Director que tiene en cuenta los aspectos relativos a las inundaciones, más adelante se mostrarán los aspectos normativos.

3) BARRIO ISLA MALA DE JUAN LACAZE (1992 - 1994).

Isla Mala es un barrio urbano de Juan Lacaze, ubicado al oeste de la ciudad y a orillas del Río de la Plata. Cuando este último crece, inunda las zonas bajas, pudiendo afectar hasta unas 10 a 15 manzanas.

Al parecer este barrio se instaló donde antes se había excavado para exportar arena a Argentina, las viviendas se ubicaron en el contorno de la manzana precariamente rellenado, lo que dejó en el interior de cada manzana un lago con agua permanente.

Lo que afectaba a estos pobladores era la creciente del Río de la Plata y no la enchorrada porque no estaban en ese entonces pavimentadas las calles y los lagos oficiaban de amortiguador y recarga del acuífero. La idea de los pobladores era construir una diga longitudinal que los aislara de las crecidas del Río de la Plata, sin comprender que se iban a inundar igual por lluvia.

Como se pensaba dragar el puerto comercial de Juan Lacaze se pensó en aprovechar ese material que de otra forma se tiraría para elevar las calles y las manzanas. Se obtuvo una protección de una vez en 20 años con un riesgo del 10%, pero de todas formas cuando la inundación acontezca, no es lo mismo inundarse con 1,50 metros que con 15 cms., para esto último existen soluciones puntuales.

Las manzanas quedaron rellenas gracias a la colaboración de la comisión de vecinos que dosificó el relleno evitando desviaciones y conflictos. Estas quedaron unos 20 cm. más altas que la calle para que desaparecieran los lagos interiores y desaguaran hacia la calle. Las calles que fueron elevadas según el Proyecto y algunos entubados llevaron el agua pluvial hacia su destino. Uno de los lagos interiores no pudo eliminarse por oposición de su dueño, previéndose un desagüe especial para ese caso.

La misión Holandesa en Salto.

La urgencia por encontrar paliativos a un tema de honda repercusión social, que afecta al bienestar de la comunidad urbana y rural empujó en el sentido de consultar la tecnología holandesa. Erosión e inundaciones son agentes que limitan el desarrollo regional, a través de la destrucción, la diseminación de epidemias y el desestímulo a las inversiones. Esto apareja empobrecimiento, males sociales, sufrimiento, sentimientos de angustia, impotencia, depresión o zozobra, obligando a la asistencia social de los desamparados, mermando las oportunidades de trabajo y deteriorando nuestra imagen como departamento turístico, lo que retroalimenta el déficit en las inversiones.

La I.M.S., posee estudios, proyectos e ideas sobre las soluciones, pero hacía falta una opinión sobre los últimos avances en este campo, para intentar dar alivio a la situación planteada dentro de una inversión razonable.

El turismo es para Salto importante fuente de divisas y recursos fiscales, estimula el desarrollo y promueve mejoras en bienes y servicios, por lo cual conviene aprovechar esta asistencia técnica ofrecida gratuitamente por cortesía de la Embajada de Holanda.

DIAGNÓSTICO DE SITUACIÓN.

El proyecto del Arroyo Sauzal recientemente construido comprende la zona desde la calle Viera hacia aguas arriba, en cambio el área elegida para el asesoramiento fue el Arroyo Sauzal desde la calle Viera hasta su desembocadura con el Río Uruguay, que presenta todos los tipos posibles de inundación:

- a) Por desborde del Río Uruguay.
- b) Por enchorrada.
- c) Por desborde de la red cloacal.
- d) Por viviendas e infraestructura inadecuadas.

OBJETIVOS.

Se busca en lo mediano, optimizar la economía evitando las pérdidas mediante la mejora del atractivo turístico costero y minimizando los perjuicios que los desbordamientos de ríos y arroyos provocan en el desarrollo social, urbano, rural y del transporte.

Se pretende una mejora de la calidad de vida, el amortiguamiento de los impactos ambientales y que las obras constituyan un atractivo turístico que las autofinancie y proyecte a nivel nacional como experiencia inédita.

EL APOORTE DE LOS TÉCNICOS HOLANDESES.



Los técnicos Holandeses, Ing. Henk Jan de Haan M. Sc. Y el Ing. Wim Silva, visitaron por diversos medios toda la ciudad y su vecindad inmediata, para comprender el problema. No teníamos solución aceptable para los edificios históricos ni para la penetración del Río Uruguay, por lo que le sometimos a su consideración las soluciones que estábamos implementando y las que teníamos en

mente, buscando ideas nuevas y apuntando a conocer cómo desarrollar los controles, la normativa y el mantenimiento de las estructuras civiles.

Para construir una diga contra las crecidas del Río Uruguay, habría que bombear el agua cloacal en los períodos de creciente para evitar que el río penetre a contracorriente por la red de saneamiento. Es imposible bombear una enchorrada, pero sí subdividir el problema y lograr soluciones particulares a la zona baja de la ciudad.

LAS NOVEDADES.

Algunas fueron desechadas porque en nuestro país es imposible aplicarlas, sobre todo porque nuestro paisaje no es de llanura. Existen una especie de tablestacas, que se mantienen hundidas en el suelo y que se alzan con gatos mecánicos o hidráulicos envolviendo un edificio histórico y aislándolo de la creciente. En otros casos son compuertas especiales, presas de agujas o rebatibles, estructuras no permanentes en plástico que se rellenan de arena (Como gaviones o sacos de arena) y algún otro material que han prometido enviarnos.

RECOMENDACIONES PARA EL FUTURO.

- Encontrar solución conjunta con O.S.E. al tema de la inundación por la red cloacal. Existe idea al respecto.
- Confeccionar un Proyecto para el Arroyo Sauzal desde Viera hacia aguas abajo. Se requiere relevamiento topográfico.
- Avanzar en una normativa general sobre construcciones edilicias que tenga en cuenta el factor agua. Existe un borrador preliminar.
- Promover una adecuada política de uso del agua a nivel departamental y nacional incluyendo los recursos hídricos subterráneos. Habría que designar un equipo técnico multidisciplinario para trabajar en primera instancia a nivel departamental, con miras a que Salto se convierta en un área piloto para expandir los resultados a nivel nacional.

EL MANTENIMIENTO Y LA RENOVACIÓN.

Toda obra es una obra viva que nace, se desarrolla y se transforma en obsoleta. Nacen con limitaciones económicas, paisajísticas, técnicas, etc.; luego se deterioran y es preciso mantenerlas hasta que se tornan obsoletas. Las obras quedan obsoletas por los sucesivos reciclajes, el desgaste de los materiales, la evolución de la técnica, el cambio de las situaciones que las originan, etc.. La obsolescencia es muy clara con un computador, soporta un pequeño reciclaje como ampliación de disco duro y memoria, pero luego hay que comprar uno nuevo. En una obra hidráulica se fatigan los materiales, varían las cargas y dimensiones de los vehículos sobre puentes, cambia el régimen de lluvias, la población cambia de gustos, de necesidades y puede incrementar la densidad de población en una forma no prevista.

Los holandeses comenzaron a construir sus obras hace mil años, pero nunca serán definitivas, como toda comunidad evoluciona y necesita ganar más terreno al mar para sus plantaciones, necesita corregir sus ríos para la navegación y otros usos, necesita mantener las estructuras y finalmente necesita corregir cada impacto ambiental negativo que autogeneren sus obras o la actividad humana.

Aún el estiércol que todos pensamos es bueno para abonar las tierras, crea un problema serio en Holanda, contaminando acuíferos y generando gases y espuma en ciertas zonas.

Existen en esencia varios problemas con soluciones diferentes o combinadas, pero lo importante es que no se sigan repitiendo en el futuro. Es preciso erradicar las viviendas futuras inadecuadas, establecer que los fraccionamientos respeten el agua y señalar las áreas inundables; en esencia producir una normativa para las situaciones futuras que evite que los problemas sigan sucediendo.

Normativa para controlar la edificación evitando las inundaciones.

LOS PROBLEMAS CONSTATADOS.

1) Acontece con frecuencia que al pavimentar calles, queden casas existentes enterradas con difícil o imposible evacuación de pluviales.

2) Cuando llega el colector de saneamiento pueden suceder varios casos:

- No es posible conectarlo porque el colector queda alto.
- Algún baño puede conectarse y otro queda muy bajo y debe continuar con el pozo negro. (Caso de 8 de Octubre y Joaquín Suárez).
- Se conecta pero cuando hay desbordes, el colector inunda la vivienda a través de sus artefactos sanitarios.

3) Hasta ahora las crecientes provenientes del Río Uruguay, importaban poco porque tenían una recurrencia de alrededor de 5 años y eran previsibles. Hoy continúan siendo previsibles pero en el último año han ocurrido más de tres veces por mes y permanecido más del 70% del tiempo. Soportar olores pestilentes y la vista de las materias fecales flotando provenientes del colector inundado, es solamente una parte del problema, que afecta a toda la población en su conjunto.

PLAN PARA ELEVACIÓN DE VIVIENDAS.

Llevar el nivel de los dormitorios hasta una cota de seguridad, soluciona el problema de inundación de la vivienda, pero en algunos casos pueden quedar los accesos inundables y la red cloacal desbordando en la calle. Algunos casos son susceptibles de solución si más adelante se elevan las calles y los predios que circundan esas viviendas.

En otro orden no todas las casas podrán levantarse, las más valiosas requieren mayor inversión y el punto de corte lo indicará el valor de propiedades similares en zona no inundable.

Para viviendas nuevas a construir, el costo de elevar las casas es apenas perceptible, por lo cual es criterioso incorporarlo en una norma.

Los casos de viviendas a encontrar podrían ser los siguientes:



- A) De una o varias plantas, con posibilidad de elevar el nivel de piso de planta baja hasta la cota de seguridad.**

Se rellenará sobre el nivel de piso existente las habitaciones de planta baja, compactando y realizando contrapiso y piso de modo de llegar a la cota de seguridad. Según el caso, se elevarán las aberturas, los interruptores eléctricos, y las instalaciones sanitarias. En el diseño de la planta de la vivienda se resolverá la diferencia de nivel de piso interior con el nivel de vereda.

- B) De una planta con techo liviano, y altura de cielorraso que no permite elevar el piso hasta la cota de seguridad.**

Además de los trabajos del punto anterior, se retirará el techo y cielorraso livianos, para elevar las paredes, efectuar las carreras de hormigón armado y volver a colocar el techo y cielorraso a la altura mínima reglamentaria.

- C) De dos plantas, con cielorraso de planta baja a altura adecuada.**

En estos casos se realizará el estudio de reestructuración arquitectónica de los ambientes de toda la vivienda y dejar en las plantas bajas los locales que pueden soportar una inundación sin que esto signifique pérdidas materiales de consideración. Se pondrán fuera del alcance de las aguas los dormitorios, o ambientes de estar con más equipamiento.

Se dejarán en planta baja cocheras, accesos directos a espacios abiertos del fondo, excluyendo baños y dependencias de servicio.

Se determinarán así cuáles son los ambientes que son necesarios volver a construir en los espacios libres del terreno, sobre la cota de seguridad y articulándolos con el resto de la vivienda.

D) Viviendas de una planta con techo pesado, y con cielorraso a altura que no permite elevar el piso hasta la cota de seguridad.

Se evaluará en el caso particular si es posible o conveniente proceder a una demolición del techo como se indica en el punto b, o llevar a cabo una acción en la cual se mantenga el techo como inamovible y se estudie una reestructuración de los ambientes de la vivienda con criterios similares a los del punto c..

La posibilidad o conveniencia de la demolición del techo pesado se evaluará desde el punto de vista económico y de las posibilidades de estructuración de la vivienda.

E) Viviendas con valor histórico.

Requiere estudio particular, para preservar su valor patrimonial.

F) Viviendas modestas o de escaso valor.

Se demuele reconstruyéndola con otros materiales. Si existe espacio en el terreno, la vivienda vieja puede servir de albergue mientras se construye la nueva, de lo contrario hay que prever el alojamiento transitorio.

Sugerencias para recomendaciones.

- Priorizar la política de aguas a nivel nacional.
- Armonizar con dicha política todo desarrollo urbano.
- Prevenir la degradación del medio ambiente mediante Planes Directores flexibles con el compromiso de cumplirlo por parte de todos los espectros políticos retroalimentados con la información proveniente de los monitores.
- Dar intervención a un equipo multidisciplinario que abarque los temas HABITABILIDAD, SALUD, INGENIERÍA, LEGISLACIÓN, ADMINISTRACIÓN Y PLANIFICACIÓN.
- Tener en cuenta el factor agua cuando se autoricen fraccionamientos. Las zonas inundables pasarían así al dominio público, haciendo más fáciles las operaciones de mantenimiento y ampliación de los cauces.
- El diseño geométrico de las calles, debería cumplir el cuádruple propósito de permitir la evacuación de crecidas, servir al mantenimiento de los cauces, evitar velocidades erosivas y no obstaculizar la evacuación de aguas servidas.

En ciudades adoptar coeficientes de escorrentía entre 0,9 y 1, para prevenir la saturación de las cuencas pequeñas o medianas con lluvias prolongadas.

- Si los costos no se disparan, adoptar un coeficiente de seguridad suplementario que mayor la máxima creciente conocida o el valor estadístico al que se llegue, porque por un lado es temprano para extrapolar las últimas lluvias si existe un cambio climático y por otro las consecuencias de un sobrepasamiento son muy costosas para los habitantes y para los poderes estatales. La utilización de programas informáticos comerciales permite estudiar con mayor seguridad el diseño de las estructuras, tanto de caminería como de evacuación de las aguas.
- Incluir siempre una análisis de impacto ambiental y de salud de las obras proyectadas.

MONITOREO Y VARIABILIDAD CLIMÁTICA EN URUGUAY

Met. Mario Bidegain (M.Sc.)

DIRECCIÓN NACIONAL DE METEOROLOGÍA - DIR. CLIMATOLOGÍA
FACULTAD DE CIENCIAS - DEP. METEOROLOGÍA

INTRODUCCIÓN.

El interés actual sobre el monitoreo y la previsión climática, requiere definiciones precisas de los términos, tiempo y clima tendientes a una clara distinción entre los dos conceptos: el **TIEMPO** es el estado instantáneo de la atmósfera en un momento y lugar dados, su evolución está ligado a la generación, desarrollo y desaparición de las distintas perturbaciones atmosféricas que lo determinan. El **CLIMA** es la síntesis de las condiciones meteorológicas correspondientes a un área geográfica dada, elaborada en base a un período suficientemente largo como para establecer sus propiedades estadísticas de conjunto (valores medios, varianzas, probabilidades de fenómenos extremos, etc.), por lo tanto el clima resulta bastante independiente de cualquiera de los estados atmosféricos instantáneos que lo constituyen. Por tanto para estudiar el clima debemos estudiar el llamado Sistema Climático (Ver figura 1).

El término “**Variabilidad Climática**” debe ser usado para destacar variabilidad dentro del clima, o sea fluctuaciones en las propiedades estadísticas sobre períodos de semanas, meses o años. De esa manera se determinan límites dentro de los cuales los valores medios, variancias o frecuencias de valores entre los límites establecidos puede ser aceptada como normal. Los eventos fuera de estos límites pueden ser vistos como anómalos a un cierto nivel de significación. Y si las propiedades estadísticas de una secuencia de años, décadas, etc. difieren considerablemente respecto de otra secuencia de años, décadas, etc. de referencia, podemos hablar de “**Cambio Climático**” sobre una escala de tiempo adecuada.

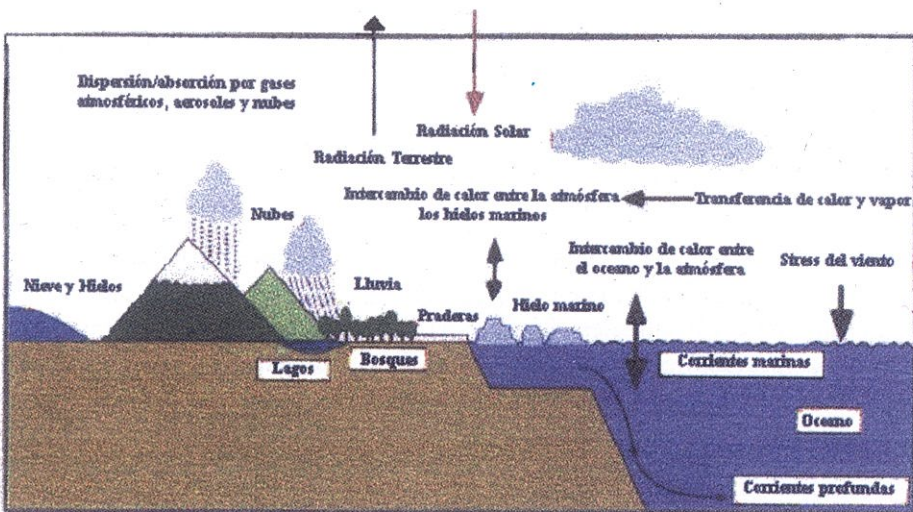


Figura 1 - Sistema Climático y la interacción entre sus componentes.

La disponibilidad de datos climatológicos, en la forma de valores “normales” o característicos, valores extremos y fechas medias de comienzo y finalización de eventos, han proporcionado una base experimental para la planificación a largo plazo de numerosas actividades productivas y obra civiles.

El volumen como la complejidad de la información requerida por los usuarios ha crecido sustancialmente, al menos desde la última década. La razón de esta proliferación ha sido el deseo y la necesidad, por parte de los individuos, así como de organizaciones gubernamentales y empresas privadas, de información meteorológica, en forma de predicciones del tiempo o del clima, o en forma de datos climáticos para ayudar a la planificación.

Las predicciones meteorológicas que se realizan de un día para el otro, se utilizan desde mucho tiempo atrás en el país, pero en la planificación económica y comercial aún se sigue ignorando en gran medida el clima. La razón de ello puede buscarse en que los encargados de tomar decisiones piensan que otras variables deben priorizarse, en detrimento del clima, ya que este se manifiesta de una manera aparentemente aleatoria. Desde luego existen excepciones notables a esta valoración general en la toma de decisiones a largo plazo: dos ejemplos de ello son la agricultura y la generación hidroeléctrica, la dirección de la producción y comercialización de cereales, vegetales, frutas corren a cargo de personas que poseen sensibilidad y conocimiento del clima y de las anomalías climáticas. De igual modo, los responsables del abastecimiento de agua y de energía eléctrica provenientes de la generación hidroeléctrica están cada vez más familiarizados con la información climatológica y perspectivas climáticas disponibles.

La información meteorológica que se monitorea actualmente consiste en medidas de unas 20 variables atmosféricas a nivel horario en casi todas las estaciones meteorológicas de la Red Nacional, que consta de unas 25. A estas tenemos que sumar las estaciones pluviométricas (observaciones de precipitación) las cuales suman unos 300 puntos.

El monitoreo de las condiciones del Clima sobre nuestro país se apoya sobre la base de estadísticas mensuales de valores esperados y extremos. Estos valores están estimados sobre un período de 30 años (1961-1990), y se les conoce como valores **normales**. La rutina mensual de detección de anomalías climáticas, parte de calcular los desvíos de la temperatura media mensual, humedad relativa, presión atmosférica, etc. respecto a los valores normales. La rutina es algo diferente en el caso de la precipitación donde se prefiere calcular el valor del intervalo interdecil para cada estación meteorológica. Se prefiere no calcular los desvíos de precipitación mensual debido a que la distribución estadística mensual de los valores de precipitación en general no se ajusta a una distribución gaussiana. A partir de los signos de las anomalías y la persistencia de las mismas se establecen las alertas climáticas correspondientes para cada variable.

La Dirección Nacional de Meteorología ha establecido desde 1997 un grupo de expertos que elaboran tendencias climáticas sobre Uruguay a 30 días. La Universidad de la República a través de dos de sus Facultades: Ciencias (Dep. de Meteorología) e Ingeniería (Inst. Mecánica de los Fluidos) elaboran pronósticos climáticos experimentales a 3 meses. Un servicio de este tipo es esencial para la operación de embalses y laborales agrícolas, se cuenta para ello con información referida a salidas de modelos de predicción climática, y la experiencia de un grupo de meteorólogos con un conocimiento adecuado de cómo se procesan las anomalías climáticas sobre nuestra región.

La información referida al monitoreo climático elaborada por la Dirección Nacional de Meteorología se da al público, en forma rutinaria, a través de boletines mensuales climáticos. Además se contestan requerimientos específicos de usuarios, con informes climatológicos hechos a medida. La publicación de la información climática anual se hace a través del Boletín Anual del Instituto Nacional de Estadística. Las perspectivas climáticas a 3 ó más veces en general se hacen conocer a través de las páginas WEB de las respectivas Unidades de la Universidad (Ver referencias).

CLIMATOLOGÍA DE LA PRECIPITACIÓN SOBRE URUGUAY.

La distribución de **valores medios mensuales y anuales** sobre Uruguay, es obtenida en base a unas 400 estaciones pluviométricas de la Red Pluviométrica Nacional (Dirección Nacional de Meteorología). A pesar de incremento de los mismos hacia el noreste del territorio, los mismos tienen variaciones suaves sobre el País como a lo largo del año climático. Si tomamos el período 1961-1990, las lluvias totales medias anuales tienen su valor mínimo hacia el sur sobre las costas del Río de la Plata con casi 1100 mm., y su valor máximo hacia el noreste, en la frontera con Brasil con más de 1600 mm. (ver figura 2).

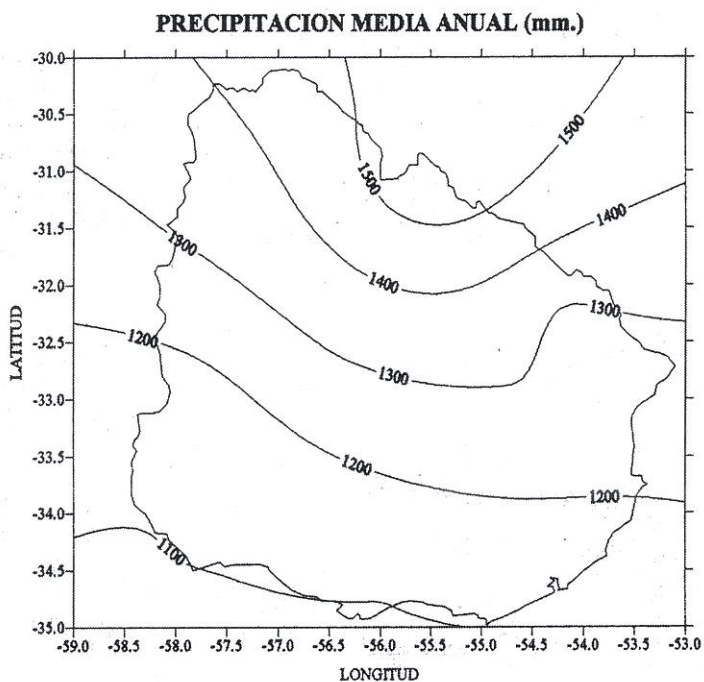


Figura 2 - Precipitaciones Medias anuales.

En el mes de marzo presenta las mayores lluvias en la mayoría del territorio con un máximo de 140 mm. cubriendo parte de los Departamentos de Artigas, Rivera, Salto y Tacuarembó y una isoyeta mínima de 90 mm. que se ubica al sureste. El mes de menores lluvias medias es diciembre para todo el país, comprendidas entre 100 mm. sobre Artigas y 60 mm. sobre Rocha.

Pese a esa distribución de valores medios, las precipitaciones en el Uruguay se caracterizan por su extremada irregularidad y variabilidad interanual. Se han producido extensos períodos de sequía, como los registros en 1891-94, 1916-17, 1942-43, 1964-65 y 1988-89.

También no son hechos infrecuentes años con abundantes precipitaciones como lo fueron 1914, 1959, 1983 y 1997-98.

ASPECTOS DE LA VARIABILIDAD CLIMÁTICA SOBRE URUGUAY.

El fenómeno **EL NIÑO - OSCILACIÓN SUR (ENOS)** es el ejemplo más notable que se conoce de variabilidad dentro del sistema climático.

El fenómeno de **El Niño** se refiere en su concepto a la aparición de aguas oceánicas anormalmente cálidas, en el verano del Hemisferio Sur (diciembre, enero y febrero), frente a las costas de Perú y Ecuador (ver figura 3). Esta corriente oceánica cálida se repite anualmente. Se ha observado que una vez cada dos a siete años este calentamiento es más intenso y prolongado, y se extiende hacia gran parte del Pacífico central ecuatorial. El cambio de la estructura térmica del océano trae como consecuencia modificaciones notables en los ecosistemas locales, particularmente frente a las costas de Ecuador y Perú. La aparición de la corriente cálida marca el fin de la estación local de pesca durante la cual las temperaturas de las aguas oceánicas son bajas y los vientos alisios del sureste son intensos.

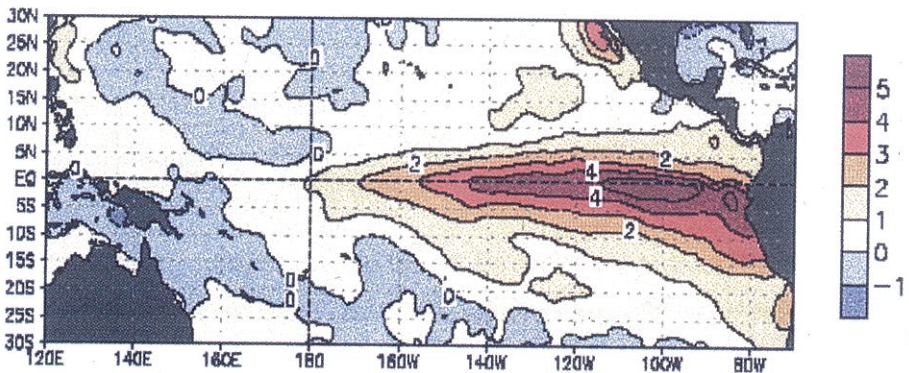


Figura 3 - Anomalías de la temperatura (°C) en la superficie del Océano Pacífico para enero de 1998. (Cortesía NOAA).

La **Oscilación Sur (O.S.)** se manifiesta como una tendencia de la presión atmosférica en superficie a variar en forma opuesta, en los extremos oriental y occidental del sector tropical del Pacífico. De esta manera cuando la presión es anormalmente alta en el sector oriental del Pacífico, se registran anomalías negativas de presión en la región al norte de Australia y viceversa. (un “subibaja” de presión).

La interacción atmósfera-océano asociada a la Oscilación Sur ha sido documentada para el Pacífico tropical durante el verano del Hemisferio Sur, cuando las anomalías climáticas son más marcadas.

Se nombran con el término de “**teleconexiones**”, a las anomalías climáticas distantes, relacionadas con la ocurrencia de perturbaciones atmosféricas y oceánicas en el Pacífico central.

Se observa junto con el calentamiento de las aguas en el Pacífico ecuatorial, durante la fase negativa de la Oscilación Sur, un progresivo calentamiento global de la atmósfera en los trópicos. Dentro de las anomalías pluviométricas asociados al ENOS,

durante el verano del hemisferio sur, lo más notable, en el sector sudamericano, es la intensa precipitación en la región árida al norte del Perú. Se ha percibido también una tendencia a la sequía en el Nordeste brasileño durante la ocurrencia del fenómeno ENOS.

En contraste con lo que sucede en el nordeste brasileño, las precipitaciones en el sur del Brasil, Paraguay y **Uruguay** y noreste de Argentina tienden a ser anormalmente abundantes durante la fase de calentamiento en la superficie del Océano Pacífico. También existe evidencia que los períodos de enfriamiento en la superficie del Océano Pacífico producen condiciones anormalmente secas sobre nuestro país. Uno de esos períodos fue el episodio frío de 1988-1989, con un evento de sequía que en los valores deficitarios en la precipitación fueron observados desde febrero de 1988 hasta enero de 1990. Las áreas más perjudiciales se situaron al Norte del país, mientras que en Soriano y Río Negro la situación fue más moderada. En Rocha la deficiencia de lluvia abarcó menos meses seguidos que en el resto del País.

Las perturbaciones climáticas que se desarrollaron durante los eventos cálidos de El Niño 1982-83 y 1997-98 (ver figura 4) afectaron vastas regiones del planeta en la forma de sequías e inundaciones (Kenia, Perú, Ecuador, Sur de Brasil, Uruguay, etc.). Estos excesos de más de 200% constituyeron catástrofes naturales de considerable costo y afectaron importantes cuencas hidrográficas en América del Sur como las de los ríos Paraná y Uruguay.

ANOMALÍAS DE LA PRECIPITACIÓN ENERO DE 1998

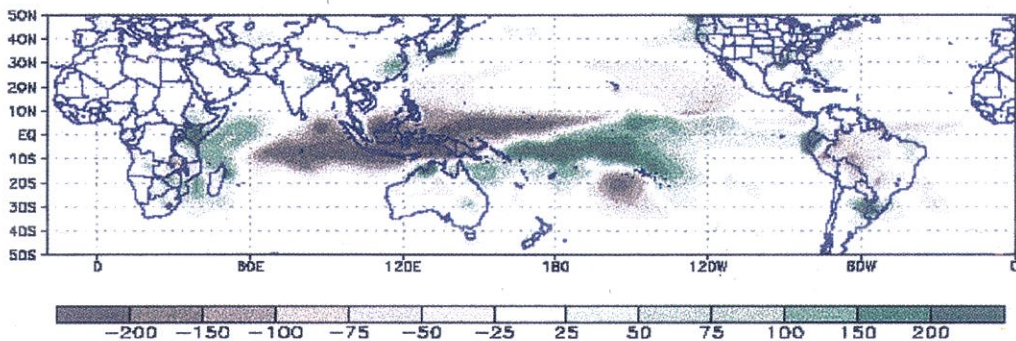


Figura 4 - Anomalías de la Precipitación (en %) obtenidas de pluviómetros y estimaciones de satélite para enero de 1998 (Cortesía de NOAA).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

- (1) Bidegain M., R.M. Caffera. 1989. Anomalías de la precipitación en la Región Sureste de América del Sur (Uruguay), asociados con el fenómeno "El Niño-Oscilación Sur".. Poster Session IIIa Internacional Conference on Meteorology of Southern Hemisphere, Buenos Aires, Noviembre.
- (2) Bidegain, M. R.M. Caffera. 1991. Comportamiento de la precipitación en la región sureste de América del Sur (Uruguay), asociado con los Índices de Oscilación Sur (IOS) y El Niño (TSM). Anales del VI Congreso Argentino de Meteorología, Bs. As. Argentina.
- (3) Caffera R.M., M. Bidegain, J.G. Pedrosa. 1989. Informe Técnico sobre la Sequía 1988-1989. Recurrencia de las anomalías negativas de la precipitación, Fac. Hum. y Ciencias., Montevideo.
- (4) Caffera R.M., M. Bidegain. 1989. La variación en los días con precipitación sobre Uruguay en relación con el fenómeno de «El Niño-Oscilación Austral». Poster Session III International Conference on Meteorology of Southern Hemisphere, Buenos Aires, Argentina.
- (5) Dir. Nal. Meteorología. (DNM). 1996. NORMALES CLIMATOLÓGICAS, PERÍODO 1961-1990, Imprenta del Ministerio de Defensa Nacional. Depósito Legal 305.343-96.
- (6) Pisciotano G., A. Díaz, G. Cazes, C.R. Mechoso; 1994; «El Niño/Southern Oscillation Impact on Rainfall in Uruguay». J. Climate, Vol. 7, 1286-1302.

REFERENCIAS ELECTRÓNICAS

Facultad de Ciencias - Departamento de Meteorología.

<http://www.fisica.edu.uy/meteorologia/trimestre.html>

European Center for Medium-Range Wother Forecast (E.C.M.W.F.):

<http://www.ecmwf.int/html/seasonal/forecast>

Center for Ocean-Land-Atmosphere Studies (C.O.L.A.-U.S.A.):

<http://orads.iges.org/nino>

International Research Institute for Climate Prediction (I.R.I.):

<http://iri.ucsd.edu/forecast/index.html>

National Oceanic and Atmospheric Administration (N.O.A.A., U.S.A.):

<http://nic.fb4.noaa.gov:80/products/predictions/experimental/bulletin>

PRESENTACIONES

MODELACIÓN

HIDROSEDIMENTOLÓGICA





Modelación Hidrosedimentológica del Río Uruguay

3/18/04

1

Situación institucional y antecedentes

- Convenio Ministerio de Transporte y Obras Públicas - Universidad de la República
- Proyecto de la Comisión Sectorial de Investigación Científica de vinculación con el sector productivo
- Ejecutado por el IMFLA con la colaboración de la DNH
- Monto global: U\$S 200.000

Objetivo general del Proyecto

- Desarrollo de un modelo numérico hidrosedimentológico del río Uruguay para el tramo comprendido entre Salto Grande y Nueva Palmira

3/18/04

Modelación Hidrosedimentológica
del Río Uruguay

3

Objetivos específicos del Proyecto

- Metodología de estudio y herramientas para el análisis de los problemas hidrodinámicos y de dragado en el río
- Aplicación de dichas herramientas al estudio de proyectos específicos de interés inmediato para la DNH
- Transferencia total a la DNH del modelo numérico y demás resultados del proyecto y capacitación de su personal técnico

¿Qué es un modelo numérico?

