

METODOLOGIA PARA LA OBTENCION DE LAS CURVAS IDF, A PARTIR DE LA LLUVIA MAXIMA EN 24 HORAS DE LA REGIÓN COSTA E INSULAR DE ECUADOR

Ángel Montoya C.

Colegio de Ingenieros Civiles del Guayas, Ecuador.
E-mail: angelb.montoya@gmail.com

Introducción

Por lo general, en los sitios donde se requiere diseñar y construir obras hidráulicas relativas a drenaje urbano, vial, etc. no se dispone de registros de caudales máximos anuales para la obtención de caudales de diseño; siendo necesario recurrir a métodos basados en la relación lluvia – escurrimiento, donde la lluvia referida a intervalos cortos de tiempo y asociada a ciertas frecuencias o periodos de retorno es de particular interés; esto significa que se está refiriendo a las curvas Intensidad-Duración-Frecuencia (IDF).

Estrictamente las curvas IDF son obtenidas a partir de los registros pluviográficos, los cuales en general son muy escasos comparados con los pluviométricos; por lo que, el presente trabajo busca brindar una herramienta para la obtención de estas curvas, a partir de la lluvia máxima en 24 horas (máxima diaria) que se registra en todas las estaciones pluviométricas.

En realidad ésta no es una iniciativa original del autor, son muchas las investigaciones que se han realizado al respecto, por parte de diversas instituciones e investigadores a nivel local y mundial. En el país el Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI) ha realizado dos estudios que fueron publicados en los años 1990 y 2015. En el ámbito mundial vale señalar a personajes que se dedicaron a investigar relaciones de valores de lluvia de corta duración entre sí y con respecto a la máxima en 24 horas, llegando a conclusiones importantes. Entre los principales se citan a Bell, Reich, Hershfield, Weis y Wilson que demostraron que relaciones duración-lluvia encontradas en los Estados Unidos pueden aplicarse en otras latitudes del mundo con diversidad de climas. También merece destacarse el trabajo titulado “Procedimiento para obtener Curvas I-D-Tr a partir de Registros Pluviométricos”, ejecutado por los investigadores mexicanos Daniel Aranda y Rubén Gómez de Luna, publicado por la revista Ingeniería Hidráulica en México en 1990.

Metodología

Tomando como base la información contenida en la publicación “Determinación de Ecuaciones para el cálculo de las Intensidades Máximas de Precipitación. Actualización de las Lluvias Intensas”, editada por el INAMHI en el año 2015; se seleccionó la correspondiente a las curvas IDF en forma tabulada, obtenida de las fajas pluviográficas, correspondiente a las 72 estaciones pluviográficas que existen en el país. Para comenzar se consideraron dos estaciones, Izobamba ubicada en la Región Interandina a 3058 msnm y Guayaquil en la región Costa a 5 msnm, y se establecieron relaciones de los valores de altura de lluvia correspondientes a duraciones menores que 24 horas con respecto a esta última, para periodos de retorno usuales. Los resultados de este primer análisis se presentan en las Tablas 1 y 2 y en la Figura 1; de donde se establece lo siguiente:

Tabla 1.- Relaciones estación Izobamba

Tr (años)	MINUTOS			HORAS			
	5	20	30	1	2	6	24
2	0.17	0.38	0.48	0.60	0.72	0.81	1
5	0.18	0.40	0.49	0.62	0.75	0.86	1

Tr (años)	MINUTOS			HORAS			
	5	20	30	1	2	6	24
10	0.18	0.39	0.48	0.60	0.73	0.83	1
25	0.18	0.40	0.49	0.61	0.75	0.85	1
50	0.18	0.39	0.47	0.59	0.72	0.83	1
100	0.18	0.40	0.48	0.60	0.74	0.84	1
MED	0.18	0.40	0.48	0.60	0.73	0.89	1
DE	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.00

Tabla 2.- Relaciones estación Guayaquil

Tr (años)	MINUTOS			HORAS			
	5	20	30	1	2	6	24
2	0.07	0.19	0.25	0.40	0.59	0.73	1
5	0.07	0.19	0.25	0.40	0.59	0.73	1
10	0.07	0.19	0.25	0.40	0.57	0.73	1
25	0.07	0.19	0.25	0.40	0.57	0.73	1
50	0.07	0.19	0.25	0.40	0.57	0.73	1
100	0.07	0.19	0.25	0.40	0.57	0.73	1
MED	0.07	0.19	0.25	0.40	0.57	0.72	1
DE	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

