

ESTIMACIÓN DE PMP EN LA CUENCA DEL RÍO NEGRO (CHACO) ⁽¹⁾

PILAR, Jorge V. (*) ; DEPETTRIS, Carlos A. (); BRONER, Sonia J. (***)**

Departamento de Hidráulica, Facultad de Ingeniería, UNNE. Avda. Las Heras 727, Resistencia (3500), Provincia del Chaco. E-mail: () jpilar@ing.unne.edu.ar ; (**) cdepettris@ing.unne.edu.ar; (***) sbroner@ing.unne.edu.ar*

INTRODUCCIÓN

El sistema de protección contra inundaciones del Área Metropolitana del Gran Resistencia, capital de la Provincia del Chaco (Argentina), con 375.000 habitantes (Dirección Estadísticas y Censos Provincial), debe atender eventos de diferente naturaleza y magnitud:

- las crecidas de los ríos Alto Paraná y Paraguay;
- las precipitaciones directas sobre el área urbana;
- las crecidas periódicas del río Negro.

En el caso del sistema Alto Paraná – Paraguay, el esquema adoptado ha sido consolidar el recinto conformado por terraplenes perimetrales de materiales sueltos existente desde la crecida del año 1983, teniendo en consideración que el 80 % de la población está asentada en la planicie de inundación del río Paraná, y promover el crecimiento futuro con medidas de restricción al uso del suelo de modo de orientar la ocupación hacia áreas de menor riesgo hídrico.

En cuanto a las precipitaciones directas, los desagües pluviales existentes y los que serán construidos en el futuro se componen de un sistema de conductos y/o canales, reservorios de almacenamiento temporario y estaciones de bombeo, consecuencia de la polderización adoptada como estrategia de defensa ante las crecidas del río Paraná.

Las crecidas periódicas del río Negro, con una cuenca de aporte total de 8.100 km², son atendidas en dos instancias estructurales diferentes: la primera controla y deriva los aportes de la cuenca alta-media transfuyéndolos a la cuenca vecina del río Salado en la medida de lo necesario, mediante la Obra de Control ya construida en el sitio denominado Laguna Blanca (Figura N° 1). La segunda instancia prevé el control sobre la cuenca inferior del río Negro mediante un recinto de almacenamiento vecino al área urbana defendida, cuya salida es regulada por vertedero y/o bombeo – obras a construir – según el escenario impuesto por las condiciones hidrométricas del río Paraná.

Los estudios hidrológicos ex-post realizados para verificar el funcionamiento de la Obra de Control en Laguna Blanca han demandado la estimación de la Crecida Máxima Probable (CMP) a través de la determinación de la Precipitación Máxima Probable (PMP). En este trabajo se desarrolla el procedimiento utilizado para conocer, a partir de la información disponible, el valor límite de la precipitación en la cuenca en estudio – PMP – que permita evaluar las condiciones hidrológicas vinculadas al riesgo de rotura de la obra, como asimismo apoyar la toma de decisiones sobre los programas de manejo y administración del sistema

⁽¹⁾ Resumen extendido del trabajo a ser presentado por los autores en el “1^{er} SEMINARIO DE DRENAJE URBANO DEL MERCOSUR: soluciones para el Drenaje Urbano en Países de América Latina”, a desarrollarse en la ciudad brasileña de Porto Alegre, entre los días 10 y 12 de julio de 2001.

existente de defensa del perímetro urbano.