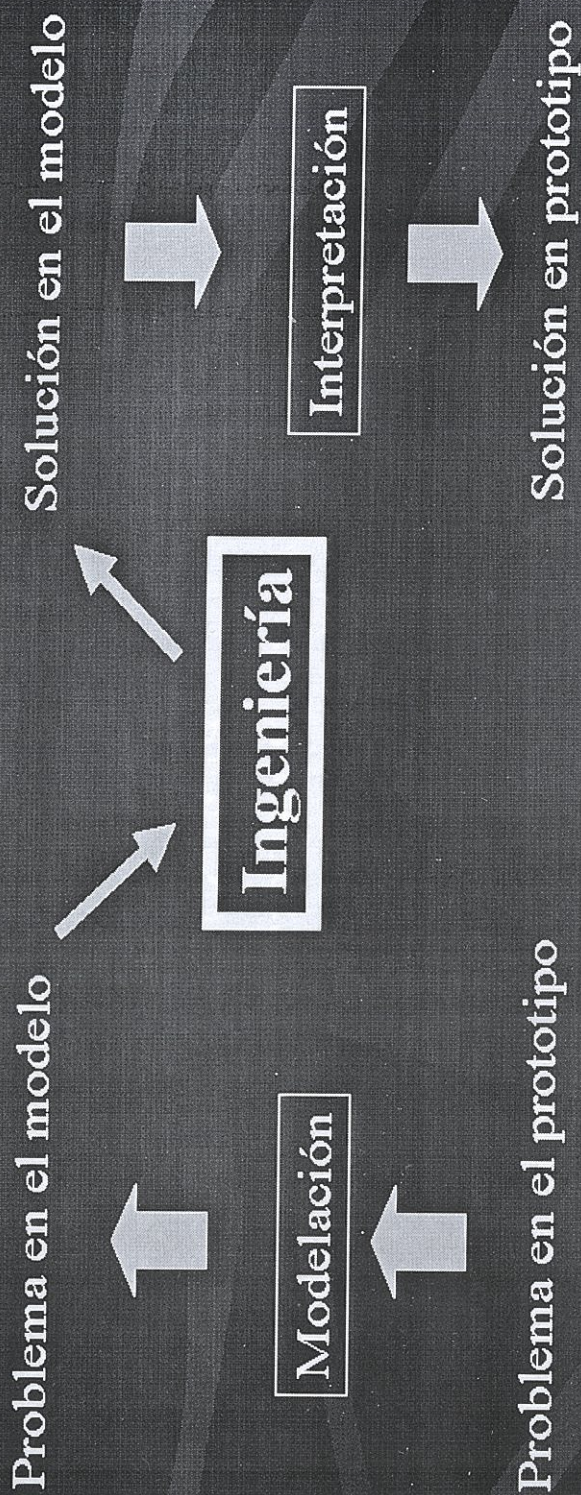
- Es una representación computacional de los fenómenos físicos más relevantes del proceso que se estudia

3/18/04

Modelación Hidrosedimentológica
del Río Uruguay

5

Empleo de modelos en estudios hidráulicos



Componentes del modelo desarrollado

- Modelo hidrodinámico
- Modelo sedimentológico

3/18/04

Modelación Hidrosedimentológica
del Río Uruguay

Modelo hidrodinámico

- Calcula los niveles y caudales a lo largo del tiempo en cualquier sección del tramo
- Predice la influencia sobre niveles y caudales de cualquier modificación del río
- Permite definir zonas inundables
- Predice el alcance de una crecida a partir de los caudales vertidos en Salto Grande
- Permite el diseño y la previsión de las consecuencias de obras

Etapas de la modelación

- **Definición de la situación física a modelar**
- **Esquemmatización**
- **Formulación de las ecuaciones**
- **Resolución numérica de las ecuaciones**
- **Obtención e ingreso de datos**
- **Calibración**
- **Verificación**

3/18/04

Modelación Hidrosedimentológica
del Río Uruguay

Modelación hidrodinámica de ríos

- **Análisis del movimiento del agua en el curso principal, sus afluentes y las planicies de inundación**
- **Esquema uni-dimensional**
- **Sistemas mallados**

Las ecuaciones de Saint-Venant

$$\frac{\partial Q}{\partial x} + \frac{\partial A}{\partial t} = q$$

$$\frac{\partial Q}{\partial t} + \frac{\partial \left(\varepsilon \frac{Q^2}{A} \right)}{\partial x} + gA \frac{\partial h}{\partial x} + \frac{gQ|Q|}{C^2 AR} = 0$$

donde:

A es el área de la sección del flujo

Q es el caudal en el río

x es la coordenada espacial orientada con el eje del río

h es el tirante

q es el caudal lateral que ingresa al río

C es el coeficiente de rugosidad de Chezy

R es el radio hidráulico de la sección

ε es el coeficiente de Boussinesq

El modelo MIKE 11

- **Modelo comercial de extendido uso internacional, desarrollado por el Danish Hydraulic Institute**
- **Esquema unidimensional mallado que calcula velocidades, tirantes y caudales a lo largo del tiempo, en cualquier sección del río**
- **Permite simular planicies de inundación y distintos tipos de estructuras hidráulicas**

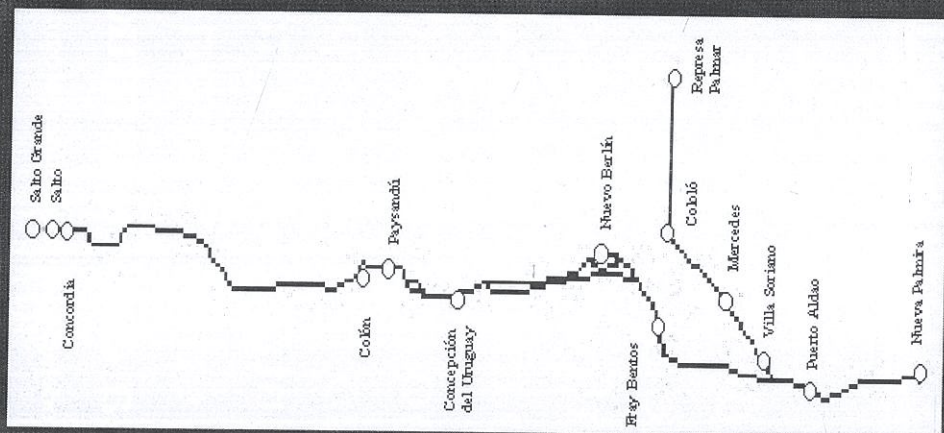
Actividades desarrolladas

- Recopilación y sistematización de la información hidrométrica y sedimentológica del río existente en Argentina y Uruguay y obtención de información complementaria mediante campañas hidrosedimentométricas
- Ajuste de un modelo hidrosedimentológico completo del río Uruguay, para el tramo comprendido entre Salto Grande y Nueva Palmira, incluyendo el aporte del río Negro desde la represa de Constitución (Palmar)

3/18/04

Modelación Hidrosedimentológica
del Río Uruguay

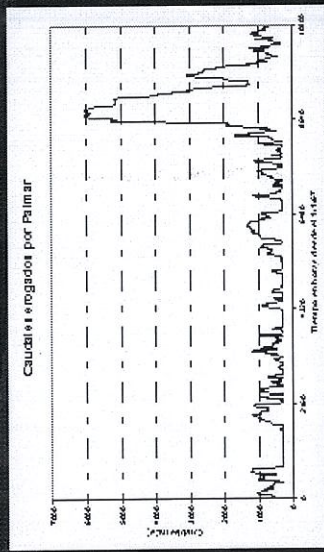
13



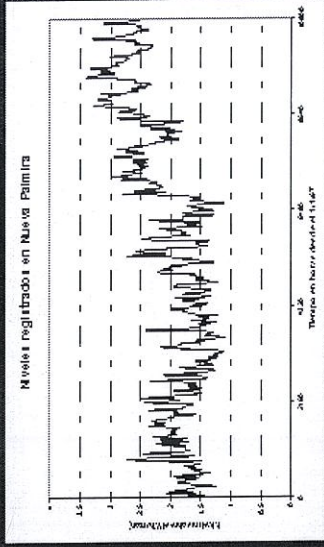
3/18/04

Modelación Hidrosedimentológica del Río Uruguay

Caudales erogados por Palmar

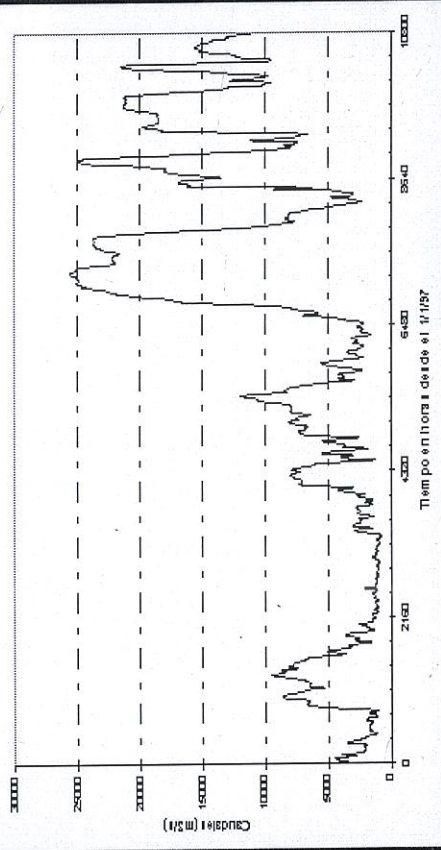


Niveles en Nueva Palmira



Variación temporal de las condiciones de borde de borde

Caudales erogados por Salto Grande



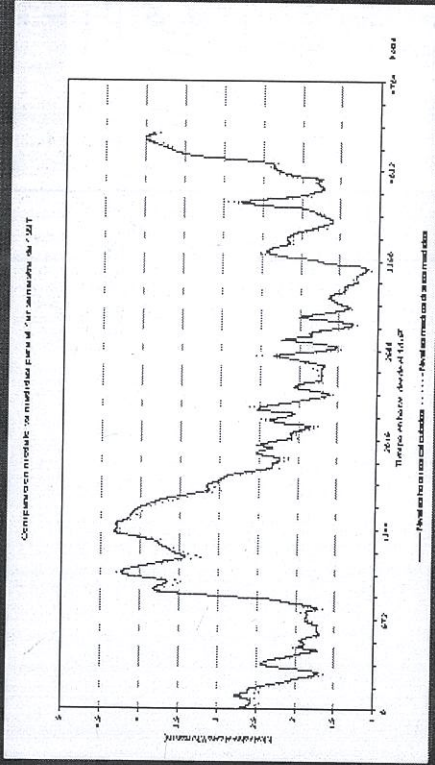
Caudales erogados por Salto Grande

3/18/04

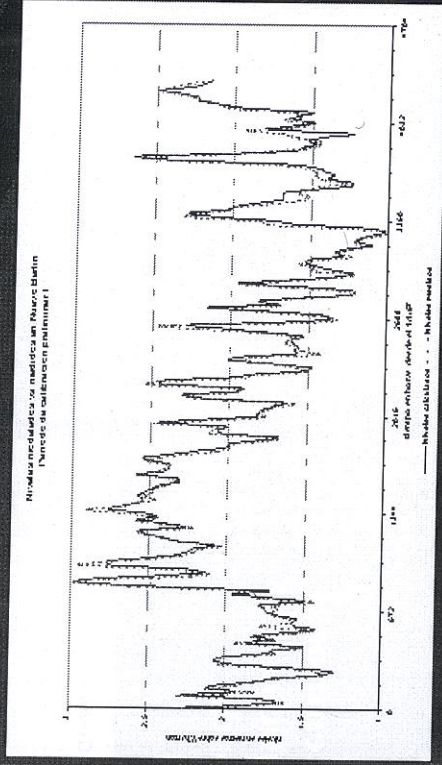
Modelación Hidrosedimentológica del Río Uruguay

15

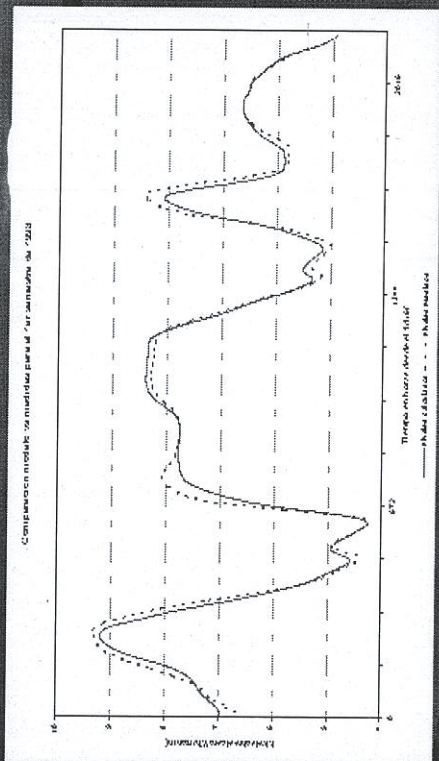
Calibración del modelo hidrodinámico Período bajo: primer semestre de 1997 Ajuste para Paysandú



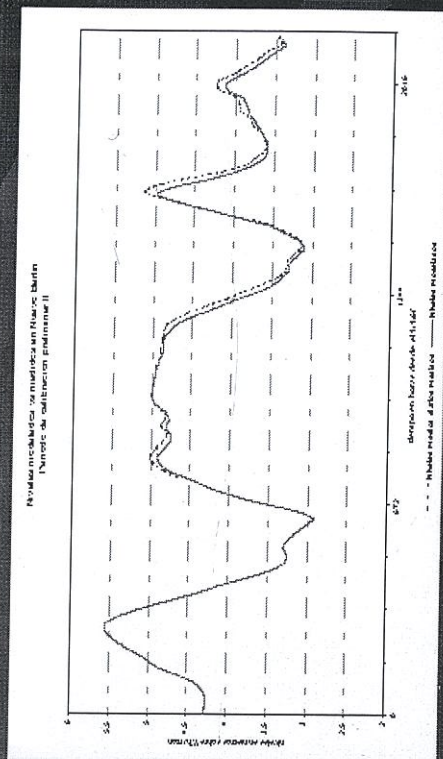
Calibración del modelo hidrodinámico Período bajo: primer semestre de 1997 Ajuste para Nuevo Berlín



3/18/04



Calibración del modelo hidrodinámico Período alto: primer semestre de 1998 Ajuste para Paysandú

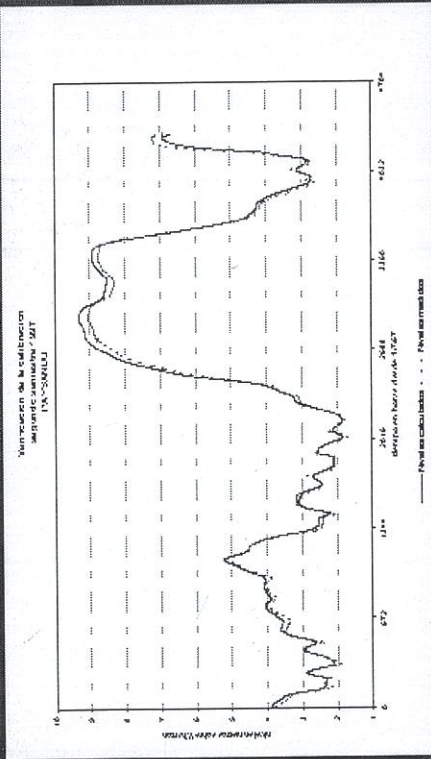


Calibración del modelo hidrodinámico Período alto: primer semestre de 1998 Ajuste para Nuevo Berlín

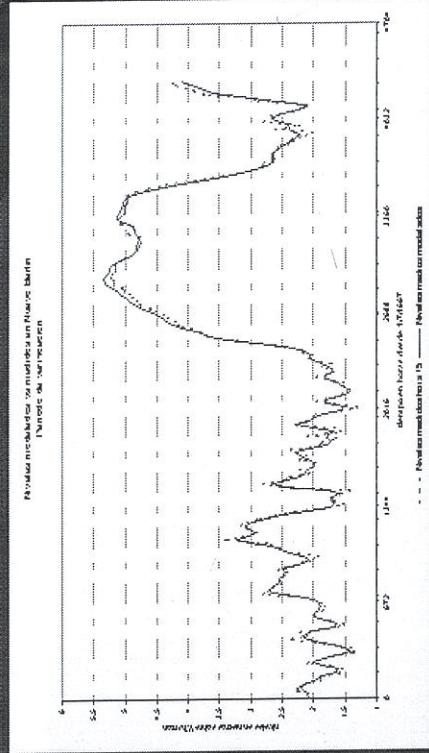
3/18/04

Modelación Hidrosedimentológica
del Río Uruguay

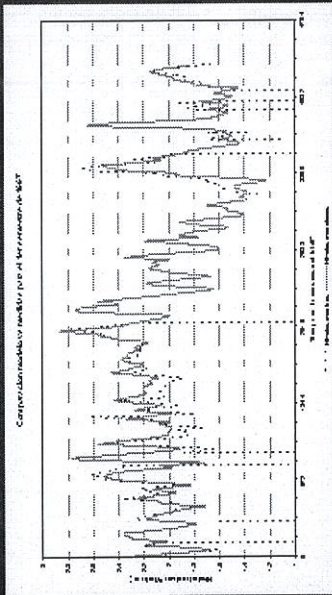
Verificación del modelo hidrodinámico Creciente del segundo semestre de 1997 Ajuste para Paysandú



Verificación del modelo hidrodinámico Creciente del segundo semestre de 1997 Ajuste para Nuevo Berlín

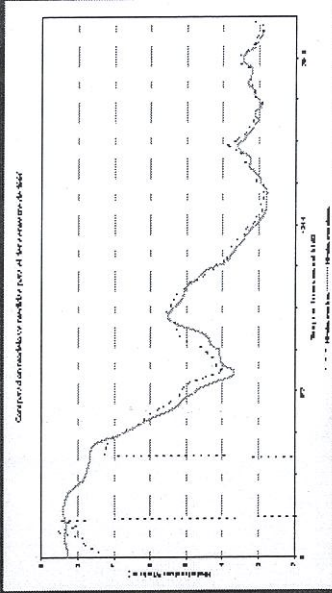


Calibración del modelo Primer semestre de 1997

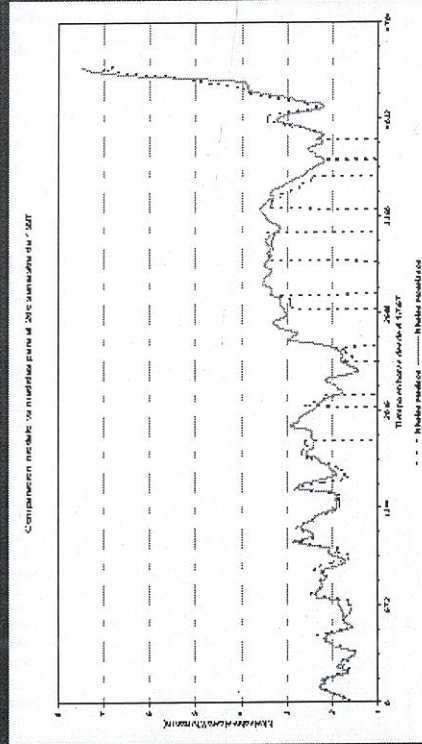


Ajuste para Mercedes (Río Negro)

Calibración del modelo Primer semestre de 1998



Verificación del modelo



Segundo semestre de 1997

3/18/04

Modelación Hidrosedimentológica
del Río Uruguay

19

Aplicabilidad del producto resultante

- Análisis de medidas para mitigar el alcance y los impactos socioeconómicos de las crecientes y las inundaciones
- Impacto ambiental de las actividades reguladoras de caudal en el río
- Estudio de problemas ambientales vinculados a la existencia de ciudades ribereñas

**INUNDACIONES EN
EL URUGUAY**

**Presentación de UTE para la
Academia Nacional de Ingeniería**



Otros Niveles de Control

Fecha Viernes Hora

Los datos para Río Negro estan confirmados.

Otros Niveles de Control				
Cuenca	Subcuenca	Alt.Dia Act.(m)	Alt. Dia Ant.(m)	
▶ Central Dr. Gabriel Terra	Alto Río Negro	78,09	78,14	Paso Ramírez*
Central Dr. Gabriel Terra	Directa Terra	77,98	78,02	San Gregorio de Polanco*
Central Dr. Gabriel Terra	Directa Terra	77,94	77,96	C.H. Terra Margen Derecha*
Central Dr. Gabriel Terra	Directa Terra	77,96	77,98	C.H. Terra Margen Izquierda*
Central Baygorria	Salsipuedes	5,35	5,40	Salsipuedes
Central Baygorria	Directa Baygorria	7,46	7,45	Paso de los Toros
Central Constitución	Río Yí	3,20	3,12	Paso del Bote
Bajo Río Negro	Mercedes	0,55	0,95	Mercedes
Bajo Río Negro	Desembocadura en Río	0,90	1,35	Villa Soriano

* ESTOS NIVELES ESTAN REFERIDOS AL CERO BONETE

Unidades de Caudal			
Cuenca	Subcuenca	Cau.Dia Act.(m)	Cau.Dia Ant.(m)
▶ Bajo Río Negro	Mercedes	250	193

S.G.E. - Sistema de Gestión de Explotación - Hidrología - [Otros Niveles de Control]

Archivo Edición Opciones Tablas Ventana ?

Fecha 15/1/98 Jueves Hora 7:00

Cuenca

Aceptar

Los datos para Río Negro NO estan confirmados.

Otros Niveles de Control				
Cuenca	Subcuenca	Paso	Alt.Dia.Act.(m)	Alt.Dia.Ant.(m)
▲ Central Dr. Gabriel Terra	Alto Río Negro	Ramírez*	84,54	84,79
Central Dr. Gabriel Terra	Directa Terra	San Gregorio de Polanco*	82,77	82,77
Central Dr. Gabriel Terra	Directa Terra	C.H. Terra Margen Derecha*	82,69	82,70
Central Dr. Gabriel Terra	Directa Terra	C.H. Terra Margen Izquierda*		
Central Baygorria	Salsipuedes	Salsipuedes		
Central Baygorria	Directa Baygorria	Paso de los Toros	12,55	12,53
Central Constitución	Río Yf	Paso del Bote	5,10	5,55
Bajo Río Negro	Mercedes	Mercedes	6,49	6,59
Bajo Río Negro	Desembocadura en Río	Villa Soriano	3,61	3,75

* ESTOS NIVELES ESTAN REFERIDOS AL CERO BONETE

Unidades de Caudal m³/s

Cuenca	Subcuenca	Paso	Cau.Dia.Act.(m)	Cau.Dia.Ant.(m)
▲ Bajo Río Negro	Mercedes	Mercedes	5208	5249

GECD134M
UT536253

CONTROL DE GESTION DE LA EXPLOTACION
--- TABLA DE CAUDALES EN MERCEDES ---

28/06/99
13:30:56

PAGINA : 1 DE 2
UNIDADES: m3/s
2,75 3,00

NIVEL VILLA SORIANO

	1,50	1,75	2,00	2,25	2,50			
N	4,50	3965	3818	3666	3506	3339	3164	2978
I	5,00	4566	4419	4267	4109	3945	3773	3594
V	5,50	5222	5073	4919	4761	4597	4427	4250
E	6,00	5927	5775	5619	5458	5293	5122	4946
L	6,50	6676	6521	6362	6199	6031	5859	5682
	7,00	7549	7388	7224	7056	6884	6707	6526
	7,50	8635	8465	8293	8116	7936	7752	7563
M	8,00	9802	9624	9442	9257	9068	8875	8678
E	8,50	11050	10863	10672	10478	10281	10079	9873
R	9,00	12380	12183	11984	11780	11574	11363	11149
C	9,50	13791	13585	13376	13164	12948	12729	12506
E	10,00	15285	15069	14851	14629	14404	14176	13944
D	10,50	16861	16636	16408	16177	15943	15705	15463
E	11,00	18520	18285	18048	17807	17563	17316	17065
S	11,50	20262	20017	19770	19520	19267	19010	18750

PF20.- SALIR

PF12.- PAGINA SIGUIENTE



Influencias y Secuelas en Mercades

NIVEL SOBRE 4,5 mt. :

-Inundación de la rambra, trastornos parciales de circulación, inundación de locales de Prefectura, Arenera, Club de Remeros, Recreos de Isla del Puerto.

NIVEL SOBRE 7,0 mt. Y DEBAJO DE 8,0 mt. :

-Inundación progresiva de viviendas con frente a la rambra y locales varios; problemas de evacuación previstos y manejables por la Intendencia Municipal de Soriano.

NIVEL SOBRE 8,0 mt. Y DEBAJO DE 10,0 mt. :

-Inundación de áreas densamente pobladas, problemas de evacuación masiva de cientos a varios miles de personas, situación no prevista por lo infrecuente, requerirá intervención de autoridades nacionales además de locales, y medidas extraordinarias (declaratoria de zona de emergencia por el P.E.M.D.N. y M.del I.).
-Inundación de hasta 71 manzanas densamente pobladas.
-Frecuencia estimada : 1 vez cada 150 años.

NIVEL 10,0 mt. :

- Idem anterior.
- 71 manzanas inundadas.
- Frecuencia estimada : 1 vez cada 2000 años.

NIVEL 11,5 mt. :

- Idem anterior.
- 92 manzanas inundadas.
- Frecuencia estimada : 1 vez cada 9000 años.

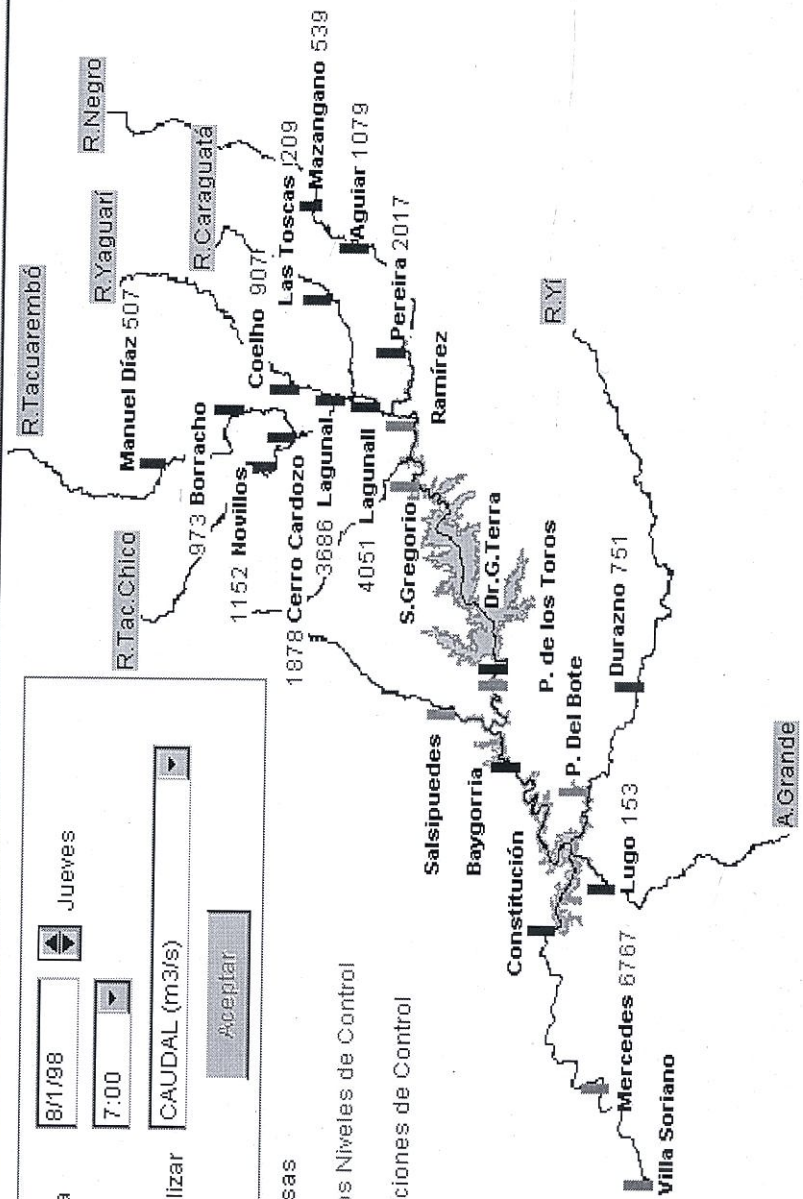
Archivo Edición Opciones Tablas Ventana ?

Fecha: 8/1/98 Jueves

Hora: 7:00

Visualizar: CAUDAL (m3/s)

- Presas
- Otros Niveles de Control
- Secciones de Control



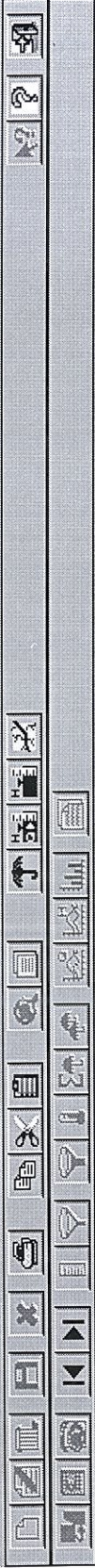


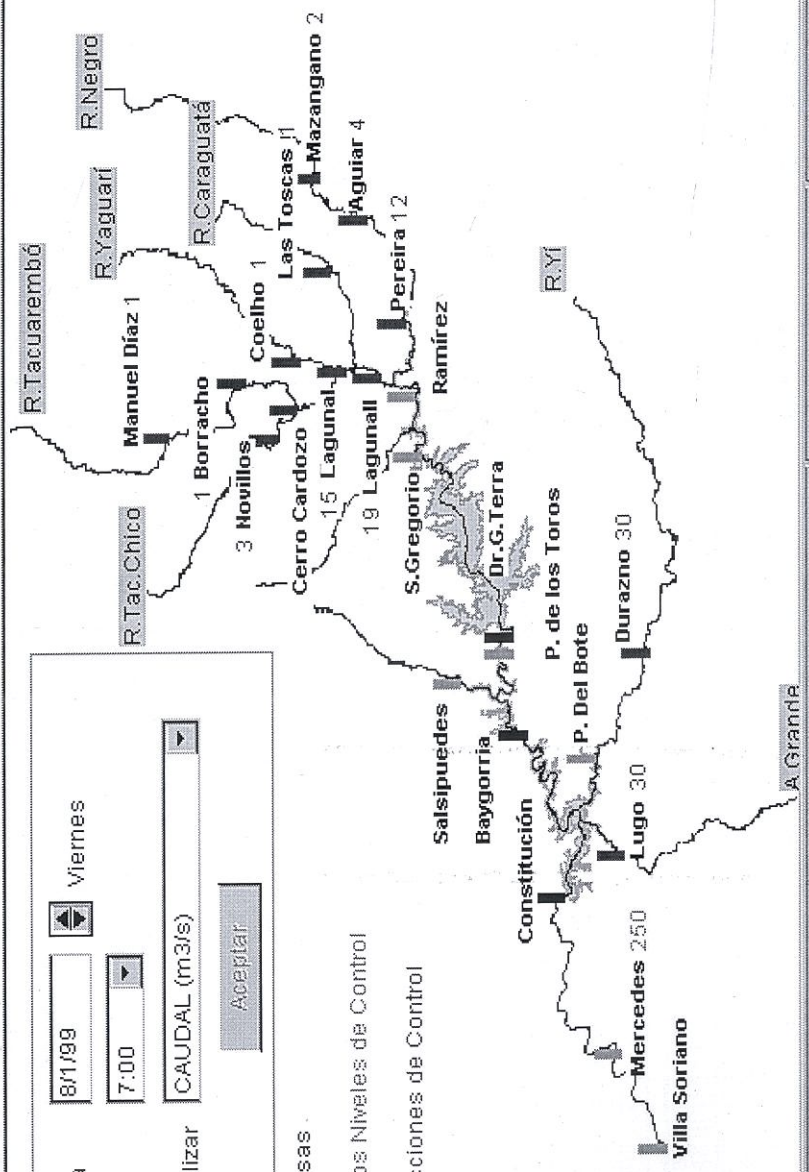
Diagrama de Aportes en cuenca Río Negro

Fecha 8/1/99 Viernes

Hora 7:00

Visualizar CAUDAL (m3/s)

- Presas
- Otros Niveles de Control
- Secciones de Control





Aportes en Secciones de Control

Gráfica Comparativa de Histórico Diario de Aportes

Gráfica Comparativa de Aportes Diarios

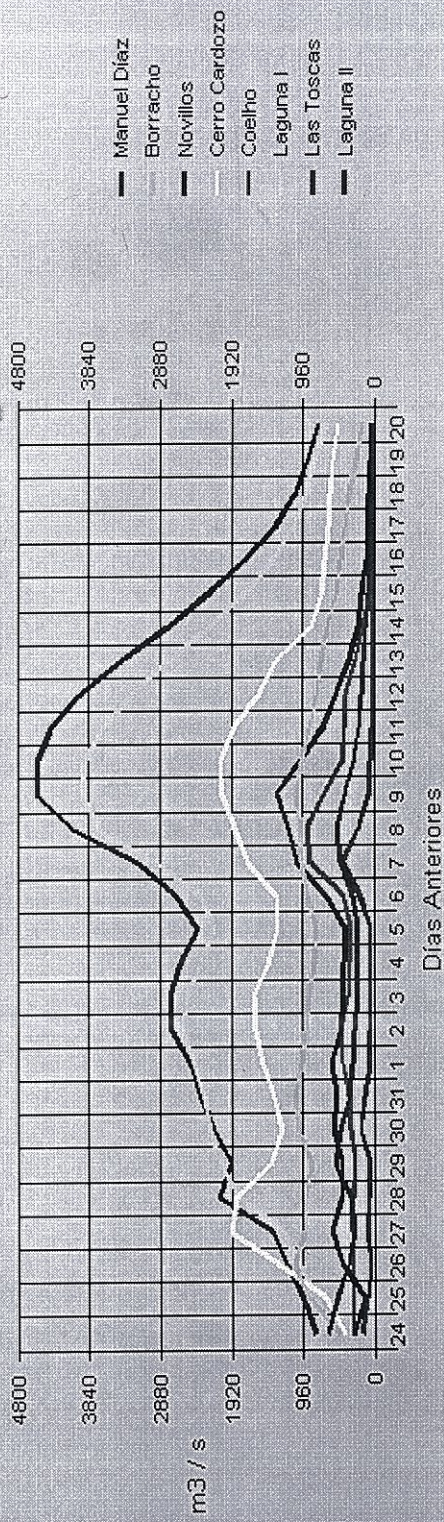
Graficar
Ajustar Esc.
Esc. Original

Máximo 4800
Mínimo 0

Escala gráfica

Fecha 20/1/98 Martes

Hora 7:00

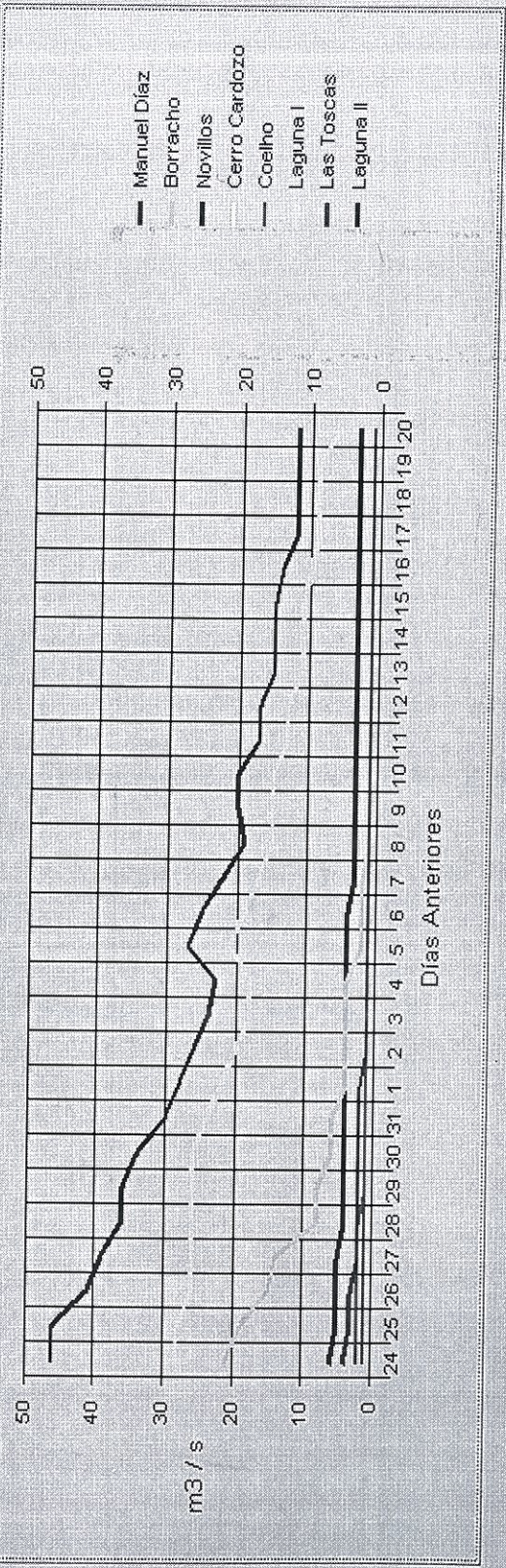




Gráfica Comparativa de Aportes Diarios

Fecha: Miércoles
 Hora:

Escala gráfica: Máximo Mínimo



ELEMENTOS PARA GESTIONAR LAS CRECIDAS

Disponibles actualmente:

Redes Convencionales Pluviométrica e Hidrométrica.

* Constituidas por 130 estaciones pluviométricas, 28 estaciones limnimétricas y 15 estaciones de aforo respectivamente, han sido consideradas adecuadas por Consultores externos para controlar la conformación de los caudales de crecida y calcular con suficiente exactitud el campo de precipitaciones en toda la cuenca.

Estudio actualizado de máximas crecidas.

* Habiendo realizado durante los años 1997 y 1998 la actualización y reevaluación de los estudios Hidrológicos-Hidráulicos del sistema que constituye el aprovechamiento hidroeléctrico del Río Negro, han quedado como resultado de dichos trabajos:

- * **La reevaluación de la seguridad estructural de las obras**, donde se concluye que la crecida con tiempo de retorno 10000 años (considerando el evento extremo para proyectos nuevos en Europa), no provoca variaciones significativas de los actuales factores de estabilidad estructural para ninguna de las tres Presas.
- * La obtención de un **programa de operación de compuertas**, resultado de efectuar la simulación del sistema de embalses en gran cantidad de escenarios, el que permite:
 - laminar las crecidas manteniendo las condiciones seguridad de las estructuras;
 - minimizar afectación de terceros aguas abajo;
 - obtener el máximo nivel operativo en los embalses al finalizar la crecida.
- * Los elementos necesarios (niveles máximos aguas arriba y aguas abajo para crecidas de tiempo de retorno de hasta 10000 años) para realizar la actualización de los planes de contingencia para protección de las centrales, actividad que a la fecha se encuentra prácticamente finalizada.

* PADE

U.T.E. tiene previsto emprender en el corto plazo, como paso siguiente a la realización del Estudio de Máximas Crecidas, la elaboración de un Plan de Acción durante Emergencias (PADE). El mismo se trata de una programa con dos componentes:

Componente Técnica: U.T.E. está en condiciones de comenzar a formularla.

Componente Organizacional: es imprescindible la participación de todos los agentes involucrados:

Municipios

Ministerios competentes

Órganos de Defensa Civil

Organizaciones no gubernamentales

ELEMENTOS EN PROCESO

- * Se encuentra próximo a su finalización el proyecto de **telemedición**: permitirá automatizar la adquisición y el procesamiento primario de información hidrológica de la cuenca del Río Negro en tiempo real y con independencia del observador.
- * El **modelo de previsión de caudales y niveles asociados a la Red**, permitirá optimizar los pronósticos de niveles aguas abajo de las tres Presas. Esto cobra fundamental importancia en caso de crecidas capaces de provocar inundaciones en ciudades como Paso de los Toros y Mercedes.

PROCEDIMIENTOS ACTUALES DE NOTIFICACIÓN

Para minimizar el impacto sobre poblaciones y haciendas, se realizan avisos de movimiento de compuertas a los siguientes agentes en el área de influencia de la Presa:

Intendencias Municipales	Juntas Locales
Radios locales	Periódicos locales
Bomberos	Policía
Ejército	Oficinas de navegación
Estaciones de AFE	Comisiones de Turismo
Juntas de vecinos	Establecimientos agropecuarios

Los avisos se realizan:

- 24 horas de anticipación en el caso de la Presa "Dr. Gabriel Terra".
- 2 horas en el caso de la Presa "Rincón de Baygorria".
- 12 horas en el caso de la Presa "Constitución".