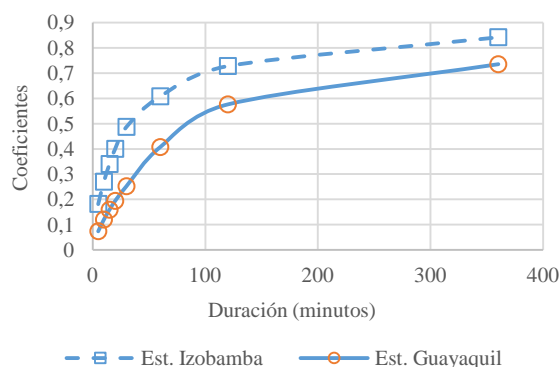


Figura 1.- Relaciones estaciones Izobamba y Guayaquil.

- Que los valores son casi constantes para las diferentes duraciones, es decir, independientes del periodo de retorno. Esto se corrobora a través de la desviación estándar (DE), cuyos valores son prácticamente insignificantes.
- Que existe una notoria diferencia entre los valores medios de las dos estaciones, lo que induce a pensar que hay una variación con la elevación, variación que se incrementa con la altura, conforme se ha comprobado con otras estaciones.

Con estos antecedentes se decidió restringir el estudio sólo a la Región Costa e Insular, cuya elevación oscila entre 4 y 600 msnm y cubre una extensión de aproximadamente 77136 km², equivalente al 27.2 % de territorio nacional.

Se consideraron 22 estaciones pluviográficas distribuidas en la región, como se muestra en la Figura 2, y se establecieron las correspondientes relaciones, en forma similar que para las estaciones Izobamba y Guayaquil.

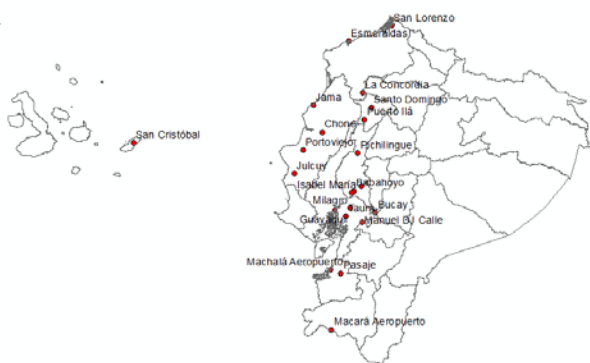


Figura 2.- Ubicación de estaciones.

Resultados

Los valores promedio de cada duración correspondientes a las 22 estaciones pluviográficas involucradas se resumen en la Tabla 3, donde nuevamente se advierte su similitud, donde la DE si bien se incrementa un poco, pero aún es muy pequeña, siendo su máximo valor 0.084 para 2 horas de duración.

Tabla 3.- Resumen de relaciones

Estación	Minutos			Horas			
	5	20	30	1	2	6	24
Portoviejo	0.15	0.29	0.36	0.51	0.67	0.80	1
Pichilingue	0.09	0.22	0.30	0.43	0.81	0.88	1
La Concordia	0.06	0.22	0.31	0.45	0.63	0.77	1
Puerto Ila	0.09	0.22	0.29	0.44	0.67	0.80	1
Santo Domingo	0.08	0.20	0.26	0.40	0.60	0.75	1
Isabel María	0.09	0.25	0.32	0.47	0.74	0.85	1
Milagro	0.11	0.27	0.35	0.54	0.62	0.81	1
Manuel de J.C.	0.10	0.21	0.27	0.41	0.63	0.77	1
Bucay	0.07	0.18	0.24	0.35	0.54	0.71	1
Pasaje	0.10	0.23	0.29	0.44	0.65	0.78	1
Babahoyo	0.08	0.24	0.32	0.54	0.62	0.77	1
Guayaquil-DAC	0.07	0.19	0.25	0.40	0.57	0.73	1
Esmeraldas	0.08	0.22	0.29	0.49	0.57	0.73	1
Macará Apto	0.11	0.24	0.32	0.45	0.62	0.76	1
Machala Apto.	0.10	0.27	0.35	0.48	0.61	0.79	1
Taura	0.11	0.33	0.45	0.71	0.77	0.86	1
Chone	0.10	0.27	0.37	0.48	0.60	0.75	1
Jama	0.09	0.18	0.26	0.37	0.51	0.69	1
Julcuy	0.15	0.33	0.41	0.54	0.75	0.85	1
S. Cristobal	0.06	0.16	0.21	0.33	0.56	0.73	1
S.Lorenzo	0.10	0.25	0.31	0.49	0.83	0.89	1
La Clementina	0.09	0.26	0.36	0.50	0.70	0.82	1
Media	0.09	0.24	0.31	0.47	0.65	0.78	1
Desv. Estándar (DE)	0.02	0.04	0.05	0.08	0.08	0.05	0

