

CURVAS INTENSIDAD-DURACIÓN-FRECUENCIA EN LA REGIÓN LITORAL DE LA REPÚBLICA ARGENTINA

Graciela V. Zucarelli, Norma Piccoli, Marcos Pittau y Marcos Gallo
Facultad de Ingeniería y Ciencias Hídricas – Universidad Nacional del Litoral
Ciudad Universitaria. 3000 Santa Fe. Argentina. Tel. (0342) 4690759
e-mail: zuca@fich1.unl.edu.ar

RESUMEN

Una de las principales actividades a seguir para la realización de un proyecto de diseño hidrológico, es la determinación del evento o los eventos de lluvia que deben ser utilizados. Una de las formas más comunes de hacerlo consiste en utilizar una tormenta de diseño o un evento que involucre una relación entre la intensidad de lluvia, la duración y las frecuencias (curvas i-d-f) apropiados para la obra que se desea realizar, de acuerdo al sitio donde la misma se encuentra emplazada. Dichas relaciones presentan la variación de la intensidad de lluvia de diferentes duraciones, para cada uno de los períodos de retorno. Para la construcción de la familia de curvas se requiere disponer de información pluviográfica, la cual es escasa o poco extensa. Se presenta en este trabajo la determinación de las curvas intensidad-duración-frecuencia para dos estaciones ubicadas en la región litoral de la República Argentina: una es la correspondiente a la estación de la Facultad de Ingeniería y Ciencias Hídricas en el Paraje El Pozo (Santa Fe) y la otra en la estación Chapetón (Entre Ríos).

Palabras Clave: curvas Intensidad-Duración-Frecuencia, Región Litoral, Argentina.

ABSTRACT

One of the main activities for the hydrological design is the determination of the storm (or storms) what is used. A most common way to do this consists on using a design storm or an event that it involves a relationship among the appropriate rain intensity, duration and frequencies (i-d-f curves) for the work to carry out, taking into account the place where the same one is located as well. These relationships present the rain intensity variation with different durations for each periods of return. To obtain this family of curves it is required pluviograph information which is scare or with short records. In this work the determination of the intensity-duration-frequency curves for two stations located in the Litoral Region of Argentina is presented. These ones are located in Santa Fe city (Facultad de Ingeniería y Ciencias Hídricas-El Pozo, Santa Fe province) and Chapetón (Entre Ríos province).

Keywords: Intensity-Duration-Frequency curves, Región Litoral, Argentina.

INTRODUCCIÓN

El agua es esencial para la vida, constituye un bien de consumo en todas las actividades que desarrolla el hombre y es un bien indispensable para el desarrollo de toda civilización, ya que posibilita la expansión demográfica y los progresos de la producción, pero en cantidades excesivas (inundación) o reducidas (sequía) puede provocar un desastre.

El aumento de la población y el crecimiento tecnológico han potenciado la variedad e intensidad de los usos del agua, incrementando su importancia estratégica y evidenciando su vulnerabilidad. Por lo tanto, en estos tiempos, es indispensable realizar tareas de planificación y gestión que tiendan a su uso racional, preservando su cantidad y calidad.

Estas tareas no son factibles de realizar si no se dispone del conocimiento de las variables que cuantifican la existencia y movimiento del agua dentro de una cuenca. Para los profesionales que utilizan el recurso hídrico es de fundamental importancia la caracterización de las lluvias intensas que se utilizan para estimar indirectamente los caudales. Debido a que la disponibilidad de caudales es escasa, se han desarrollado metodologías para realizar la estimación indirecta de caudales a partir de la precipitación, que es una variable cuyo registro es más sencillo, más extenso y más frecuente; aún así, a veces se presentan problemas debido a que los registros son poco extensos y/o incompletos.

El conocimiento de las características de las precipitaciones intensas es de gran importancia para el dimensionamiento de obras hidráulicas, para evitar daños de inundaciones o sequías y preservar la calidad del agua. Las relaciones entre intensidad – duración – frecuencia de las precipitaciones intensas deben ser deducidas a partir de observaciones de precipitaciones ocurridas durante un período largo de tiempo suficientemente representativo de los eventos extremos del lugar.