Борис

Иванович

Иванов

COMISIÓN TÉCNICA MIXTA de SALTO GRANDE



**Ing. Fernando V. Wald
Gerencia General (ROU)**

Mayo de 2003



Impacto del “Niño 1997/1998” en la cuenca de Salto Grande

Introducción.

En los meses de Mayo y Junio de 1997, Salto Grande fue alertada por la importancia que adquiriría el fenómeno del “Niño” en el Océano Pacífico. La Comunidad Científica ya estaba en condiciones de predecir alteraciones atmosféricas de consideración.

Los Servicios Meteorológicos Argentino y Uruguayo detectaron en el mes de septiembre de 1997 y nos lo hicieron saber, la ocurrencia de alteraciones en el Océano Atlántico. La elevada humedad transportada por la Corriente del Chorro desde el Pacífico y el aporte desde el Atlántico desencadenaron el inicio de un período de 12 meses de precipitaciones continuadas, que constituyen el evento hidrometeorológico más notorio de la historia del Río Uruguay y de Salto Grande.

La Operación de la Central Hidroeléctrica de Salto Grande se orientó en el manejo de estos fenomenales aportes y en la minimización de los perjuicios a las poblaciones (más de 250.000 habitantes).

El apoyo recibido de los Servicios Meteorológicos de Argentina y Uruguay, la NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration) de USA, y en forma especial de la ANEEL (Agencia Nacional de Energía Eléctrica), el CPTEC (Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos) y el CLIMHER (Centro Integrado de Meteorología y Recursos Hídricos) de Brasil, y del GDayO (Grupo de Dinámica de la Atmósfera y el Océano de la Facultad de Ingeniería de Montevideo), fue fundamental para sustentar las enérgicas maniobras de la operación de protección de Salto Grande que logró limitar las cotas de inundación en las zonas de Concordia - Salto en más de 2,0 metros, lo cual significó una reducción considerable de hogares afectados.

De cualquier manera, 5000 habitantes debieron ser desalojados en las ciudades de Salto y Paysandú de la ribera uruguaya y 10000 en las ciudades argentinas de Concordia, Concepción del Uruguay, Colón.

La evaluación de los daños ocasionados por el evento descrito, se sitúa en decenas de millones de dólares.

Los aportes científicos sobre la predicción de la Variabilidad Climática han colaborado en la amortiguación de los efectos, por lo que se concluye la conveniencia y necesidad de intensificarlos en el futuro, para aumentar la atenuación de los daños sociales y económicos, en especial para los países en vías de desarrollo del Sudeste de Sudamérica, que son intensamente afectados por “El Niño”.

En Setiembre de 1997 comenzaron a producirse precipitaciones en toda la Cuenca del Río Uruguay, que provocaron lo que sin dudas constituye el evento hídrico más importante

registrado en la historia del Organismo. Las intensas lluvias ocurridas hasta el presente provocaron crecientes de grandes proporciones, que se gestaron a todo lo largo del trayecto del río.

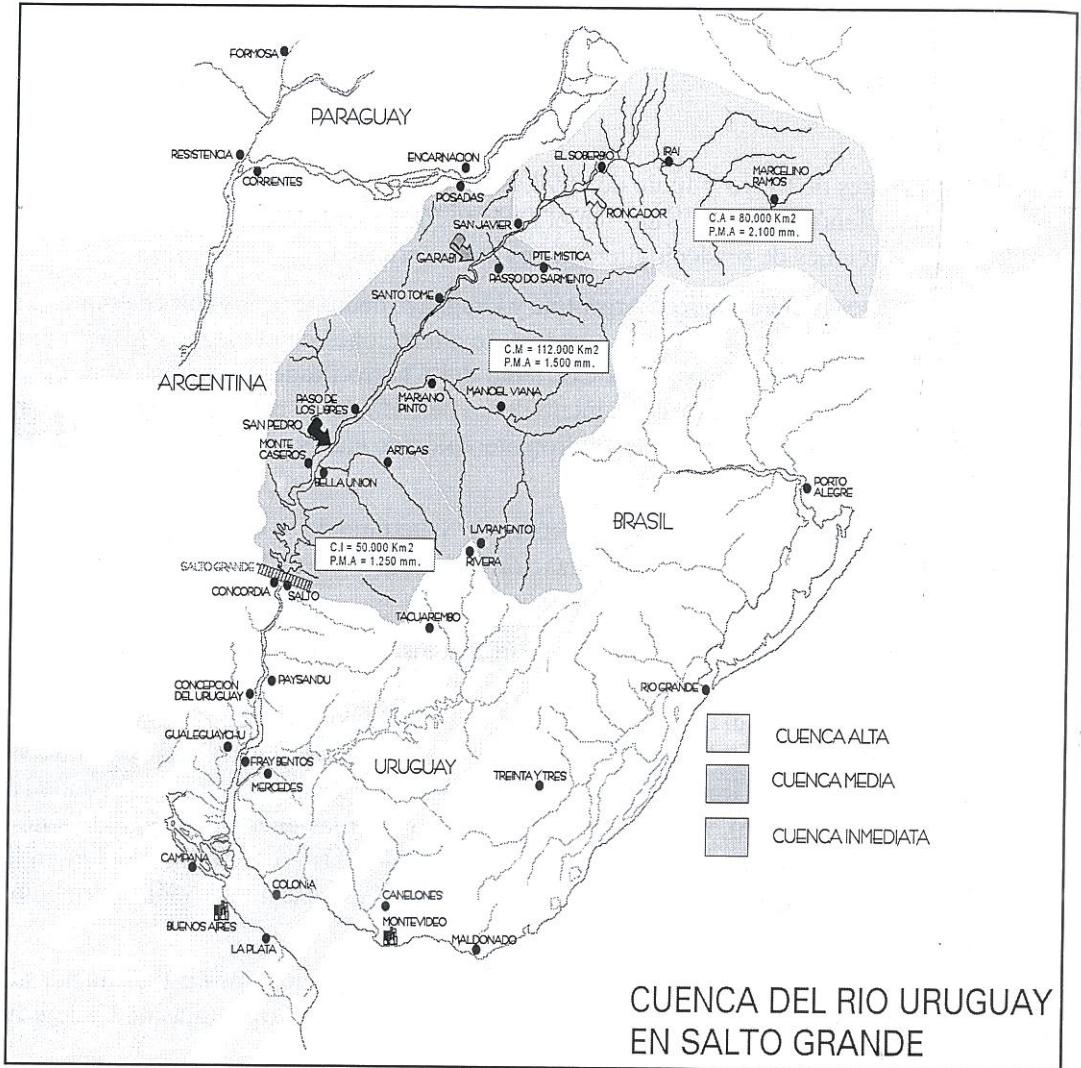


Fig. N° 1

En la Fig. N° 1 se aprecia la cuenca del Río Uruguay en la sección de Salto Grande con sus tres subcuenas, Alta, Media e Inmediata en las que se han indicado áreas y precipitaciones medias anuales. La Cuenca Alta encajonada, es la de mayor pendiente y está mayoritariamente contenida en territorio Brasileño, la Media que se instala en territorios Argentino y Brasileño, que tiene mayor superficie y respuesta frecuentemente más prolongada en el tiempo y la Cuenca Inmediata que por estar constituida en gran parte por un suelo de basalto y estar sobre el lago tiene una respuesta muy rápida sobre el Lago de Salto Grande.

CRECIDA OCTUBRE 1997 / SETIEMBRE 1998 PRECIPITACIONES POR SUBCUENCAS

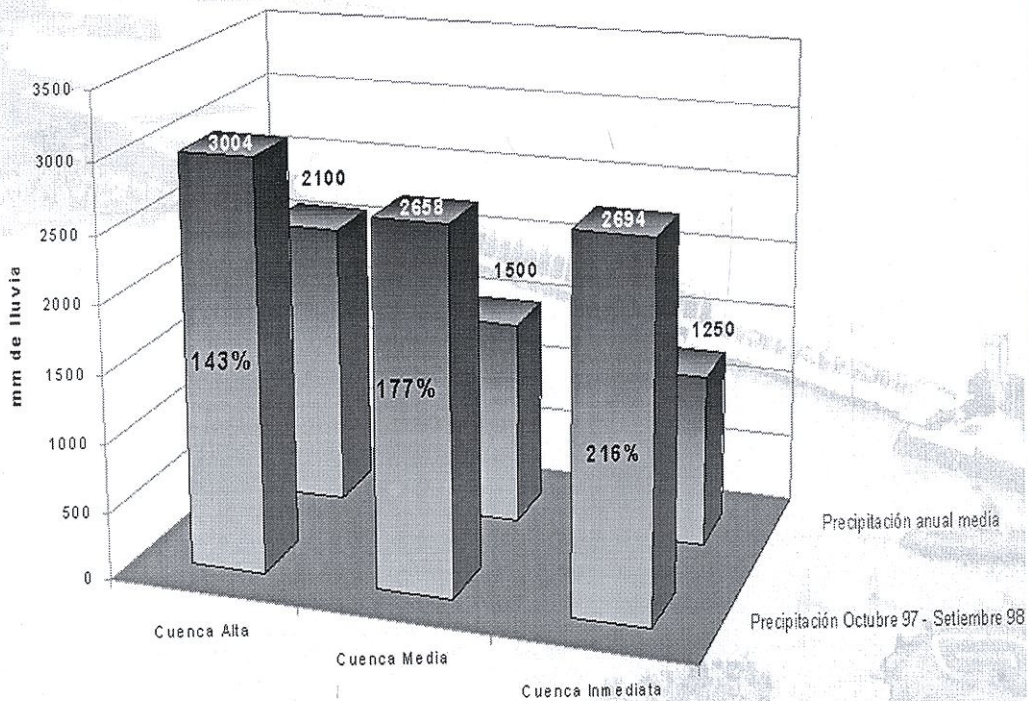


Fig. No. 2

Las Precipitaciones.

La evaluación aproximada de las precipitaciones ocurridas en cada una de las cuencas se comparan con las medias anuales en la Fig. N° 2, dando el panorama global de la magnitud del extremo evento meteorológico registrado.

El Niño

Los fenómenos meteorológicos observados, están fuertemente correlacionados con el ENOS («El Niño Oscilación Sur») y la información disponible sobre este tema fue fundamental para haber estado alerta en la operación, tomando medidas enérgicas para su mitigación.

La Fig. N° 3 muestra los aportes recibidos en el período considerado de Setiembre-Octubre 1998, los caudales erogados por la represa de Salto Grande y se les compara con el promedio en el período y con el módulo del río determinado en la serie histórica de los últimos 100 años.

Como consecuencia de este fenómeno climático, el Río Uruguay se comportó en términos medios como el Río Paraná en Santa Fe (módulo 16.000 m³/s aproximadamente), con el agravante de haber mantenido su característica variabilidad.

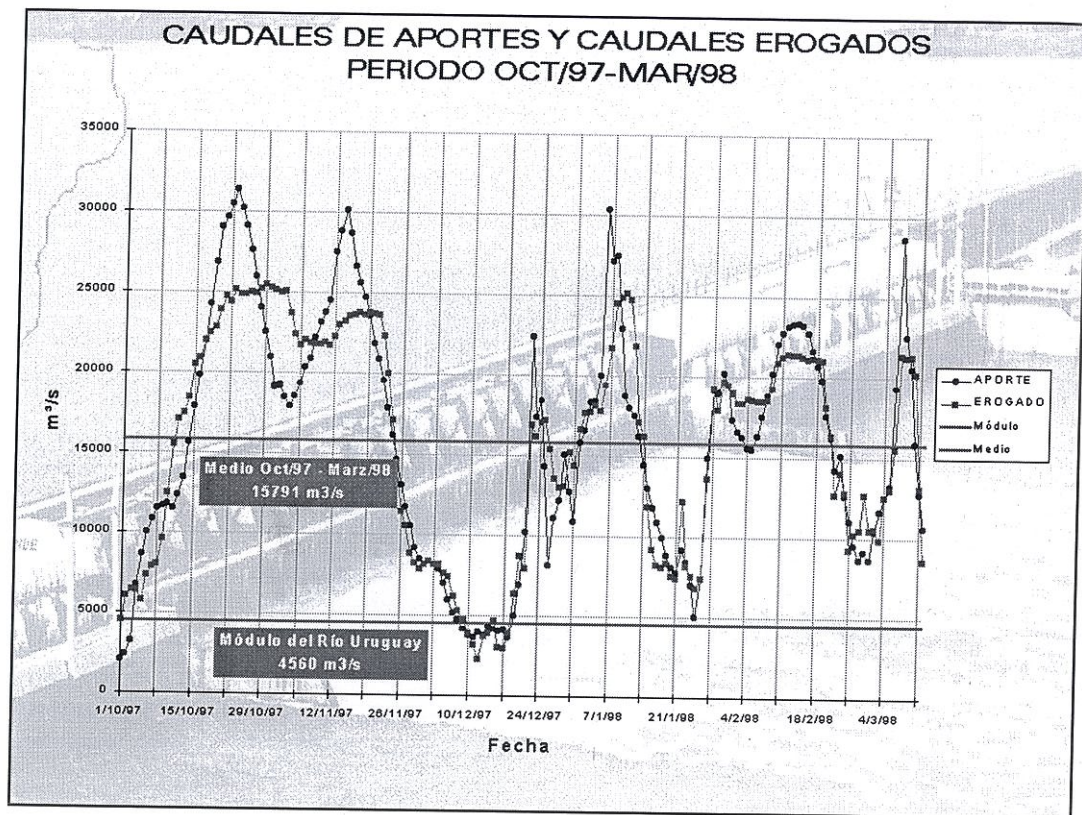


Fig. N° 3

Caudales.

En la Fig. N° 4 se muestra que los caudales han sido récord en cada uno de los primeros 6 meses del período. Luego se mantuvieron en valores muy altos.

Ordenados en la serie histórica de caudales máximos medios diarios, los picos observados de 31.356 m³/s en Octubre de 1997 y 30113 m³/s en noviembre de 1997 ocupan la quinta y octava posición como se indica en la tabla de la Fig. N° 5.

La Crecida verificada durante los meses de Octubre y Noviembre de 1997 resultó ser la de mayor volumen pasado por la sección de la represa.

La Fig. N° 6 muestra los hidrogramas de las más voluminosas crecidas de la serie histórica.

En la Fig. N° 7 se comparan los volúmenes de las máximas crecientes registradas en la serie histórica del Río Uruguay en la sección Salto Grande.

APORTES DEL PERIODO OCTUBRE / 97 - SETIEMBRE / 98

Aportes del Periodo Oct/97 - Ene/98

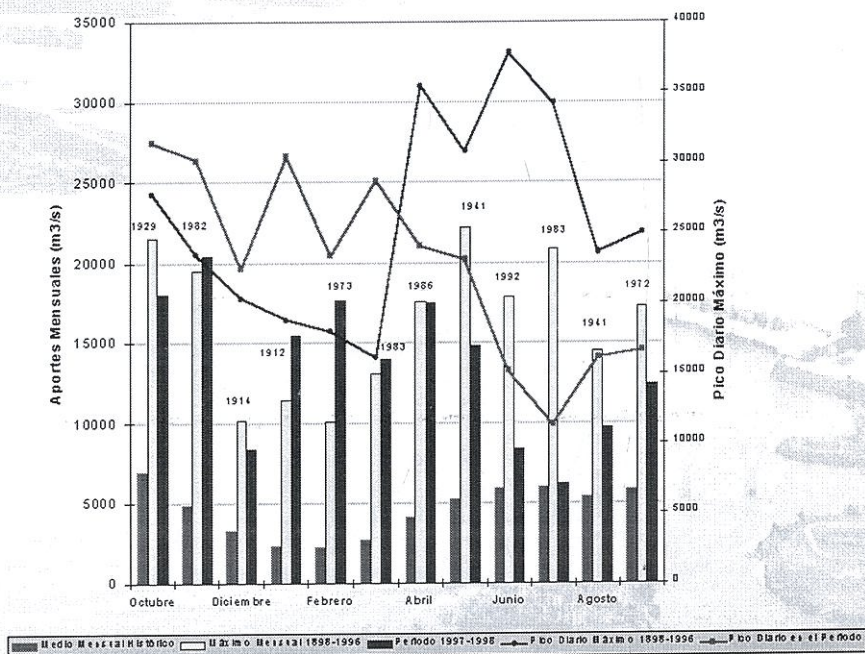


Fig. No. 4

MAXIMAS CRECIDAS HISTORICAS PERIODO 1898 - 1998

	FECHA	CAUDAL
1	JUNIO / 1992	37.714
2	ABRIL / 1959	35.431
3	JULIO / 1983	34.159
4	ABRIL / 1986	31.635
5	OCTUBRE / 1997	31.356
6	MAYO / 1983	30.752
7	ENERO / 1998	30.364
8	JULIO / 1990	30.285
9	NOVIEMBRE / 1997	30.100
10	MAYO / 1941	29.234
11	MARZO / 1998	28.664
12	OCTUBRE / 1929	27.694
13	JUNIO / 1926	26.590
14	ABRIL / 1987	25.043
15	SETIEMBRE / 1899	24.957
16	JUNIO / 1923	24.803
17	SETIEMBRE / 1907	24.594

Fig. No. 5

COMPARACION DE CRECIENTES

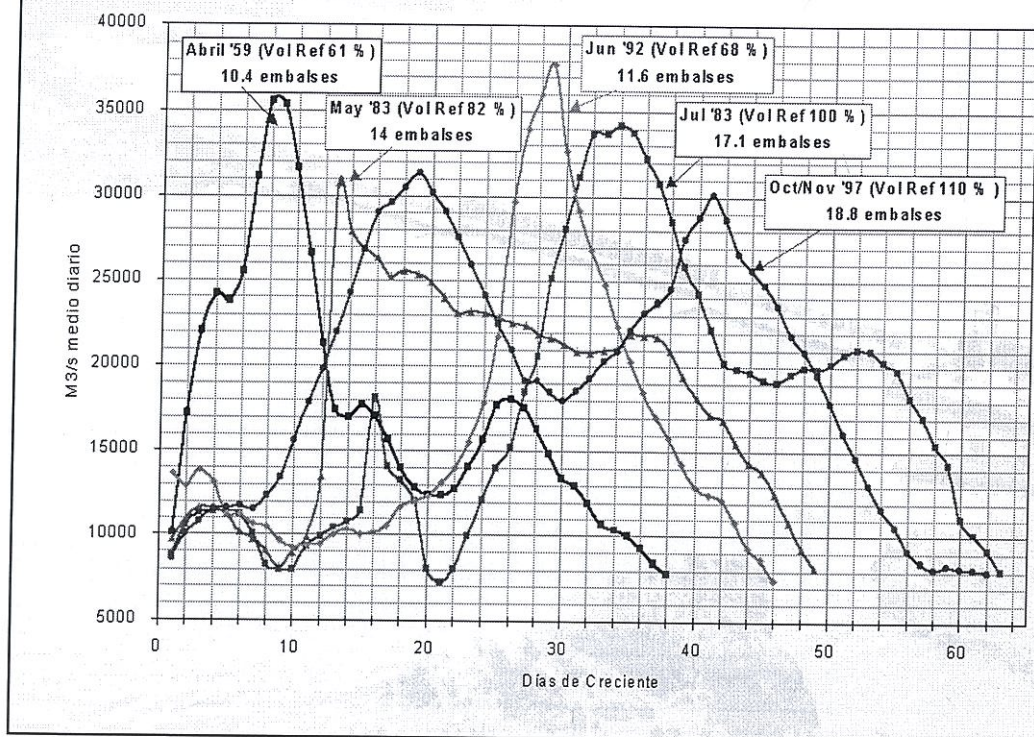


Fig. No. 6

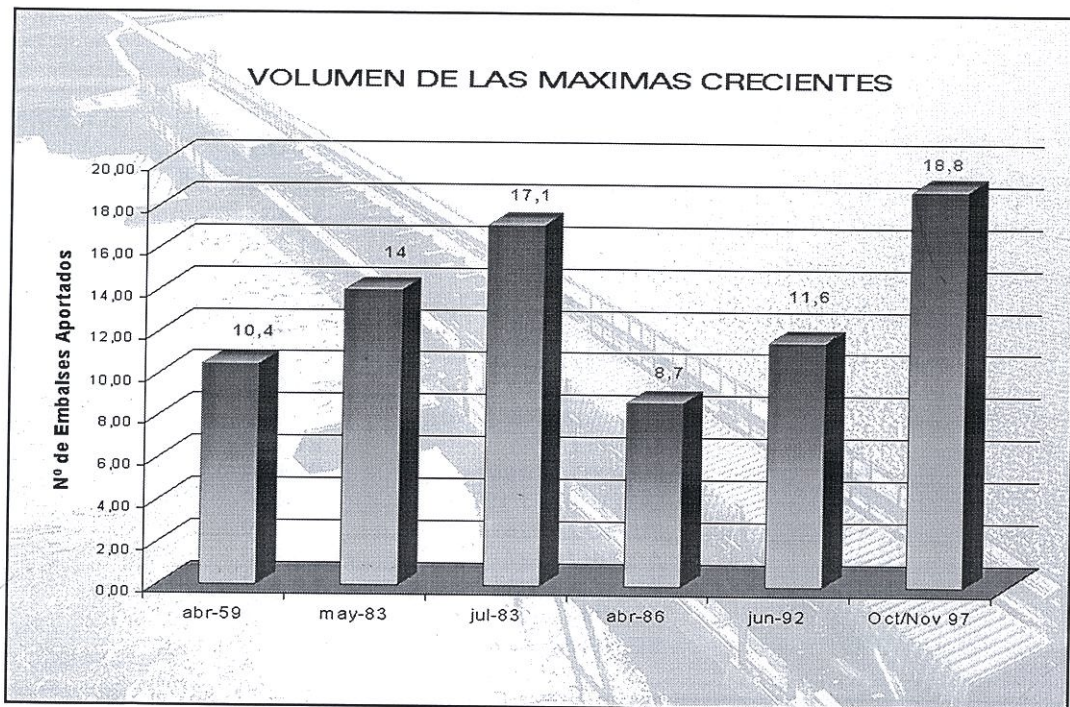


Fig. No. 7

La Operación

La operación se orientó hacia la seguridad de la presa y de las poblaciones de la región, cuidando la información a las Prefecturas y a las Comunidades y evitando las variaciones del nivel del río en horas inconvenientes, colaborando para facilitar las evacuaciones de inundados.

Las limitantes en la operación se pueden enumerar fácilmente:

El Embalse tiene un volumen útil de **5.500 Hm³**

Una Máquina consume aproximadamente **600 m³/s**

14 Máquinas a Plena Marcha consumen 8400 m³/s o sea **725 Hm³/día**

Un Embalse se consume en 7,5 días con 14 máquinas a Plena Marcha

Durante la crecida en 60 días, entraron al Lago 18,8 Embalses, o sea el equivalente a 142 días de operación de la Central a Plena Marcha.

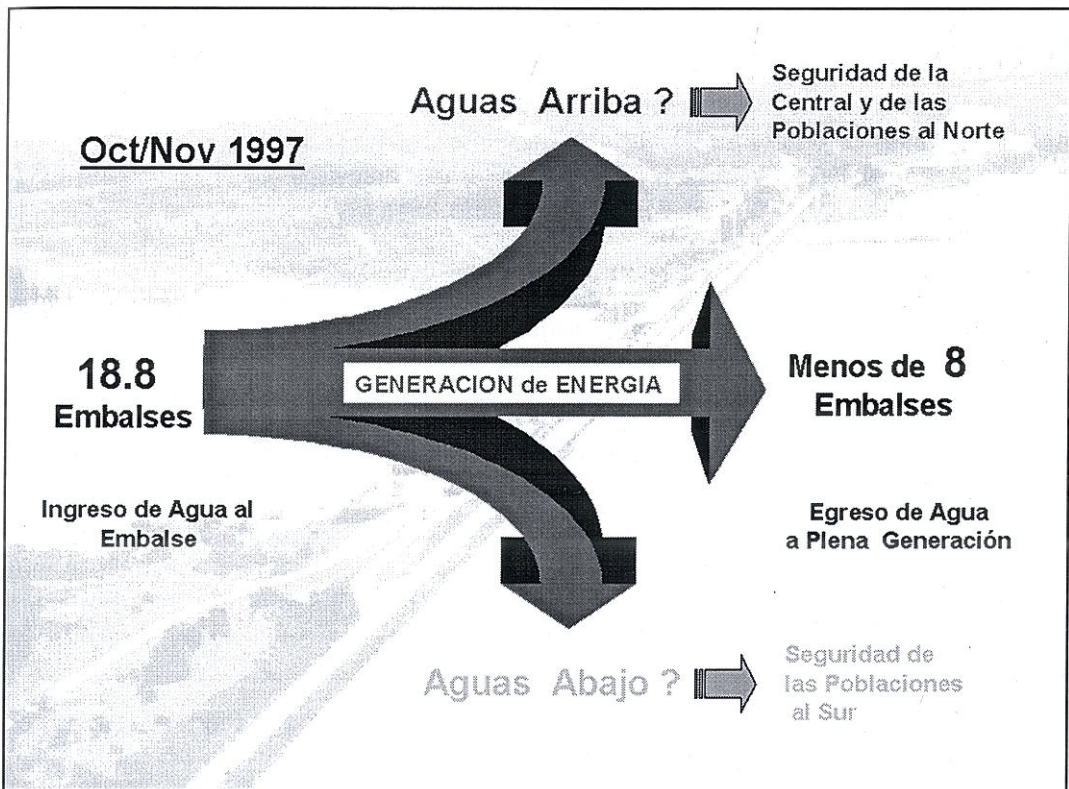


Fig. No. 8

En la Fig. N° 8 se diagrama la problemática y se deja en claro cual es el tipo de decisiones que deben ser tomadas durante el proceso.

La Información Meteorológica.

Resultó de enorme utilidad, la información meteorológica disponible, aunque en ocasiones, la realidad resultó con lluvias de intensidades diferentes de las pronosticadas.

Aunque la información extraída de Internet no fue continua, las imágenes satelitales resultaron de extrema importancia, permitiendo un seguimiento básico del desarrollo de las tormentas.

Más adelante se exponen los detalles del evento, preparados en el Dpto. de Hidrología de la Sub Gerencia de Planificación y Control Operativo de Salto Grande, cuya integración se muestra en el Anexo I.

Descripción de la situación meteorológica.

Durante los meses de octubre-noviembre/97, podemos decir que la situación meteorológica permaneció invariable durante todo el período considerado.

La situación sinóptica preponderante fue de un sistema frontal casi estacionado, ubicado en el norte de la región.

Dicho sistema dio lugar a abundante nubosidad en toda la cuenca, registrándose lluvias y tormentas de mucha intensidad, principalmente en cuenca media y cuenca alta.

Las condiciones de inestabilidad con tiempo caluroso y húmedo, favorecieron el desarrollo rápido de actividad convectiva intensa.

Analizando las imágenes satelitales, se observaban desarrollos de núcleos convectivos muy importantes en pocas horas. Cabe así destacar las lluvias ocurridas en las cuencas alta y media, entre los días 10 y 15 de octubre y la más importante el día 29 de octubre de 1997 en la cuenca media, con 100 mm. de promedio diario, cuya evolución se puede apreciar en las fotos satelitales anexadas.

En el informe, se adjuntan gráficos de precipitación en la cuenca inmediata, cuenca media y cuenca alta durante el período considerado, donde se puede observar la magnitud y frecuencia de las lluvias.

Este evento meteorológico ocurrido, se relaciona directamente con la corriente de «El Niño», que influyó en la circulación atmosférica de la cuenca, pero no hay que dejar de tener en cuenta, que el evento «El Niño» explica solo una parte de la variabilidad de las lluvias, y que hay otros factores dinámicos que intervienen, particularmente cuando el Océano Atlántico hace un aporte de humedad.

Las precipitaciones máximas en primavera, son debidas a la intensificación de los sistemas convectivos de mesoescala, principalmente en la zona noreste de Paraguay, Argentina y oeste de Brasil.

Este incremento en las lluvias, está asociado al fortalecimiento de la corriente en chorro, en el sur del Brasil en los eventos Niño y a su curvatura ciclónica.

Este evento Niño, que comenzó a ser observado en febrero de 1997, está considerado como uno de los más fuertes del siglo y los modelos indican la persistencia del mismo hasta mediados del año 1998.

En consecuencia, para 1998, se prevé un verano más lluvioso que lo normal, con precipitaciones más intensas ocasionadas por el pasaje de frentes fríos, cuyos desplazamientos serán desde el sur al norte de la cuenca.

Política de Operación.

Durante todo el proceso de la creciente, la información fue procesada por los integrantes del Dpto. de Hidrología dependiente de la Gerencia General de Salto Grande, contando a

tales efectos con la infraestructura de la Red Hidrometeorológica Telemétrica en la Cuenca Inmediata, las estaciones remotas de consulta en la Cuenca Media y un potencial creciente de Software y Hardware que le permiten un acceso creciente a la información meteorológica actualmente disponible en el mundo entero y al procesamiento a elevada velocidad de modelos matemáticos de predicción de crecidas. (Ver ANEXO III).

Estabilidad de la Presa.

Como es normal en circunstancias de crecidas extraordinarias, el Departamento de Auscultación y Relevamientos desarrolla un operativo de control de la Presa, con frecuencia renovada.

El comportamiento de las presas de hormigón y de tierra, ha sido siempre perfectamente acorde a su diseño y a las condiciones relativamente severas, a las que fueron sometidas durante la crecidas.

Comunicados de Operación de Salto Grande.

Como es habitual, diariamente se comunican a las Prefecturas Navales, el comportamiento futuro del río aguas abajo y la evolución del embalse cuando se operaba en niveles fuera de los normales.

En esta ocasión, pudo apreciarse una operación satisfactoria desde este punto de vista, puesto que las cotas del río nunca superaron en el período, los Avisos a las Prefecturas.

Asimismo, se informaba a las Juntas de Defensa Civil de las ciudades de Concordia (R.A.) y Salto (R.O.U.) del estado de situación y panorama para los próximos días.

Evacuados.

Numerosos han sido los perjuicios sufridos por la sociedad, enormes los costos de producción perdida, pero quizás la situación más dolorosa corresponde a la gran cantidad de familias que debieron abandonar sus viviendas. El detalle que sigue es a los efectos de transmitir una idea de la magnitud de lo ocurrido.

A continuación, la tabla indica cantidad de personas evacuadas en las ciudades que fueron afectadas por el fenómeno.

Localidad	Personas evacuadas	Nivel máximo (m)	Dato proporcionado por:
Monte Caseros	129	9,54	Prefectura Monte Caseros
Bella Unión	455	9,49	Prefectura Bella Unión
Federación	35	36,67	Junta Defensa Civil
Constitución	9	3,29	Prefectura Bella Unión
Belén	0	4,95	Prefectura Bella Unión
Concordia	7.900	14,30	Junta Defensa Civil
Salto	2.727	14,70	Comité Emergencia
Colón	69	9,21	Junta Defensa Civil
Paysandú	1.782	8,05	Comité Emergencia
C. del Uruguay	1.761	7,35	Junta Defensa Civil
Gualeguaychú	0	3,74	Junta Defensa Civil

(Niveles referidos a los ceros locales)

En el caso de la ciudad de Salto, y a título de ejemplo, la Jefatura de Policía preparó para el Comité Departamental de Emergencia del Sistema Nacional, un informe muy detallado, del que extractamos como especialmente interesante, la cantidad de evacuados según la cota que fue alcanzando el río, en el Puerto de Salto.

Detalle de evacuados en la Ciudad de Salto, a niveles referidos a su Puerto

m.	Casas	Evacuados
8,00 - 8,49	2	11
8,50 - 8,99	0	0
9,00 - 9,40	0	0
9,50 - 9,99	0	0
10,00 - 10,49	0	0
10,50 - 10,99	2	8
11,00 - 11,49	6	32
11,50 - 11,99	34	122
12,00 - 12,49	43	144
12,50 - 12,99	88	363
13,00 - 13,49	44	162
13,50 - 13,99	85	437
14,00 - 14,49	217	911
14,50 - 14,65	120	537

RESULTADO de la OPERACIÓN.

Como criterio operativo general, de igual forma que en octubre-noviembre/97, se priorizó la atenuación de los efectos en poblaciones ribereñas, dejando de lado la generación de energía.

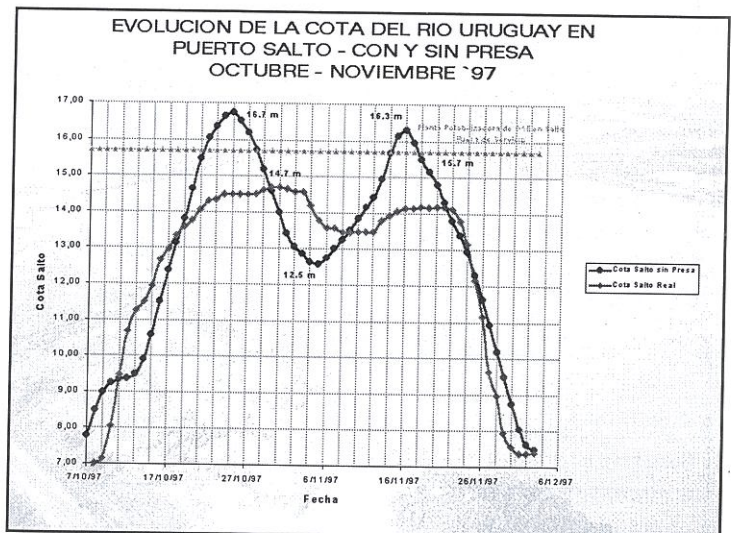


Fig N° 9

La sobre elevación del embalse, en ningún momento, puso en peligro la seguridad de las instalaciones.

Con la finalidad de determinar los resultados obtenidos, se corrió el modelo hidrodinámico tomando como condición de borde aguas arriba, los caudales de aporte al embalse.

De esta forma, se considera que los resultados obtenidos definen con buena aproximación, las características del río en régimen natural.

En la Fig. N° 9, se pueden observar los niveles reales en el puerto de Concordia durante los meses de octubre y noviembre de 1997 y los niveles obtenidos del modelo.

En la creciente de octubre el nivel máximo real fue de 14,30 m., que debe ser comparado con los 16,36 m. sin la asistencia de la presa.

En el mes de noviembre, el nivel real fue de 13,78 m., contra los 15,90 m. determinados por el modelo.

En consecuencia, las atenuaciones fueron, en ambas oportunidades, ligeramente superiores a los 2,00 m.

La Tabla de la Fig. N° 10, muestra las crecientes más importantes operadas por Salto Grande con sus resultados correspondientes. Las atenuaciones logradas en 1997, sólo fueron superadas en junio de 1992.

INFLUENCIA DE LA REPRESA EN DIFERENTES CREÇIENTES NIVELES REFERIDOS AL PUERTO DE CONCORDIA			
CRECIENTE	NIVEL REAL (m.)	NIVEL SIN PRESA (m.)	DIFERENCIA (m.)
OCTUBRE 1979	13,30	13,65	0,35
MAYO 1983	14,81	15,19	0,38
JULIO 1983	15,49	17,22	1,73
ABRIL 1986	15,36	16,40	1,04
ABRIL 1987	13,60	14,12	0,52
JUNIO 1990	14,00	15,64	1,64
JUNIO 1992	15,28	18,30	3,02
OCTUBRE 1997	14,30	16,36	2,06
NOVIEMBRE 1997	13,78	15,90	2,12

Fig. No. 10

La creciente de enero de 1998 representó un evento natural totalmente extraordinario y como tal se trató.

El nivel inicial del embalse (34,14 m.), al comenzar las precipitaciones, es sumamente conservador, si se tienen en cuenta las características hidrológicas del mes de enero.

Si no se hubiera realizado esta operación de recorte, el río aguas abajo hubiera superado en forma inmediata los 16,00 m. (escala de Concordia), más aún, si se tiene en cuenta el represamiento que le producían al río, los afluentes aguas abajo de la presa.

Con la operación realizada, se evitó erogar un caudal que, por su magnitud y velocidad de desarrollo, hubiese representado miles de damnificados aguas abajo. Asimismo el incremento gradual de la cota permitió una ordenada y coordinada evacuación de los damnificados. Durante la noche no se modificó la evacuación, con lo cual se obtiene una ventaja adicional, al no provocar inundaciones en esas horas.

En esta fase, los afluentes del río Uruguay aguas abajo, también crecieron en forma extraordinaria. El curso principal llegó a tener aproximadamente 1,00 m. por encima del nivel correspondiente a los caudales erogados. Esto restringió la evacuación total de la Represa. Se puede estimar que, sin este agravante, el nivel máximo del embalse hubiera resultado aproximadamente 0,50 m., inferior.

Asimismo, fue simulada la operación, considerando no superar los 35,00 m. en el lago. Los resultados indican que hubiera sido necesario evacuar 27.200 m³/seg., que corresponden prácticamente a una cota de 15,00 m., en la escala de Concordia.

