

# REDUCCIÓN DE DAÑOS POR INUNDACIONES EN UNA SUBCUENCA DEL RIO SALADO - PROVINCIA DE BUENOS AIRES

**Julio Cardini** <sup>(1)</sup>, **Juan Hopwood** <sup>(2)</sup> e **Pablo Bronstein** <sup>(3)</sup>, **Leandro Mugetti** <sup>(4)</sup>

(1) Coord. Téc. Ppal. SERMAN & asociados s.a. , (2) DT, (3) Proyectista Hidráulico, (4) Inspector DIPSOH

E-mail: (1) [ambiente@serman.com.ar](mailto:ambiente@serman.com.ar) - Web: [www.serman.com.ar](http://www.serman.com.ar) - (2) [hopwood@arnet.com.ar](mailto:hopwood@arnet.com.ar)

(3) [pablobronstein@fibertel.com.ar](mailto:pablobronstein@fibertel.com.ar) - (4) [mugettil@netverk.com.ar](mailto:mugettil@netverk.com.ar)

## INTRODUCCIÓN

Se presentan los principales lineamientos de un proyecto de obras para la reducción y mitigación de daños a la producción agropecuaria por inundaciones, en una subcuenca de llanura denominada “cuenca del canal San Emilio” de mas de 6000 km<sup>2</sup> de extensión. Dicha zona es una subcuenca de la cuenca del río Salado de la Provincia de Buenos Aires. El proyecto es una aplicación específica de medidas estructurales y de lineamientos de operación de las mismas. El objetivo general de las obras es la mitigación de daños y recuperación de tierras aptas para la producción agropecuaria en la cuenca del río Salado de la Provincia de Buenos Aires conforme a los términos generales del Plan Maestro Integral de la Cuenca del Salado (PMS) DIPSOH (2000). La capacidad de drenaje prevista por el PMS en esta zona corresponde a condiciones de excedentes de lluvia de 10 años de recurrencia. Entre otros factores para evitar que las obras de drenaje puedan agravar los daños en el caso de crecidas de recurrencia superior a 10 años, los lineamientos de proyecto que surgen del PMS establecen que las obras de drenaje y conducción deben ser acompañadas por obras de control que permitan el control y la regulación de los caudales del sistema. Se ilustran algunos de los criterios aplicados y aspectos metodológicos del proyecto correspondiente a la cuenca del canal San Emilio desarrollado por Serman & Asociados para la Dirección Provincial de Sanamiento y Obras Hidráulicas (DIPSOH) de la Provincia de Buenos Aires.

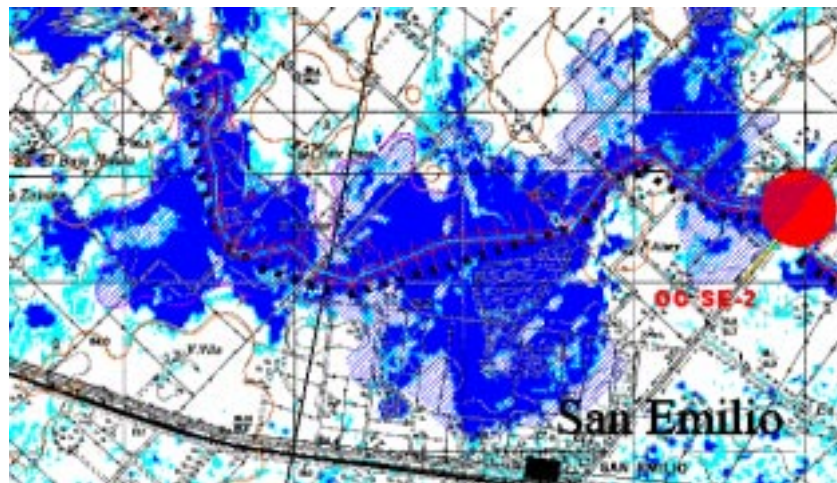
## CRITERIOS DE UBICACIÓN Y DISEÑO DE OBRAS DE CONTROL

Las Obras de Control (OC) se han ubicado a la salida de zonas bajas y depresiones naturales, con caminos aptos para el acceso, con el objetivo de conformar un volumen de almacenamiento transitorio que no supere las cotas de inundación alcanzadas en las crecidas ocurridas en los años 1993 y 2001 con recurrencias de aproximadamente 50 a 100 años.



