

## DIAGNÓSTICO DE UN SISTEMA PLUVIAL URBANO SINGULAR APOYADO EN REGISTROS LOCALES DE DATOS METEOROLÓGICOS

Angheben, Enrique<sup>1</sup>; Bianchi, Guillermo<sup>1</sup>; Romanazzi, Pablo<sup>1</sup>; Calvetty Ramos, Gabriela<sup>1</sup>; Bonardo, Leandro<sup>2</sup>; Spadari, Germán<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Integrantes de la UIDET Hidrología – Dto. Hidráulica, FI-UNLP

<sup>2</sup> Alumnos colaboradores de la UIDET Hidrología – Dto. Hidráulica, FI-UNLP

UIDET Hidrología - Departamento de Hidráulica - Facultad de Ingeniería - UNLP

Calle 47 N° 200, piso 1, Oficina 6, La Plata - Tel. 0221-427-5223

eangheben@hotmail.com

### Introducción

Treinta de Agosto se ubica a 40 km de la ciudad de Trenque Lauquen, al Oeste de la provincia de Buenos Aires, en el partido del mismo nombre. Posee una población de alrededor de cinco mil habitantes, y su economía se basa principalmente en la agricultura y la producción de tambos lecheros.

Entre los días 2 y 3 de febrero de 2015, esta localidad sufrió una de las inundaciones más significativas de su historia, como consecuencia de un evento de precipitación diaria del orden de los 280 mm. La magnitud de dicho evento, el segundo en importancia según sus registros históricos, hubiese quedado indocumentado de no ser por las mediciones sistemáticas que realiza la Escuela de Educación Secundaria Agraria N° 1 (EESA N° 1), “Manuel Belgrano”, pública y de gestión estatal, de la misma localidad. El procesamiento estadístico de esa información permitió asociar un período de retorno al evento, y establecer su grado de severidad.

En las aproximadamente 272 hectáreas que conforman el ejido urbano de 30 de Agosto, existen 5 reservorios, 4 estaciones de bombeo, y el entramado de una red de conducciones pluviales que, partiendo desde una misma esquina, transportan esos excedentes hacia diferentes puntos de descarga. Se suma a la dificultad anterior, el contexto regional de muy baja pendiente donde se ubica la localidad, como es, el noroeste bonaerense.

La diversidad de elementos, tipos y funciones de los componentes hidráulicos existentes en el sistema pluvial determinó la necesidad de utilizar para su análisis, un modelo matemático del tipo hidrológico-hidrodinámico, tal como el “Storm Water Management Model” (SWMM-EPA).

El estudio llevado a cabo tuvo como objetivo la evaluación integral del sistema de desagües pluviales de la localidad, y proponer recomendaciones para un mejor manejo del mismo.

### Materiales y Métodos

Para el análisis estadístico se utilizaron dos series:

- Registro de precipitaciones diarias de la propia estación meteorológica de la EESA N° 1, en el período 1984 – 2015.
- Registro de precipitaciones diarias de la serie Trenque Lauquen, perteneciente al Servicio Meteorológico Nacional (SMN), con una longitud continua de 105 años (1911-2015).

Por lo tanto, se cuenta con información propia y cercana a la localidad, con registros que se comparten en el mismo período.

Para el análisis de valores extremos de las series se utilizaron dos de las distribuciones más difundidas en hidrología, esto es, Gumbel y Pearson III.

La distribución de Gumbel utiliza dos parámetros, la media y el

desvío estándar, y la Pearson III, además de los anteriores, incorpora también el coeficiente de asimetría. Los valores obtenidos para cada serie se muestran en la Tabla 1, siguiente.

Tabla 1.- Parámetros de las series

Parámetro	Serie Trenque Lauquen	Serie EESA N° 1
Media	119,8 mm	89,4 mm
Desvío estándar (S)	68,65 mm	58,31 mm
Coef. de Asimetría (Cs)	2,86 mm	2,65 mm

Para la representación gráfica de ambas distribuciones se estableció un intervalo de confianza del 95 % y recurrencias comprendidas entre 1,01 y 1.000 años.

La evaluación analítica del mejor ajuste de la distribución a la muestra se realizó mediante una comparación entre los valores teóricos y muestrales de las funciones de frecuencia relativa, por medio del test de bondad de  $\chi^2$  (Chi-cuadrado).

Se efectuaron visitas a la localidad para el reconocimiento del medio físico, la identificación del sistema de desagües pluviales y el relevamiento topográfico de puntos claves que interesaban al funcionamiento y calibración del modelo, además del registro del nivel freático en el pozo testigo ubicado en la misma EESA N° 1.

En la Figura 1 se muestran, sobre una imagen satelital de 30 de Agosto, los puntos más relevantes de su sistema pluvial.



Figura 1.- 30 de Agosto. Puntos relevantes del sistema pluvial

### Resultados y Discusión

El análisis de los datos de lluvia anuales y mensuales determinó

que los datos de la estación Trenque Lauquen poseen un promedio levemente mayor a los de 30 de Agosto, las tendencias de los promedios mensuales son similares, y los valores extremos de la serie de Trenque Lauquen, en algunos casos, superan ampliamente a los de 30 de Agosto, lo cual puede asignarse a la mayor longitud de registro.

A modo de resumen de los análisis realizados, el resultado gráfico de los ajustes de las distribuciones Gumbel y Pearson III (en la misma escala Gumbel) a la serie de datos de 30 de Agosto se muestra en la Figura 2.