CONCLUSION.

Como se ha observado, hemos estado sometidos a una situación totalmente extraordinaria, donde durante un período de seis meses, se han superado los máximos valores mensuales de caudales. Lo que resulta inédito, es que se han producido en forma consecutiva, pasando a constituir el evento hídrico más importante en la historia conocida del río Uruguay.

Las características con que se presentaron cada una de estas crecidas, fueron disímiles y por lo tanto su correspondiente procesamiento, respetando permanentemente idénticos objetivos.

Los niveles de seguridad de las instalaciones en todo momento fueron mantenidos, priorizando la atenuación de los efectos en las poblaciones ribereñas, dejando como producto secundario la producción de energía, la que no obstante y dada la riqueza hidráulica, fue muy alta.

La información suministrada por los servicios meteorológicos de ambos países, como también de otras reparticiones nacionales y centros internacionales adicionalmente a nuestra propia infraestructura informativa, fue de suma importancia para que los caudales máximos fueran pronosticados correcta y oportunamente, al finalizar las precipitaciones y poder prever la evolución de la crecida.

De esta manera pudo llevarse adelante, una operación que en todo momento fue informada adecuadamente a las Prefecturas y la Junta de Defensa Civil que actuaba en cada uno de los países. Siempre se respetaron los niveles de los valores comunicados.

A la luz de los resultados obtenidos puede decirse que la operación realizada, avalada por la experiencia de 18 años y siguiendo las normas generales para hacer frente a estos eventos, ha sido adecuada, por cuanto se alcanzaron lo objetivos planteados.

ANEXO I

Evento Meteorológico 1997 – 1998

Personal Técnico Integrante del Dpto. de Hidrología

Jefatura: Ing. Manuel Irigoyen
Sub Jefe: Ing. Douglas Simonet
Ingeniero Especialista: Ing. Eduardo Zamanillo
Meteorología: Lic. María Ambrosoni
Ing. Tec. Diego Rinaldi
Sub Gerencia de Planificación y Control Operativo: Ing. Fernando V. Wald

ANEXO II

Información Original recibida en Alerta del Fenómeno del Niño 1997

Forecasts from June 1997

Strong Warm Event is Imminent

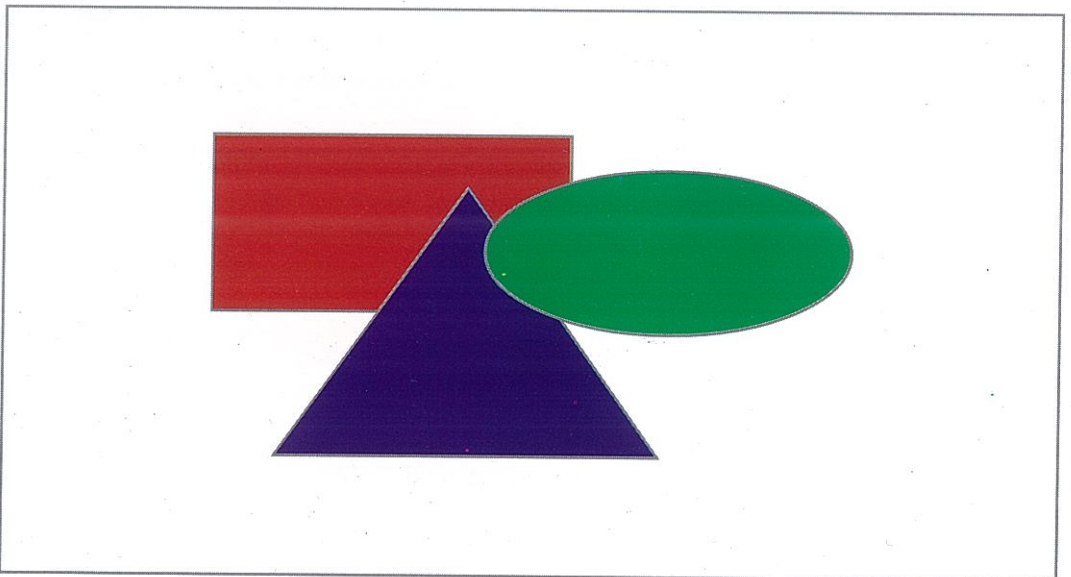
Ben P. Kirtman, J. Shukla and Zhengxin Zhu

Published in the Experimental Long-Lead

Forecast Bulletin, June 1997

The El Niño forecasts are part of an ongoing research effort at COLA, and do not represent official forecasts. These forecasts should not be used as the basis of any commercial, policy, or other decisions. They are strictly research tools for advancing the understanding of the ocean-atmosphere system.

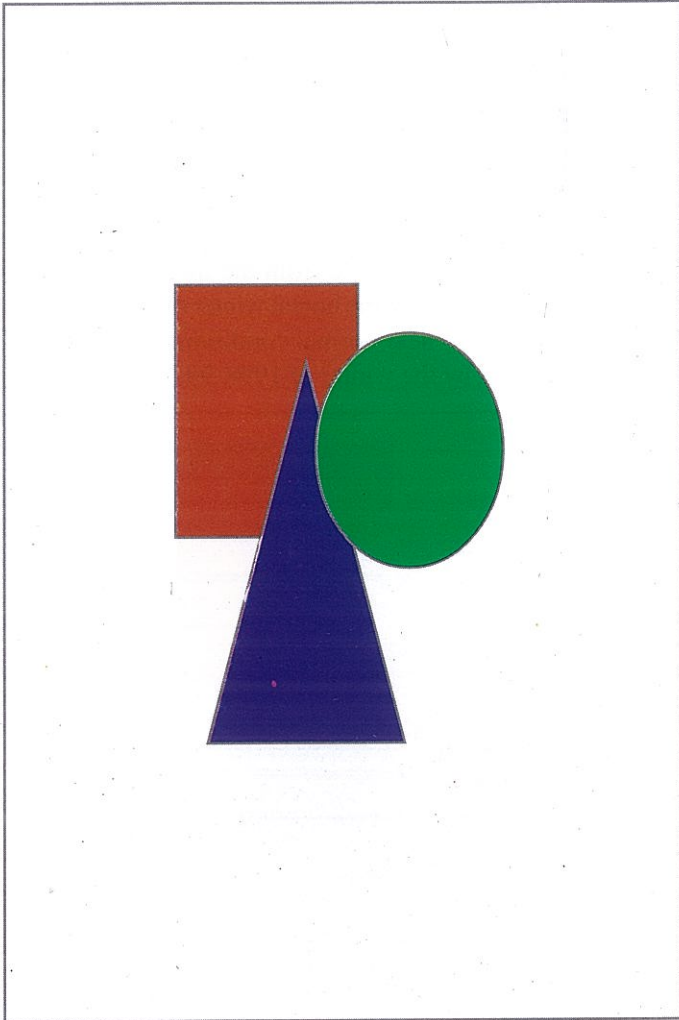
The NINO3 time series of the predicted SSTA for three forecasts initialized on, March 1, 1997, April 1, 1997 and May 1, 1997, are shown below. Each forecast is run for 18 months. The evolution of all three forecasts are fairly consistent. The model predicts steady warming through boreal summer and fall of 1997 with the strongest anomalies (approximately 1°C) occurring during the boreal winter of 1997-98. After the boreal winter of 1997-98 the NINO3 anomaly in all three forecasts decay to near normal conditions by the boreal summer of 1998.



Time evolution of the NINO3 SSTA forecast. The solid red curve corresponds to the forecast initialized in March 1997, the dashed blue curve corresponds to the April 1997 forecast and the dotted green curve corresponds to the May 1997 forecast.

The ensemble mean (average of all three forecasts) horizontal structure of the predicted SSTA for the boreal summer of 1997, the boreal fall of 1997 and the boreal winter of 1997-

98 are shown in the three panels below. The ensemble mean forecast for summer 1997 calls for relatively warm SSTA throughout much of the equatorial central and eastern Pacific. Typical of this model there are two maxima; one in the central Pacific and one in the eastern Pacific. Given the typical evolution of ENSO in this coupled model, this current forecast for is quite warm. The SSTA continues to warm through the boreal Fall with maxima will over 1°C. By winter much of the tropical Pacific is over 1°C warmer than normal and there is a sizable region in the central Pacific were SSTA exceeds 1.5°C..



The ensemble mean anomalies in sea surface temperature (SSTA). The top panel shows the predicted ensemble mean averaged over June-July-August 1997. The middle panel shows the predicted ensemble mean SSTA averaged from September 1997 to November 1997. The bottom panel shows the ensemble mean averaged over December 1997 to February 1998.

These latest forecasts are consistent with the forecast from the previous period, and indicate that peak El Niño conditions can be expected for the winter of 1997-98.

Forecasts from September 1997

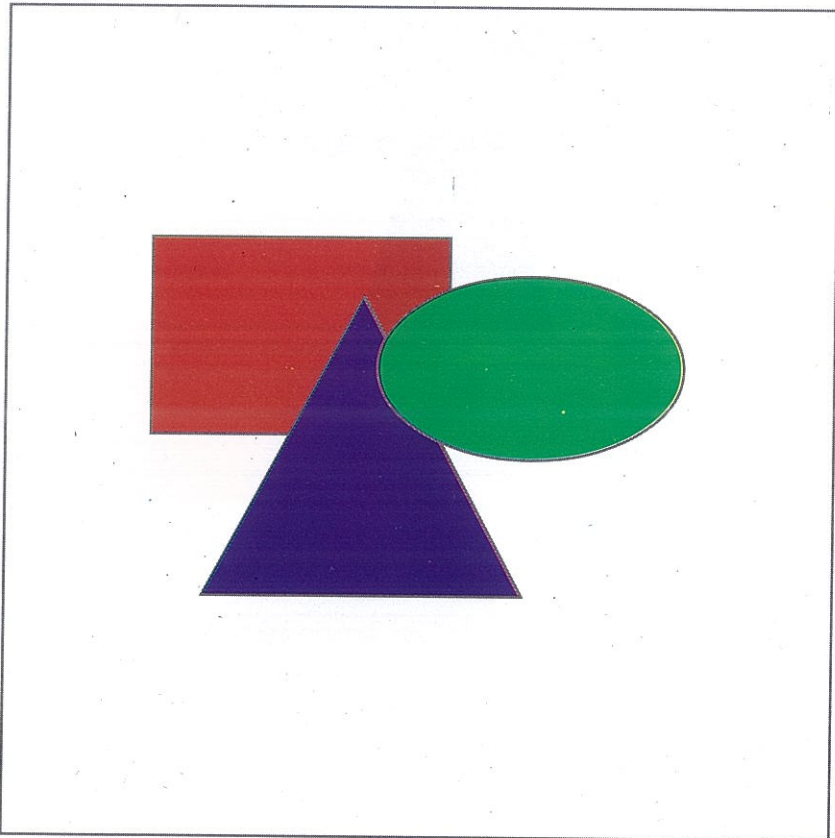
Strong Warm Event Turns Cold in '98

Ben P. Kirtman, J. Shukla and Zhengxin Zhu

Published in the Experimental Long-Lead Forecast Bulletin, September 1997

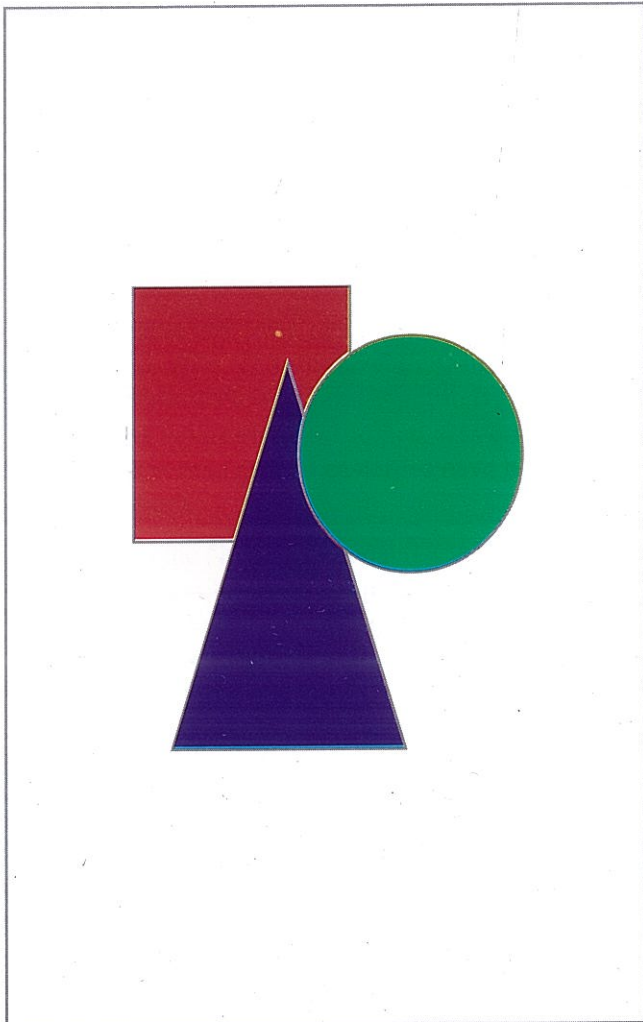
The El Niño forecasts are part of an ongoing research effort at COLA, and do not represent official forecasts. These forecasts should not be used as the basis of any commercial, policy, or other decisions. They are strictly research tools for advancing the understanding of the ocean-atmosphere system.

The NINO3 time series of the predicted SSTA for three forecasts initialized on the first day of June, July and August 1997, are shown below. Each forecast is run for 18 months. The evolution of all three forecasts are consistent. The model predicts steady anomalously warm conditions (at least 2°C) in the eastern Pacific from the initial state (boreal summer 1997) through the boreal winter of 1997-98. After the boreal winter of 1997-98 the NINO3 anomalies in all three forecasts decay rapidly to near normal conditions by the boreal summer of 1998 with rather strong cold conditions by the winter of 1998-99.



Time evolution of the NINO3 SSTA forecast. The solid red curve corresponds to the forecast initialized in June 1997, the dashed blue curve corresponds to the July 1997 forecast and the dotted green curve corresponds to the August 1997 forecast.

The ensemble mean (average of all three forecasts) horizontal structure of the predicted SSTA for the boreal fall of 1997, the boreal winter of 1997-98, and the boreal spring of 1998 are shown in the three panels below. The ensemble mean forecast for fall 1997 calls for relatively warm SSTA throughout much of the equatorial central and eastern Pacific. There is a small region of cold anomalies in the western Pacific centered along 5°N. By the winter of 1997-98, the anomaly in the central Pacific has amplified and there is some narrowing of the anomaly in the far eastern Pacific. The region of cold anomalies in western Pacific has expanded further to the west. Given the behavior this model in simulating the SSTA in the past, the warm anomaly forecast for winter 97-98 is over 3 standard deviations above normal reflecting the strength of this current ENSO event. By the spring of 1998 the rapid cooling seen in the panel above can be detected. Throughout the central and eastern Pacific the warm anomaly is less than half that forecast for the previous winter.



The ensemble mean anomalies in sea surface temperature (SSTA). The top panel shows the predicted ensemble mean averaged from September 1997 to November 1997. The middle panel shows the predicted ensemble mean SSTA averaged from December 1997 to February 1998. The bottom panel shows the ensemble mean averaged from March to May 1998.

These latest forecasts are consistent with the forecast from the previous period, and indicate that peak El Niño conditions can be expected for the winter of 1997-98. These most recent forecast, however, give somewhat stronger warm anomalies than the previous forecasts and a more rapid decay of the warm event.

EL NIÑO/SOUTHERN OSCILLATION (ENSO)

DIAGNOSTIC ADVISORY 97/8

issued by

CLIMATE PREDICTION CENTER/NCEP

September, 1997

Strong warm episode (El Niño) conditions continued throughout the equatorial central and eastern Pacific during August. Equatorial sea surface temperature (SST) anomalies (departures from normal) were greater than +1C everywhere from 180W east to the South American coast (Fig. 1). Anomalies exceeding +4C were observed along the equator east of 120W. In many areas of the eastern equatorial Pacific, August SST anomalies were the largest observed during the last 50 years.

The equatorial oceanic thermocline during August continued to be much deeper than normal across the eastern Pacific and shallower than normal in the western Pacific. Consistent with this structure, subsurface ocean temperatures were much above normal in the east-central and eastern Pacific, with anomalies exceeding +8C to the east of 120W at thermocline depth.

Tropical rainfall was enhanced over the central and eastern tropical Pacific, and suppressed over all of Indonesia (Fig. 2). Low-level (850-hPa) winds continued to be much weaker than normal over the tropical Pacific during August. By early September the easterlies were absent over most of the equatorial Pacific and westerlies were observed between New Guinea and 180W. Weaker than normal easterlies have been observed across most of the equatorial Pacific since March.

Over the past few seasons the NCEP statistical (CCA) and coupled model predictions have consistently indicated the development and persistence of a strong warm episode. The latest NCEP forecasts (Fig. 3) indicate that strong warm episode conditions will continue through early 1998. In interpreting the SST anomalies from these forecasts (right hand panels, Fig. 3), it is important to keep in mind that the smaller anomalies predicted during March-May 1998 may have a larger impact on the global atmospheric circulation than the very large anomalies currently observed, because they occur near the peak of the SST annual cycle in the tropical eastern Pacific. In fact, the areal extent of SSTs greater than 28C (the threshold for deep convection) increases with time through March-May 1998 (left hand panels, Fig. 3).

Based on the NCEP SST predictions and the results from historical studies on the effects of warm episodes, we expect drier than normal conditions to continue over Indonesia and eastern Australia during the next several months. Drier than normal conditions are also likely over most of Central America and the Caribbean Sea. Rainfall should be heavier than normal over the central and eastern equatorial Pacific and from central Chile eastward across northeastern Argentina, Uruguay and southern Brazil. During the northern winter season we expect wetter than normal conditions to prevail over most of the extreme southern United States, and warmer than normal conditions to develop over the northern United States from the Rocky Mountains eastward to the Great Lakes.

Weekly updates for SST, 850-hPa wind, and OLR are available on the Climate Prediction Center homepage at: <http://nic.fb4.noaa.gov> (ENSO Update).

Climate Prediction Center
National Centers for Environmental Prediction
NOAA/National Weather Service
World Weather Building
Washington, D.C. 20233
e-mail: wd52vk@hp31.wwb.noaa.gov

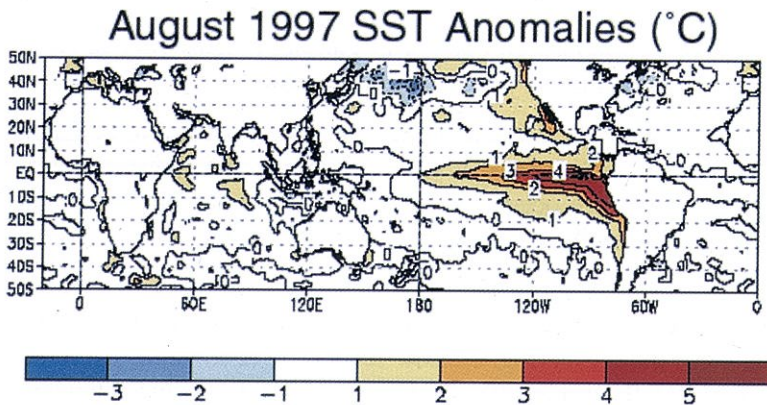


FIGURE 1. Sea surface temperature departures from normal (C) for August. Contour interval is 1 C. Departures from normal are computed based on the 1950 - 1979 adjusted OI climatology (Reynolds and Smith 1995, *J. Climate*, 8, 1571 - 1583).

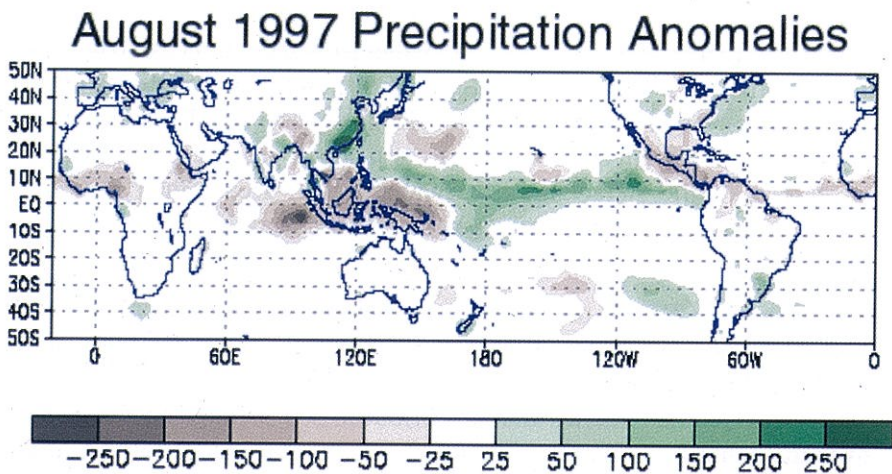
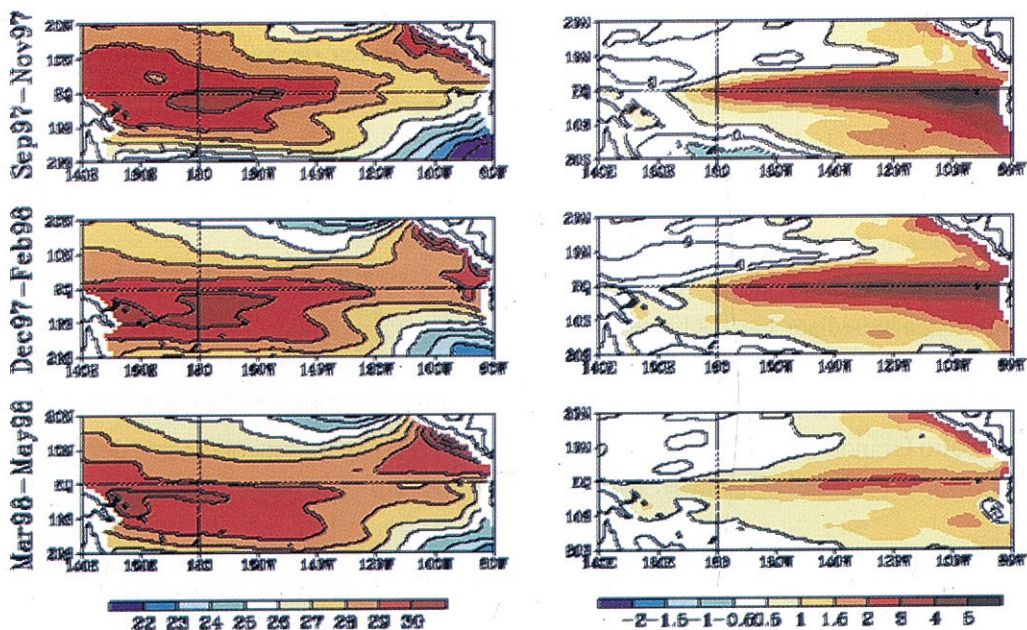


FIGURE 2. Precipitation departures from normal (mm) for August 1997. Data are obtained by merging raingauge observations and satellite - derived precipitation estimates. Departures from normal are computed using the 1979 - 1995 base period monthly means.



Last Update: Wed Sep 3 1997

FIGURE 3. Predicted 3-month average sea surface temperatures (left) and anomalies (right) from the NCEP coupled model for September - November 1997 (top). December 1997 - February 1998 (middle) and March - May 1998 (bottom). Contour interval is 1 C. with additional contours for 0.5 C and -0.5 C. Negative anomalies are indicated by dashed contours.

ANEXO III

La Red Hidrometeorológica Telemétrica de Salto Grande

La operación del Sistema Eléctrico de Salto Grande, a fin de optimizar el recurso hidráulico, requiere un perfecto conocimiento de los caudales de aporte hídrico, a partir de los cuales se planifica la oferta energética y el manejo del embalse, permitiendo operar eventos extremos y realizar adecuadas comunicaciones a todas las poblaciones ribereñas y navegantes.

La irregularidad del río, la reducida capacidad del lago y las especiales características de la cuenca inmediata, han hecho necesario contar con una importante red hidrometeorológica. La misma está compuesta por 160 estaciones convencionales y 60 estaciones automáticas. Estas últimas permiten conocer en tiempo real la ocurrencia de eventos hidrometeorológicos.

Salto Grande Cuenta hoy con un moderno sistema de alerta especialmente desarrollado para las eventualidades hídricas, para prevenirse de su propia operación y para colaborar

con las poblaciones ribereñas optimizando el beneficio social y económico.

Las Figuras siguientes muestran un Pluviómetro automático, un plano de la Red y la información de precipitaciones que en tiempo real permite obtener el sistema.

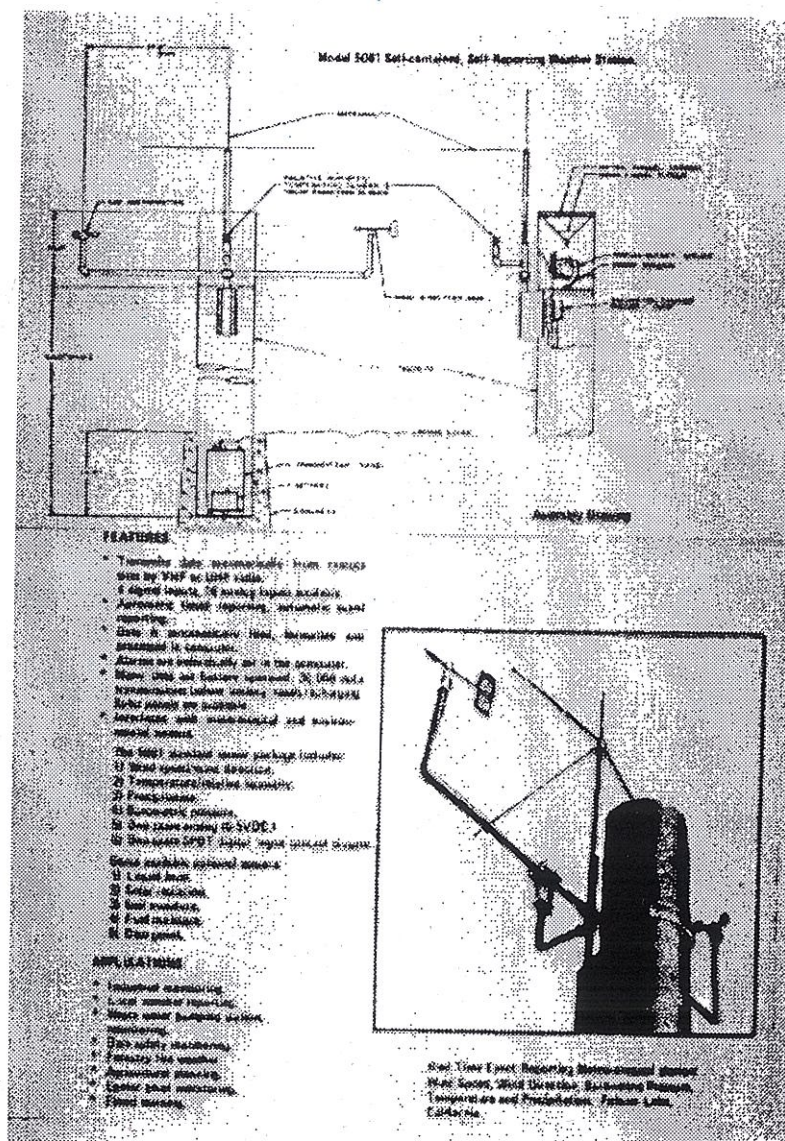


Fig. 1

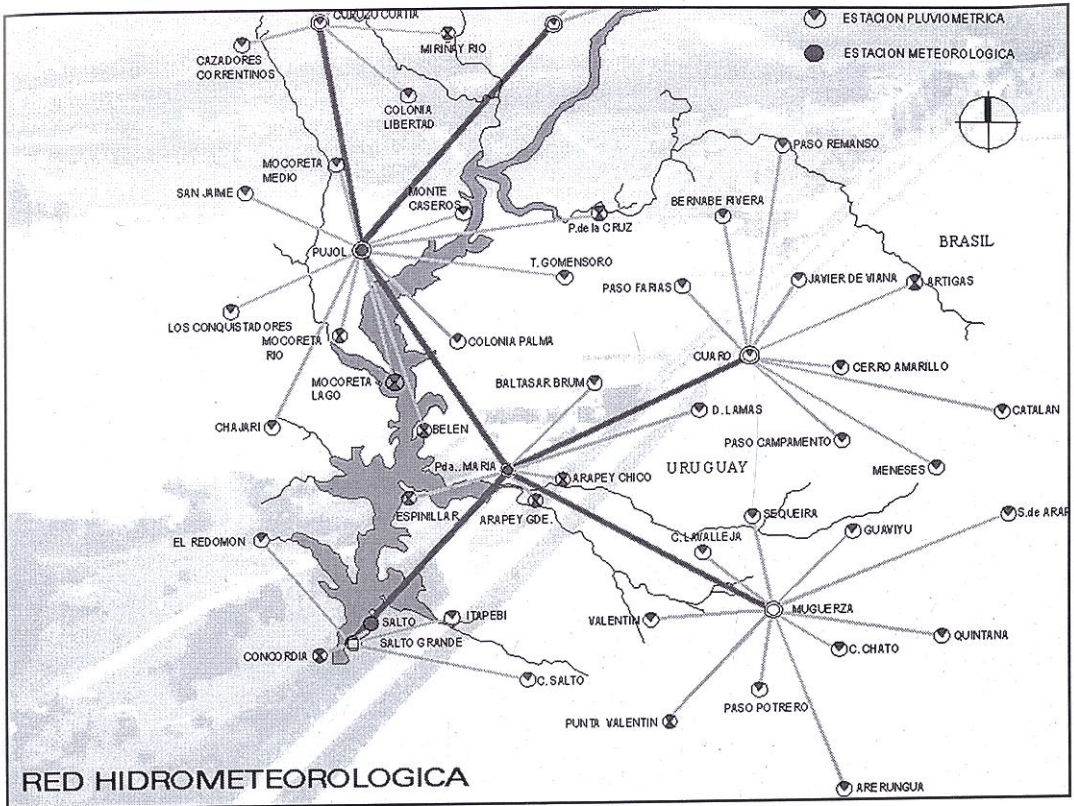


Fig. 2

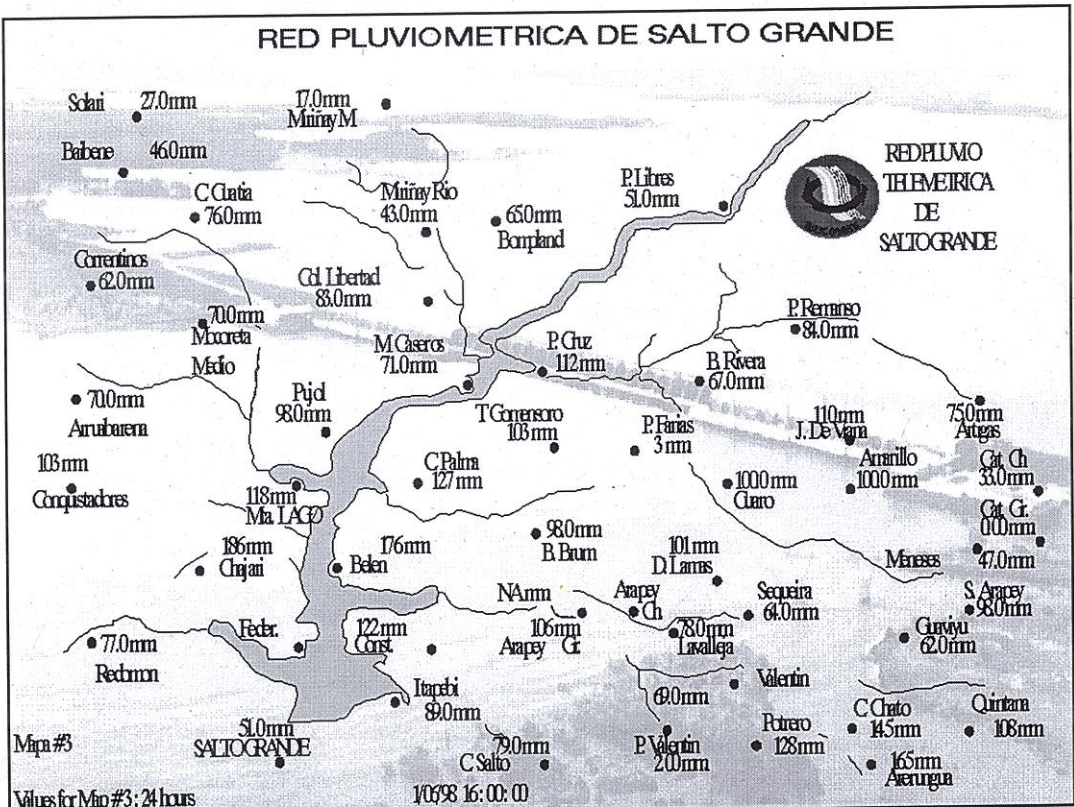


Fig. 3

ANEXO IV

Ejemplo de la Evolución de la Tormenta (Imágenes Satelitales)