Este trabajo presenta el análisis de las tormentas intensas ocurridas en dos estaciones de la región litoral: (i) en la estación del Centro de Investigaciones Meteorológicas (CIM) de la Facultad de Ingeniería y Ciencias Hídricas de la Universidad Nacional del Litoral (FICH-UNL) en el período comprendido entre 1986-2002 y (ii) en la estación Chapetón durante el período 1979-1998. La primera está ubicada en la provincia de Santa Fe y la segunda en la provincia de Entre Ríos. El análisis de las tormentas intensas tiene

por objetivo la determinación de las curvas de intensidad – duración – frecuencia para la región.

METODOLOGÍA

Determinación de las curvas i-d-f sobre la base de registros pluviográficos

La determinación de la relación entre las tres variables (curvas i-d-f) debe ser deducida de las observaciones de lluvias intensas durante un período de tiempo suficientemente largo y representativo de los eventos máximos de la zona. La construcción se basa en el ajuste de una distribución estadística a los mayores valores anuales para cada duración (Chow, 1994).

Según el tamaño de la serie que se disponga para el análisis y del objetivo perseguido se pueden seleccionar dos enfoques:

- series anuales: se basa en la selección de las máximas precipitaciones anuales para una determinada duración,
- series parciales: se emplea cuando el número de datos es pequeño (< 12 años) o cuando se utilizan tiempos de retorno menores a 5 años.

La elección de las duraciones depende de la discretización de los datos y de la representatividad requerida para la curva. Generalmente las duraciones escogidas son de: 5, 10, 15, 30 y 60 minutos; y de 2, 4, 6, 12, 18, 24 hs; dependiendo del paso del tiempo que presentan los diagramas del pluviógrafo.

Para cada duración se selecciona la mayor precipitación anual sobre la base de los datos del pluviógrafo, luego se ajusta una distribución estadística a cada una de ellas, dividiendo la precipitación por la duración se obtiene la intensidad y como resultado de esto la familia de curvas i-d-f.

Existen ecuaciones analíticas para representar las curvas i-d-f. Entre las más difundidas se encuentra la propuesta por Sherman en 1931 para Boston (Tucci, 1993):

$$i = \frac{a \cdot Tr^b}{(d + c)^g} \quad (1)$$

y otras como las que se detallan a continuación (Alila, 2000):

$$i = a \cdot d^g \quad (2)$$

$$i = a / (d + c)^g \quad (3)$$

donde i es la intensidad de la precipitación (mm/h); d es la duración considerada (min); a , b , c y g son los parámetros locales a ser estimados y Tr es el tiempo de retorno (años). La determinación de los valores de los parámetros a , b , c y g puede ser realizada por diversos métodos, siendo actualmente el más difundido el de regresión lineal múltiple. Para ello la ecuación es linealizada a través de la transformación logarítmica:

$$\log i = \log a + b \log Tr + g \log (t + c) \quad (4)$$

El ajuste de esta ecuación a los valores estimados para las ternas i - d - f permite determinar los valores de los parámetros desconocidos.

Una vez diseñadas las curvas i - d - f para la estación en estudio, se procede a la construcción de tablas que emplean la relación de la intensidad correspondiente a cada duración con la intensidad para 24 hs, dado que ésta es la más común de encontrar y dichas relaciones permitirían la extrapolación a zonas sin datos.

La relación entre las intensidades horarias con respecto a la intensidad de 24 hs se denomina parámetro k y queda establecido con la siguiente expresión (Pizarro et al., 2000):

$$k = \frac{i_d}{i_{24}} \quad (5)$$

donde i_d es la intensidad de la precipitación horaria e i_{24} es la intensidad de precipitación para una duración de 24 hs.

Información Disponible

Descripción de las estaciones

La información pluviográfica de la estación El Pozo (Santa Fe), corresponde a una estación climatológica con fines especiales y de capacitación y que se encuentra emplazada en el parque de la Facultad de Ingeniería y Ciencias Hídricas a $31^\circ 38' 38''$ de latitud S, $60^\circ 40' 30''$ de longitud O y a 16.75 m de altura referida a cota I.G.M. El período analizado corresponde a los años 1986-2002.

