

# IMPLEMENTACIÓN DE UN MODELO HIDRODINÁMICO PARA EL ESTUDIO DE INUNDACIONES EN EL DELTA DEL PARANÁ

Patricio Ormazabal, Patricia Jaime, Pablo Spalletti, José D. Brea

Programa de Hidráulica Fluvial - Laboratorio de Hidráulica - Instituto Nacional del Agua (INA)

E-mail: pspallet@ina.gov.ar - pormazabal@ina.gov.ar - pjaime@ina.gov.ar

## Introducción

El siguiente trabajo describe la metodología utilizada para implementar un modelo hidrodinámico del Delta del río Paraná, aplicado al estudio del impacto hidráulico que genera la ocupación, mediante defensas contra inundaciones, de las planicies inundables en un sector del mismo.

La zona donde se localizan los terraplenes está comprendida por el río Gualeguay en su tramo inferior y por el río Paraná Ibicuy. En la Figura 1 se pueden observar las superficies protegidas por las obras de defensa contra inundaciones construidas y proyectadas. El propósito de estas obras es el de optimizar la explotación agropecuaria de las superficies defendidas frente a eventuales anegamientos.

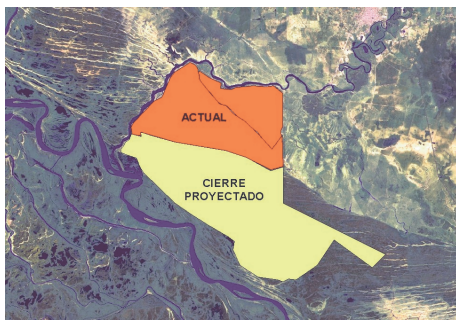


Figura 1.- Superficies defendidas

Estas superficies se encuentran en el Delta del río Paraná, abarcando una franja de tierras bajas conformada por numerosos cursos de agua de distinta magnitud, cuyo comportamiento hidrodinámico está sujeto a los caudales aportados por los ríos Paraná y Gualeguay, y a los niveles en el Río de la Plata. El tramo considerado del río Gualeguay está fuertemente influenciado por las condiciones hidráulicas en su desembocadura o sea por los niveles y caudales del río Paraná.

El principal objetivo de este trabajo se focaliza en la descripción de una metodología simplificada que, frente a la limitada información de base disponible en este tipo de problemáticas, permita una correcta evaluación del impacto hidráulico generado por obras de defensa contra inundaciones emplazadas en planicies inundables, ocupando estas áreas con fines productivos o urbanos.

## Aplicación del modelo MIKE11

A pesar de la complejidad del comportamiento hidráulico observado en la zona de estudio, y frente a la escasez de información necesaria para una correcta representación del funcionamiento del sistema, se propuso la implementación de una herramienta simplificada, que permitiera, a partir de la información disponible, representar en forma adecuada el comportamiento del sistema analizado.

Para ello se implementó un modelo matemático unidimensional mediante la aplicación del MIKE11, que es un programa desarrollado por el DHI, siendo posible la utilización de otros modelos de adquisición gratuita como ser el HEC-RAS.

A modo de ejemplo, en la Figura 2 se observa que ante crecidas de cierta magnitud en el río Gualeguay, se presenta una zona de desborde frente a la localidad de Puerto Ruiz, activándose cursos secundarios que transportan estos excedentes. Esto llevó a representar en el modelo no sólo los cauces principales de los ríos Paraná y Gualeguay sino también algunos brazos secundarios y escurrimientos desarrollados en bajos y cursos menores, pero que en condición de crecida, colaboran en el transporte, regulación y distribución de los volúmenes escurridos.