Con base en estos resultados, se asumen como válidos los valores medios de las 22 estaciones pluviográficas consideradas como representativas de la región Costa de Ecuador, incluida la provincia insular de Galápagos; para elaborar las curvas IDF en forma sintética, es decir, usando la serie de valores máximos

anuales de lluvia máxima en 24 horas, disponible en todas las estaciones pluviométricas, las que por lo general son más numerosas que las pluviográficas.

En conclusión, los valores de las relaciones adoptadas para elaborar las curvas IDF para la región geográfica indicada, en base de la lluvia máxima en 24 horas son:

$$\begin{aligned}
 P_{5min} &= 0.099P_{24h} & P_{20min} &= 0.243P_{24h} & P_{2h} &= 0.655P_{24h} \\
 P_{10min} &= 0.154P_{24h} & P_{30min} &= 0.317P_{24h} & P_{6h} &= 0.789P_{24h} \\
 P_{15min} &= 0.202P_{24h} & P_{1h} &= 0.470P_{24h} & P_{12h} &= 0.897P_{24h}
 \end{aligned}$$

Es preciso señalar que los valores de lluvia llamados máximos en 24 horas registrados en los pluviómetros en realidad no son tales, sino máximos diarios; por lo que para que tengan esa calidad, es necesario afectarlos de un coeficiente que varía entre 1.00 y 1.2 según algunos investigadores, previo al inicio del proceso de cálculo.

Aplicación

A manera de ejemplo y para fines comparativos, en las Figuras 3 y 4 se presentan las curvas IDF de la estación Pichilingue, elaboradas en base de la metodología propuesta y en la información pluviográfica, respectivamente.

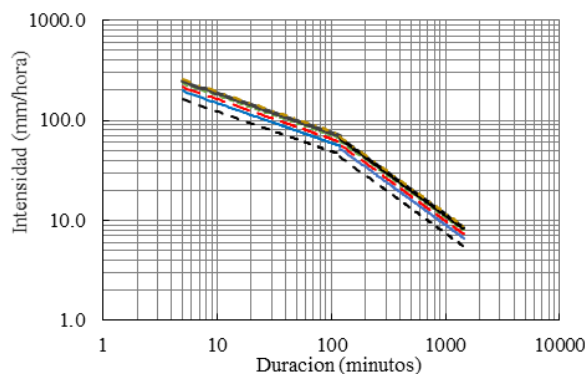


Figura 3.- Curvas IDF Metodología Propuesta. Est: Pichilingue.

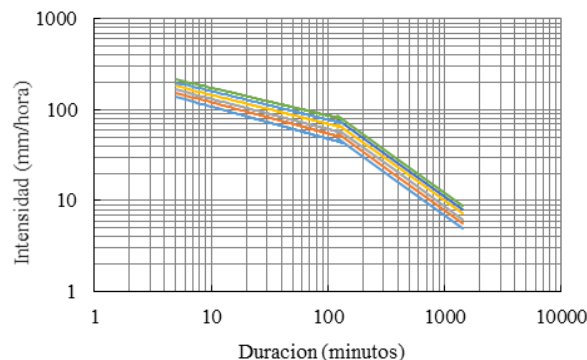


Figura 4.- Curvas IDF Información Pluviográfica.

Referencias

Aranda Carlos, y Gómez de Luna Rubén (1990). "Procedimiento para obtener curvas I-D-Tr a partir de registros pluviométricos", Ingeniería Hidráulica en México.

Cedegé, (1990), "Método para calcular las curvas IDF de un área geográfica, a partir de la información pluviométrica.

Fort Collins, Colorado USA, "Decisions with Inadequate Hydrologic Data. Proceeding of the Second Internastional Symposium Hidrologic", Colorado USA 1973.

Gómez Juan Fco. Et al, "Manual de Análisis de Frecuencia en Hidrología". Instituto Mexicano de Tecnología del Agua, 2010.

INAMHI, "Estudio de Lluvias Intensas". Quito-Ecuador 1999.

INAMHI, "Determinación de Ecuaciones para el Cálculo de Intensidades Máximas de Precipitación.-Actualización del Estudio de Lluvias Intensas", Quito-Ecuador 2015.