Por otra parte, se utilizó la información pluviográfica correspondiente a la estación Chapetón (Entre Ríos), ubicada a $31^\circ 34' 00''$ de latitud S, $60^\circ 20'$

$00''$ de longitud O y abarca el período 1979-1998 (Pittau et al., 2002).

Descripción de los datos de precipitación utilizados

La información de precipitación analizada se presenta en registros pluviográficos originales, semanales y diarios. La información pluviométrica se encuentra disponible y se consulta solamente cuando existen inconvenientes en el registro pluviográfico.

Los inconvenientes más comunes durante el análisis de la información fueron, principalmente, debido a las incertidumbres presentadas en las fajas pluviográficas, entre los que se pueden mencionar:

- errores en los registros ocasionados por el irregular funcionamiento del instrumental,
- errores en los registros debido a diferentes problemas (personal, climático, suciedad, etc),
- presencia de pruebas en los registros que no están debidamente identificadas y pueden considerarse como precipitación.

APLICACIÓN

Para ambas estaciones y para cada año fueron seleccionados los eventos máximos. Las Tablas 1 y 2 presentan un listado con las tormentas intensas registradas, la fecha de ocurrencia, la duración y el monto total precipitado para las estaciones El Pozo y Chapetón, respectivamente (Piccoli et al.; 2003; Gallo y Pittau, 2001).

Se observa que existen fechas donde se registraron simultáneamente las tormentas intensas; por ejemplo, el 28 de enero de 1988, el 29 de octubre de 1993 y el 13 de diciembre de 1997. La máxima tormenta registrada en el período analizado para la estación El Pozo ocurrió entre el 24 y 25 de abril de 1999 con un total precipitado de 185.50 mm, mientras que para la estación Chapetón ocurrió el 5 de marzo de 1998 con un total de 139.40 mm de lluvia.

Las Tablas 3 y 4 presentan las precipitaciones máximas para duraciones desde 1 h hasta 24 hs obtenidas a partir del análisis de las fajas pluviográficas. Con estos datos se realiza el análisis de frecuencias mediante la aplicación del modelo AFMON (Cacik y Paoli, 1997), el cual arroja como resultado los estadísticos de las series de datos que se aprecian en las Tablas 5 y 6.

Tabla 1. Tormentas intensas en la estación El Pozo.

Fecha	Duración (hs min)	Precipitación Total (mm)
13 de marzo 1986	16:00	80.00
19 y 20 de mayo 1987	28:15	105.80
28 de enero 1988	10:30	67.00
6 de diciembre 1989	12:30	87.80
30 de enero 1990	7:00	102.30
30 de abril y 1 de mayo 1991	18:00	60.10
8 de diciembre 1992	11:30	74.20
29 y 30 de octubre 1993	27:30	171.10
3 de diciembre 1994	5:30	48.00
8 y 9 de noviembre 1995	29:00	128.50
19 de diciembre 1996	3:30	101.60
12 y 13 de diciembre 1997	25:00	137.00
26 de enero 1998	17:00	141.10
24 y 25 de abril 1999	36:15	185.50
27 de noviembre 2000	6:00	165.20
5 de junio 2001	7:55	85.50
24 y 25 de noviembre 2002	7:20	110.80

Tabla 2. Tormentas intensas en la estación Chapetón.

Fecha	Duración (hs min)	Precipitación total (mm)
17 de noviembre 1979	5:00	85.40
9 y 10 de abril 1980	6:00	125.40
3 de febrero 1981	7:00	95.00
2 de junio 1982	12:00	121.00
3 de mayo 1983	7:00	81.80
21 de octubre 1984	7:00	105.20
12 de diciembre 1985	11:00	49.60
13 de marzo 1986	9:00	61.40
26 de abril 1987	9:00	96.20
28 de enero 1988	10:00	76.00
11 y 12 de noviembre 1989	20:00	90.20
2 y 3 de febrero 1990	25:00	117.00
8 y 9 de diciembre 1991	14:00	94.20
5 de abril 1992	3:00	17.00
29 de octubre 1993	7:00	84.40
1 de mayo 1994	2:00	55.60
26 y 27 de febrero 1995	10:00	76.60
20 de febrero 1996	9:00	53.80
13 de diciembre 1997	5:00	76.60
5 de marzo 1998	16:00	139.40

Tabla 3. Precipitaciones máximas para distintas duraciones en la estación El Pozo (mm).