**Figura 1.-** Obra de Control con cuatro compuertas

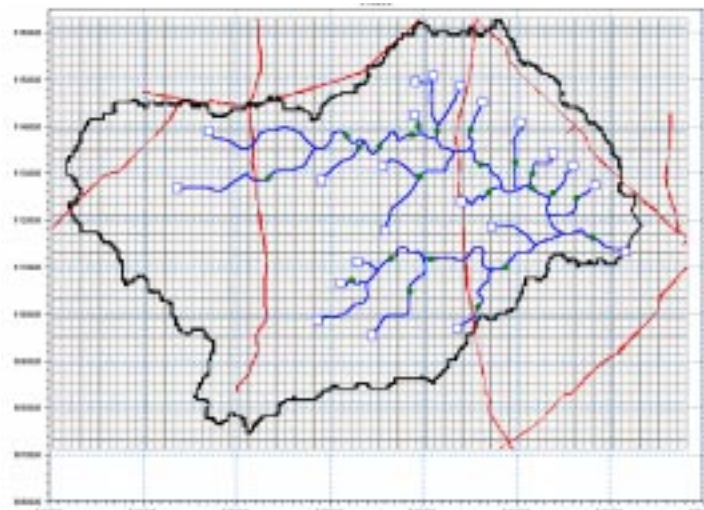
Las características generales de una obra de control pueden apreciarse en la Figura 1. La Figura 2 muestra la zona de almacenamiento correspondiente a una OC. La Figura 2 indica que la zona de almacenamiento de la OC coincide aproximadamente con la zona inundada de Abril 2001.



**Figura 2.-** Área de almacenamiento aguas arriba de una OC

Cada obra de control posee un vertedero lateral de alivio, materializado por un tramo reforzado del camino más bajo que el resto, a fin de limitar la altura del agua aguas arriba de la OC en condiciones extraordinarias, evitando inundar los campos de esta zona, en mayor medida que lo que son inundados sin las obras de conducción.

Para la definición de los caudales máximos en la zona de ubicación de las OC se considera el caudal que sería transportado por los canales y sus planicies adyacentes en una condición extraordinaria superior a la de diseño, incluyendo el flujo en lámina sobre la planicie no interceptado por las obras que se ubiquen aguas arriba, el caudal generado por el exceso de escorrentía en la cuenca intermedia entre OC sucesivas y el caudal que pasa por la sección de la OC de aguas arriba. Se ha efectuado una modelación matemática mediante un modelo hidrológico distribuido “mike she” incorporando, a través del modelo hidrodinámico “mike 11” acoplado al primero, los cauces troncales más todos los secundarios de importancia.



**Figura N° 3.-** Modelo hidrológico distribuido y red del modelo hidrodinámico implementado

El modelo hidrológico distribuido de balance hídrico y transformación lluvia caudal ha permitido representar las condiciones de anegamiento y estado de la napa freática en toda la cuenca en forma continua desde el año 1959 al año 2001, siendo calibrado a través del empleo de algunos datos aislados de caudales de crecida, freatómetros y mediante la comparación de áreas inundadas y con falta de piso para las diferentes condiciones de crecida y estiaje simuladas.

El modelo hidrodinámico permitió simular la operación de las OC en régimen impermanente y determinar los caudales erogados hacia aguas abajo considerando el efecto de regulación que las mismas generan, aprovechando el almacenamiento en los bajos hasta la cota de desborde por vertedero de alivio.

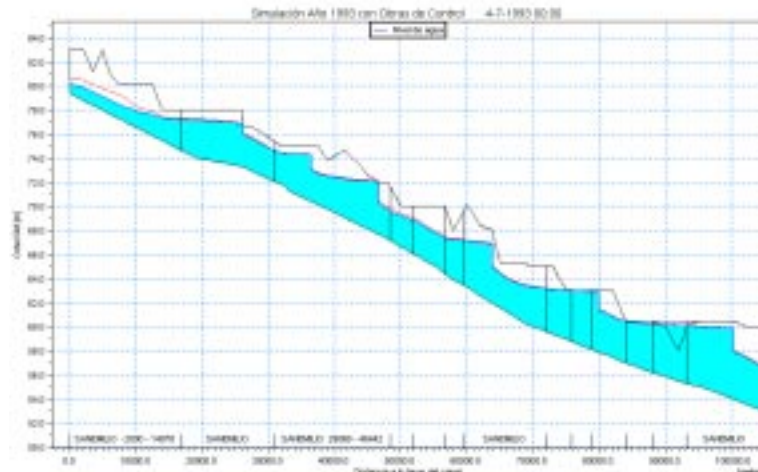


Figura N° 4.- Ejemplo de perfil hidráulico con aplicación de la capacidad de regulación del sistema.