Fig. 1

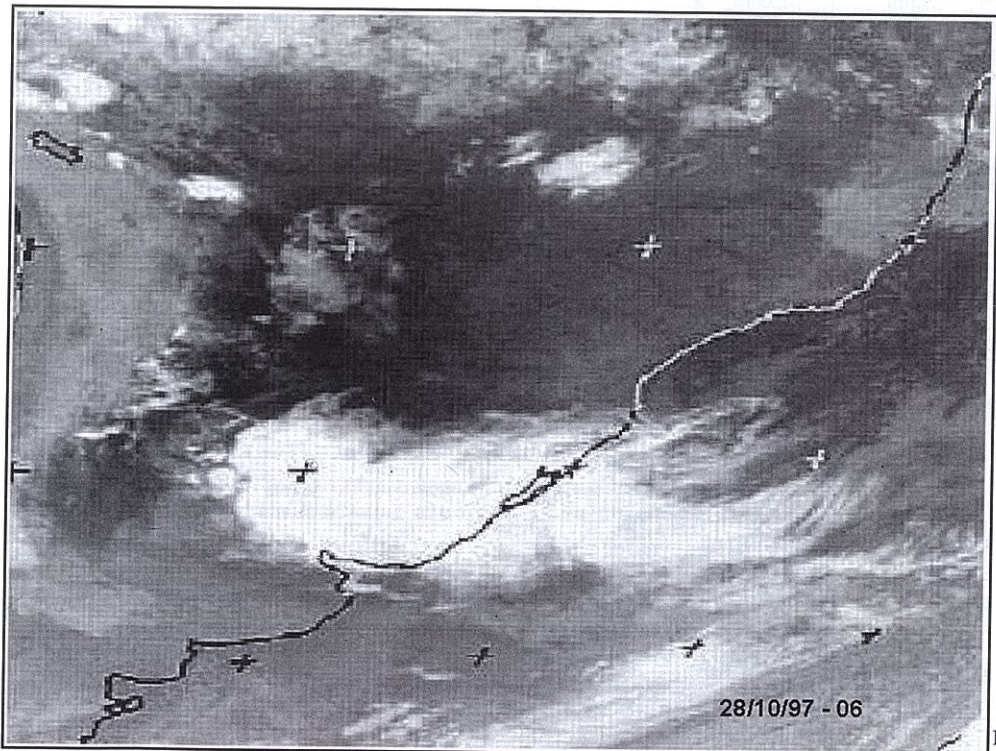


Fig. 2

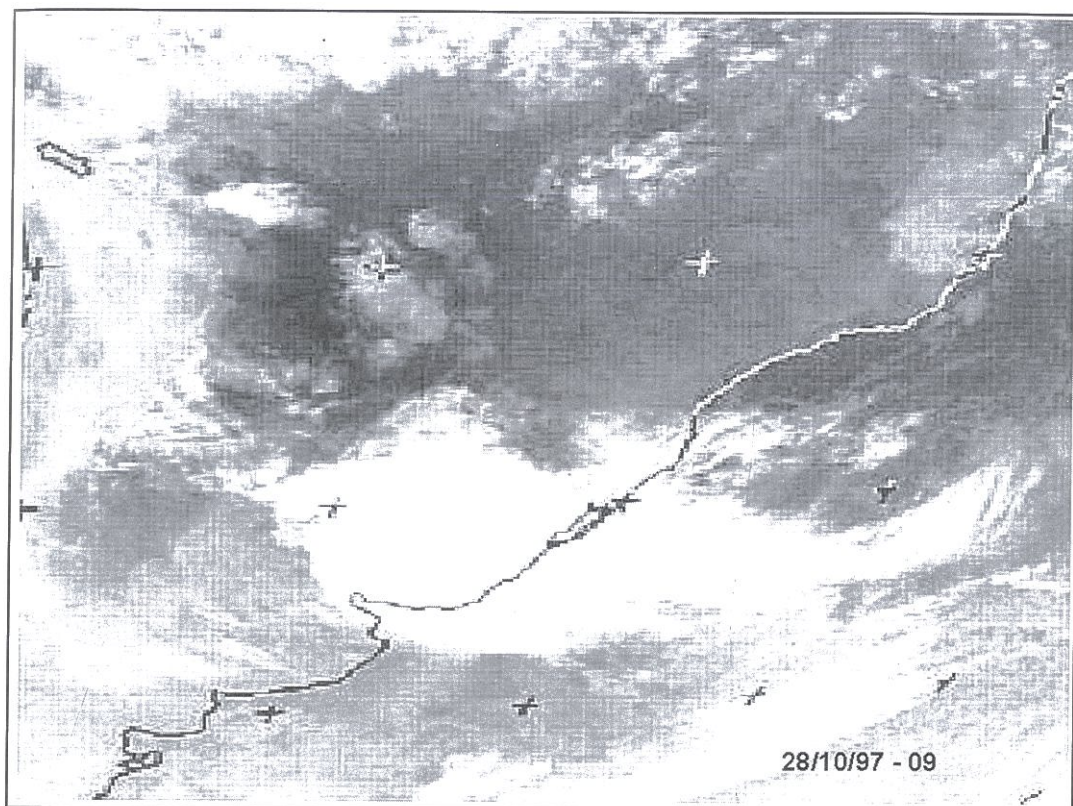


Fig. 3

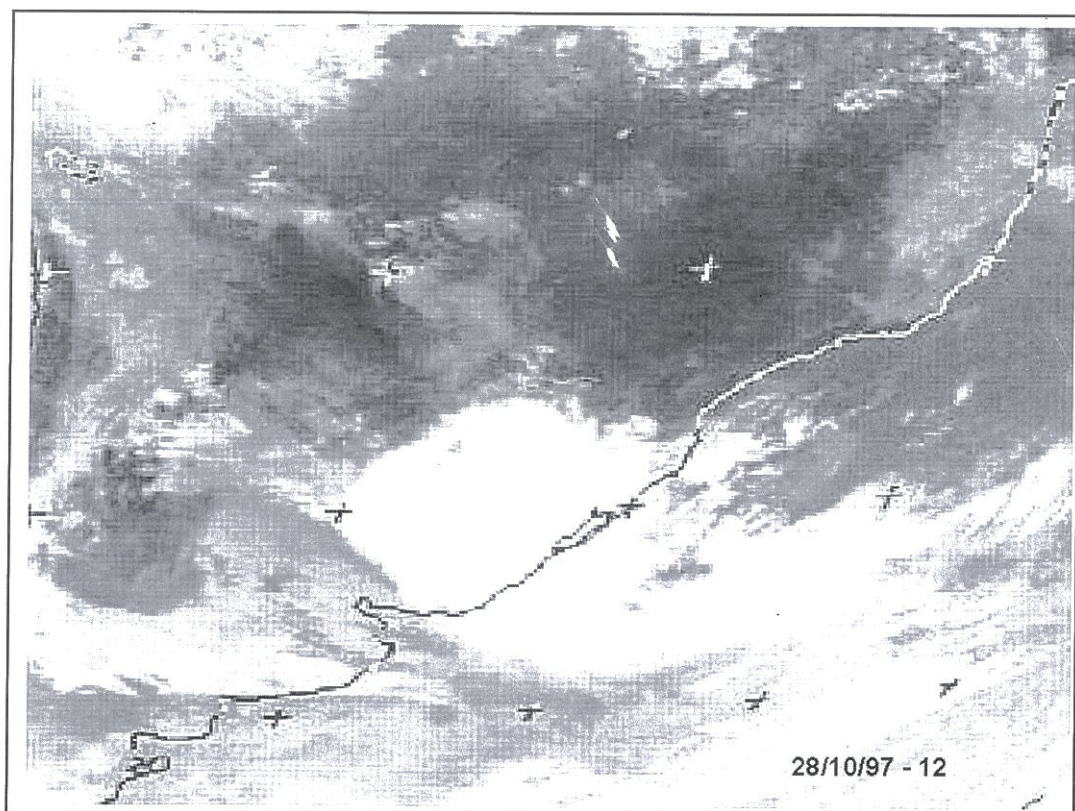


Fig. 4

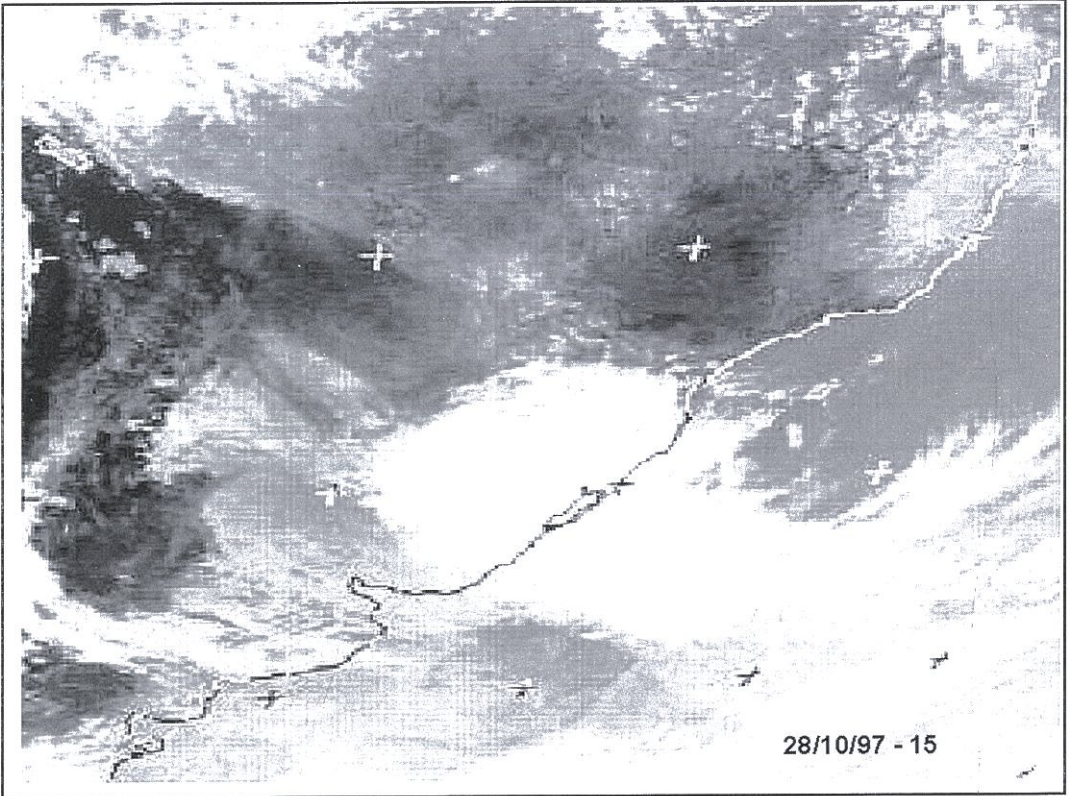


Fig. 5

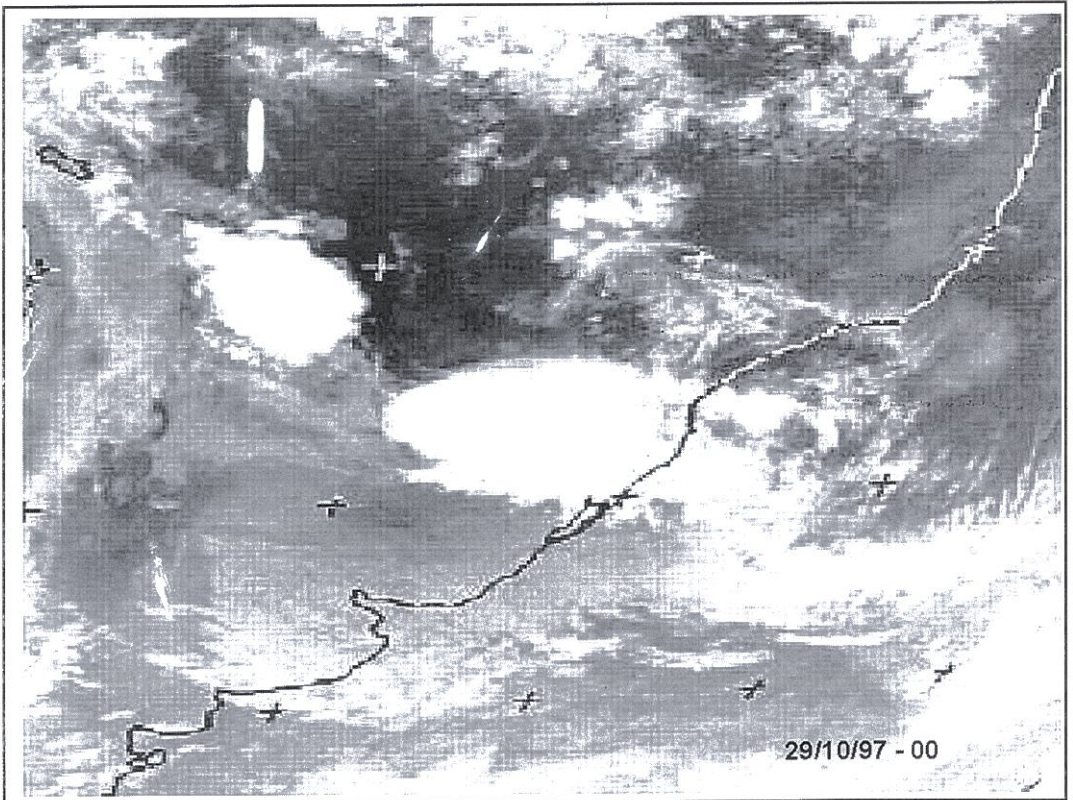


Fig. 6

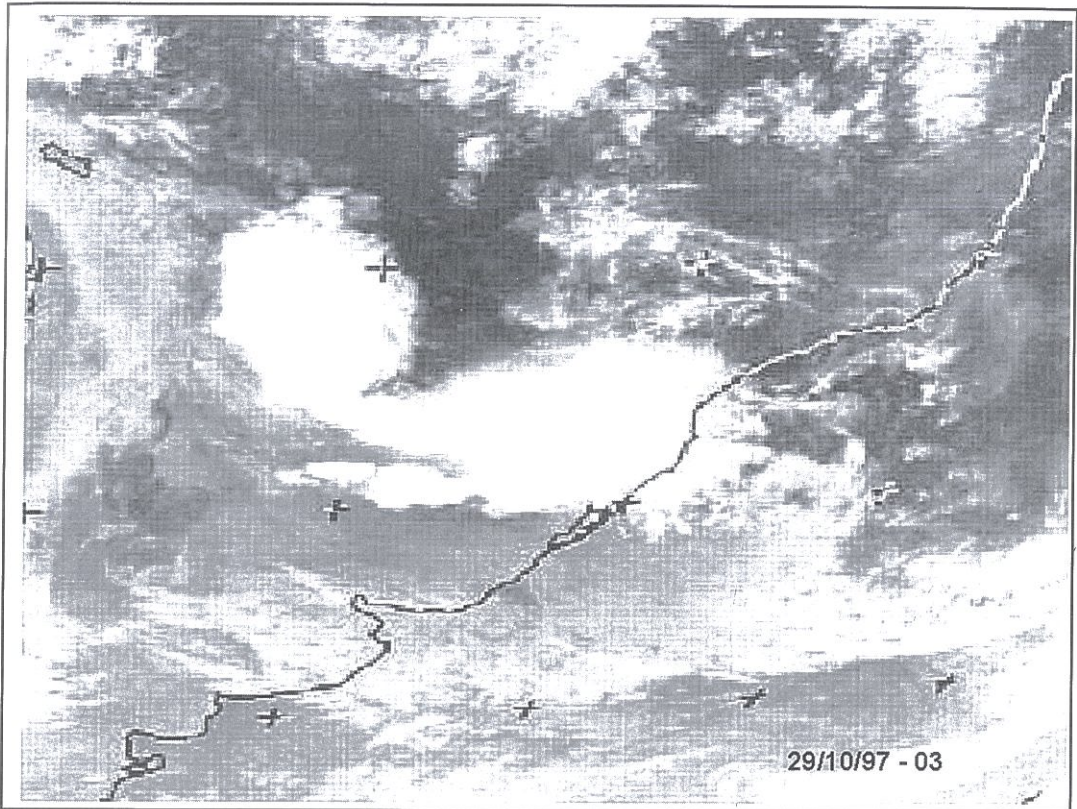


Fig. 7

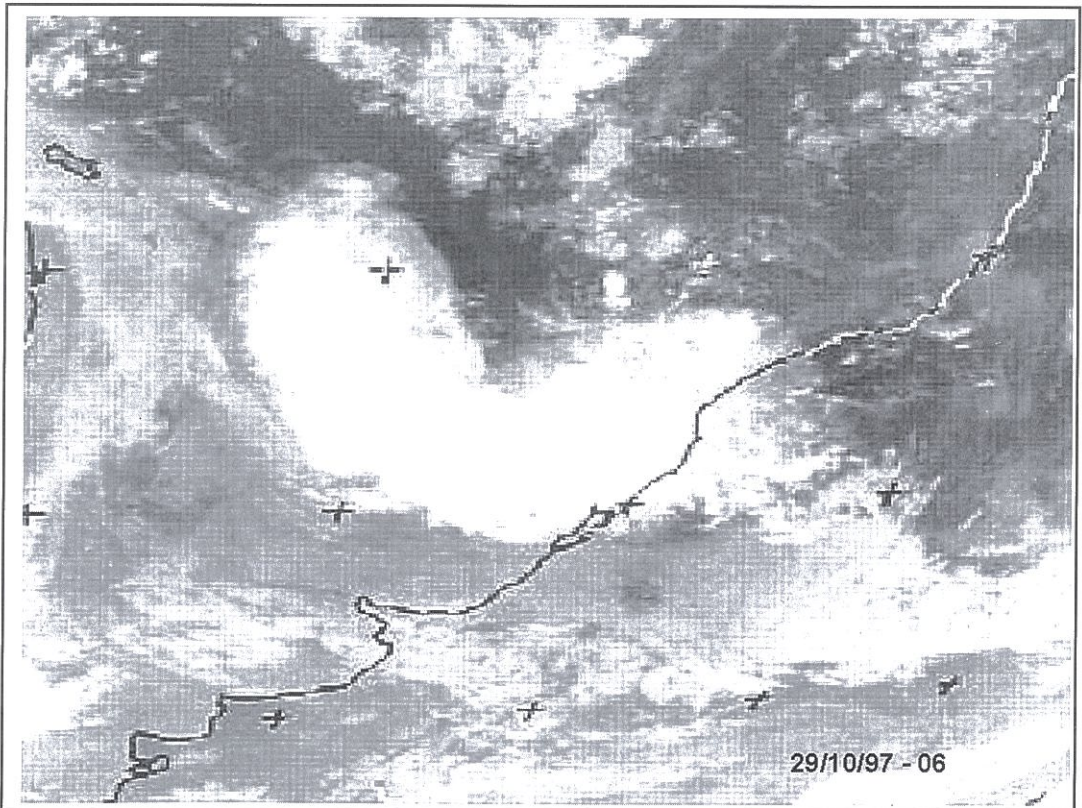


Fig. 8

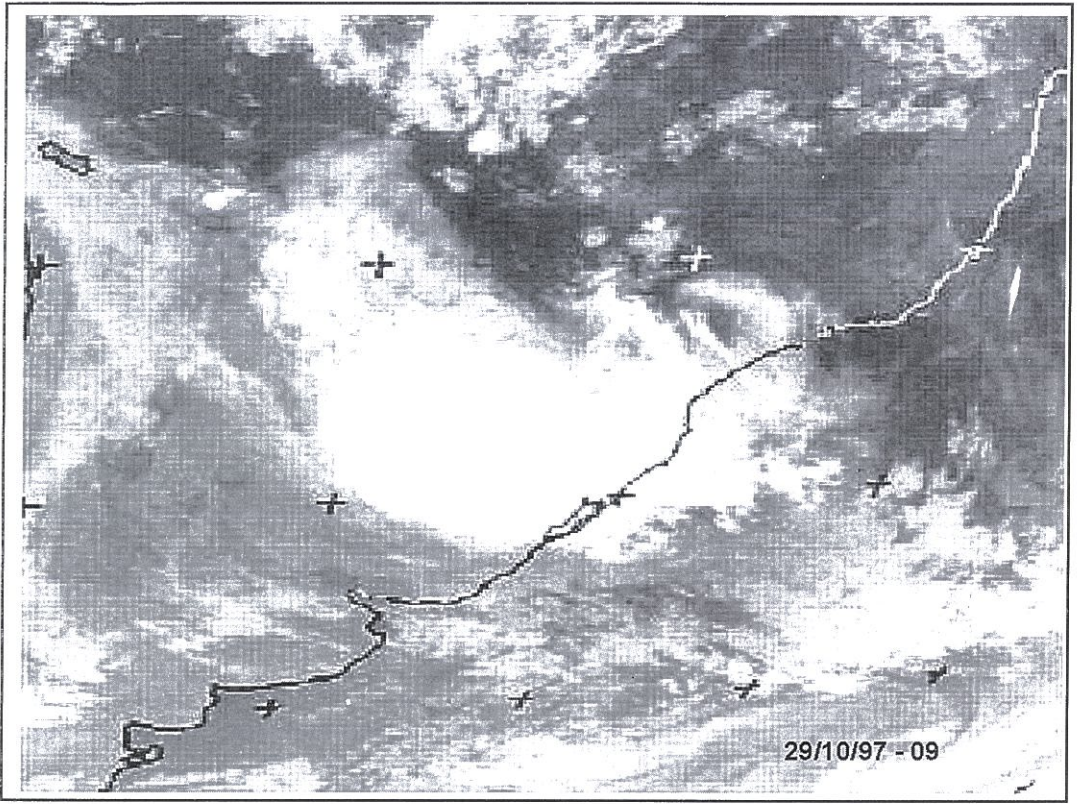


Fig. 9

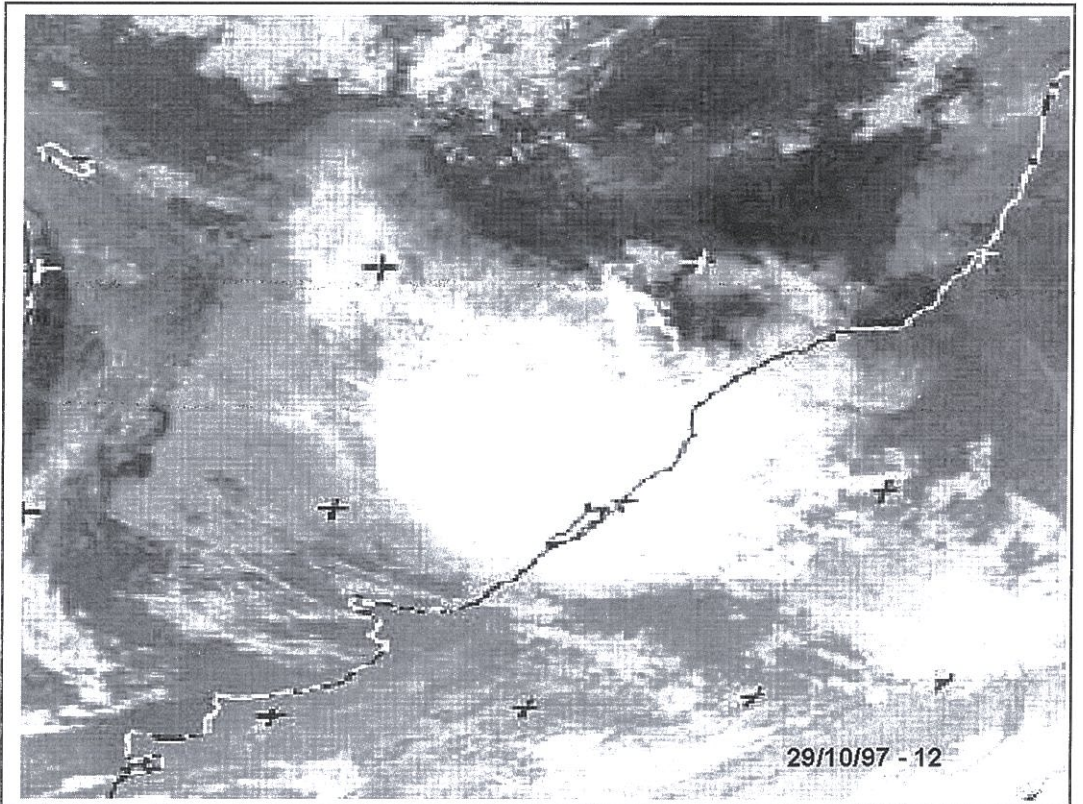


Fig. 10

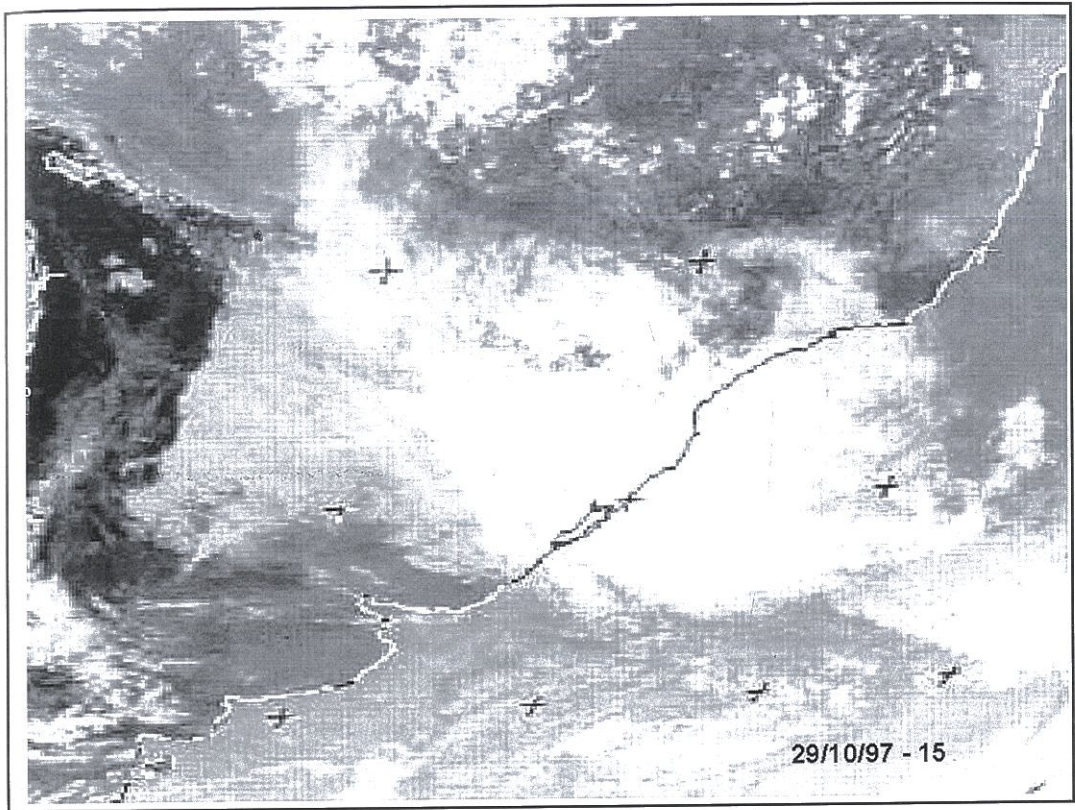


Fig. 11

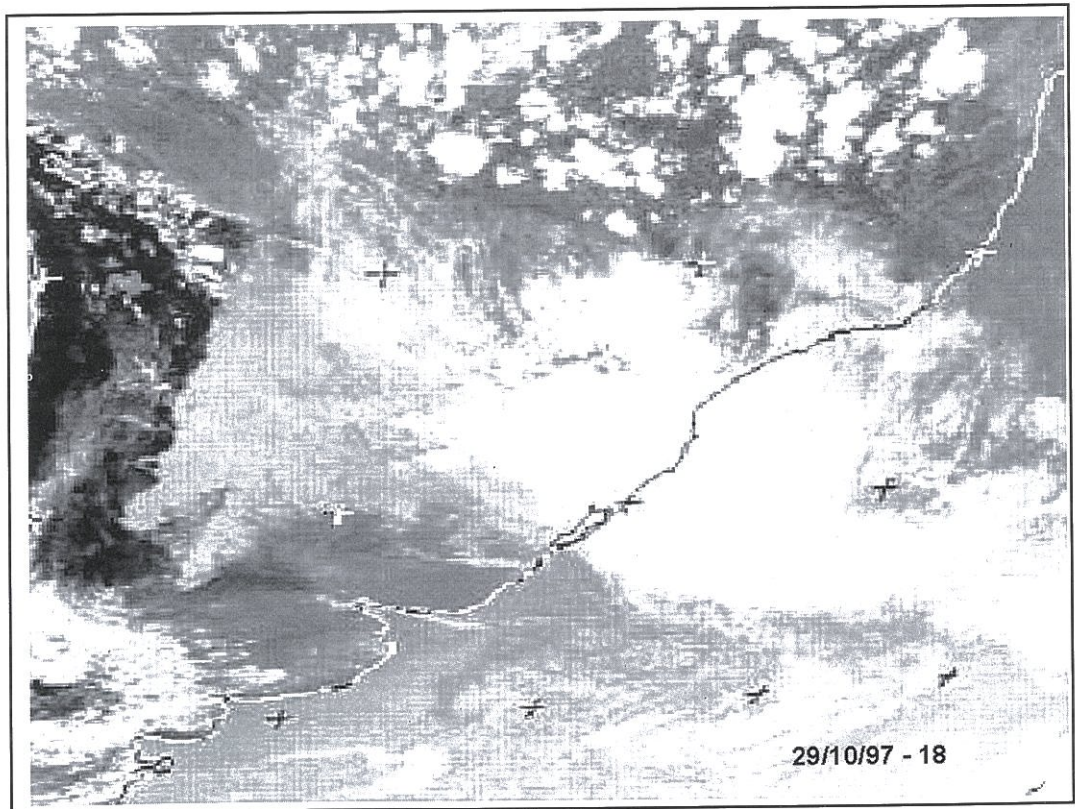


Fig. 12

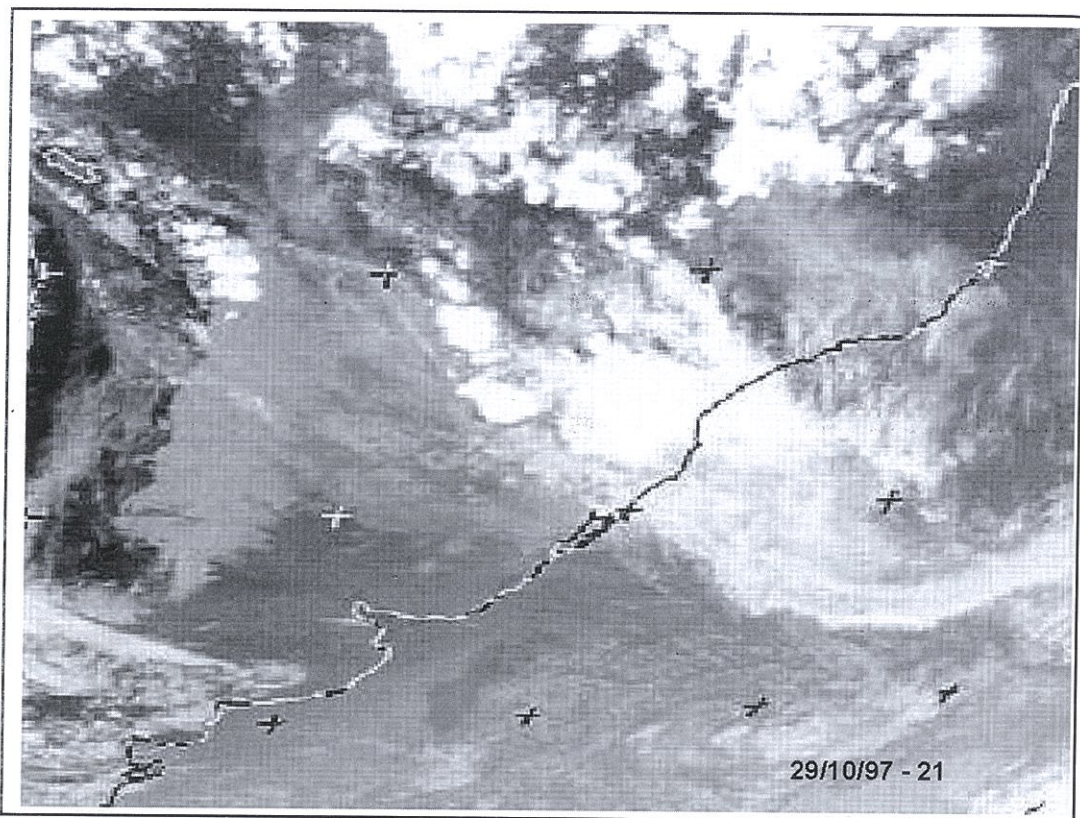


Fig. 13

LAS INUNDACIONES, EL ORDENAMIENTO TERRITORIAL Y EL DERECHO

I

INTRODUCCIÓN.

Abordaremos el tema de las inundaciones desde el punto de vista jurídico y específicamente dentro del ordenamiento territorial, en cuanto las normas y la actividad administrativa de ordenación del territorio y el urbanismo.

¿QUE SE ENTIENDE POR ZONA INUNDABLE?

Utilizando el sentido común, podemos describir, ya que no definir «zona inundable» como todo terreno, suelo (y aquí puede incluirse todos los sinónimos que se quiera) que **pueda** inundarse, sea por lluvias directas, por crecidas de ríos, arroyos, cañadas, etc., o bien por invasión de las aguas marinas o por afloramiento de aguas subterráneas, o por la razón que sea.

A esos efectos, no interesa que la zona en cuestión se haya o no inundado alguna vez, sino que pueda llegar a inundarse. Como legos en materia de ingeniería, nos parece que la determinación del carácter de inundable debe ser una operación técnica de considerable precisión, si bien puede tener un margen de error por imprevisión, o por la ocurrencia de fenómenos climáticos realmente severos.

Sin temor a equivocarnos, consideramos que la gran mayoría de las evacuaciones provocadas por inundaciones puede evitarse con una racional y sensata previsión técnica, o sea con un correcto ordenamiento territorial.

NORMAS JURÍDICAS PREVENTIVAS: Obligan a la Administración a adoptar medidas tendientes a evitar daños.

Empecemos por el principio.

Las Leyes de Indias erigieron en un deber del conquistador y en una potestad pública la fundación de nuevas ciudades, para las cuales detalla las características físicas, geográficas, de acceso, abastecimientos, etc. que las mismas deben reunir. La concepción radial de la ciudad en torno a la plaza mayor (en damero) ya es adoptada como obligatoria: «*cuando hagan la planta de lugar, repártanlo por sus plazas, calles y solares a cordel y regla, comenzando desde la plaza mayor y sacando desde ella las calles a las puertas y caminos principales, y dejando tanto compás abierto que aunque la población vaya en gran crecimiento, se pueda siempre proseguir y dilatar en la misma forma*» (Ley I, Título VII, Libro X de la Recopilación de las Leyes de Indias). Son reguladas con minuciosidad española todas las características y ubicación de la plaza, trazado de las calles, disposición de las casas, distancia de éstas a las murallas, terrenos reservados a usos comunes, etc. La «ciudad ordenada» fue en el decir de los autores, (1) la creación española en América. Dichas leyes, a pesar de su en ocasiones pesada causística, dieron por sentado que quien fundaba ciudades, no las iba a situar en tierras inundables. Y de hecho, con los márgenes de error propios de la época, en toda América, las ciudades fundadas por los españoles fueron sabiamente ubicadas.

(1) Ramón Parada: Derecho Administrativo, Marcial Pons 1998, tomo III, pág. 308.

Estas leyes fueron derecho positivo en Uruguay hasta la sanción del Código Civil.

Ingresando ahora en los antecedentes directos de nuestro sistema, podemos comenzar sentando una premisa:

Los Gobiernos Departamentales son los únicos responsables de impedir que las inundaciones provoquen daños a los bienes y a las personas.

- a. La primera norma de nuestro derecho positivo republicano, hasta donde hemos podido investigar, es el Decreto de 4 de Diciembre de 1891, Reglamento Orgánico de la Junta-Económico Administrativa de Montevideo, el cual en su art. 9o., literal 2o. disponía que a la Junta competía: «*Adoptar disposiciones tendientes a evitar las inundaciones...*»
- b. La ley 2.820 de 10 de Julio de 1903, Orgánica de las Juntas Económico Administrativas, en su art. 12° lit. 5° les otorgaba competencia para «*Adoptar medidas y precauciones tendientes a evitar inundaciones...*»
- c. La ley 7.042, de 23 de diciembre de 1919, en su artículo 54o. lit. 14o. reproduce textualmente la ley de 1903.
- d. Desde 1935 está vigente la Ley Orgánica Municipal No. 9.515, la cual dispone en su art. 35 que «*compete al Intendente: Determinar, previo acuerdo de la Junta Departamental, las zonas inaptas por su carácter de inundables, para la construcción de viviendas*» (nral. 17) y también «*Dictar resoluciones tendientes a evitar inundaciones...*» (nral. 16).

Reforzando las normas referidas, la ley «de Centros Poblados» de 1946 (10.723 con las modificaciones introducidas por la 10.866) dispone que: toda formación o ensanche de un centro poblado estará sujeta a los siguientes requisitos mínimos: «*Ningún predio y ninguna vía pública que sirva de único acceso a los mismos predios podrá situarse ni total ni parcialmente en terrenos inundables, o que estén a nivel inferior a 50 centímetros por encima del nivel alcanzado por las más altas crecientes conocidas*» (art. 13 nral.3o.)

Y reforzando aún más las exigencias, dispone el siguiente inciso del nral. 3o. que «*Tampoco podrá situarse ningún predio, en los casos de contigüidad a los cauces del dominio público, dentro de las tierras abarcadas por una faja costanera de 150 metros de ancho por lo menos*». Por lo menos...

Pero eso no es todo: por expreso mandato legal (ley 10.723 art.7) toda solicitud de fraccionamiento para ensanche de centros poblados debe acompañarse de relevamiento del terreno con establecimiento de curvas de nivel a cada dos metros como mínimo, y expresión de los principales accidentes geográficos (lit. «D») y altura media de la más alta marea o creciente, si se trata de cursos de agua (lit. «H»).

Pero hay más leyes de carácter preventivo: el artículo 153 del Código de Aguas y su inefable «faja de defensa», de la que tanto se ha hablado y hablado y hablado y de la que ahora no queremos hablar.

Basta leer estas normas después de ver el penoso espectáculo de familias abandonando sus hogares sumergidos para preguntarse **qué pasó con estas leyes...**

Ya no es solamente un tema de inteligencia en el diseño urbano; ni siquiera de previsión o prudencia, es más grave: es sencillamente de violación de la ley. Fraccionamientos autorizados en zonas evidentemente inundables, construcciones autorizadas y no autorizadas en las mismas, los «asentamientos irregulares» en los cuales viven hoy 180.000 orientales, y muchos factores más, nos hacen concluir que el tema es muchísimo más vasto que la subida de las aguas, y hace a la salud general de la República.

Es hora de que dejemos de echarle las culpas al *Niño* o a la *Niña*...

II

NORMAS TERAPÉUTICAS

Existe también, en nuestro derecho positivo, un **mecanismo legal -ya no preventivo, sino terapéutico-** y del cual no se ha hecho uso: me refiero al previsto por el **artículo 156 del Código de Aguas**: «*Para la desecación, avenamiento y mejora integral de zonas inundadas o inundables, para evitar la degradación de las cuencas y para defender a las personas y los bienes contra inundaciones, golpes de agua y avenidas, el Ministerio competente preparará proyectos generales por zonas, los que serán elaborados de conformidad con los programas nacionales y regionales a que refiere el artículo 3o. numeral 1o.*» Esta última referencia es a la Política Nacional de Aguas.

Recordemos que el Código de Aguas comenzó a regir el 1o. de Marzo de 1979. Hace veinte años.

El tema no se agota en las normas legales a que hemos hecho referencia.

III

En ocasión de la construcción de las represas de Rincón del Bonete y Baigorria, sendas leyes declararon la utilidad pública de la expropiación de los campos que quedarían inundados por los embalses respectivos. El mismo mecanismo utilizó el Decreto-ley 14.224 de 11 de Julio de 1974 para la represa de Palmar.

En **Salto Grande**, también se dispuso la expropiación. No obstante, la dinámica del Río Uruguay determinó la total insuficiencia de la expropiación, puesto que las crecidas son muchísimo más significativas. Por dicha razón, por ley 15.845, de 3 de diciembre de 1986, se declaró sujetos a servidumbre administrativa de ocupación temporaria de aguas, los inmuebles afectados por crecidas temporarias y discontinuas del Río Uruguay y sus afluentes, en la zona de embalse de Salto Grande, directamente causados por:

- a. La Ejecución del proyecto de Salto Grande.
- b. Por el manejo del embalse y
- c. Por operaciones especiales.

