

# CURVAS INTENSIDAD-DURACIÓN-RECURRENCIA PARA DIEZ AÑOS DE DATOS PLUVIOGRÁFICOS EN LA CIUDAD DE AZUL, CENTRO DE LA PROVINCIA DE BUENOS AIRES

CAROLINA VARELA; M. VARNI e ILDA ENTRAIGAS

---

Instituto de Hidrología de Llanuras (UNCPBA-CIC-Municipalidad de Azul)  
CC 44, 7300 Azul, Argentina. ilda@faa.unicen.edu.ar, varni@faa.unicen.edu.ar

---

## RESUMEN

Las curvas intensidad-duración-recurrencia son una herramienta de importancia fundamental para el ingeniero y el técnico para el diseño de estructuras hidráulicas y para el análisis de procesos de erosión, entre otros. Dentro de ellas, los valores de intensidad para duraciones menores a las diarias son de gran valor debido a que es difícil encontrar registros pluviográficos prolongados en el tiempo. Por ello, y debido además a la necesidad de una actualización de este tipo de información que se hace evidente por el aumento de los registros pluviométricos en los últimos treinta años y la clara deficiencia de las estructuras de drenaje urbano en los últimos tiempos, es importante la difusión de esta información aunque no alcance recurrencias superiores a los diez años. En el presente trabajo se obtienen los valores de intensidad de precipitación para duraciones desde media hora a 24 h, para recurrencias de 2, 5 y 10 años a partir de una década de registros pluviográficos en la ciudad de Azul, centro de la provincia de Buenos Aires.

**Palabras clave.** Precipitación, I-D-R, Azul.

## INTENSITY-DURATION-FREQUENCY CURVES FOR TEN YEARS OF PLUVIOGRAPHIC DATA IN AZUL CITY, CENTER OF BUENOS AIRES PROVINCE

### SUMMARY

The curves intensity-duration-frequency are a great importance tool for the engineer and the technician for the design of hydraulic structures and for the analysis of erosion processes, among others. Inside them, the values of intensity for smaller durations are of great value because it is difficult to find pluviographic data extended in time. For it, and also to the necessity of a bring up an actualization of this type of information that becomes evident by the increase of the pluviometry in the last thirty years and the clear deficiency of urban drainage structures in the last times, we believe that the diffusion of this information is of great importance. In this work the values of intensity of precipitation are obtained for durations from half hour to 24 hours, for recurrences of 2, 5 and 10 years starting from a decade of pluviographic data in the city of Azul, center of Buenos Aires Province.

**Key words.** Precipitation, I-D-R, Azul.

### INTRODUCCIÓN

El conocimiento del régimen de las lluvias que se producen en un determinado lugar constituye un dato importante para la solución de algunos problemas planteados dentro de la hidráulica aplicada. Concretamente, se necesitan patrones de conducta

de lluvias tal que permitan diseños confiables y efectivos para la ingeniería hidráulica, además de poner a disposición de los ingenieros y personal técnico capacitado una herramienta de análisis y planificación en el largo plazo. Por ello, es de gran valor el conocimiento de la relación que liga a las

variables que rigen este fenómeno meteorológico. Estas variables son la intensidad de la precipitación, su duración y su recurrencia. La relación entre estas variables se estudia mediante las curvas intensidad-duración-frecuencia (IDF) o intensidad-duración-recurrencia (IDR) (Témez, 1978; Chow *et al.*, 1994). Estas curvas muestran la probabilidad de diversas intensidades de lluvia en períodos cortos para diversas duraciones de precipitación en un determinado lugar. A menudo se trata de un conjunto de curvas, cada una indicando una determinada frecuencia de ocurrencia o un período de retorno expresado en años.

En el Informe del Plan Maestro de la Cuenca del Río Salado (Sir William Halcrow & Partners Ltd., 1999) se elaboran curvas IDR pero con intervalos de tiempo de 24 hs. Claramente, este intervalo resulta excesivo para algunas aplicaciones, como se resalta en el mismo Informe. Cuando se intenta analizar duraciones menores a 24 horas, debe recurrirse a la lectura de fajas pluviográficas. Desgraciadamente, en nuestro país se viene sufriendo desde hace tiempo una desinversión en la instalación y mantenimiento de instrumental pluviográfico, por lo que es difícil encontrar información pluviográfica con registros prolongados y de buena calidad. Por ello, al completar una década de registros en la sede del Instituto de Hidrología de Llanuras (IHLLA), en el Campus Universitario de la ciudad de Azul de la Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires ( $59^{\circ} 53' W$ ,  $34^{\circ} 46' S$ ) se elaboraron las curvas IDF (intensidad-duración-frecuencia) que constituyen una información de gran importancia para profesionales de la ingeniería y de la agronomía de la zona. La ciudad de Azul se ubica en el centro de la provincia de Buenos Aires (Figura 1).