Año	1 h	2 hs	4 hs	6 hs	12 hs	18 hs	24 hs
1986	34.00	41.00	50.00	70.00	78.00	78.00	78.00
1987	14.00	20.00	38.00	55.00	85.90	95.90	102.20
1988	21.70	34.70	38.50	44.70	44.70	44.70	44.70
1989	29.00	39.00	50.00	59.00	87.10	87.10	87.10
1990	25.00	46.60	70.00	95.20	95.20	95.20	95.20
1991	17.00	24.00	31.00	36.00	55.00	60.10	60.10
1992	23.00	40.00	63.30	67.60	67.60	67.60	67.60
1993	33.00	57.00	83.00	99.00	126.00	136.70	164.20
1994	21.30	39.0	39.30	48.00	48.00	48.00	48.00
1995	21.00	35.00	58.00	78.00	90.50	104.60	125.30
1996	63.00	93.00	101.60	101.60	101.60	101.60	101.60
1997	42.00	67.60	72.60	72.60	134.90	134.90	134.90
1998	61.50	71.50	84.40	115.50	127.80	127.80	127.80
1999	20.00	33.00	64.00	77.00	110.00	125.00	151.00
2000	40.00	67.00	112.70	165.20	165.20	165.20	165.20
2001	21.00	36.50	59.50	82.00	82.00	82.00	82.00
2002	58.50	72.30	94.80	109.10	109.10	109.10	109.10

Tabla 4. Precipitaciones máximas para distintas duraciones en la estación Chapetón (mm).

Año	1 h	2 hs	4 hs	6 hs	12 hs	18 hs	24 hs
1979	40.40	62.00	75.60	85.40	85.40	85.40	85.40
1980	70.00	114.20	125.80	127.00	127.00	127.00	127.00
1981	62.40	72.80	86.00	91.90	93.80	93.80	93.80
1982	42.80	50.70	70.20	96.20	121.00	121.00	121.00
1983	47.40	55.20	59.40	80.20	81.80	81.80	81.80
1984	43.00	57.70	99.00	104.40	104.80	104.80	104.80
1985	26.70	31.10	40.80	45.90	49.70	49.70	49.70
1986	56.40	56.40	56.40	59.00	62.20	62.20	62.20
1987	54.00	72.00	80.30	89.70	96.10	96.10	96.10
1988	48.70	55.20	67.40	67.40	75.90	75.90	75.90
1989	35.80	41.80	46.80	61.00	84.60	89.00	90.00
1990	36.40	44.40	49.00	49.40	63.10	95.60	114.30
1991	54.00	59.00	68.70	75.30	92.70	93.60	93.60
1992	15.40	16.70	17.00	17.00	17.00	17.00	17.00
1993	47.30	65.70	71.90	83.30	84.30	84.30	84.30
1994	42.40	55.80	55.80	55.80	55.80	55.80	55.80
1995	60.70	70.70	70.70	74.80	77.50	77.50	77.50
1996	30.00	39.70	48.10	52.90	54.90	54.900	54.90
1997	53.50	67.20	73.20	75.40	75.40	75.40	75.40
1998	84.30	91.70	103.20	119.00	143.80	146.90	146.90

Tabla 5. Estadísticos de las precipitaciones máximas en la estación El Pozo (1986-2002).

Duración (min)	Media (mm)	Media (mm/h)	Desvio (mm)	Coef. de Asimetría
60	32.06	32.06	15.81	1.04
120	48.09	24.04	19.89	0.76
240	65.34	16.33	23.80	0.46
360	80.91	13.49	31.63	1.06
720	94.62	7.89	32.34	0.37
1080	97.99	5.44	33.39	0.19
1440	103.38	4.31	38.74	0.19

Tabla 6. Estadísticos de las precipitaciones máximas en la estación Chapetón (1979-1998).