Dichas servidumbres se constituyen por el Poder Ejecutivo y se extenderán por un período de 100 años. Las indemnizaciones serán fijadas por una Comisión Honoraria.

En la práctica, lo puedo decir con propiedad, porque participé en calidad de delegado del MVOTMA en varias reuniones de la Comisión Honoraria, las indemnizaciones se acordaron exclusivamente a los propietarios de inmuebles rurales, dejando totalmente de lado los urbanos y suburbanos, con lo que los inundados de siempre de Bella Unión, no cobraron indemnización alguna, a pesar de haberlo previsto la ley.

IV

LAS INUNDACIONES Y LA RESPONSABILIDAD DEL ESTADO.

Una norma interesante, aún cuando meramente declarativa es la contenida en el artículo 11 de la ley que acabamos de comentar: «Declárase que el Estado es civilmente responsable por los eventuales daños ocasionados, en el pasado, en la zona de influencia de Salto Grande por la incidencia de la represa en las crecidas extraordinarias del Rfo Uruguay y sus afluentes. Por incidencia de la represa debe considerarse el aumento de superficie inundable entre el río en régimen natural a partir de la correspondiente línea de ribera y el río en régimen embalsado, a partir de la línea de expropiación (nueva línea de ribera)».

En cuanto a la responsabilidad del Estado ante las inundaciones, podemos afirmar que:

- a. El Estado es civilmente responsable por toda obra pública que -alterando los ciclos naturales- provoque inundaciones que no se hubieran producido sin su accionar.
- b. También es responsable por omisión o incumplimiento de las normas legales. En este caso, sin duda alguna, los Municipios son civilmente responsables por los daños que las inundaciones provoquen en los casos de:
 1. Fraccionamientos autorizados en zonas inundables.
 2. Construcciones autorizadas en zonas inundables.
 3. La no adopción de medidas «tendientes a evitar inundaciones» cuando estas pudieron haberse tomado, lo que incluye obviamente, el tolerar los asentamientos irregulares.

Hasta ahora, no conocemos ningún caso jurisprudencial.

V

En conclusión de lo visto hasta ahora, podemos quedarnos con tres ideas muy claras:

- a. Básicamente, la competencia y consecuentemente la responsabilidad en caso de inundaciones, es de los Gobiernos Departamentales.
- b. Desde 1891 el tema ha sido encarado por el derecho uruguayo, ordenando a los Gobiernos Departamentales a adoptar medidas preventivas y paliativas.
- c. Las leyes que vimos son más que suficientes en la materia. No precisamos leyes, sino cumplir las que tenemos.

VI

En ese orden de ideas, el **anteproyecto de ley de ordenamiento y desarrollo territorial** intenta que -por la vía de los planes de ordenamiento territorial- se cumplan las leyes que hemos visto, y se termine de una vez por todas el perverso proceso de autorizar construcciones y fraccionamientos en zonas inundables.

En concreto:

- a. Se establece que las áreas insalubres e inundables son suelo no urbanizable y que en ellas solamente podrán aprobarse aquellas obras previstas por el Plan de Ordenamiento a efectos de embellecerlas (plantaciones, etc.) o recuperar ambientes degradados, así como aquellas de ocupación no permanente que puedan servir de esparcimiento, como canchas de deportes, etc. siempre y cuando no ofrezcan peligros a la salud o seguridad de las personas.
- b. Asimismo, en el suelo no urbanizable comprendido en la faja de defensa de costas, no se autorizará construcción alguna de ninguna clase, sin excepción.
- c. Se introducen algunos ajustes a las «Leyes de Centros Poblados»:
 1. **Se hacen mucho más rigurosas las sanciones a la violación de la ley:**
«Sustitúyese el inciso primero del artículo 11 de la ley 10.723 de 21 de Abril de 1946, el que quedará redactado de la siguiente forma:
«La violación a cualesquiera de las normas contenidas en la presente ley, sin perjuicio de la nulidad absoluta del fraccionamiento y las ventas posteriores de predios parte del racionamiento en infracción, será sancionada con multa de 100 a 50.000 Unidades Reajustables, con destino al Gobierno Departamental correspondiente. Se hará efectiva por los Gobiernos Departamentales y será aplicada solidariamente a todos los involucrados y profesionales universitarios intervinientes».
 2. **Se eleva a 1 metro la altura mínima sobre el nivel de las más altas crecientes conocidas para permitir fraccionamientos con destino a urbanización:**
«Sustitúyese el numeral 3o. del artículo 13 de la ley 10.723 de 21 de Abril de 1946, el que quedará redctado en la siguiente forma: Ningún predio y ninguna vía pública de acceso podrá situarse ni siquiera parcialmente en terrenos inundables o que estén a nivel inferior a un metro por encima del nivel alcanzado por las más altas crecientes conocidas.
 3. **Se elimina toda posibilidad de excepción a la obligación de respetar la faja de 150 metros costanera a los cauces públicos, en la cual no se puede fraccionar:**
«Tampoco podrá situarse ningún predio, en los casos de contigüidad a los cauces del dominio público, dentro de las tierras abarcadas por una faja costanera de 150 metros de ancho por lo menos, medida según lo dispone el Código de Aguas, a partir de a línea de ribera». «Los Gobiernos Departamentales no podrán admitir excepción alguna a lo previsto en el presente artículo».

4. Se declara absolutamente nulos los fraccionamientos hechos en contravención de la ley:

«Sustitúyese el artículo 19 de la ley 10.723 de 21 de Abril de 1946, el que quedará redactado de la siguiente forma: «Todos los fraccionamientos y trazados efectuados en contravención a lo dispuesto en la presente ley y/o a los Planes de Ordenamiento y Desarrollo Territorial serán absolutamente nulos, debiendo el Gobierno Departamental imponer las sanciones correspondientes a que refiere el artículo 11».

Es de esperar que, a través del cumplimiento de la ley, se solucionen de una vez para siempre el 90% de los problemas que se suscitan cada vez que hay inundaciones.

Este es un tema de responsabilidad, de cumplir y hacer cumplir la ley. Con eso y un poquito de inteligencia, el tema de las inundaciones hubiera podido reducirse en la mayoría de los casos a nada más que un tema hidrológico, en vez de ser un drama recurrente para tantos desgraciados.

Montevideo, Junio de 1999.

Dr. Hermann R. Leis

RESERVA DE LA BIÓSFERA BAÑADOS DEL ESTE Y SUS PERSPECTIVAS AMBIENTALES

El Programa PROBIDES cuenta con personal técnico e infraestructura en la Estación Regional (Dpto. de Rocha), donde se dispone de instalaciones para laboratorios de investigación, centro de documentación, alojamiento, equipos de informática de última generación y vehículos todo terreno para los trabajos de campo.

La Estación Biológica Potrerillo de Santa Teresa dispone de instalaciones para guardería y un Centro de Interpretación al Visitante con fines de educación ambiental.

PROBIDES ha generado un Plan Director (1999) dónde se incluyen recomendaciones y necesidades de Gestión para la reserva. No se cuenta con un plan de manejo.

Las actividades de educación ambiental para la Reserva están enmarcadas en el programa desarrollado por PROBIDES y tiene como objetivo la capacitación y la sensibilización de los actores locales y público en general, tanto dentro de la Reserva como fuera de ella.

Cursos de capacitación a distancia, publicaciones y programa de difusión son algunos de los ejemplos realizados durante los últimos años por parte de PROBIDES.

El área de la reserva se encuentra en un territorio con conflictividades, principalmente en cuanto a las presiones generadas por los modelos de desarrollo productivo agrícola y turístico utilizados. En efecto, desde mediados de siglo las presiones ejercidas, primero por la expansión de la frontera ganadera del país y más adelante, por la agricultura arroceras, redundaron en obras de desecación de esteros y bañados y construcción de represas y canales. El Proyecto binacional de desarrollo de la cuenca de la Laguna Merín, iniciado en 1965 y financiado con fondos internacionales, fue expresión de la filosofía predominante de la época empeñada en la desecación indiscriminada de las zonas bajas para extender el cultivo de arroz. Significó también el primer antecedente de estudios sistemáticos de la región (geología, suelos, vegetación) desde el punto de vista de su capacidad productiva, guiados por una visión de la «cuenca» en su totalidad.

A su vez, en los últimos 50 años, la costa atlántica fue sometida a una expansión de un turismo de fraccionamiento y ocupación de la franja litoral, en donde han alternado asentamientos irregulares y precarios en suelo público con residencias y hoteles de nivel internacional.

Cabe agregar que tanto en las obras de regulación hídrica como en las ocupaciones de la franja costera han abundado las construcciones irregulares, realizadas contra ordenanzas vigentes, aprovechando de la carencia de planes generales de ordenamiento del territorio y de las ambigüedades en relación a las competencias de los distintos organismos públicos para controlar y corregir esos abusos.

En un territorio en dónde más del 95% de la superficie está en manos privadas, la falta de una Ley de Áreas Silvestres Protegidas ha agravado la inoperancia de la acción pública, para dar contenido a las disposiciones legales que han establecido la condición de Area Protegida de algunas zonas. En ese contexto, los avances logrados en la implementación de Bañados del Este desde su creación hasta el año 1993, fueron escasos. A partir de esa fecha, se han realizado los avances que se exponen en este documento.

*La información contenida en este formulario está basada en el documento Avances del Plan Director editado por PROBIDES en 1998, redactado por el Biól. Francisco Rilla, Coordinador de la Unidad de Manejo de Humedales de PROBIDES.

Reserva de Biósfera Bañados del Este

CARACTERÍSTICAS DE LA RESERVA DE BIÓSFERA

El gobierno uruguayo presentó ante la UNESCO una propuesta para crear una Reserva de Biósfera en el área de los Humedales del Este, que fue aprobada en el año 1976 por el Programa MAB. En el documento presentado en la UNESCO se incluyó un territorio - limitado de norte a sur entre 33° y 35° de latitud Sur y de este a oeste entre 53° y 55° de longitud Oeste. En el mismo se realizó una descripción de los componentes físicos y biológicos, destacándose la importancia de los ecosistemas de humedales que ocupan unas 200.000 hectáreas.

Bañados del Este, vecina de la reserva Mata Atlántica de Brasil y de la reserva Parque Costero Sur de Argentina, se encuentra en un área de humedales sudamericanos de importancia internacional desde varios puntos de vista. Contiene extensos bañados soporte de una alta diversidad de especies, aves migratorias (del hemisferio Norte y del extremo austral del hemisferio Sur) incluye algunas especies amenazadas y valores arqueológicos e históricos.

En el año 1993 comenzó a implementarse en el área de la reserva el Programa de Conservación de la Biodiversidad y Desarrollo Sustentable en los Humedales del Este (PROBIDES), financiado por el Global Environment Facility (GEF) e impulsado y administrado por el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD). Este programa está dirigido por la Intendencia Municipal de Rocha (IMR) el Ministerio de Vivienda, Ordenamiento Territorial y Medio Ambiente (MVOTMA) y la Universidad de la República. El funcionamiento del mismo determinó la instalación de un equipo de trabajo establecido en la propia unidad de conservación.

PROBIDES en 1998, a través de un Documento de Avance, propuso la ampliación del área de la Reserva de Biósfera Bañados del Este. Ésta se ubica al sureste del Uruguay y su delimitación actual ha sido establecida basándose en el criterio de divisorias de cuencas hidrográficas que se utiliza en el diseño y en la delimitación de áreas protegidas. En particular, su aplicación ha sido recomendada para áreas protegidas establecidas en humedales sobre la premisa que la conservación de los humedales ubicados en una cuenca es posible cuando se maneja ésta en su totalidad. Bañados del Este incluye con este criterio la porción uruguaya de la cuenca de la Laguna Merín y un sector de la vertiente atlántica del territorio nacional.

A partir de esta redefinición de límites, la reserva pasa de una superficie de 200.000 hectáreas, establecida en 1976 que contenía mayoritariamente humedales, a comprender 3.850.000 hectáreas. Esta nueva extensión abarca desde las sierras donde se ubican las divisorias de aguas, hasta los humedales de las llanuras bajas, las dunas costeras y parte de la plataforma oceánica. De la superficie considerada, 3.250.000 hectáreas corresponden a la porción uruguaya de la cuenca de la Laguna Merín y 600.000 hectáreas a un tramo de la cuenca del Océano Atlántico que queda incluida en la reserva.

La nueva propuesta para la Reserva de Biósfera Bañados del Este tiene como límites extremos las siguientes coordenadas geográficas: al Norte 31° 50' S y 54° 13' O (próximo a Aceguá), al Este 32° 44' S y 53° 09' O (límite internacional entre Uruguay y Brasil sobre las aguas de la Laguna Merín) al Sur 35° 00' S y 54° 52' O (próximo a la Isla de Lobos) y al Oeste 33° 37' S y 54° 52' O (próximo a Illescas).

Región Biogeográfica

Bañados del Este es una reserva de biósfera situada en la Región Neotropical en la provincia biogeográfica denominada Pampas Uruguayas por Udvardy (1975) o Provincia Pampeana por Cabrera y Willink (1980). Cabrera y Willink (1980) establecen una diferenciación desde el punto de vista fitogeográfico en distritos y denominan Distrito Uruguayense a la porción de la provincia que incluye el sur de Brasil, Uruguay, Entre Ríos y Santa Fe en la Argentina.

Topografía de la región

La base territorial de Bañados del Este está delimitada por la divisoria de aguas que la separa de la cuenca del Río Negro al oeste (la Cuchilla Grande) y de la Vertiente Platense al Suroeste (las Sierras de Ánimas y Carapé). En su flanco occidental la Reserva está constituido por una zona elevada de aplanamientos antiguos que han sido disectados en varios tiempos geológicos. Esto determinó la formación de quebradas abruptas y valles más amplios que se desplazan hacia las zonas bajas orientales y terminan en un complejo de llanuras que incluyen humedales y áreas lagunares y llegan al espejo de la Laguna Merín. Sobre la vertiente atlántica estos valles se ensanchan hasta formar varias llanuras y lagunas litorales, separadas del Océano Atlántico por cordones arenosos eólicos y de playa de edad Pleistocénica Superior, Holocena y Reciente.

Los ecosistemas de esta región están profundamente influenciados por estos hidrosistemas evolucionando desde praderas de altiplanos y cimas serranas con asociaciones adaptadas a condiciones xerofíticas en las zonas altas, a bosques y matorrales serranos en las quebradas, luego a bosques fluviales a lo largo de los valles, culminando en bañados y esteros en las zonas bajas de menor pendiente (depresiones, áreas contiguas a las lagunas y llanuras de represado de los cordones arenosos). En las zonas adyacentes a la costa oceánica y en menor medida a lo largo de las costas de los cuerpos lagunares se desarrollan ecosistemas psamófilos y halófilos.

Clima.

El clima en Uruguay se considera subtropical húmedo con verano cálido. La humedad relativa suele ser alta, con intensas precipitaciones y evaporaciones, con variaciones estacionales bien acusadas de temperatura y riesgo de sequías prolongadas.

En base a los datos climáticos el clima de la región se clasifica como Caf en el sistema de Köppen modificado por Trewartha:

- Caf: Subtropical húmedo
- C: Húmedo mesotermal (temperatura del mes más frío entre 0°C y 18°C)
- a: Temperatura del mes más cálido superior a 22° C
- f: Sin estación seca (más de 60 mm de lluvia en el mes más seco)

La Reserva de Biósfera Bañados del Este se encuentra ubicada en la zona templada, equidistante de las regiones tropical y circumpolar. Es una zona de transición con mayor influencia de la región subtropical.

Los océanos en el hemisferio sur ocupan el 81% de la superficie total, por lo tanto el hemisferio se considera marítimo. Esto conduce a que la amplitud térmica, tanto anual como diaria, sea moderada, siendo este efecto más notorio en la franja costera.

El escaso relieve y la uniformidad de la vegetación, casi no tienen influencia en los rasgos generales del clima.

La circulación del aire está determinada por la presencia de los centros de altas presiones (anticiclones) del Atlántico y del Pacífico y por la oscilación del cinturón depresionario subpolar. El Anticiclón del Atlántico situado frente a las costas de Brasil, aporta masas de aire cálidas y húmedas (Aire Tropical Marítimo) estables, con vientos de componente Norte (Noreste, Norte y Noroeste) y acompañadas de buen tiempo.

Geología, geomorfología, suelos

El territorio del área de la Reserva de Biósfera Bañados del Este se encuentra situado sobre el borde suroccidental del escudo cristalino sudamericano en una región de profundos contrastes estructurales. La zona occidental forma parte de la llamada Isla Cristalina Uruguayo-Río Grandense y se caracteriza por una tendencia orogénica débilmente positiva.

Al este de estas zonas elevadas el sustrato sufrió procesos de hundimiento que se manifestaron a través de empujes periódicos desde el Permo-Carbonífero hasta el Jurásico y que permitieron la acumulación de varios centenares e incluso miles de metros de espesor de sedimentos continentales y litorales. Estas acumulaciones sedimentarias ocurrieron en tiempos del paleo-continente de Gondwana con expresión en otras partes del mundo (África del Sur, Antártida).

Se describen a continuación las formas del paisaje y los suelos que caracterizan la Reserva de Biósfera:

1. Las Sierras, comprenden las partes más elevadas y de relieve más enérgico de la Reserva, cuyo sustrato está constituido por rocas cristalinas, fundamentalmente metamórficas y en menor grado efusivas. En el extremo noroeste dicho sustrato está constituido por rocas sedimentarias de origen Gondwánico. En general las altitudes son menores a 500 metros sobre el nivel del mar, con un rango entre 150 y 400 metros. Ocupan una superficie de 1.260.253 hectáreas, lo que representa el 33 % de la Reserva. Se subdividen según su origen en Sierras Cristalinas (S) y Sierras Gondwánicas (SNG). Las primeras se componen de las tres subunidades siguientes.
 - a) Las Sierras Rocosas (SR)
 - b) Las Sierras No Rocosas (SN)
 - c) Las Sierras No Rocosas Aplanadas (SNA)
2. Las Colinas y Valles, ocupan una superficie de 501.400 hectáreas, lo que representa 13% del área de la Reserva.

Las Colinas (C), forman una franja irregular y continua, intermedia entre las sierras y las lomadas, con transición gradual hacia ambas y cuya altitud varía entre 60 y 120 msnm. Se caracterizan por presentar un relieve ondulado a fuertemente ondulado,

con escasos afloramientos, siendo su sustrato cristalino con recubrimientos delgados y discontinuos de sedimentos cuaternarios. Los suelos son profundos y moderadamente profundos, bien o moderadamente bien drenados, con un grado de diferenciación medio a alto y fertilidad natural variable según la latitud; en el sur y centro de la Reserva se encuentran las tierras de mayor fertilidad (Brunosoles), en el noreste las de más baja (Argisoles y Luvisoles).

Los Valles (V), se distribuyen en forma dispersa, ubicándose fundamentalmente en el centro y sur de la Reserva (valles Fuentes, de Mariscalá, de Aiguá). Son zonas deprimidas dentro de las sierras, con relieve suave a fuertemente ondulado y rocosidad variable pero en general escasa. Los suelos son profundos, bien drenados, escasamente diferenciados y alta fertilidad natural (Brunosoles).

3. Las Lomadas (LM) se extienden en forma de una banda irregular y continua entre las colinas y las planicies altas, con una altitud entre 25 y 60 msnm. Ocupan una superficie de 263.600 hectáreas, lo que representa el 6% de la superficie total de la Reserva. El relieve es suavemente ondulado, con pendientes de 1 a 4% y los suelos son profundos, muy diferenciados, moderada a imperfectamente drenados, de fertilidad natural moderada y con propiedades físicas mayormente pobres (Brunosoles, Argisoles y Planosoles). En general la fertilidad natural disminuye desde el sur hacia el norte del área y las propiedades físicas empeoran en la misma dirección.
4. Las Llanuras Altas y Medias (La, Lm) comprenden las tierras planas no inundables por las crecientes periódicas de las lagunas o de los principales ríos y arroyos de la Reserva y se extienden fundamentalmente en la cuenca de la Laguna Merín. Ocupan una superficie de 535.000 hectáreas, representando el 14% del área de la Reserva.
5. Las Llanuras Bajas (Lb) comprenden las tierras que se inundan en forma permanente o temporaria y ocupan una superficie de 654.534 hectáreas, lo que representa el 17% de la Reserva.
6. La región costera atlántica comprende dos unidades.
 - a) Las Lomadas y Planicies Costeras (Lc) se ubican a lo largo de la costa oceánica, asociadas en general a las dunas costeras, encontrándose en general recubiertas por espesores variables de arenas recientes. Los suelos son profundos, imperfectamente drenados, con un horizonte subsuperficial arcilloso y de fertilidad natural baja (Planosoles). Su uso actual es agrícola, pastoril y forestal.
 - b) Las Dunas y Playas (Dc), constituyen una unidad fisiográfica que agrupa las acumulaciones eólicas de arena en forma de dunas móviles o fijas por la vegetación y las playas actuales sujetas a la dinámica del oleaje y del viento. Los suelos, cuando existen, son excesivamente drenados y de baja fertilidad (Arenosoles).

Importancia para la conservación de la diversidad biológica, hábitats y especies características

Vegetación.

En el área de la Reserva de Biósfera se identifican cinco formaciones vegetales con predominio de especies arbóreas: bosque serrano, bosque de quebrada, bosque ribereño, bosque psamófilo costero y el palmar de butiá (*Butiá capitata*); dos formaciones con predominio de especies arbustivas: el matorral serrano y el matorral psamófilo costero y ocho formaciones vegetales con predominio de herbáceas: las comunidades litófilas, la pradera

con dominancia de especies de ciclo estival, la pradera con dominancia de especies de ciclo invernal, la pradera invierno-estival, la pradera psamófila estival, las comunidades uliginosas, las comunidades paludosas y las comunidades psamófilas pioneras.

Fauna.

En la costa atlántica uruguaya la dinámica de los tipos de aguas junto con la acción de los vientos, crean condiciones de gran variabilidad espacial y temporal, que favorecen el asentamiento de las comunidades biológicas.

A su vez, las lagunas costeras que se comunican periódicamente con el mar, presentan a lo largo del año una marcada interacción con el sistema litoral. Estos fenómenos estarían condicionando la distribución y abundancia de especies plantónicas, bentónicas y nectónicas en el sistema litoral y en los ecosistemas lagunares.

En el litoral atlántico propuesto para la reserva de la biósfera Bañados del Este, están comprendidas cinco lagunas costeras que en el sentido oeste - este son: Laguna de José Ignacio, Laguna Garzón, Laguna de Rocha, Laguna de Castillos y Laguna Negra. Las lagunas de José Ignacio, Garzón y de Rocha están muy próximas a la costa y separadas del mar por barras arenosas. La dinámica hidrográfica de la zona junto con la acción de los vientos, crean condiciones de gran variabilidad espacial y temporal, que ejercen una acción directa sobre la distribución y abundancia de organismos a lo largo de la costa atlántica.

Los peces e invertebrados que habitan los sistemas litorales costeros, utilizan estos ambientes como áreas de cría o de alimentación. Las lagunas costeras son muy importantes como áreas de cría de juveniles de peces de muchas especies marinas, algunas de ellas de importancia comercial como la corvina (*Micropogonias furnieri*), la lacha (*Brevoortia aurea*), la lisa (*Mugil sp.*) y el lenguado (*Paralichthys orbignyanus*). También son zonas de cría de crustáceos como el camarón (*Penaeus paulensis*) y el cangrejo sirí (*Callinectes sapidus*). La corvina negra (*pogonias cromis*) utiliza estos ambientes como zonas de desove y cría. Algunos moluscos de importancia comercial como la almeja *Erodona mactroides*, son habitantes permanentes.

El número de especies de anfibios registrados alcanza a 31 repartidas en dos órdenes, seis familias y 15 géneros. Esto representa un 77,6% del total conocido para Uruguay (41 especies).

Desde el punto de vista biogeográfico no se conoce la existencia de verdaderos endemismos en anfibios para el área de Bañados del Este, aunque algunas especies han sido registradas en la región sólo en unas pocas localidades. Este es el caso de un anuro de pequeño tamaño (*Melanophryniscus sanmartini*) que fue reportado solamente para las sierras rocosas ubicadas en el extremo oeste en la localidad de Villa Serrana y para otro sitio en la Sierra de Animas. La riqueza en especies de anfibios encontrada, está posiblemente relacionada con la ubicación geográfica de la reserva y a una importante variedad de hábitats generados a lo largo del gradiente que se produce entre la unidad de paisaje Sierras y la de Dunas y Playas Oceánicas.

La lista sistemática de las aves que habitan el área de la Reserva de Biósfera contiene 311 especies. Esta cifra representa más del 75% de todas las aves que han sido citadas para nuestro país.

Una característica importante de la avifauna de la Reserva de Biósfera, es que aproximadamente 1/3 de las especies presentan hábitos migratorios. Para muchas de estas aves, fundamentalmente los chorlos neárticos (familia Charadriidae y Scolopacidae), la región representa un sitio de escala clave dentro de sus rutas migratorias. En el caso particular del chorlo pampa (*Pluvialis dominica*) las lagunas costeras del sureste de Uruguay fueron reportadas como los sitios costeros más importantes para la especie en Sudamérica, durante un relevamiento realizado a fines de la década del 80.

En relación al uso del hábitat, es importante indicar que para aproximadamente 120 especies de aves los bañados constituyen el principal o uno de los principales ambientes donde viven. Tanto el bosque como la pradera son utilizados por más de 100 especies cada uno y por último la costa y el mar constituyen el hábitat para al menos 67 especies.

Debido a la existencia de ambientes acuáticos de diferentes características que se extienden sobre amplias regiones de la Reserva de Biósfera, este grupo de aves que incluye representantes de varias familias orníticas está particularmente bien representado. Buena parte de la avifauna (al menos unas 144 especies), utiliza de manera permanente u ocasional los bañados y pajonales asociados a los mismos.

Resulta interesante constatar que más del 90% de las aves acuáticas citadas para Uruguay se encuentran en la Reserva (excluyendo las marinas). A continuación se detallan el número de especies de cada familia de aves acuáticas de Uruguay y el número de especies de cada familia que han sido citadas para la Reserva (Anexo N° 1).

En relación a los mamíferos, en la Reserva de Biósfera Bañados del Este se han registrado 12 especies de roedores de la familia Cricetidae que están distribuidas en diez géneros. Otras dos especies de roedores, la nutria (*Myocastor coypus*) de distribución más austral y el carpincho (*Hydrochoerus hydrochaeris*) más tropical. La nutria es una especie común en los humedales de la reserva, mientras que el carpincho ya no es tan abundante en muchas zonas, posiblemente por efecto de la transformación de hábitat y la caza furtiva. Ambas especies constituyen en algunos ecosistemas de humedales una gran parte de la biomasa animal de los mismos. La nutria es una especie que representa un cierto valor económico por su piel, es cazada legalmente en forma extractiva por los pobladores rurales cercanos a humedales. El área de la Reserva posee varias especies de carnívoros terrestres, de los cuales, las de mayor tamaño corporal son el mano pelada (*Procyon cancrivorus*) y el lobito de río (*Lutra longicaudis*).

En Bañados del Este existen actualmente dos especies de cérvidos: el venado de campo (*Ozotoceros bezoarticus*) y el guazú-birá (*Mazama gouazoubira*). El primero, que está catalogado como especie amenazada, mantiene en la reserva una población silvestre estimada en unos 100 individuos en la localidad de Sierra de los Ajos en el departamento de Rocha. En la reserva se desarrolla además, un experimento de reintroducción del venado de campo. En 1996 y 97 se trasladaron individuos que se encontraban en cautiverio o semi-cautiverio, hacia áreas de praderas y humedales de la Laguna Negra en la Estación Biológica Potrerillo de Santa Teresa.

Por último, existen tres especies de mamíferos introducidos que viven en estado silvestre, de las cuales la liebre (*Lepus europaeus*) se ha extendido a la casi totalidad del área, y el jabalí (*Sus scrofa*) se encuentra en la actualidad en franco proceso de expansión. El ciervo axis (*Axis axis*) posee por lo menos una población que está circunscripta al Parque Santa Teresa en el departamento de Rocha.

I. SIERRAS (S)

Las sierras conforman los sectores más elevados de la Reserva con una altitud que varía entre los 200 y 518 msnm. Están constituidas por formaciones geológicas muy antiguas integradas principalmente por rocas cristalinas.

La unidad posee una superficie de 1.387.753 hectáreas que representa el 36,0% del área de la Reserva de Biósfera. Los principales macizos de sierras de la Reserva forman por un lado, la divisoria de aguas entre la cuenca de la Laguna Merín y por otro, la divisoria de aguas entre la Cuenca de la Laguna Merín y la Vertiente Atlántica con un rumbo general S-E paralelo a la línea de costa.

Las sierras forman un mosaico interno de subunidades de paisaje que contienen a su vez una importante diversidad de hábitats. La cubierta vegetal continuada por bosque serrano y de quebrada, cumple un papel clave de protección de cuencas y por tanto de los humedales que se encuentran aguas abajo. En las sierras se ubican además las nacientes de los grandes ríos de la Reserva: Yaguarón, Olimar, Tacuarí y Cebollatí. Por otra parte, las sierras poseen elementos singulares como lo son los aplanamientos, o las áreas con una alta proporción de afloramientos rocosos como las que se encuentran en la Sierra de Cordillera.

I.1. SIERRAS NO ROCOSAS CRISTALINAS (SNR)

Estas sierras poseen una topografía quebrada a fuertemente ondulada y su altitud varía entre los 100 y 350 msnm. Esta subunidad presenta una alta variación interna asociada fundamentalmente a los tipos de materiales sobre los que se desarrolla. En este sentido, este paisaje puede reconocerse como una matriz de pradera estival con parches de matorral, bosque de quebrada y serrano. Estas sierras son superficies de aplanamientos antiguos que permanecen como restos de relieves anteriores más elevados. Conforman un paisaje de pradera más o menos homogéneo. Se ubican principalmente en las divisorias de aguas de la Cuenca de la Laguna Merín con la del Río Negro y la del Río Santa Lucía. La altitud de estas sierras varía entre los 100 y los 300 msnm.

II. COLINAS Y LOMADAS

La Unidad Colinas y Lomadas constituye un paisaje con un relieve suave a fuertemente ondulado que es la transición entre las sierras y las llanuras altas en Vertiente Atlántica y la Cuenca de la Laguna Merín. Está constituida por una matriz de praderas onduladas estivales, con pequeños parches de matorral serrano. Su altitud está comprendida entre los 25 y 150 msnm y se extienden en una superficie de 767.350 hectáreas que representan el 19,9% del área de la Reserva de Biósfera Bañados del Este.

Los ecosistemas de praderas que predominan en esta unidad, ocupan grandes superficies en Uruguay y contienen una importante diversidad biológica, a pesar de lo cual, no están representados en áreas de conservación.

III. VALLES

Los valles son áreas deprimidas ubicadas dentro de sectores serranos, con una altitud variable, en general de por lo menos un centenar de metros por debajo de las sierras contiguas. Están desarrollados principalmente sobre rocas ígneas y están constituidos por una matriz homogénea de pradera invernal con parches de bosque asociados a los cursos de agua.

IV. LLANURAS ALTAS

Constituyen terrenos planos no inundables que se encuentran bordeando las llanuras bajas de la Laguna Merín y las llanuras bajas de las lagunas costeras y los cursos medios inferiores de los principales ríos. Esta unidad posee un alto grado de transformación dado por la actividad agrícola, que ha modificado la matriz original constituida por praderas, en un mosaico de cultivos y rastrojos

IV.1.LLANURAS MEDIAS

Constituyen terrenos totalmente planos ubicados por encima del nivel de inundación y presentan altitudes de entre 5 y 10 msnm. En ellos la matriz está constituida principalmente por una formación boscosa muy característica: el palmar de butiá (*Butiá capitata*).

IV.2.LLANURAS BAJAS FLUVIALES

Las llanuras bajas fluviales acompañan los cursos de agua de las principales vías de drenaje del área de Reserva y presentan un mayor desarrollo en los cursos medios y bajos. El área está constituida por bosques ribereños con sectores de vegetación hidrófila.

V. LOMADAS COSTERAS

Las Lomadas Costeras se ubican en forma paralela a la línea de costa del océano, a una altitud de 20 a 30 msnm, y pueden estar asociadas a planicies. Las lomadas se caracterizan por una topografía suavemente ondulada a plana y las planicies por la abundancia de depresiones subcirculares de unos pocos a unas decenas de metros de diámetro. La matriz está constituida por praderas psamófilas estivales con parches de matorral, bosque psamófilo y cultivos.

VI. DUNAS Y PLAYAS

En esta unidad se incluyen los paisajes en los que domina la presencia de arena eólica en forma de dunas y playas oceánicas. En esta matriz de arena aparecen afloramientos rocosos costeros, en forma de puntas y cabos.

VII PLATAFORMA CONTINENTAL E ISLAS OCEÁNICAS

Esta unidad se constituye por la porción de océano que incluye la Reserva y las islas oceánicas que quedan comprendidas. La porción acuática comprende una superficie de 158.994 hectáreas que representa el 4,1% del área de la Reserva.

Los criterios utilizados para establecer esta zonificación fueron los siguientes:

Zona Núcleo

- Ecosistemas que poseen una importante diversidad biológica a nivel genético, específico y ecosistémico.
- Ecosistemas que mantienen un alto grado de naturalidad.
- Áreas que incluyen endemismos.
- Áreas que mantienen especies animales o vegetales bajo algún tipo de amenaza.

- Ecosistemas que a pesar de haber sufrido procesos de fragmentación aún mantienen interés para la conservación.
- Áreas con alto valor desde el punto de vista paisajístico.
- Áreas que cumplen un papel relevante en el ciclo hidrológico, ya como nacientes o desembocaduras de sistemas lóticos.
- Áreas que se encontraban propuestas en otras categorías de conservación (áreas protegidas por decretos del Poder Ejecutivo, Área Ramsar)

Zona de Amortiguación

- Superficies amplias en torno a las zonas núcleo.
- Áreas que mantienen un importante grado de naturalidad.
- Áreas que comunican dos o más zonas núcleo que pueden cumplir el papel de corredores biológicos para algunos organismos.
- Áreas que incluyen paisajes singulares o amenazados.
- Áreas transformadas que deberán sufrir un proceso de restauración o de mitigación para cumplir un efectivo papel como zona de amortiguación.

Zona de Transición

- Áreas en las que se desarrollan diferentes actividades productivas con un uso intensivo de los recursos y del espacio, que deberán ser compatibles con los objetivos de la Reserva de Biósfera

Zona de Recuperación

- Áreas que fueron transformadas en distinto grado pero que mantienen un alto interés desde de los puntos de vista biológico, paisajístico y cultural.

V. ACTIVIDADES HUMANAS

El área propuesta como Reserva de Biósfera Bañados del Este ocupa 3.850.000 hectáreas en la que se encuentran 32 centros poblados mayores a los 500 habitantes incluyendo tres capitales departamentales. Al norte y al este limita con el Brasil. Se cultivan en ella más de 150 mil hectáreas de granos, cereales y cultivos forrajeros. Es visitada por más de 100 mil turistas durante la época estival y sirve de base para la producción de carne y lana en prácticamente la totalidad de su extensión. Parte de la población se dedica también a otras producciones de menor importancia económica, en escala artesanal, relacionadas a la pesca, la apicultura y las manualidades. Esto significa que, además de ser un área particularmente rica en humedales y otros ecosistemas de alta diversidad, la Reserva constituye una región del país ocupada, de importancia social y productiva de primera línea.

En líneas generales, sobresale la importante distribución, densidad y perfil de una manifestación arqueológica de amplia coincidencia con las tierras bajas del Este de Uruguay: los trabajos en tierra denominados localmente cerritos de indios. Estos trabajos en tierra presentan también en el conjunto del continente americano una importante distribución, generalmente asociada a extensas tierras bajas, que tuvieron directa vinculación con los

cambios del nivel del mar durante períodos muy antiguos. Estas estructuras prehistóricas han sido objeto de diferentes investigaciones que nos aproximan a su distribución, magnitud y función y otorgan a la Reserva de un valor internacional indiscutible.

Utilización de los recursos por la población:

Existen en el área costera poblaciones de pescadores artesanales que utilizan los recursos naturales de las lagunas de Rocha, Garzón y Castillos. Los asentamientos de pescadores artesanales son objeto de estudios sociales y económicos como ejemplo a desarrollar modelos de gestión para algunas localidades de la Reserva.

La región costera constituye un ambiente de transición entre la tierra y el mar y es necesario que la Reserva contemple requerimientos sobre las características del ecosistema y su conservación.

Asimismo, que contemple el uso que se realiza, ya sea en la porción marina (fundamentalmente pesca) como en la porción terrestre (desarrollo del turismo). También es necesario considerar las actividades tradicionales que benefician a las comunidades locales, como lo es la pesca artesanal.