#### METODOLOGÍA

En primer lugar, se definió como evento individual a aquel que esté separado de otra lluvia por al menos tres horas continuas sin precipitación alguna, y se descartaron las tormentas en las que la precipitación total fuese menor que 3 mm. Luego se procedió a la lectura de las fajas pluviográficas en papel de registro semanal del pluviógrafo a cangilones del IHLLA correspondientes al período 1995-2004. En 14 de los 397 eventos no se contó con registros del pluviógrafo en cuestión debido a desperfectos en el equipo, por lo que se completó ese período con registros realizados en otros instrumentos instalados en la región de influencia.

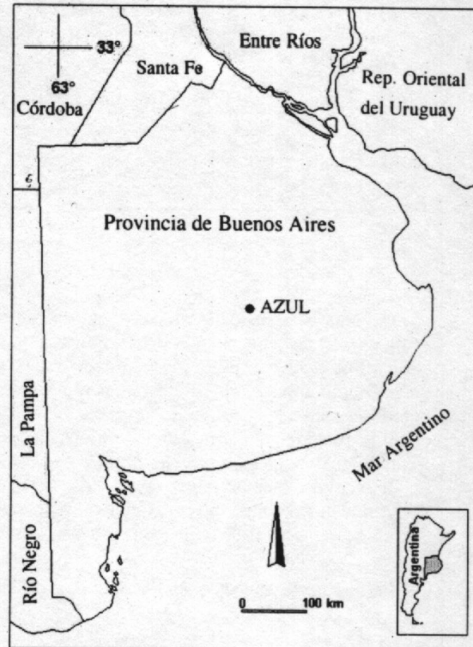


Figura 1. Ubicación de la ciudad de Azul.

En este trabajo, se utiliza el análisis de la serie parcial, en la cual se analizan todas las lluvias superiores a una base elegida independientemente del momento en que ocurrió. La expresión de la recurrencia es, en este caso

$$R = \frac{T(N + 1)}{mN} \quad (1)$$

donde,

R: intervalo de recurrencia (años),

T: número de años de observación,

N: número de tormentas consideradas,

m: número de orden de magnitud de la precipitación considerada.

También puede hacerse el análisis mediante la serie anual, en la que se utiliza sólo la tormenta máxima de cada año y la recurrencia se calcula mediante

$$R = \frac{N + 1}{m} \quad (2)$$

Para comenzar el análisis, se leen de la faja las precipitaciones parciales registradas en intervalos de media hora en cada tormenta. En realidad, la descomposición de la lluvia en intervalos desde su comienzo conduce a estimaciones por defecto del agua caída en el intervalo considerado. Si se determinase la cantidad máxima de agua caída en un intervalo de 30 minutos sin tener en cuenta su ubicación cronológica se obtendría una precipitación mayor. Lo mismo ocurre para intervalos de tiempo mayores, aunque el error disminuye al aumentar el intervalo de tiempo. Este error estaría dentro del 10%. De todas maneras, este es el procedimiento normalmente utilizado para la construcción de las curvas IDF. Estos valores deben ser corregidos por la precipitación registrada en pluviómetro.

Utilizando una planilla de cálculo, se anotan las precipitaciones máximas registradas en períodos de media, una, una y media, etc., horas en una fila por tormenta. En las columnas quedarán las precipitaciones registradas en períodos de media hora, una hora, etc., hasta 24 horas. A continuación, estos valores se corrigen para llevarlos a intensidad en mm/h. Luego, se ordenan decrecientemente las columnas. Así, queda una primera fila constituida por las máximas intensidades en cada uno de las duraciones analizadas, una segunda con los siguientes, y así sucesivamente. A la primera fila se le asigna el número de orden  $m=1$ , para la siguiente  $m=2$ , etc., y se calcula la recurrencia correspondiente a cada fila según la Ecuación (1).

A continuación se interpolan linealmente las intensidades para las distintas duraciones entre las filas con recurrencias que estén por encima y por debajo de la recurrencia deseada. Los puntos interpolados pueden ajustarse a una ecuación que expresa la intensidad en función de la duración para una recurrencia dada.

Esta metodología, que expresa las curvas IDR como ecuaciones, permite determinar relaciones intensidad-duración para recurrencias menores al período de datos

analizados. Otras opciones metodológicas, como el ajuste a una distribución teórica tal como la de Gumbel o General de Valores Extremos permitirían obtener curvas ID para períodos de recurrencia mayores (Chow *et al.*, 1994). Existen otras metodologías con el planteo de distintas ecuaciones y expresiones, a veces generadas en zonas específicas y no válidas para tratamientos generales (Chow *et al.*, 1994; EULA, 1993).

## RESULTADOS

Se identificaron y leyeron 397 tormentas. Las lecturas de las fajas pluviográficas se corrigieron con la relación entre la altura de agua determinada en el pluviómetro respecto a la registrada en el pluviógrafo. Para las tormentas con precipitación total mayor a 40 mm, las correcciones se realizaron individualmente, tormenta por tormenta. Para las tormentas menores a 40 mm, dado su gran cantidad, se realizó una correlación entre los valores de milímetros determinados mediante el pluviómetro y el pluviógrafo. Se obtuvo una relación lineal entre ambas determinaciones con un  $r^2=0,93$  con un coeficiente de 1,0521 para corregir los registros pluviográficos. Se obtuvieron curvas IDR para recurrencias de 2, 5 y 10 años para duraciones cada media hora. En el Cuadro N° 1 pueden verse las intensidades correspondientes a algunas duraciones seleccionadas para las tres recurrencias.