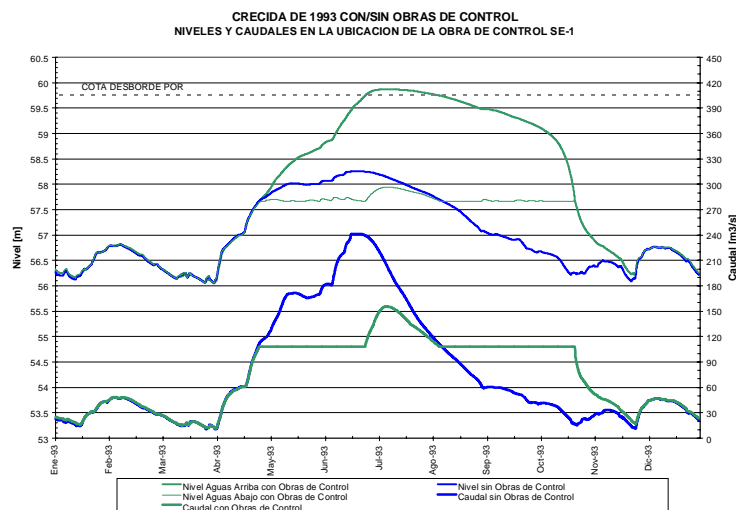


Figura N° 5.- Ejemplo de regulación de Caudal en una OC

## CRITERIOS DE OPERACIÓN DEL SISTEMA

Se ha recomendado que la definición de un criterio de operación para una dada obra de control, no sólo sea función de los niveles y caudales propios del canal en el entorno de dicha obra, sino que dependa de la ponderación de un conjunto de factores relativos al estado de humedad de la cuenca, y del estado de los canales y áreas receptoras de los caudales erogados, ubicados aguas abajo de ésta.

El Ente o unidad técnica a cargo de la Operación del Sistema deberá definir los valores objetivo de caudal y nivel en cada compuerta, teniendo en cuenta estos diferentes aspectos. Se

propuso un procedimiento flexible para evaluar y ponderar de una manera lógica los diferentes factores, el cual se basa en la actualización de un cuadro o planilla de estado del sistema con las condiciones en que está funcionando el sistema de la cuenca a regular (“Cuadro de Estado del Sistema Hídrico”), el cual debe relacionarse con los cuadros correspondientes al resto de las obras de la cuenca del Río Salado, de forma de tener en cuenta para la operación de cada Sistema el estado del resto. Al volcarse la información pertinente se establece en forma automática una clasificación de colores (Semáforo), que auxilia para obtener rápidamente una clara visualización del estado del sistema y para tomar las decisiones de operación en plazos breves, en el caso de registrarse condiciones de emergencia. La planilla presenta una serie de bloques interrelacionados entre sí. El bloque Central se refiere a los datos y caracterización del estado hídrico (evolución de caudales y niveles) del “Sistema de Obras de Control” con un sub-bloque para cada OC, en los cuales el estado del tramo afectado por la misma (semáforo) se establece en forma automática en función de los parámetros físicos ingresados por el operador de las compuertas, según si el caudal erogado por cada OC supere los 2 años y 10 años de recurrencia, o un valor mínimo “ecológico” en estiaje.

Ultima Fecha	(dd/mm/aa)	01/03/02	01/03/02
Caudal Medido	(m <sup>3</sup> /s)	25	11
Fecha Anterior	(dd/mm/aa)	25/02/02	25/02/02
Caudal Medido	(m <sup>3</sup> /s)	34.0	25.0
variación caudal	(m <sup>3</sup> /s)	-9.0	-14.0
variación caudal	(m <sup>3</sup> /s / día)	-2.3	-3.5
Tendencia Hídrica	(C/E/B)	Bajante	Bajante
ESTADO ACTUAL		2	3
		AMARILLO	VERDE

Figura 6.- Ejemplo de Bloques “Semáforo” para cada OC

ESTADO DE HUMEDAD	Ultima Fecha (dd/mm/aa)	01/03/02	Estado Hum. (AM/B/S)
ALTO			ROJO
% DE AREA ANEGADA	Ultima Fecha (dd/mm/aa)	01/03/02	Area anegada (%)
			40%
			ROJO
PRONÓSTICO PRECIPITACIÓN	Ultima Fecha (dd/mm/aa)	01/03/02	Lluvias (C/AM/E)
			COPIOSAS
			ROJO

El bloque de las OC está abarcado por uno mayor que involucra además a otros parámetros de suma importancia para evaluar las condiciones hídricas actuales de la “Cuenca Propia del canal San Emilio” y las posibles tendencias en el corto plazo, como ser el estado de humedad del suelo, el porcentaje de área anegada, y los pronósticos de precipitaciones sobre la misma. Cada uno de estos aspectos posee criterios cuantitativos de valoración, los que si bien son modificables, una vez adoptados generan en forma automática el código de “semáforo” correspondiente.

Figura 7.- Bloques de estado de la cuenca

El conjunto de condiciones anteriores redundan en una caracterización global o Valoración del Estado de la Cuenca a regular. Esta “Valoración” define la consigna de manejo del Sistema, salvo que circunstancias externas a la cuenca (atinentes al estado de la cuenca del Río Salado y al riesgo de anegamiento o afectación de infraestructura general y urbana aguas abajo) aconsejen efectuar modificaciones a la misma.

### **Referencias Bibliográficas**

**DIPSOH** (2000), Plan Maestro Integral Cuenca del Río Salado. Propuesta Ejecutiva Fase I.