En las zonas altas prevalece una ganadería extensiva, principalmente de cría, practicada sobre pasturas naturales con pocos mejoramientos de praderas y algunos verdes. En las planicies se practica el cultivo del arroz en forma intensiva, siendo la Reserva responsable por el 55% de la producción alternando, en rotación, el cultivo con un período de descanso, ocupado por mejoramientos pratenses varios o rastrojos, dedicados a la ganadería de carne.

La Cuenca Atlántica, con una extensión de aproximadamente 600 mil hectáreas, corre de norte a sur. Su límite Norte puede señalarse como una línea virtual de sierras que va desde Minas al oeste hasta el norte de la Laguna Negra, en el Este. Desde allí bajan, a través de una región de colinas muy recortadas, varios ríos y arroyos que desaguan en alguna de un conjunto de cinco lagunas importantes (José Ignacio, Garzón, de Rocha, de Castillos y Negra) algunas de las cuales se comunican con el océano mediante barras arenosas. La forestación, la agricultura en escala menor, la pesca y otras producciones variadas ocupan a la población local; como es habitual en el Uruguay, la ganadería está presente en toda el área. La franja costera, con formaciones típicas, dunas y playas, es una zona turística de importancia creciente.

Tanto la ganadería como la agricultura han tenido el efecto neto de transformar el tapiz vegetal natural de los suelos en asociaciones pastoriles y vegetales centradas en su utilización para la producción animal o, en el caso de la agricultura intensiva del arroz, en una transformación acentuada de las características físicas y químicas del suelo. Simultáneamente, algunos cursos de agua fueron modificados, y parte del área ocupada por bañados fue desecada.

De acuerdo con lo anterior, y considerando al mismo tiempo las necesidades de conservación con las particularidades productivas del área de la Reserva, se agrupan, a seguir, un conjunto de problemas y riesgos sugeridos por la forma en la que se explotan los recursos actualmente:

1. El sobrepastoreo del tapiz natural, especialmente en épocas de crisis forrajeras provocadas por períodos secos o de escasez forrajera y que ha causado la erosión acelerada en varias regiones dentro de la Reserva, tanto de quebradas como planas, incluyendo la degradación parcial del bosque nativo en colinas y en riberas fluviales, así como la del palmar de butiá.

2. El avance del cultivo de arroz desde las llanuras hacia zonas de lomada, la presión por acortar las rotaciones con pasturas en favor del arroz, el uso de una tecnología para su producción que demanda insumos químicos en volúmen de importancia y la utilización intensa de los recursos hídricos posibilita los rendimientos elevados que se obtienen al mismo tiempo que puede constituirse en fuente de riesgos para la conservación de los suelos y la calidad de las aguas.

Las obras de canalización realizadas destinadas a aumentar el área pastoreable y la arrosable han traído una alteración profunda en el sistema hídrico y en los naturales mecanismos de regulación de las inundaciones de las zonas más bajas del área de la Reserva.

3. El desarrollo turístico desordenado, signado por la especulación inmobiliaria, el crecimiento caótico y errático de asentamientos costeros, y por la falta de planificación de infraestructura apropiada pueden tener como resultado el estancamiento y la agonía del sector.
4. La forestación comienza a ejercer una presión considerable sobre los suelos definidos como de prioridad forestal, pero también sobre otros suelos de aptitud forestal cuestionable. No se está estudiando con suficiente cuidado el efecto de la forestación sobre la captación e infiltración de aguas, el reciclaje de los nutrientes y, en general, otros impactos sobre la fauna y la vegetación.
5. Productores dueños de menos tierra y menores recursos en general procuran, a través de la explotación de varios rubros en simultáneo (apicultura, suinocultura, huerta, artesanías), generar los ingresos suficientes como para una supervivencia digna. Al igual que en otros países, del continente, resulta éste un desafío extremadamente duro; es también, sin embargo, asunto de sostenibilidad social de primera magnitud para el cual no hay fórmulas de solución pre-establecidas.

El área de la Reserva está, casi en su totalidad, en manos privadas y -en mayor o menor grado- está dedicada a la explotación agropecuaria, agroindustrial o turística.

Estación Biológica Potrerillo de Santa Teresa

En la zona de la Laguna Negra se encuentra la Estación Biológica Potrerillo de Santa Teresa con 715 hectáreas propiedad de la Dirección Nacional de Medio Ambiente (DINAMA)- Ministerio de Vivienda Ordenamiento Territorial y Medio Ambiente (MVOTMA) y gestionada por PROBIDES.

En el área de la Estación Biológica, los humedales constituyen una zona importante para la nidificación, alimentación y estancia de numerosas especies de avifauna acuática. Las costas arenosas de la laguna y algunos pastizales interiores conforman habitats particulares para la alimentación y el refugio de numerosos limícolas migratorios durante la época estival. Se destaca por su riqueza en diversidad de aves, en especial anátidos, garzas y passeriformes de humedales.

Los sectores de humedales constituídos por macrófitas emergentes de alto porte y las praderas aledañas constituyen el hábitat del dragón y de la viudita de cola negra, dos especies consideradas vulnerables en su área de distribución. Los Bañados de Santa Teresa se ubican a una altitud de nueve metros sobre el nivel del mar, y están situados en la prolongación

septentrional de la depresión de la Laguna Negra de la que se encuentra separada por un cordón arenoso y por un afloramiento rocoso cristalino (Potrerillo de Santa Teresa). Hacia el norte limitan con las colinas cristalinas de Potrero Grande. Su máxima extensión de este a oeste es de 15 km, extendiéndose aproximadamente 5 km de sur a norte.

Se trata de un ecosistema de humedal (bañado profundo) permanentemente inundado con formaciones turbosas espesas cubiertas por vegetación palustre. Subyacente a la turba se encuentra un talud enterrado correspondiente a una línea de costa estuárica o lagunar. Por debajo del talud las acumulaciones turbosas pueden alcanzar más de cuatro metros de espesor que es el máximo de toda el área de la Reserva. Por encima del talud su espesor es mínimo, nunca más de un metro.

Los suelos dominantes son turbosos (Histosoles) y la vegetación es hidrófita de alto porte y paludosa, donde predominan tiriricas, espadañas y juncos. Estos bañados han sido modificados en la década del 80 por la construcción del canal de drenaje Canal Laguna Negra el cual vierte las aguas hacia el Océano Atlántico. Estas obras han determinado cambios en los ecosistemas originales de bañado provocando la subsidencia del terreno. A ello se agrega el pastoreo y la quema provocada de la vegetación de bañados que han acelerado este proceso de modificación.

2. MARCO CONCEPTUAL.

2.1. ANTECEDENTES Y JUSTIFICACIÓN.

El gobierno uruguayo presentó ante la UNESCO una propuesta para crear una Reserva de Biósfera en el área de los Humedales del Este, que fue aprobada en el año 1976 por el programa MAB. En el documento presentado en la UNESCO se incluyó un territorio - limitado de norte a sur entre 33° y 35° de latitud Sur y de este a oeste entre 53° y 55° de longitud Oeste. En el mismo se realizó una descripción de los componentes físicos y biológicos, destacándose la importancia de humedales que ocupan unas 200.000 hectáreas.

Por otra parte, en 1981, con la adhesión a la Convención de Ramsar, Uruguay ha enmarcado su segunda iniciativa tendiente a la conservación de los ecosistemas de humedales ante organismos internacionales. Este compromiso ha sido aprobado por el Estado uruguayo al promulgarse como ley nacional (Ley N° 15.377 del 29/10/982). Posteriormente, el documento de ratificación del Convenio fue depositado ante la Dirección General de la UNESCO en mayo de 1984, convirtiéndose en la trigésima quinta parte contratante de la Convención a nivel mundial. En el momento de su adhesión, Uruguay tenía solamente designado un sitio en la lista de humedales de importancia internacional, bajo el nombre de Bañados del Este y Franja Costera.

El sitio Ramsar para Uruguay incluye las zonas húmedas del SE del país, cuya delimitación se centra alrededor del paralelo 33° 40' de latitud Sur y del meridiano 53° 20' de longitud Oeste.

Abarca parte de los departamentos de Cerro Largo, Treinta y Tres y Rocha, y comprende las lagunas de Castillos, Negra y Merín, parte de los ríos Tacuarí, Cebollatí y San Luis. Incluye además varios arroyos, planicies bajas de inundación permanente, periódica y ocasional y una faja costera que se extiende desde la frontera Uruguay-Brasil hasta el Sur del Cabo Polonio. Están integradas al área, las islas costeras del Atlántico próximas a La Coronilla y Cabo Polonio (Ramsar 1992).

En cuanto a la superficie del sitio Ramsar, se han manejado magnitudes sensiblemente diferentes que van desde 200.000 hectáreas (Cooperation Ramsar-USA 1991), hasta 325.000 hectáreas de zonas húmedas (OEA/BID/OPP 1992, Ramsar 1992).

A pesar de que las iniciativas emprendidas tanto a nivel del MAB como de la Convención Ramsar se han apoyado en criterios conservacionistas, ellas no delimitan el mismo espacio geográfico como así tampoco esbozan planes de gestión o de zonificación del territorio comprendido. Dado que, tanto el Programa MAB como la Convención de Ramsar comparten -en gran medida- la óptica de conservar el patrimonio de biodiversidad natural en esta zona de la región Neotropical, resulta lógico que la re-definición del área de la Reserva de Biósfera Bañados del Este incluya el Sitio Ramsar.

Dentro de ese contexto, son las directivas establecidas por el Programa MAB y por la Estrategia de Sevilla de la UNESCO las que proponen pautas para la zonificación de las Reservas de Biósfera, demarcando zonas núcleos, zonas de amortiguación y zonas de transición.

La Convención de Ramsar no establecía ni solicitaba a los países adherentes propuestas de zonificación para los sitios declarados, hecho que ha comenzado a modificarse a partir de la Conferencia de Montreux en 1992, en dónde la Convención ha estipulado que las Partes

Contratantes deberán formular y aplicar su planificación de forma que favorezca, en la medida de lo posible, el uso racional de los humedales en su territorio (Ramsar 1992).

De este modo, la propuesta de elaboración de un Plan Director de un espacio geográfico afectado a reserva de biósfera supone identificar y definir zonas núcleos, zonas de amortiguación y zonas de transición adaptándose a los criterios fijados por la UNESCO, cuyo fin es asegurar distintas modalidades de protección.

Se entiende por protección el conjunto de acciones y medidas englobadas dentro de la planificación, el ordenamiento territorial y el control de las actividades recomendadas a desarrollar en cada una de las zonas, siempre que en éstas aseguren, la perdurabilidad de los ecosistemas y de los paisajes que le son característicos.

En el caso particular del área de los Bañados del Este y Franja Costera, la elaboración y propuesta de un Plan Director que plantee un manejo integral de los recursos naturales, toma el carácter de urgente. En primer término porque se constatan las alteraciones que se han operado en el área -muchas de las cuales han estado y se mantienen en contradicción con los compromisos internacionales asumidos por el país- y en segundo lugar, porque se constituye en un instrumento básico y fundamental para mitigar los conflictos ambientales ya generados y para tomar las medidas adecuadas ante los posibles efectos negativos causados por nuevos emprendimientos.

Por otra parte, la propuesta de un Plan Director de la Reserva de Biósfera Bañados del Este, se constituye en un elemento idóneo y en un eje de articulación para las instituciones y los organismos nacionales o departamentales que ligados al concepto de medio ambiente y recursos naturales y al amparo de la legislación vigente, poseen diferentes niveles de competencia y de gestión territorial en el área.

En este sentido se han relevado 39 instituciones y organismos del Estado con competencia en materia de medio ambiente y recursos naturales, debido a la aplicación de leyes como la

Ley de Suelos y Aguas, Ley Forestal, Ley de Fauna, Código de Aguas, Ley de Minas y Evaluación de Impacto Ambiental (OEA/BID/OPP 1992). Existen, además, ordenanzas específicas aplicadas por las diecinueve Intendencias Municipales del país.

No obstante las leyes mencionadas, la legislación uruguaya aún carece de una Ley de Áreas Protegidas (existe un Proyecto de Ley que ha tenido sanción sólo en la Cámara de Senadores) y por ende de un Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas, por el cual se pueda cumplir con determinados objetivos de conservación a través de algunas categorías de manejo de territorio.

El concepto internacional de categorías de manejo ha tenido su origen en las propuestas y criterios de la Unión Internacional de Conservación de la Naturaleza (UICN), que ha actualizado sus conceptos al enfocar la protección de áreas naturales como una contribución al desarrollo sostenido. (OEA, PNUD 1988).

La UICN ha establecido diferentes categorías y han sido aceptadas internacionalmente cinco de ellas: Reservas científicas (Catg. I); Parques nacionales (Cat. II); Monumentos naturales (Catg. III), Reserva natural manejada (Catg. IV), Paisajes protegidos (Catg. V) (UICN 1993).

Ha sido dentro de este marco de categorías de manejo con criterios de conservación, que algunas áreas del Uruguay fueron declaradas con distintos grados de protección, tal como lo han establecido algunos Decretos o Leyes del Poder Ejecutivo.

En particular en el área de Reserva de Biósfera Bañados del Este se destacan:

- Parque Nacional Lacustre, formado por las lagunas José Ignacio, Garzón y de Rocha, (Decreto 260/977).
- Por el artículo 458 de la Ley 16.170 se encomienda al MVOTMA, la definición y estudio de las áreas de protección y reserva ecológica, así como la reglamentación de uso y manejo de las siguientes zonas: (OEA/BID/OPP 1992):
- Las regiones de Cabo Polonio, Aguas Dulces y Laguna de Castillos, declarada su preservación de interés nacional por el Decreto 266 del 2/6/966.
- La zona integrada por las lagunas José Ignacio, Garzón y de Rocha ya declaradas Parque Nacional Lacustre por el Decreto 260/977.
- El área natural de los Bañados de Santa Teresa incluyendo el ecosistema de Laguna Negra, el palmar y el monte indígena ubicado en la margen noroccidental de la misma.
- El sistema de los bañados de India Muerta.
- Los bañados costeros de la Laguna Merín.

Por otra parte y a nivel de los gobiernos departamentales, la Intendencia Municipal de Treinta y Tres ha declarado área protegida a la Quebrada de los Cuervos, destinada a la conservación y recreación. Recientemente esta intendencia ha generado instancias de sensibilización y ha promovido incentivos fiscales a los propietarios circundantes de la Quebrada de los Cuervos para que éstos participen en el manejo integral del área.

En la Reserva de Biósfera, existen otras áreas protegidas manejadas que contemplan la conservación, investigación científica y el turismo de naturaleza. Tal es el caso de la Estación Biológica Potrerillo de Santa Teresa, gestionada por PROBIDES en un predio que pertenece a

la Dirección Nacional de Medio Ambiente (DINAMA) del MVOTMA, sobre la costa norte de la Laguna Negra.

En la actualidad se encuentra en proceso de implementación una experiencia similar en el Área Protegida del Parque San Miguel, perteneciente al MVTOMA.

Por último, la propuesta de zonificación de la Reserva de Biósfera Bañados del Este aporta un enfoque integrador en la búsqueda de hacer compatibles las actividades de desarrollo con la conservación de los valores naturales y culturales de la región.

2.2. ENFOQUE METODOLÓGICO.

Bañados del Este es una reserva de Biósfera situada en la Región Neotropical en la provincia biogeográfica denominada Pampas Uruguayas por Udvardy (1975) o Provincia Pampeana por Cabrera y Willink (1980) establecen una diferenciación desde el punto de vista fitogeográfico en distritos y denominan Distrito Uruguayense a la porción de la provincia que incluye el sur de Brasil, Uruguay, Entre Ríos y Santa Fe en la Argentina.

En una evaluación y clasificación de ecorregiones para el territorio de América Latina y el Caribe (WWF 1995), Uruguay queda comprendido en las denominadas Sabanas Uruguayas y categorizado como Vulnerable en una escala de seis categorías de prioridad de conservación (Crítica, En Peligro, Vulnerable, Relativamente Estable, Relativamente Intacta y No Casificada). Si bien lo anterior, en el mismo trabajo, se considera que no existe un consenso claro acerca del estatus de conservación más apropiado para las Sabanas Uruguayas, algunos autores estiman que este podría definirse como En Peligro o Crítico (WWF 1995).

Siguiendo los criterios establecidos por el Programa MAB, en la nueva definición de límites de Bañados del Este se procuró incluir un mosaico de sistemas ecológicos representativos de la provincia geográfica en la que se encuentra la reserva (UNESCO 1996).

El área delimitada para Bañados del Este incluye nueve grandes unidades de paisaje, en una superficie total de 3:850.000 hectáreas. Existe un gradiente de altitud poco pronunciado que va de una altura máxima de 513 msnm en las sierras, hasta el nivel del mar en el litoral atlántico.

Además, está comprendido un sector del Océano Atlántico de cinco millas náuticas a lo largo de la costa (Carta 1). Este amplio territorio posee diversos ecosistemas y una importante diversidad de flora y fauna que para algunos grupos es aún poco conocida.

Para desarrollar este trabajo se conformó un equipo interdisciplinario que realizó la redefinición de los límites de la Reserva y una descripción y evaluación de sus principales componentes. Además se abordó el problema de la propuesta de una zonificación primaria para la Reserva de Biósfera y la elaboración de un conjunto de medidas o acciones recomendadas para la implementación del nuevo territorio.

Luego de establecida el área de estudio se definió la escala de trabajo a 1/500.000.

Se consideró para ello la escala a la que se encontraba la información existente, la que se debía elaborar, el período estipulado para finalizar el estudio y la edición de las cartas que se fueran a generar.

En el proceso de pasaje de la información de los documentos fuentes a la escala 1/500.000 se debió tanto generalizar datos como también generar nueva información. Para

generar la Carta de Suelos (Carta 3) se trabajó con el mapa de Suelos y formas de la Tierra de la Comisión Mixta de la Laguna Merín (CLM) de escala 1/200.000. Para las cartas de Geomorfología (Carta 2) y de Vegetación (Carta 4) se utilizó como fuente el Mapa Geomorfológico de la CLM (1/500.000) y el mapa esquemático de la vegetación del Uruguay de la Dirección de Suelos y Aguas. En la elaboración de la Carta de Unidades de Paisaje (Carta 5) se utilizó la información de las cartas de Geomorfología, Suelos y Vegetación. Por último, la Carta de Zonificación (Carta 6) surgió de la integración de aspectos geomorfológicos, edafológicos, de la vegetación, vida silvestre, uso del suelo, aspectos sociales y económicos y arqueológicos. Además, se utilizó la información contenida en las cartas geográficas 1/50.000 del Servicio Geográfico Militar (SGM); los fotoplanos 1/50.000 y 1/100.000 del año 1966 y las fotos aéreas de los vuelos 1966 del SGM y 1989 de la Fuerza Aérea. Se analizaron las imágenes satelitales digitales Landsat MSS (Path Row 222/83 y 222/84) del 12/09/1986, en sus cuatro canales, empleando módulos del software Idrisi versión 4.1 para sistema DOS con realización de impresiones color.

Las Cartas numeradas 1 a 6 fueron digitalizadas en Autocad versión 12, en el Departamento de Geografía de la Facultad de Ciencias. Posteriormente las Cartas 2, 3, 4, 5 y 7 fueron levantadas en ArcInfo versión 3.4.2 para ser ingresadas en ArcView versión 2.0 desde dónde se realizaron las impresiones color. Las Cartas 1 y 6 fueron ploteadas directamente con ficheros Autocad.

La descripción se basó en la actualización y síntesis de la información primaria en: clima, geología, geomorfología, suelo, hidrología, vegetación, fauna, arqueología y aspectos sociales y económicos. El análisis y la síntesis de esta información se realizó sobre la base de criterios de planificación de áreas protegidas y se procuró su aplicación en la delimitación y zonificación de la reserva, así como en la elaboración del plan de acción. Para ello se realizó un análisis de superposición de mapas temáticos.

Se realizaron relevamientos terrestres que se orientaron al reconocimiento general del área y en particular a reconocer los sitios con mayor interés geomorfológico, biológico, productivo, o con el fin de cubrir vacíos de información.

Por último, se concretó a través de tres seminarios la discusión de los criterios adoptados y la presentación de los avances logrados.

2.3 EL ÁREA DE ESTUDIO: LA DELIMITACIÓN DE LA RESERVA.

2.3.1 La delimitación de la reserva.

La reserva de la Biósfera Bañados del Este se ubica al sureste del Uruguay y su delimitación ha sido establecida en base al criterio de divisorias de cuencas hidrográficas que se utiliza en el diseño y en la delimitación de áreas protegidas. En particular, su aplicación ha sido recomendada para áreas protegidas establecidas en humedales (Holland 1987, Hollis *et al.* 1988), sobre la premisa que la conservación de los humedales ubicados en una cuenca es posible cuando se maneja ésta en su totalidad.

Bañados del Este incluye con este criterio la porción uruguaya de la cuenca de la Laguna Merín y un sector de la vertiente atlántica del territorio nacional (Carta 1). A partir de esta redefinición de límites, la reserva pasa de una superficie de 200.000 hectáreas, establecidas en 1976 que contenía mayoritariamente humedales, a comprender 3:850.000 hectáreas. Esta nueva extensión abarca desde las sierras dónde se ubican las divisorias de

aguas, hasta los humedales de las llanuras bajas, las dunas costeras y parte de la plataforma oceánica. De la superficie considerada, 3:250.000 hectáreas corresponden a la porción uruguaya de la cuenca de la Laguna Merín y 600.000 hectáreas a un tramo de la cuenca del Océano Atlántico que queda incluida en la reserva.

Para lograr un manejo integral de la cuenca de la Laguna Merín, deberán coordinarse en el futuro las gestiones de las reservas de biósfera Bañados del Este de Uruguay y Mata Atlántica de Brasil.

La nueva propuesta para la Reserva de Biósfera Bañados del este tiene como límites extremos las siguientes coordenadas geográficas: al Norte 31° 50' S y 54° 13' O (próximo a Aceguá), al Este 32° 44' S y 53° 09' O (límite internacional entre Uruguay y Brasil sobre las aguas de la Laguna Merín), al Sur 35°00' S y 54°52' O (próximo a la Isla de Lobos) y al Oeste 33° 37' S y 54° 52' O (próximo a Illescas) (Carta 1).

El límite entre las dos cuencas mencionadas fue fijado manteniendo la antigua línea divisoria de cuencas, en donde la Laguna Negra y los Bañados de India Muerta, Santa Teresa, Los Indios, Las Maravillas y San Miguel vertían sus excedentes de agua hacia la Laguna Merín. Esta consideración se fundamenta en el estudio y propuesta de regulación hídrica del norte del departamento de Rocha, que plantea el cierre del Canal Andreoni (elemento que ha modificado la dirección de las aguas superficiales) y el retorno al estado anterior, en una perspectiva de manejo de conservación y restauración de humedales (PROBIDES 1995).

Existen varios argumentos a favor de la creación de reservas grandes (Soulé 1987, Caughley y Sinclair 1994 y Meffe y Carroll 1994), en este sentido el Marco Estatutario del Programa MAB establece como primer criterio para designar áreas de reserva de la biósfera: contener un mosaico de sistemas ecológicos representativos de regiones biogeográficas importantes que comprenda una serie progresiva de formas de intervención (UNESCO 1996). La conservación de determinadas características del paisaje y la continuidad espacial de algunas formaciones vegetales se puede lograr cuando se manejan grandes superficies. Las especies animales de mayor masa corporal y las pertenecientes a niveles tróficos superiores requieren también grandes áreas para el mantenimiento de poblaciones viables (Meffe y Carrol 1994).

La base territorial de Bañados del Este está delimitada por la divisoria de aguas que la separa de la cuenca del Río Negro al oeste (la Cuchilla Grande) y de la Vertiente Platense al Suroeste (las Sierras de Ánimas y Carapé). En su flanco occidental el geosistema regional de la Reserva está constituido por una zona elevada de aplanamientos antiguos (dónde se encuentran los parte-aguas) que han sido disectados en varios tiempos geológicos. Esto determinó la formación de quebradas abruptas y valles más amplios que se desplazan hacia las zonas bajas orientales y terminan en un complejo de llanuras que incluyen humedales y áreas lagunares y llegan al espejo de la Laguna Merín. Sobre la vertiente atlántica estos valles se ensanchan hasta formar varias llanuras y lagunas litorales, separadas del Océano Atlántico por cordones arenosos eólicos y de playa de edad Pleistocénica Superior, Holocena y Reciente.

Este geosistema es además un hidrosistema bien definido. Las aguas que caen en los interfluvios y cuencas de recepción escurren rápidamente hacia los valles fluviales reduciendo su velocidad a medida que disminuyen las pendientes. En las zonas bajas y depresiones dónde las pendientes son menores se han formado extensos humedales en dónde gran parte

del agua se almacena temporariamente, evaporándose una fracción considerable, mientras que el resto es evacuada lentamente a través del drenaje superficial rumbo al gran cuerpo lacunar de la Laguna Merín o hacia los cuerpos lacunares menores en la Vertiente Atlántica. Una parte del agua de lluvia y fluvial nutre las áreas de recarga de los acuíferos que en general acompañan la topografía descargando su caudal en los quiebres de pendientes cóncavos de las laderas, o por debajo de las zonas bajas y áreas lacunares.

Los ecosistemas de esta región están profundamente influenciados por estos geo- e hidrosistemas evolucionando desde praderas de altiplanos y cimas serranas con asociaciones adaptadas a condiciones xerofíticas en las zonas altas, a bosques y matorrales serranos en las quebradas, luego a bosques fluviales a lo largo de los valles, culminando en bañados y esteros en las zonas bajas de menor pendiente (depresiones, áreas contiguas a las lagunas y llanuras de represado de los cordones arenosos). En las zonas adyacentes a la costa oceánica y en menor medida a lo largo de las costas de los cuerpos lagunares se desarrollan ecosistemas psamófilos y halófilos.

A lo largo de este complejo ecosistémico se producen procesos de intercambio génico que ocurren a través de los corredores biológicos existentes entre los distintos ecosistemas, que para algunos grupos de organismos podrían ser por ejemplo, los bosques de quebrada y los bosques fluviales.

Las diferentes asociaciones biológicas están conectadas por relaciones de cuenca estrechas y por esta razón su utilización para diferentes fines se llevó a cabo a través de intervenciones en las cuencas altas y valles para generar estrategias de manejo en las llanuras. Es el caso de embalses de riego que fueron contruidos en los cursos altos y medios de los arroyos con fines de irrigación de cultivos de arroz en las tierras bajas.

Los humedales ubicados en la base de las cuencas son claves desde el punto de vista del mantenimiento de la biodiversidad en la región y los elementos centrales que determinan su presencia son las características del régimen hidrológico, la concentración de agua, el drenaje lento y la evotranspiración resultante.

Por otra parte, los cambios de uso del suelo que comienzan a observarse en las zonas serranas por la forestación de vastas áreas que han sido definidas como de prioridad forestal, determinan un cambio importante (aún no evaluado) en caudales y regímenes disponibles aguas abajo, además de una alteración profunda de la estructura y funcionamiento de esos ecosistemas, con consecuencias negativas previsible sobre la conservación de la biodiversidad.

Las conexiones de los geosistemas lagunares uruguayos con el geosistema Laguna Merín -Laguna de los Patos no son sólo de tipo analógico, sino que se dan efectivamente a través de los flujos subterráneos de agua entre ambas áreas (por ejemplo La Angostura) o a través de los flujos superficiales caudalosos que resultaron como producto de las canalizaciones que han desviado gran parte de las aguas de escorrentía directamente hacia la costa atlántica, reduciendo el flujo natural hacia la Laguna Merín

De todo ello se desprende que la gestión del complejo ecosistémico de los Bañados del Este debe ser comprendida a partir de una regionalización hidrográfica, sobre la base del manejo integrado de las aguas de toda la cuenca y de los diversos ecosistemas incluidos que están relacionados geológica, hidrológica y ecológicamente.

LITERATURA CITADA

Cabrera, A y A. Willink. 1980. Biogeografía de América Latina. Serie de Biología, Monografía N° 13. Secretaría General de la Organización de los Estados Americanos (OEA). Washington D.C., Estados Unidos. 122pp.

Dinerstein, E., *et al.* 1995. A Conservation Assessment of the Terrestrial Ecoregions of Latin America and the Caribbean. World Wildlife Fund (WWF), World Bank. Washington. 129 pp.

OEA/BID/OPP. 1992. Estudio Ambiental Nacional. Plan de Acción Ambiental. 328 pp.

Oltremari, J. 1988. Estrategia para el Desarrollo de un Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas en Uruguay. FAO/PNUMA. 59 pp.

PROBIDES 1995. Propuestas sobre el manejo de los recursos hídricos en el departamento de Rocha. Documento de Trabajo N° 3. 20 pp.

Ramsar. 1993. Procedimiento de monitoreo de la Convención de Ramsar. Informe N° 24. Bañados del Este y Franja Costera, Uruguay. 35 pp.

Udvardy, M. 1975. A classification of the biogeographical provinces of the world. Occasional paper N° 18. IUCN (International Union for Conservation of Nature and Natural Resources). Morges, Suiza. 48 pp.

UICN. 1993. Parques y Progreso. Áreas Protegidas y Desarrollo Económico en América Latina y el Caribe. Ed. V. Banzetti. UICN-Banco Mundial.

UNESCO. 1996. Reserva de biósfera: La Estrategia de Sevilla y el Marco Estatutario de la Red Mundial. UNESCO, Paris. 20 pp.

WWF. 1995.

El agua en la ciudad

Ordenamiento urbano planificado
como instrumento eficiente de prevención de crecientes
(Guión de la Presentación)

Prof. Ing. Adolfo Cutinella

1) Introducción.

Se presentan en forma sintética los elementos básicos de la estructura física y de la geografía local que condicionan y regulan el ciclo hídrico en las ciudades y las regiones metropolitanas. Las **crecientes e inundaciones deben analizarse en este contexto** para poder actuar efectiva y económicamente en su regulación y control reconociendo el papel protagónico de las estructuras físicas y geológicas y de la geografía.

La evolución demográfica mundial, en rápido proceso, actúa sobre la estructura física. La densidad y la presencia humana generalizada condiciona la planificación que requiere renovados enfoques y procedimientos.

Sólo pretendemos aquí ampliar el marco de análisis presentando elementos nuevos y clásicos de imprescindible consideración para mejor definir el ecosistema urbano y como éste condiciona el escurrimiento hídrico y sus desbordes.

2) La ciudad.

«Una ciudad es una concentración geográfica permanente de personas y de actividades económicas y sociales».

La rápida evolución demográfica mundial se ilustra, en distintas proyecciones en el cuadro N° 1.

En paralelo, se desarrolla un proceso de urbanización muy fuerte que lleva a la concentración espacial de la población en ciudades y especialmente en grandes megalópolis (ver cuadro N° 2). Para el 2015, diez ciudades tendrán más de 20 millones. (Entre 8000 y 10000 millones de habitantes en el mundo para el año 2035).

3) Factores que definen la ciudad y afectan el ciclo del agua.

El diagnóstico debe cubrir diferentes aspectos:

- * El tamaño (población, área, actividad) y su evolución.
- * Distribución espacial, densidades de ocupación del suelo.
Geografía y trazado urbano; geología y paisaje; proceso de evolución.
- * Actividad e intensidad de interrelaciones urbanas (transportes, comunicaciones, comercio, otras).
- * Nivel de desarrollo económico y social (ingreso y su distribución).

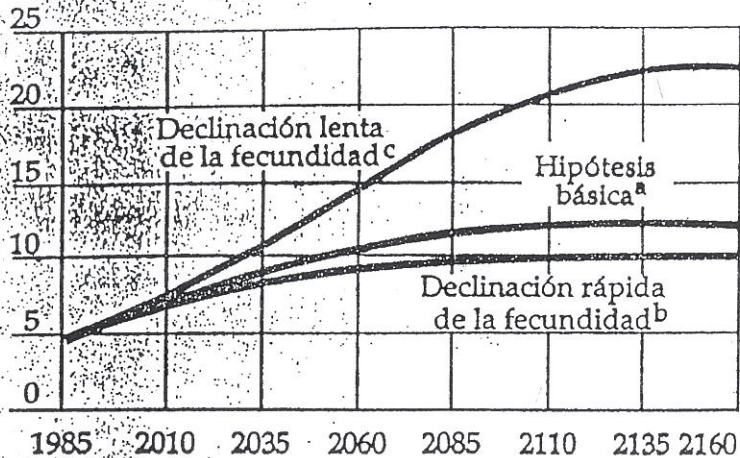
Tipos de actividades económicas y sociales.

4) La ciudad como ecosistema

“La ciudad es un sistema en el que los hombres (y sus organizaciones) se relacionan (interactúan) entre sí y con el medio ambiente natural y artificial por ellos creado”.

El agua y sus ciclos juegan un papel fundamental en este ecosistema.

La población mundial por lo menos se duplicará, y puede cuadruplicarse.



Miles de millones de personas.

Figura 1.1 Proyecciones de la población mundial conforme a diferentes tendencias de la fecundidad, 1985-2160.

- Los países que tienen niveles de fecundidad elevados y no declinantes inician la transición hacia una fecundidad más baja hacia el año 2005 y experimentan una declinación sustancial - de más de la mitad en muchos casos - a lo largo de los 40 años siguientes. Todos los países alcanzan la tasa de fecundidad de reemplazo para el año 2060.
- Los países que aún no están en transición hacia una fecundidad más baja inician esa transición inmediatamente. En el caso de los países que ya están en proceso de transición, la fecundidad total declina a una tasa dos veces mayor que la de la hipótesis básica.
- La transición hacia una fecundidad más baja (que se activa cuando la esperanza de vida llega a los 53 años) se inicia después del año 2020 en la mayoría de los países de ingreso bajo. En el caso de los países ya en proceso de transición, la fecundidad declina a una tasa que es la mitad de la hipótesis básica.

Fuente: Datos del Banco Mundial.

Fuente: Banco Mundial - Informe 1994

*CITIES Around 45% of the world's population are urban dwellers, according to the United Nations; by 2025 that proportion is likely to exceed 60%. Tokyo was the world's largest «urban agglomeration», jargonese for city, in 1994 with a «whopping 26.5m residents. By 2015, thinks the UN, it will still be the biggest, with a population of 28.7m. But only just. Bombay is forecast to have 27.4 m residents in 2015, almost double its 1994 total. Most of the fastest population growth will be in the developing world: New York, currently the world's second-biggest city, with 16m inhabitants, is expected to be overtaken by Sao Paulo, Mexico city, Shanghai, Beijing, Jakarta, Lagos and Karachi. It will have to be renamed the Medium-sized Apple.

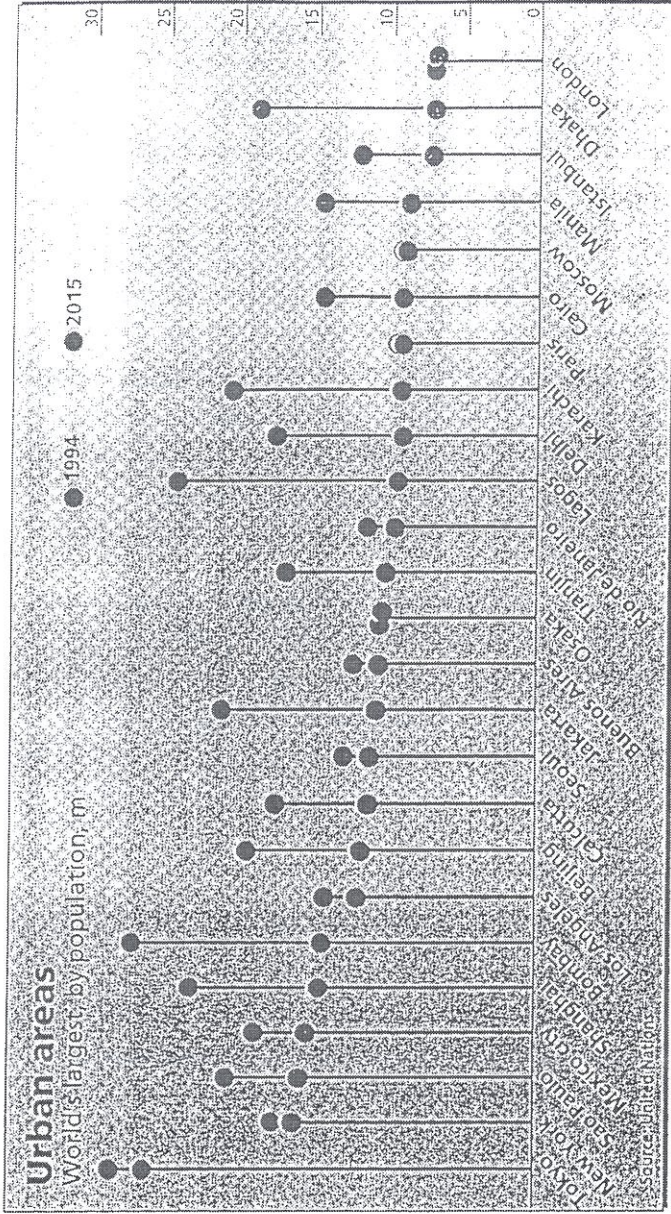


Figura 2-Proceso de urbanización (Fuente: «The Economist», 1995.)