En las Figuras 2, 3 y 4 se presentan los puntos duración-intensidad para las recurrencias de 2, 5 y 10 años, respectivamente, y las curvas ajustadas para cada uno de los casos. Se han obtenido  $r^2$  de 0,99, 0,97 y 0,85 para las curvas de recurrencias de 10, 5 y 2 años, respectivamente. Si estas curvas se grafican en un diagrama doble logarítmico se obtienen rectas (Figura 5), que es la forma usual de presentar las curvas IDR.

**Cuadro N° 1. Intensidades (mm/h) correspondientes a algunas duraciones para recurrencias de 2, 5 y 10 años.**

	1/2 hora	1 hora	2 horas	5 horas	10 horas	15 horas	20 horas	24 horas
R=10	83,4	46,9	27,3	17,3	9,1	7,1	5,6	4,5
R=5	71,8	45,7	25,8	16,5	8,5	6,5	5,3	2,6
R=2	52,9	28,0	24	13,1	7,7	5,8	5,0	1,2

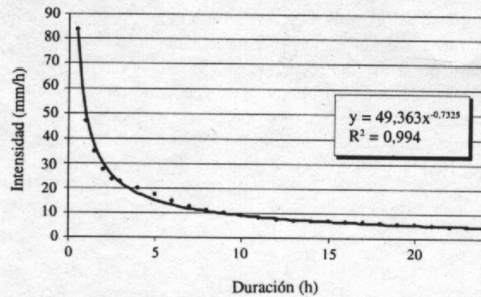


Figura 2. Curva intensidad-duración para una recurrencia de 10 años.

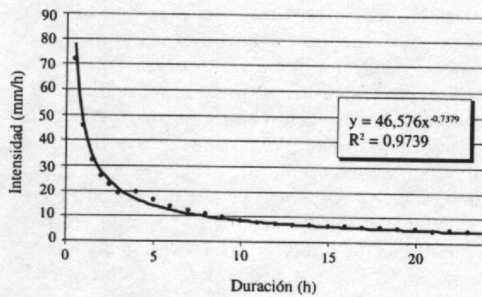


Figura 3. Curva intensidad-duración para una recurrencia de 5 años.

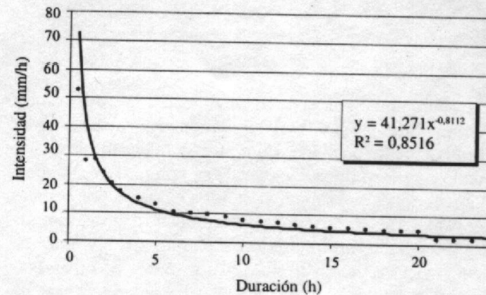


Figura 4. Curva intensidad-duración para una recurrencia de 2 años.

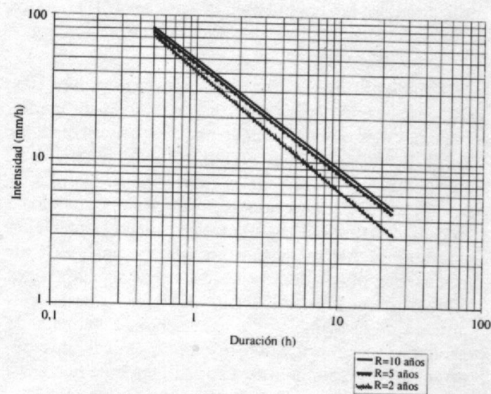


Figura 5. Diagrama doble logarítmico de las curvas I-D-R para la ciudad de Azul.

#### CONCLUSIONES

A partir de la lectura de una década de fajas pluviográficas se han obtenido curvas intensidad-duración-frecuencia para la ciudad de Azul, centro de la provincia de Buenos Aires. Estas curvas se han determinado desde duraciones de media hora a 24 horas. Las curvas se presentan tanto en forma de ecuaciones como de rectas en un gráfico logarítmico.

Se considera que estas curvas constituyen una herramienta de gran valor (por su información actualizada y por sus datos de corta duración) para el diseño de estructuras hidráulicas y para estudios de erosión en todo el centro de la provincia de Buenos Aires.

#### BIBLIOGRAFÍA

- CHOW, V.; D. MAIDMENT y L. MAYS. 1994. Manual de hidrología aplicada. McGraw-Hill, Bogotá, Colombia, 584 p.
- EULA. 1993. Programa interuniversitario. Recerca Científica applicata e formazione. "Gestión de los recursos hídricos de la cuenca del río Bío-Bío y del área marina adyacente". Universidad de Concepción, Concepción, Chile, 600 p.
- SIR WILLIAM HALCROW & PARTNERS Ltd. 1999. Plan Maestro Integral de la Cuenca del Río Salado.
- TÉMEZ, J. 1978. Cálculo hidrometeorológico de caudales máximos en pequeñas cuencas naturales. Dirección General de Carreteras, Madrid, España, 111 p.