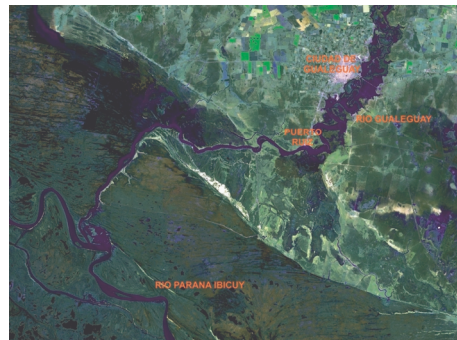


Figura 2.- Imagen satelital de la zona

Con el objeto de definir de la mejor manera las condiciones en la restitución y en el tramo final del río Gualeguay, se procedió a implementar un modelo regional en redes de canales de la totalidad del Delta del Paraná, representándose 24 cauces y mediante 230 secciones transversales.

Para tener en cuenta el comportamiento del sistema frente a crecidas del Paraná, se procesó la información de base para caracterizar los valles de inundación de los cauces. Esta tarea se llevó a cabo mediante un sistema de información geográfica (SIG), de forma tal de obtener como producto final los valles de los cauces en correspondencia con las secciones del modelo.

En primer término se creó una base de datos general con los puntos fijos y acotados de la totalidad de las cartas del IGM en la zona, incluyendo adicionalmente datos recopilados de distintos relevamientos disponibles (Figura 3).

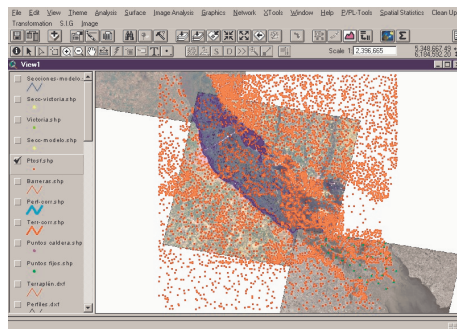


Figura 3.- Puntos con datos altimétricos.

Una vez incorporada esta información y definidas las barreras que representan la presencia de ciertos accidentes naturales, se elaboró el modelo digital del terreno.

La posición en planta de los perfiles transversales de los cauces de la red de escurrimiento definida, se volcó al SIG

con el objeto de determinar con el apoyo de imágenes satelitales para diferentes condiciones de inundación, la posición y el ancho de los valles en correspondencia con cada cauce y cada progresiva. Se determinaron a continuación los perfiles transversales de la zona de desborde, los que fueron incorporados al modelo implementado.

En la zona de la desembocadura del río Gualeguay en el Paraná Ibicuy, a partir de la interpretación de información de base y de observaciones directas del terreno, se propuso el esquema en planta presentado en la Figura 4, que representa el escurrimiento de los cauces principales, así como determinados desbordes que participan activamente en el funcionamiento del sistema, vinculando diferentes cauces.

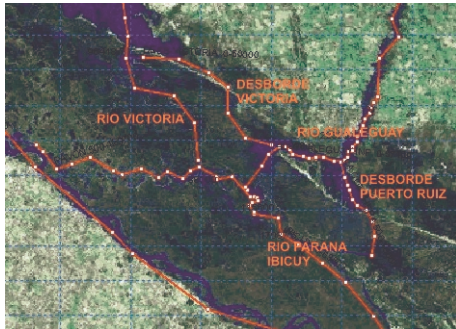


Figura 4.- Esquema en planta del modelo aplicado. Imagen de junio de 2000 (crecida del río Gualeguay).

En la representación del río Gualeguay, se utilizaron dos esquemas de funcionamiento, el primero, correspondiente a una situación de aguas altas o crecidas extraordinarias en donde se consideraron cauces secundarios o zonas de desborde y un desarrollo en planta acorde al eje medio de la planicie inundada, y el segundo, correspondiente a una situación de aguas bajas o crecidas ordinarias, en donde el río se mantiene en su cauce y el desarrollo en planta reproduce la ubicación del cauce principal.

**Calibración del modelo**

Dado los requerimientos del estudio, para la calibración del modelo se utilizaron eventos registrados de características hidrológicas variadas. Para ello se consideraron las series de caudales en Corrientes y Rosario del Tala y de niveles en el Río de la Plata.