5) Conviene recordar las actividades humanas básicas y cómo se vinculan y afectan al ciclo del agua.

- * Habitar (vivienda y servicios).
- * Trabajar (producir bienes y servicios)
- * Recrearse
- * De comunicación y organización social.
- * De gobierno y administración

Estas actividades se localizan en:

- * Espacios adaptados (para la función) edificios, estructuras y espacios libres (componentes del sistema) que condicionan la evolución urbana e interactúan entre sí por medio de:
- * Subsistemas de Transporte y Comunicaciones que vinculan a través de:
- * canales (estructuras físicas y otros medios técnicos).

A través de todo el sistema urbano circula (o está presente) el agua, siguiendo un ciclo alterado y adaptado por el hombre para satisfacer sus necesidades y para evitar los desbordes y sus efectos perjudiciales.

El trazado urbano y su infraestructura, insertos en la geografía local, condicionan los procesos naturales, sujetos a las variaciones del clima y de las actividades humanas. *Las inundaciones urbanas son consecuencia de estas interacciones y conflictos.*

6) La ciudad, su región y el ciclo del agua.

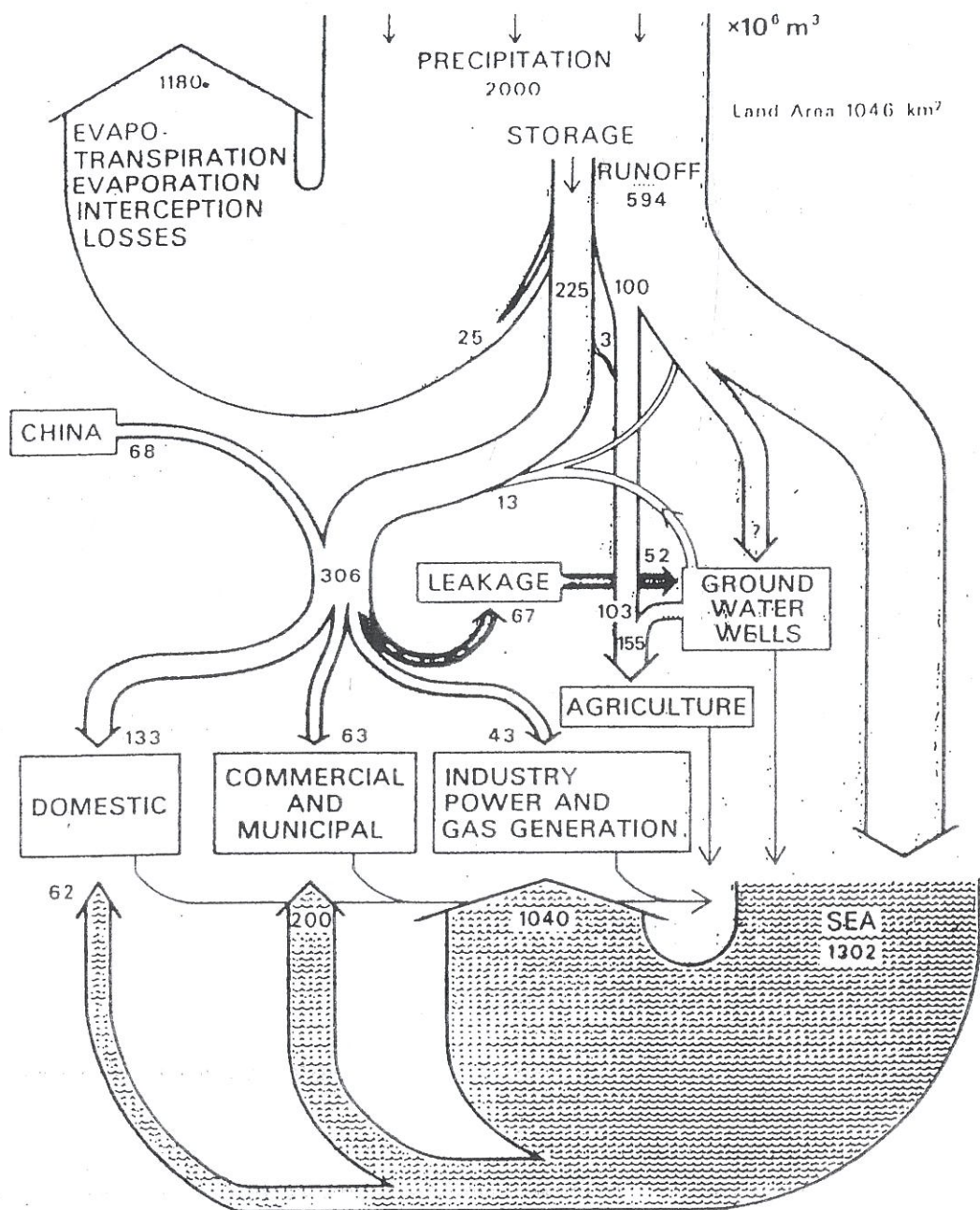
La figura Nº 3 muestra el **ciclo y balance integrado del agua** (basado en un ejemplo real).

Allí se presentan fuentes, captaciones, canales y ríos, usos y destino final del agua. El esquema ilustra sobre las magnitudes relativas de flujos y demandas.

La ciudad y su región constituyen una unidad geográfica y un sistema (ecosistema) interdependiente en el que el agua constituye un elemento esencial.

Los esquemas Nos.4 y 5 presentan una organización típica regional de un sistema de abastecimiento de agua en relación a la geografía. El proyecto, ordenando las diferentes partes del sistema y su adecuada ubicación permite y mejora el eficiente cumplimiento de sus funciones.

Ecology of a City



Water balance of Hong Kong, 1971

Fuente: "Hong - Kong - Ecology of a City"

Figura N° 3

SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO

Sistemas de Abastecimiento

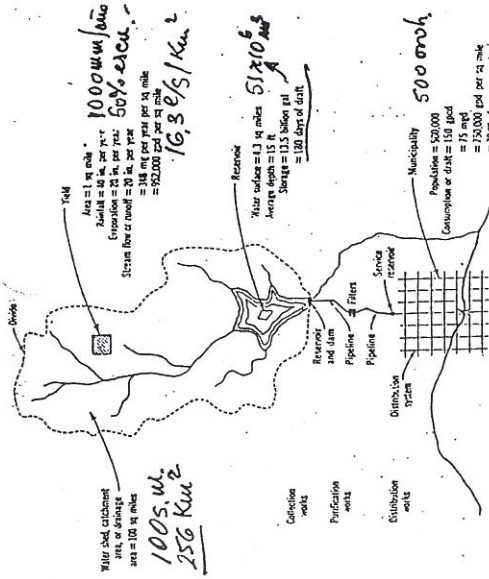


Fig. 2-1. Rainfall, runoff, storage, and draft relations in the development of surface-water supplies.

2-2 REQUIRED CAPACITY

Water-supply systems are designed to meet community needs for a reasonable number of years in the future. Rate of consumption is normally expressed as the mean annual use in gallons per capita daily (gpcd), and seasonal, monthly, daily, and hourly departures in rate are given in percentages of the mean. In North America the spread in consumption is large: from 35 to 500 gpcd, varying radically with industrial water demands.

Average rates between 100 and 200 gpcd are common, and a generalized average of 150 gpcd is a useful guide to normal requirements 567 l/dia.

The capacity of individual system components is set by what is expected of them. Distribution systems, for example, must be large enough to combat and control serious conflagrations without failing to supply maximum coincident domestic and industrial drafts. Fire demands vary with size and value of properties to be protected.

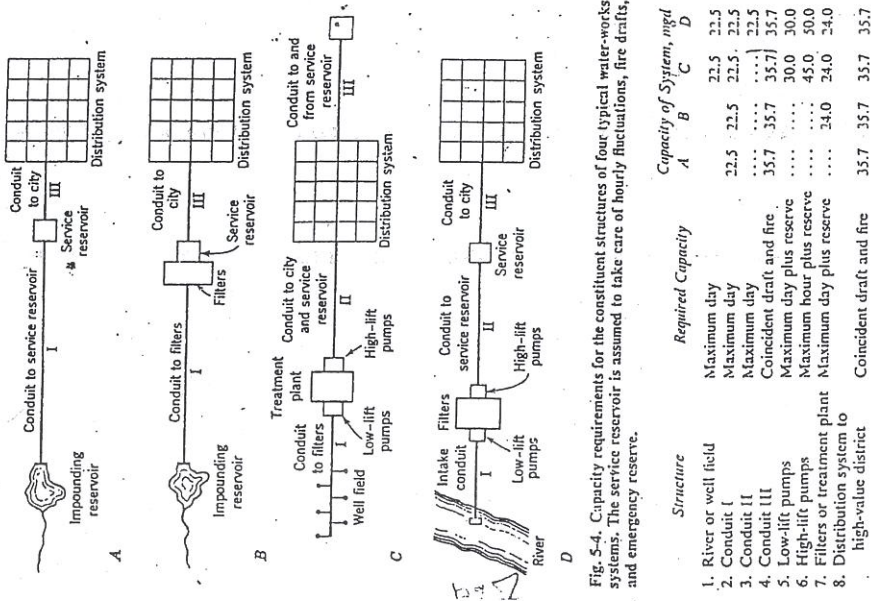


Fig. 5-4. Capacity requirements for the constituent structures of four typical water-works systems. The service reservoir is assumed to take care of hourly fluctuations, fire drafts, and emergency reserve.

Figuras 4 y 5

La ubicación y trazado de la ciudad y de la infraestructura regional debería estar condicionada por la topografía y las vías naturales de escurrimiento.

Deberían ubicarse y trazarse de modo de permitir el abastecimiento económico y facilitar el drenaje natural de las aguas usadas y pluviales con sus oscilaciones en el tiempo y previendo eventos extraordinarios (crecientes, sequías).

Las variaciones y alteraciones del ciclo natural del agua y de sus vías de escurrimiento por causas naturales o artificiales provocan efectos regionales y locales que son afectados (magnificados o reducidos) por el proyecto urbano y su evolución en el tiempo.

7) Importancia del trazado urbano y organización física de la ciudad.

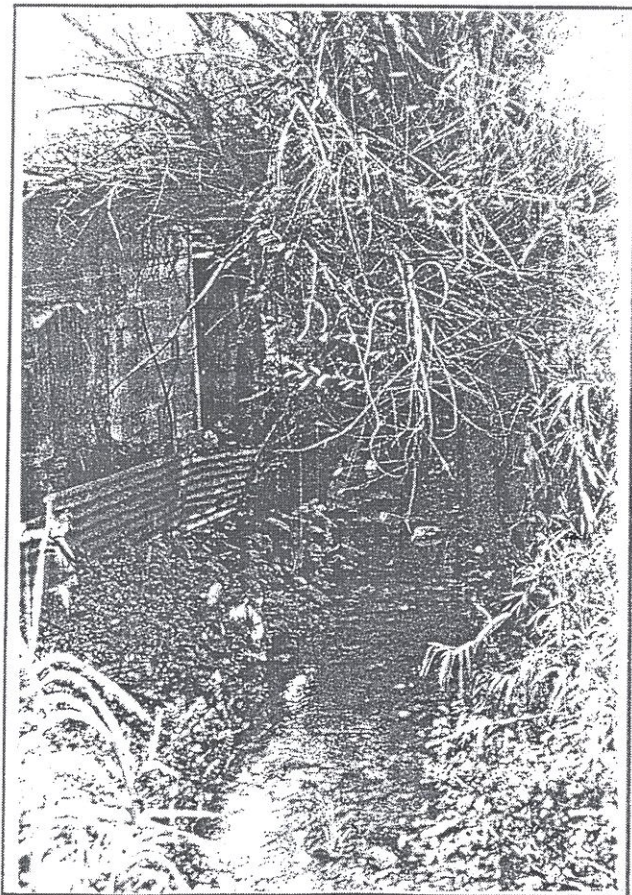
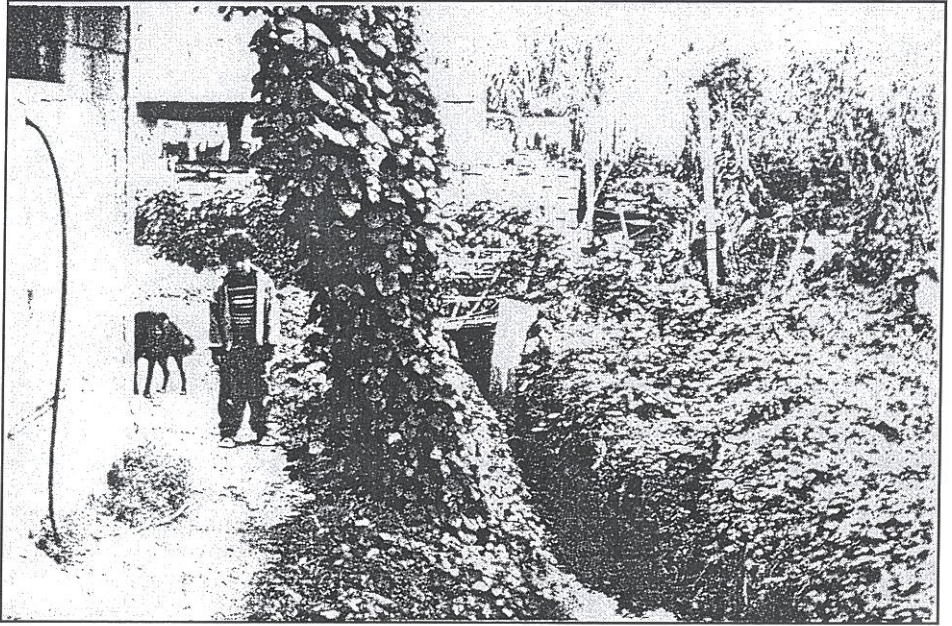
Una urbanización mal trazada y estructuras viales inadecuadas que no consideren el ciclo del agua y otros condicionantes topográficos, físicos, ecológicos y económicos, provocan mal funcionamiento, perjuicios y costos extraordinarios. Mencionaremos los más notorios:

- * Micro y macro inundaciones, mal drenaje, áreas insalubres.
- * Erosión y socavación de estructuras y pavimentos.
- * Encarecimiento de las redes de servicios básicos.
- * Deterioro de ecosistemas y áreas parqueadas.

Las figuras 6, 7 y 8 muestran ejemplos de trazados inadecuados y de sus consecuencias.

8) La respuesta tradicional e ineficiente a estos problemas ha sido:

- * Construir costosos sistemas de evacuación y drenaje violentando la topografía. (En el futuro se requerirá también tratamiento de aguas pluviales.)
- * Entubamiento de cauces eliminando márgenes y vegetación acelerando el escurrimiento y drenaje (sistemas unitarios o dobles).
- * Impermeabilización de superficies urbanas suprimiendo áreas verdes y vegetación (arrastres, contaminación, inundaciones). (Afecta el ciclo natural).
- * El Relleno y desecación de lagunas y humedales reduce la regulación natural del ciclo (pérdida de diversidad biológica, etc.).



Fuente:
Plan de Saneamiento Urbano de Montevideo.
I.M. de M.

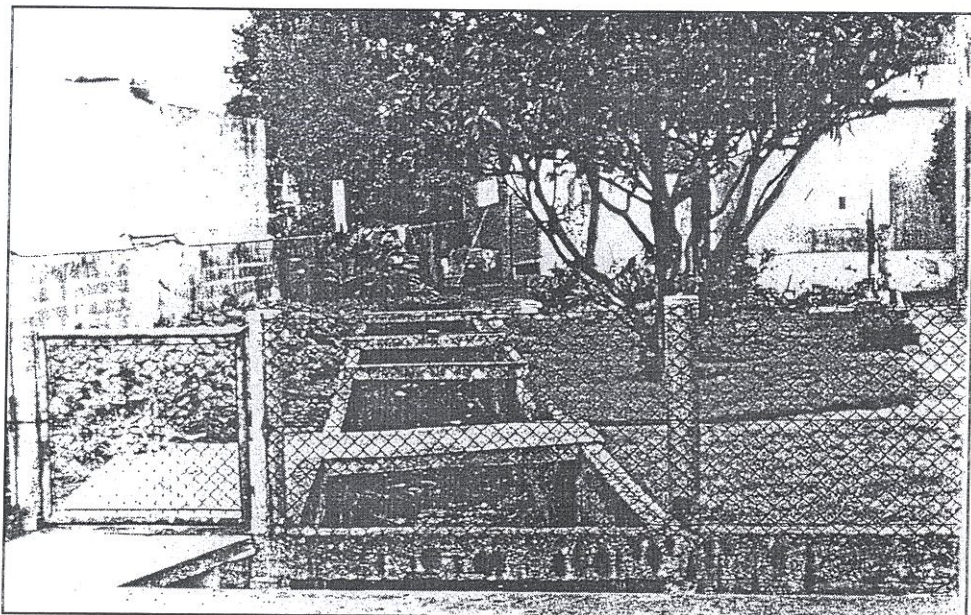
Pasa a través de manzanas y predios privados.

Efecto sobre construcciones debido al mal trazado del fraccionamiento.

Degradación ambiental, inundaciones.

Figura 6

Proyecto Sayago Norte Plan Saneamiento Urbano de Montevideo



Fuente: Proyecto Red de Colectores, Barrios
SAYAGO NORTE, PEÑAROL Y FERROCARRIL.
Casas construidas sobre cañadas que atraviesan manzanas
(inundaciones, erosión, condiciones insalubres)
Plan de Saneamiento Urbano de Montevideo
(Plan Director)
Figura 7

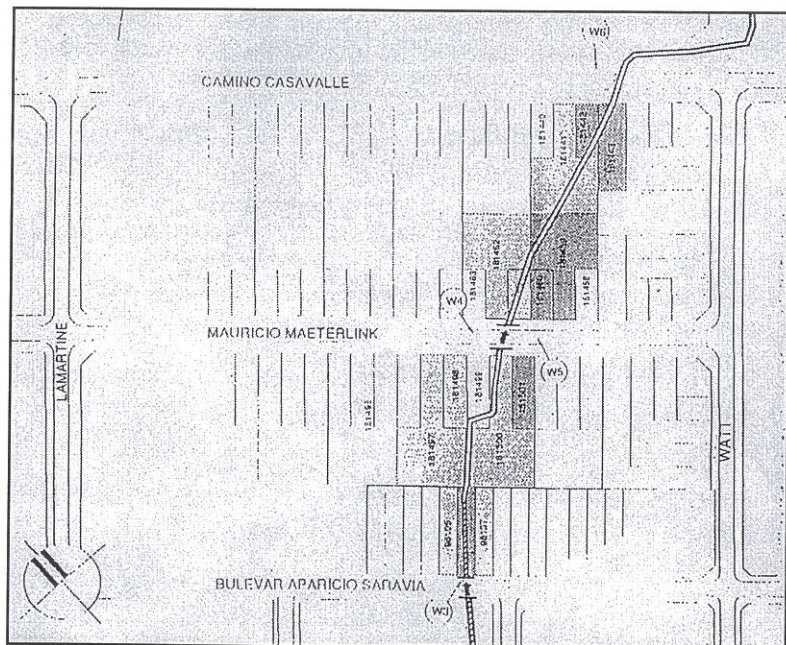


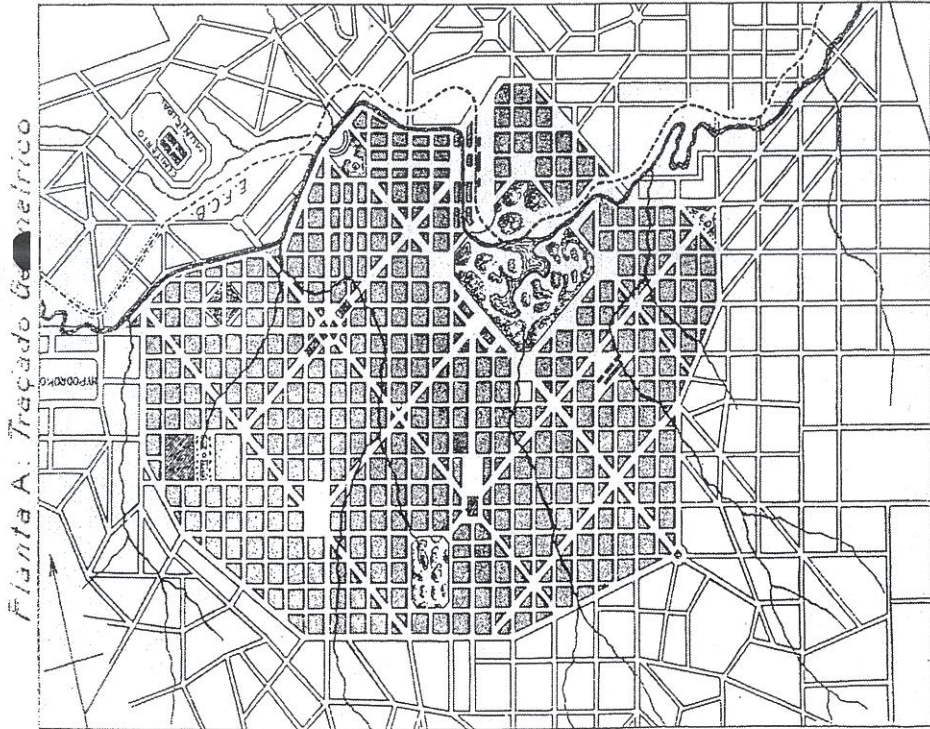
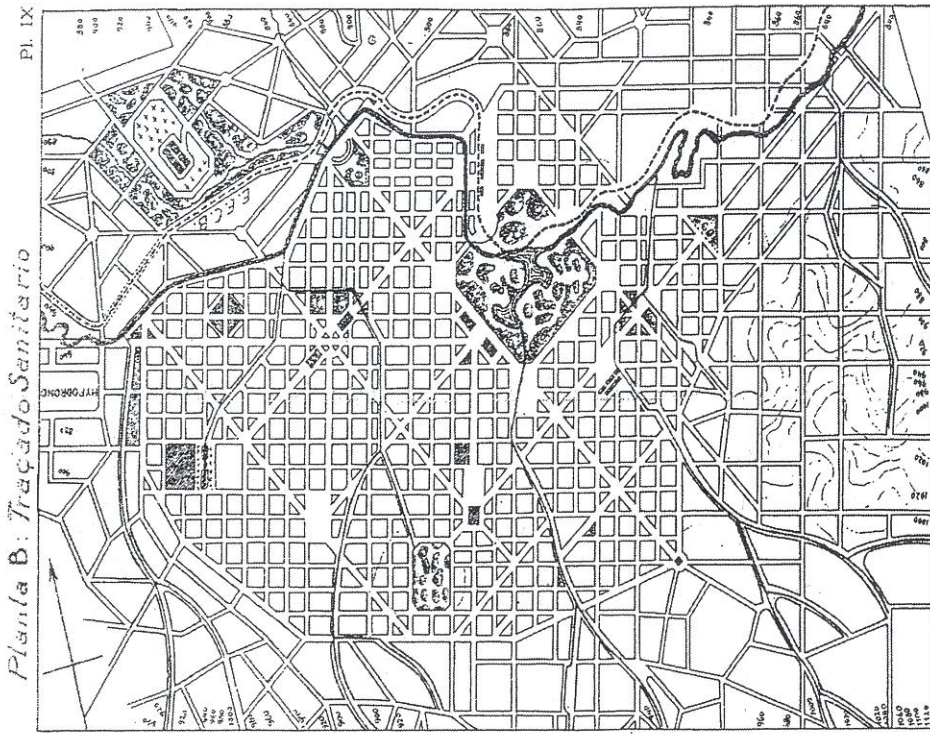
Figura 8

9) **Se propone un enfoque integrado al problema del drenaje urbano y el manejo del agua en la ciudad (eficiencia, paisaje, economía).**

- * Respetar la topografía, el paisaje y los desagües naturales.
- * Las figuras Nos. 9,10,11 y 12 muestran cómo debe respetarse la topografía en los nuevos trazados, siguiendo las líneas naturales de escurrimiento y drenaje natural de los predios.
- * Mantener en lo posible, el ciclo natural del agua y proteger los ecosistemas a él ligados.
- * Controlar y prevenir crecientes y contaminación en el origen.
- * **Realzar el papel del agua (biológico y estético) en la ciudad. Reciclar** (México). Estanques urbanos planificados.
- * Delimitar las áreas urbanas y mantener densidades adecuadas y económicas con un amanzanado y parcelamiento racionales.
- * Espacios públicos bien ubicados para el escurrimiento y zonas verdes de infiltración. Trazados simples. Flexibilidad. Reservorios para excedentes. Drenajes de emergencia.

En particular en lo que se refiere a los planes de ampliaciones urbanas (fraccionamiento) se sugieren las siguientes directivas: (Referente al ciclo del agua - Ref.: Saturnino de Britos).

- a) Preparar plano general de calles y de áreas libre de modo de facilitar el escurrimiento natural de aguas servidas y pluviales (ver figuras 8,9,10,11,12 y 13).
- b) Identificar áreas inundables.
- c) Relevamiento ecológico zonal referencial. Seleccionar áreas de paisaje a mantener, preservar y desarrollar.
- d) Limitar la pavimentación manteniendo y ampliando áreas verdes para infiltración de pluviales y para amortiguar efecto de la lluvia.
- e) Prever canales a cielo abierto para la evacuación del agua excedente de «humedales» y áreas bajas. **Control de crecientes.**
Considerar la preservación y acondicionamiento de esas áreas.
- f) Utilizar las aguas superficiales (lagunas, arroyos) y pluviales en la ciudad para acondicionamiento de parques y jardines y para mantenimiento de los ecosistemas urbanos (naturales y artificiales).
- g) Considerar espacios a reservar para las estaciones de bombeo y de tratamiento de aguas residuales (y para otros servicios integrados al ciclo hídrico). Prever áreas verdes.
- h) Planificar áreas costeras para parquizarlas, crear reservas paisajísticas o avenidas de circulación litoral o mantenerlas en estado «natural» protegido.
- i) Estudiar en el contexto, áreas de posibles desmontes y rellenos (compensar). Solución armonizada con el paisaje y la circulación urbana.



Planta de Belo Horizonte (MINAS)

Trazado real histórico Fig. 9.1

Trazado correcto Fig. 9.2

Fuente: Saturnino de Britos

Figura 9

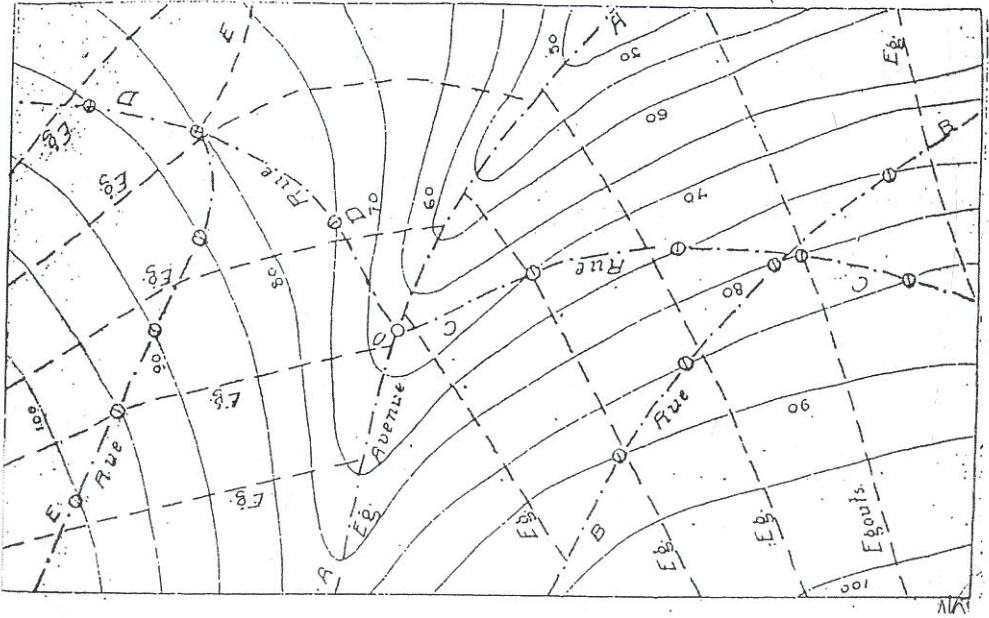


Figure 11



Figure 10



Figure 12

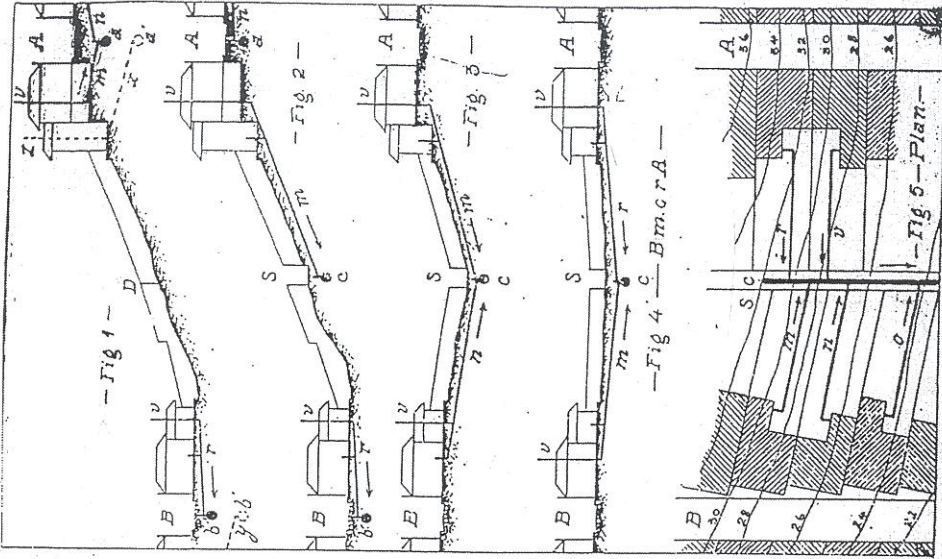


Figure 13

- j) Preservación y/o drenaje parcial y acondicionamiento de zonas pantanosas (protección y utilización de humedales (wet-land).
Control de crecientes, depuración natural, reservas ecológicas.

- k) Trazados (terrenos planos o topografía movida).

En el primer caso:

- Preferentemente rectilíneo, no necesariamente cuadrículado y monótono (mejor rectangular o trazados curvos siguiendo topografía). Evitar curvas largas y de poco radio. No islas triangulares, pero sí otras formas de manzanas en ese marco.
- En zonas de montaña adaptarse a curvas de nivel y cuidar el desague natural y las pendientes máximas aceptables. Prever estructuras para salvar grandes desniveles.

10) El control de crecientes.

El enfoque tradicional del control de crecientes puede sintetizarse así:

- * canalización, alejamiento rápido de aguas (A° Carrasco)
- * Entubamiento y pavimentación.
- * Desecación y drenaje (Bañados de Rocha)
- * Parquización artificial.

El enfoque tradicional debería estar siendo sustituido por una planificación integral considerando el ciclo hídrico, las demás funciones urbanas y el medio ambiente.

11) Se recomienda planificar el ordenamiento hídrico con objetivos múltiples (enfoque ambiental integrado). Para ello se plantea:

- a) regulación y conservación hídrica dentro del ciclo natural.
- b) Protección de humedales y conservación de los ecosistemas
- c) Utilizar la capacidad de autorregulación y autodepuración naturales de humedales y parques.

En la presentación éstas recomendaciones se ilustraron a través de un video de la I.W.A. (Asociación Internacional del Agua). Allí se presenta:

- * El proceso histórico de degradación de la calidad del agua.
Consecuencias de los procesos de deforestación, urbanización e industrialización desordenados. Racionalizar.
- * Se recuerda el papel de las aguas pluviales de superficie como contaminantes puntuales de relevancia.
- * Se recomienda (entre otras medidas):
- * La aplicación de la B.M.P. (Best Management Practice) como sistema de ordenamiento del Ciclo:
 - estanques, «wet-lands», trampas de contaminación antes de llegar a los ríos;
 - cunetas de pasto, trincheras y canales; áreas de infiltración y recarga.

En conclusión:

- * Se ha presentado brevemente las características urbanas y básicas que afectan el ciclo del agua en las ciudades y regiones.
- * Surge de ese análisis simplificado la conveniencia de un manejo racional integrado de los recursos hídricos y la planificación territorial (física y urbana general). Necesidad de respetar el «camino natural» del agua.
- * Este parece ser el enfoque eficiente para la prevención y mitigación de inundaciones y la preservación de los ecosistemas naturales y la vida urbana y para realizar el paisaje urbano.

Ing. Adolfo Cutinella

Abril 2000

CONCLUSIONES

Las diversas ponencias presentadas, refieren experiencias importantes sobre los alcances, consecuencias y actuaciones relativas a las inundaciones en nuestro país.

La difusión de estas ponencias propenderá sin duda a extender y mejorar su comprensión y las posibilidades de aplicación. Contribuirá así a mitigar los efectos adversos, daños y sufrimientos originados por tales eventos climáticos. Y aún a evitarlos en muchos casos.

Las ponencias comprenden desde la previsión y el manejo de crecidas y riadas hasta las medidas de alivio y de supresión de sus consecuencias más indeseables.

Se muestra como el alerta de corto plazo, horas, puede significar el salvamento de vidas y bienes, mediante oportunas evacuaciones de zonas pobladas críticas.

Puede apreciarse también el avance paulatino pero constante de los pronósticos climáticos, de algunos meses, sobre las probabilidades de pluviosidad superior a la normal que ofrece la climatología moderna.

Estos pronósticos permitirán mantener actualizados los planes de contingencia, guías operativas de emergencia y logística para prevenir los efectos de crecidas excepcionales de prolongados períodos de retorno.

En los casos de períodos de decenas de años podrían tomar desprevenidos a los responsables y desajustados dichos planes, sus dispositivos de ejecución y demás elementos concomitantes. De tales planes y dispositivos también se exponen ejemplos.

Se presentan también medidas de ordenamiento territorial: expropiaciones, afectaciones diversas, traslados de asentamientos, que constituyen medidas de buen gobierno. Es interesante destacar el cuestionamiento del concepto de «máxima creciente conocida» en su aplicación a la Ley de Centros Poblados así como las servidumbres o prohibiciones basadas en la distancia a las líneas de ribera, cuando se la determina explícitamente con carácter general.

Al efecto serían de aplicación, los casos presentados de herramientas de cálculo computacional para determinar frecuencias, niveles y otras características. Complementadas con información topográfica y catastral permitirían orientar decisiones de planificación territorial, aparte de su reconocida utilidad para proyectar obras, usos de suelo, planes directores y otros usos como el manejo de embalses. Basados en las mismas herramientas de cálculo se presentan dos ejemplos de riesgos establecidos, para los ríos Uruguay y Negro.

Son antecedentes y experiencias a rescatar aunque no se las menciona, las expropiaciones y servidumbres establecidas para las obras hidroeléctricas de los ríos Negro y Uruguay.

En particular corresponde agregar a éstas el caso de la Rambla Sur de la ciudad de Montevideo. A raíz de la inundación causada por el temporal de los días 10 y 11 de julio de 1923, con gravísimos efectos sobre la población y viviendas de una extensa zona, se creó la Comisión Financiera, que aún existe, que dio origen a las obras de dicha Rambla.

NÓMINA DE PARTICIPANTES EN EL SEMINARIO
«INUNDACIONES EN EL URUGUAY»

30/6/99-1/7/99

* Estrella Finozzi	Disertante
* Mario Cabrera	
* Julio C. Patrone	Disertante
* Luis Laborde	
* Eugenio Lorenzo	Disertante
* Marcel Pittamiglio	
* Fernando Wald	Disertante
* Douglas Simonet	Disertante
* Ignacio Bonifacio	Disertante
* José Luis Genta	
* Carlos María Verdum	
* Roxana González	Disertante
* Luis Reolón	
* Mario Bidegain	Disertante
* Sonia Pagalday	
* Magdalena Mandiá	
* Guillermo Failache	
* Alvaro Plat	
* Cristina Scoria	
* Ernesto Eraña	
* Fernando Rodríguez	
* Juan Carlos Perdomo	
* Graciela Rossi	
* Federico Charbonnier	
* José Pedrosa	
* Jaime Leiferman	
* Silvana Alcoz	
* Alvaro Sordo	
* Marcelo Martín	Disertante
* José Adolfo Gallero	Disertante

- * Eduardo Alvarez
- * Luis Silveira
- * Marta Gaggero
- * Hermann Leis Disertante
- * Rosana Tierno
- * Daniel Coiro
- * Roberto Maisonnave Disertante
- * Alvaro Cutinella
- * Adolfo Cutinella Disertante
- * Francisco Rilla Disertante