Duración (min)	Media (mm)	Media (mm/h)	Desvío (mm)	Coef. de Asimetría
60	47.58	47.58	15.57	0.25
120	59.00	29.50	20.90	0.62
240	68.27	17.07	24.10	0.36
360	75.55	12.59	26.04	-0.04
720	82.34	6.86	28.93	0.06
1080	84.39	4.69	29.08	-0.06
1440	85.37	3.56	29.76	-0.11

Se observa que hasta los 240 min de duración, la media de la serie es mayor en la estación Chapetón, pero para duraciones mayores, los valores son superiores en la estación El Pozo.

A efectos de realizar comparaciones entre los estadísticos de las dos series, se consideró el período coincidente (1986-1998), tal como se muestra en las Tablas 7 y 8.

Tabla 7. Estadísticos de las precipitaciones máximas en la estación El Pozo (1989-1998).

Duración (min)	Media (mm)	Media (mm/h)	Desvío (mm)	Coefficiente Asimetría
60	31.92	31.92	15.69	1.26
120	46.80	23.40	20.42	1.01
240	59.97	14.99	21.49	0.45
360	72.47	12.07	24.43	0.28
720	88.10	7.34	30.06	0.18
1080	91.17	5.06	31.17	0.07
1440	95.36	3.97	36.25	0.32

Tabla 8. Estadísticos de las precipitaciones máximas en la estación Chapetón (1989-1998).

Duración (min)	Media (mm)	Media (mm/h)	Desvío (mm)	Coefficiente Asimetría
60	47.60	47.60	16.71	0.23
120	56.63	28.31	18.52	-0.34
240	62.19	15.54	20.60	-0.26
360	67.69	11.28	24.00	0.06
720	75.63	6.30	29.03	0.43
1080	78.78	4.37	29.98	0.23
1440	80.30	3.34	31.30	0.16

Para el período coincidente se observa la misma tendencia, es decir; para las menores duraciones, las tormentas son más intensas en la estación Chapetón y para las duraciones mayores, son más intensas en la estación El Pozo.

RESULTADOS

Considerando los valores de errores cuadráticos se seleccionó la distribución que mejor representa a los datos experimentales, adoptándose la distribución de Pearson.

Como resultado del trabajo se relacionan las ternas de valores i-d-f ajustando una línea de tendencia de tipo potencial. Las Tablas 9 y 10 presentan los coeficientes de ajuste obtenidos. Para el trazado de las curvas i-d-f se consideró el período completo de cada serie, a efectos de aprovechar al máximo la totalidad de la información disponible.

De la observación de las tablas surge que tanto el coeficiente a como el exponente d son del mismo orden de magnitud y los coeficientes de correlación son superiores a 0.98. Las Tablas 11 y 12 presentan las curvas i-d-f para las duraciones hasta 240 min en ambas estaciones, respectivamente.

Tabla 9. Coeficientes de ajuste de las curvas i-d-f, estación El Pozo.

Coefficiente	a	g	R ²
Tr 2	386.34	-0.5939	0.9890
Tr 5	677.01	-0.6408	0.9945
Tr 10	897.45	-0.6664	0.9962
Tr 50	1431.10	-0.7103	0.9980
Tr 100	1672.70	-0.7252	0.9984

Tabla 10. Coeficientes de ajuste de las curvas i-d-f, estación Chapetón.

Coefficiente	a	g	R ²
Tr 2	685.70	-0.6974	0.9999
Tr 5	860.49	-0.6919	0.9999
Tr 10	1060.30	-0.7077	0.9999
Tr 50	1334.90	-0.7164	0.9999
Tr 100	1440.10	-0.7196	0.9999

Tabla 11. Curvas i-d-f para diferentes duraciones en la estación El Pozo.

d (min)	Tr (años)				
	2	5	10	50	100
	(mm/h)				
10	102.11	158.88	197.46	282.21	317.79
20	66.58	100.95	123.72	172.60	192.77
30	51.85	77.43	94.11	129.46	143.89
60	29.37	43.96	53.25	72.50	80.22
120	22.80	31.84	37.32	48.26	52.53
240	15.88	21.17	24.19	29.96	32.13