Para la calibración se contrastaron los niveles medidos y calculados en las estaciones hidrométricas de Rosario, Victoria, Puerto Ruiz, Ramallo, Ibicuy y Zarate.

A modo de ejemplo en las Figuras 5, 6 y 7 se presentan las comparaciones de los niveles líquidos de los registros con los obtenidos mediante el modelo en los primeros ocho meses del año 1998, en las estaciones Ramallo localizada en el río Paraná de las Palmas, Ibicuy en el Paraná Ibicuy y Puerto Ruiz en el río Gualeguay, respectivamente.

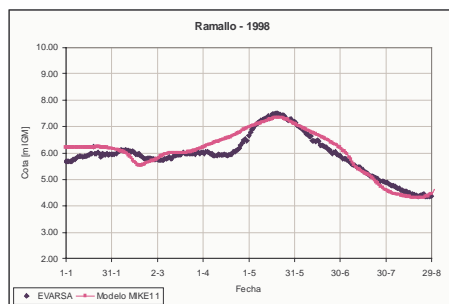


Figura 5.- Niveles en Ramallo - 1998

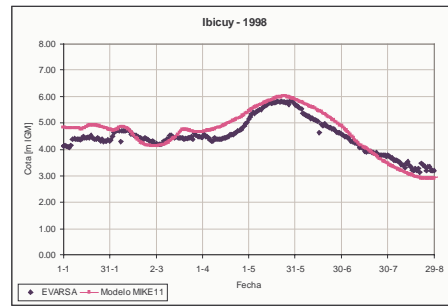


Figura 6.- Niveles en Ibicuy - 1998

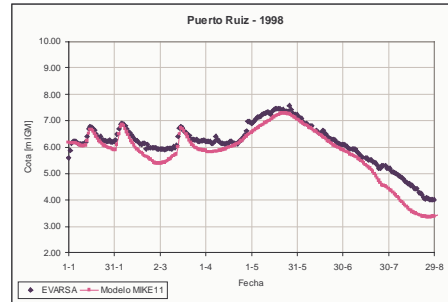


Figura 7.- Niveles en Puerto Ruiz (río Gualeguay) - 1998

El resultado de las corridas de calibración arrojó parámetros de rugosidad (“n” de Manning) entre 0.025 y 0.035 en los cauces y entre 0.10 y 0.15 en las planicies de inundación.

**Conclusiones**

- La implementación de un modelo hidrodinámico resulta una herramienta adecuada para estudiar la afectación que las obras en planicies de inundación de grandes ríos de llanura, imponen a los escurrimientos.
- El Delta del río Paraná, está caracterizado por su gran extensión superficial, la magnitud de los cursos de agua que lo definen y atraviesan, y la limitada información de base disponible para encarar estudios minuciosos. Por ello, fue necesario aplicar ciertas técnicas para el manejo de los datos e implementación de modelos, con el fin de obtener resultados acordes a los niveles de respuesta deseables.
- La metodología propuesta en este trabajo ha permitido representar adecuadamente el comportamiento del sistema bajo diferentes combinaciones de eventos de crecida.

**Referencias Bibliográficas**

Spalletti, P.; Brea, D.; Ormazabal, P. (2004). “Estudio Hidráulico del Impacto de las Defensas Contra Inundaciones Proyectadas por Estancias Unidas del Ibicuy”.

INCOIV Consultora (2003) “Estudio de Defensas contra inundaciones”.

Paoli, C.; Schreider, M. (2003). “El río Paraná en su tramo medio. Contribución al conocimiento y prácticas ingenieriles en un gran río de llanura”.

Bombardelli, F.; Menéndez, A.; Brea, J.D. (1995). “Estudio hidrodinámico del Delta del río Paraná mediante modelación matemática”.