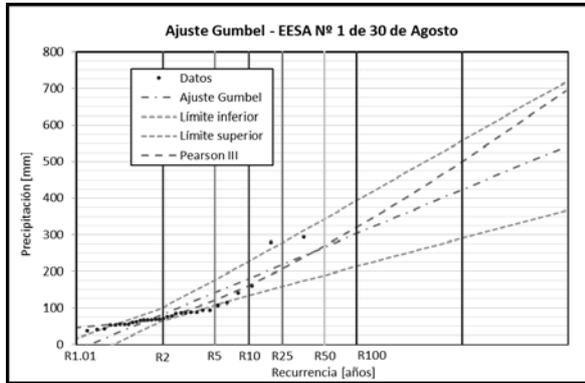


Figura 2.- Ajustes de las distribuciones Gumbel y Pearson III

En ella se observa que el ajuste Gumbel pareciera no ser el más adecuado para esta serie de valores. Asimismo, puede observarse que el evento de febrero de 2015 cae por fuera de los límites de confianza, lo cual evidencia su aleatoriedad.

Con los resultados del análisis anterior se estimó el periodo de retorno asociado al evento estudiado, obteniéndose los valores indicados en la Tabla 2, según el método y la serie utilizada.

Tabla 2.- Recurrencia según distribución y serie

Distribución	Serie Trenque Lauquen (105 años)	Serie EESA Nº 1 (32 años)
Gumbel	30 años	68 años
Pearson III	28 años	60 años

Para la construcción del modelo hidrodinámico se incorporó el trazado urbano mediante nodos (esquinas) y conducciones (calles y conductos), para luego añadir los reservorios y las estaciones de bombeo. Finalmente se cargaron las lluvias de diseño (incluyendo la de febrero de 2015), que alimentan el módulo hidrológico.

En la Figura 3 se observa una vista general de cómo interpreta el modelo a la planta urbana de 30 de Agosto. Las áreas en gris corresponden a las cuencas de aporte pluvial a cada esquina, representadas en el modelo como un nodo de cálculo, y las calles y conductos como las líneas (links) que unen esos nodos.

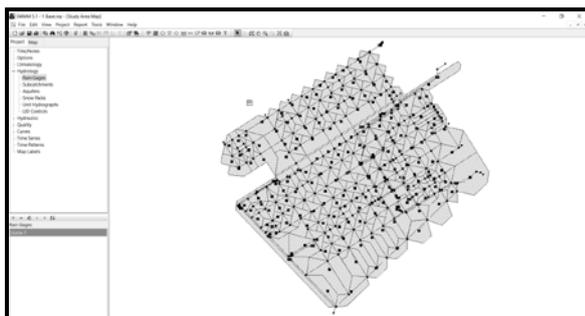


Figura 3.- Plata urbana de 30 de Agosto según modelo SWMM

Se trabajó con escenarios de lluvias de recurrencia 2 y 5 años,

compatibles con lo requerido por la normativa para los proyectos de desagües pluviales, y tres posibles escenarios, con intervención futura, como ser, la ampliación de los reservorios, la ejecución de nuevas conducciones y finalmente una que contemplara ambas posibilidades.

El resultado de la modelación determino que el sistema de desagües pluviales de 30 de Agosto no es compatible siquiera con precipitaciones del orden de los 2 años de recurrencia. Los problemas derivan tanto del déficit de volúmenes de almacenamiento como de la capacidad de las conducciones.

En lo que respecta a los reservorios se recomendó adoptar los volúmenes necesarios para una lluvia de 2 años de recurrencia, ya que, para valores mayores, las capacidades necesarias empiezan a ser condicionadas por su ubicación en la planta urbana.

### Conclusiones

Según los registros obtenidos, la distribución estadística que mejor representa el régimen de precipitaciones de la zona es la de Pearson III.

El análisis realizado permitió establecer una recurrencia para el evento del 2 y 3 de febrero de 2015 de entre 28 y 60 años, según la serie considerada. A pesar de la amplitud del rango, puede afirmarse que, ante ese evento, cualquier sistema de desagües pluviales urbanos se vería superado en su capacidad.

Es de destacar la posibilidad de haber podido realizar este trabajo gracias a la toma de datos que realiza la EESA Nº 1 de 30 de Agosto. En ese sentido se insiste en la importancia que tiene la obtención y el registro de variables meteorológicas locales, en especial de precipitación, con series continuas y mediciones responsables, como las que realiza esta institución escolar.

El caso estudiado representa un claro ejemplo que la aplicación de un modelo hidrodinámico del tipo SWMM es la herramienta adecuada para la correcta evaluación de este tipo de sistemas pluviales singulares. El resultado de la modelación permitió formular recomendaciones pertinentes y útiles, para un mejor manejo de los desagües pluviales de la localidad.

En dicha complejidad se enmarca el hecho de cómo una precipitación de recurrencia de carácter extraordinario puede afectar a una localidad, cualquiera sea ésta, pero si como en este caso, es una pequeña población, con mayor cercanía y afinidad entre vecinos, el impacto relativo es mayor.

Esto requiere entonces tomar conciencia qué, más allá de las "dimensiones" de la planta urbana, es necesario contar siempre con un Plan Integral de manejo de los desagües pluviales que tenga en cuenta la implementación de planes de alerta y contingencia.

### Referencias Bibliográficas

Caamaño Nelly, G., et al. (2003). *Lluvias de Diseño: conceptos, técnicas y experiencias*, Ed. Científica Universitaria, Córdoba.

Coles, S. (2001). *An introduction to statistical modeling of extremes values*, Springer.

Gumbel, E. J. (2004). "Statistics of extremes"; Red. 1958, Dovel publications.

Romanazzi, P. (2014). "Evaluación del desagüe existente y proyectado con un modelo dual: cuenca arroyo del Gato, La Plata, Buenos Aires, Argentina". *II Congreso Internacional de Hidrología de Llanuras, S. Fe.*