Tabla 12. Curvas i-d-f para diferentes duraciones en la estación Chapetón.

d (min)	Tr (años)				
	2	5	10	50	100
	(mm/h)				
10	137.63	174.92	207.86	256.44	274.66
20	84.87	108.27	127.27	156.07	166.79
30	63.97	81.78	95.52	116.73	124.58
60	39.45	50.62	58.49	71.04	75.65
120	24.33	31.34	35.81	43.24	45.94
240	15.00	19.40	21.93	26.31	27.90

Se puede apreciar que las máximas diferencias entre las curvas se dan para las duraciones menores y el máximo período de recurrencia; como el caso de 10 min de duración y 100 años de período de retorno. A medida que aumenta la duración, la diferencia entre las curvas se hace menor. Esto también se puede observar en la Figura 1, donde se presentan las curvas i-d-f para cada una de las estaciones y su zona de influencia, correspondiente duraciones de 10 a 240 min.

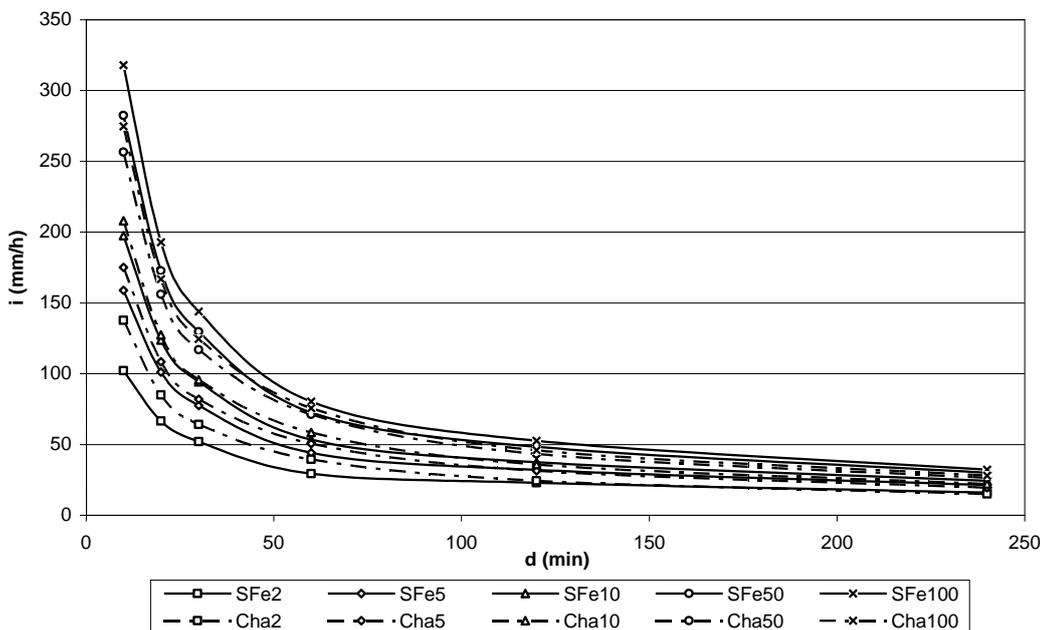


Figura 1. Curvas i-d-f para ambas estaciones (lugar y período de retorno).

Por su parte, la Tabla 13 muestra los valores de la i_{24} , a efectos de obtener el parámetro k, que se presenta en las Tablas 14 y 15. Se observa que la i_{24} es menor en la estación Chapetón.

Tabla 13. Valores de i_{24} para ambas estaciones.