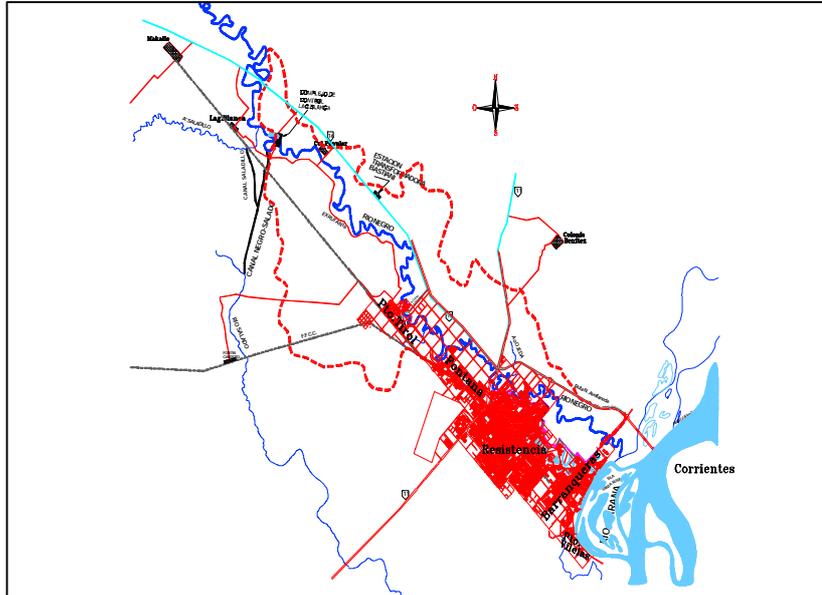


Figura N°1 - Ubicación de la Obra de Control de Laguna Blanca y el Área Metropolitana del Gran Resistencia en la cuenca inferior del río Negro.

ASPECTOS METODOLÓGICOS

Una definición bastante aceptada de la PMP es que ella representa un evento de lluvia con probabilidad sumamente baja de ser excedido.

Muchos organismos dedicados a la seguridad de presas aconsejan explícitamente el uso de la PMP para el diseño de grandes obras cuyo colapso represente riesgos importantes sobre vidas humanas.

Existen principalmente dos grupos de métodos o abordajes para estimar la PMP: uno que maximiza las condiciones de humedad atmosférica en eventos extremos observados y que, por lo tanto, tiene un carácter de máximo o techo infranqueable, y el otro, basado en un criterio estadístico, focaliza la atención en la característica de “probable” del evento evaluado. A los del primer grupo se los denomina hidrometeorológicos y a los del otro estadísticos.

Para aplicar los del primer grupo son necesarios registros de datos meteorológicos, como por ejemplo temperatura de punto de rocío, que hoy no se disponen en las cuencas en estudio.

Entre los denominados métodos estadísticos, el más aceptado es el de Hershfield (Bertoni & Tucci, 1997). El método se basa en la maximización del factor de recurrencia de la ecuación general de frecuencia propuesta por Chow (Chow, 1964, apud Bertoni & Tucci, 1997). Hershfield propuso la siguiente ecuación:

$$PMP = \mu + \Phi \cdot \sigma \quad (1)$$

donde:

PMP es la precipitación máxima probable

μ la media de la serie de precipitaciones máximas observadas (“N” valores)

σ el desvío estándar de la serie de “N” precipitaciones máximas observadas

Φ el factor de recurrencia de la PMP, asociado a la serie precipitaciones máximas observadas

Siguiendo con este razonamiento, Hershfield consideró que la precipitación máxima de una serie observada puede ser expresada según la siguiente ecuación:

$$P_{MÁX} = \mu_{N-1} + \Phi_{N-1} \cdot \sigma_{N-1} \quad (2)$$

donde:

$P_{MÁX}$ es la precipitación máxima observada, de una serie de “N” valores máximos anuales

μ_{N-1} la media de la serie, excluyendo el valor de $P_{MÁX}$ (serie de “N-1” valores)

σ_{N-1} el desvío estándar de la serie de “N-1” valores, donde se excluyó el valor de $P_{MÁX}$

Φ_{N-1} el factor de recurrencia de la $P_{MÁX}$, asociado a la serie de “N-1” valores

Cuenca superior del río Negro y del riacho Salto de la Vieja

El área de aporte efectiva a la Obra de Control en Laguna Blanca, desde el punto de vista de la conformación de los caudales de crecida, alcanza un valor de 4.719 km² (AFIN, 1993). La parte alta-media de la cuenca del río Negro está constituida por tres subsistemas: el riacho Salto de la Vieja con 2.951 km² (63 % del total), el arroyo Saladillo con 1.174 km² (25 %) y el río Negro propiamente dicho con 594 km² (12 %).