Estación	Tr (años)				
	2	5	10	50	100
	(mm/h)				
El Pozo	4.26	5.65	6.41	7.78	8.29
Chapetón	3.58	4.61	5.13	6.03	6.34

Tabla 14. Parámetro k para distintos períodos de retorno y duraciones en la estación El Pozo.

d (min)	Tr (años)				
	2	5	10	50	100
10	23.96	28.12	30.80	36.27	38.34
20	16.62	17.86	19.30	22.18	23.25
30	12.17	13.70	14.68	16.64	17.35
60	6.89	7.78	8.30	9.31	9.67
120	5.35	5.63	5.82	6.20	6.33
240	3.72	3.74	3.77	3.85	3.87

Tabla 15. Parámetro k para distintos períodos de retorno y duraciones en la estación Chapetón.

d (min)	Tr (años)				
	2	5	10	50	100
10	38.44	37.94	40.51	42.52	43.32
20	23.70	23.48	24.80	25.88	26.30
30	17.86	17.73	18.61	19.35	19.64
60	11.01	10.98	11.40	11.78	11.93
120	6.79	6.79	6.98	7.17	7.24
240	4.18	4.20	4.27	4.36	4.40

CONCLUSIONES

Para predecir caudales críticos y para ingeniería de diseño de obras hidráulicas, es necesario asociar una probabilidad a lluvias máximas de diferentes duraciones. Deducir la probabilidad de ocurrencia de un evento requiere contar con registros continuos de precipitación, que son escasos en Argentina. A partir del procesamiento de la información pluviográfica disponible, se obtuvieron las relaciones i-d-f en la estación del Centro de Informaciones Meteorológicas (CIM) de la Facultad de Ingeniería y Ciencias Hídricas de la Universidad Nacional del Litoral (FICH-UNL) y de la estación Chapetón, ambas pertenecientes a la región Litoral de la República Argentina.

Se dispuso para la estación El Pozo, de una serie de 17 años de registros pluviográficos y de 15 años para la estación Chapetón. Ambas series completas fueron procesadas y analizadas estadísticamente. Del análisis de las tormentas intensas surge la familia de curvas i-d-f.

Las familias de curvas obtenidas se hacen similares a medida que aumenta la duración, presentando las máximas diferencias para las duraciones menores y el mayor período de retorno. Las diferencias que se presentan para las duraciones menores obedecen a efectos locales en la generación de las precipitaciones. La intensidad de la precipitación en 24 hs (i_{24}), resulta ser menor en la estación Chapetón para todos los períodos de retorno.

Se pretende continuar con esta línea de investigación, mediante la comparación de estas curvas con las curvas i-d-f obtenidas a partir de registros pluviométricos y con las curvas i-d-f de regiones aledañas. La posibilidad de disponer de varias familias de curvas i-d-f en zonas cercanas permitiría regionalizar los coeficientes de las mismas.

REFERENCIAS

- Alila, Younes (2000). "Regional rainfall depth-duration-frequency equations for Canada." *Water Resources Research*, Vol. 36, Nro. 7, 1767 – 1778.
- Cacik, P.; Paoli, C. (1997) "Modelo AFMOM". Facultad de Ingeniería y Ciencias Hídricas-Universidad Nacional del Litoral.
- Chow, Ven Te (1994). "Hidrología Aplicada". McGraw-Hill. Pp. 584.
- Gallo, M.; Pittau, M. (2001). "Determinación de Tormentas de Diseño a partir de datos de Pluviógrafo en la zona de Influencia de la Cuenca del Arroyo Feliciano (Provincia de Entre Ríos) para su utilización en Modelos de Transformación Lluvia-Caudal." Congreso del Agua Córdoba 2000.
- Piccoli, N; Zucarelli, G.; Rodriguez, E. (2003). "Determinación de curvas i-d-f en la estación El Pozo de la FICH-UNL". Informe de Pasantía. FICH-UNL.
- Pittau, M.; Gallo, M.; Zucarelli, G.; Ceirano, E. (2002). "Determinación de curvas i-d-f en base a datos de pluviógrafo en la estación Chapetón". Informe de Proyecto de Extensión de Cátedra FICH-UNL.
- Pizarro, T. R.; Flores, V. J.; Sanguesa, P. C.; Martinez, A. E. (2000). "Curvas i-d-f". *Revista Sociedad Estándares de Ingeniería para Aguas y Suelos Ltda.*
- Tucci, Carlos E. M. (1993). "Hidrología: Ciencia y Aplicación". Editora da universidades, FRS, Brasil. Pp. 943.

Artículo recibido el 12/2008 y aprobado para su publicación el 11/2009.