Dado que se disponía de series pluviométricas diarias de 30 años de extensión, se generaron tres series de precipitaciones medias máximas anuales, para duraciones de 1, 2 y 3 días, compatibles con los valores de tiempo de respuesta para el pico del hidrograma de la crecida de diseño.

En cada una de estas series, es decir para cada duración, se calculó el valor de Φ_{N-1} , según:

$$\Phi_{N-1} = \frac{P_{MÁX} - \mu_{N-1}}{\sigma_{N-1}} \quad (3)$$

Para realizar una verificación, que se explicará a continuación, se calcularon los valores de Φ_{N-2} , Φ_{N-3} y Φ_{N-4} , tomando siempre como valor de referencia la $P_{MÁX}$ de la serie. Se verificó que el Φ_{N-i} disminuye según una ley exponencial a medida que “i” disminuye (o, lo que es lo mismo, “N-i” aumenta).

Se consideró que Φ_{N-1} sería una buena estimación, aunque por exceso, del valor de Φ_N . Se adoptó dicho valor para calcular la PMP, lo que es aceptable en función del espíritu de maximización del cálculo de la PMP.

Cuenca del arroyo Saladillo

Debido a que la respuesta de la cuenca del Saladillo es muy rápida y a que no se cuenta con abundancia de estaciones pluviométricas dentro de la misma, se optó por suponer que, en correspondencia con la ocurrencia de la PMP sobre las cuencas del río Negro y del riacho Salto de la Vieja, sería posible que ocurra un evento convectivo sobre la cuenca del A° Saladillo, fenómeno común en cualquier época del año en estas latitudes (CPTEC-INPE, 1986).

El patrón de isohietas de eventos convectivos recientemente estudiados, de 1 y 2 días de duración (13 y 14 de abril de 1998) fue trasladado a la cuenca del A° Saladillo, posicionando el pico del mismo de forma tal de producir la combinación más crítica entre el hidrograma generado por esta cuenca y el de las cuencas del río Negro y del riacho Salto de la Vieja.

Esto es justificable por el hecho que los procesos convectivos son marcadamente puntuales y no tienen relación con direcciones geográficas dominantes (Pilar & Depettris, 2000)

Para la generación de la crecida máxima probable (CMP) el modelo de simulación requirió, entre los datos de entrada, el valor de la precipitación máxima probable (PMP) de la cuenca del río Negro, obtenida a partir de la serie de precipitaciones medias máximas anuales para 2 días de duración.

CONCLUSIONES

El método propuesto por Hershfield para PMP se presenta como una buena solución para cuencas sin adecuada información para la aplicación de métodos de base hidrometeorológica, cuando se cuenta con una buena densidad espacial de estaciones.

La PMP para 2 y 3 días de duración son prácticamente iguales, lo que tal vez esté indicando que, para las precipitaciones medias de estas cuencas, la duración más crítica es de 2 días, o dicho de otro modo: que la dimensión del área sobre la cual se está actuando (4.719 km²) es de una magnitud tal que no da lugar a eventos críticos uniformes mayores a los 2 días.

BIBLIOGRAFÍA

- BERTONI, J.C., TUCCI, C. E. 1997. Precipitação. In: Hidrología: Ciência e Aplicação. 2ed. Porto Alegre: Ed. da Universidade/UFRGS: ABRH, cap.5, p.177-241.
- CAMAÑO NELLY, G.E., GARCIA, C.M., DASSO, C.M. 2000. Precipitación máxima probable de lapso variable para Córdoba, Argentina. In: XVIII Congreso Nacional del Agua, 2000. Termas del Río Hondo. Anales, en CD.
- CHOW, V.T., MAIDMENT, D., MAYS, L. 1994. Hidrología Aplicada. Santa Fé de Bogotá: Mc Graw-Hill. 584p.