

FÓRMULA RACIONAL PARA EL CÁLCULO DE CAUDAL MÁXIMO

CASO DE ESTUDIO
MICROCUENCA ZAPATA



INTRODUCCIÓN

- Las inundaciones son uno de los desastres naturales que mayor número de víctimas producen en el mundo y también son uno de los más costosos en término de daños económicos.
- Los efectos de estos desastres pueden magnificarse debido a una mala planeación urbana, falta de medidas de seguridad, planes de emergencia y sistemas de alerta temprana, así como la propia actividad del hombre.
- La influencia directa de la actividad humana deteriora progresivamente las cuencas urbanas y cauces de los ríos. En el entorno urbano, las inundaciones son reflejo de esta situación, tanto en origen como en consecuencia, donde interactúan factores físicos y socioeconómicos.



- **Aún cuando la ciudad de Hermosillo, Sonora, se encuentra en una región árida y con niveles bajos de precipitación, se han reportado en el 2002 precipitaciones de 104 milímetros y recientemente en 2010 se registraron precipitaciones por arriba de los 80 milímetros, alcanzando un máximo de 103 milímetros, afectando a 46 colonias por inundaciones, a partir de la presencia de lluvias torrenciales y de corta duración características de estas zonas, situación que podría agravarse por el desarrollo de infraestructura urbana que se está llevando a cabo en la ciudad.**
- **Un incremento en la impermeabilización y reducción de la infiltración natural debido al revestimiento y obstrucción de canales, la construcción de viviendas y la pavimentación de avenidas, entre otras actividades, produce un impacto sobre las condiciones de escurrimiento de las aguas pluviales, lo que en algunos casos no se prevé al diseñar el macro drenaje.**
- **En el presente trabajo se expone un ejemplo de cómo la actividad humana y la realización de obras sin los estudios hidrológicos adecuados y sin la consideración del crecimiento urbano han generado eventos recurrentes de inundación en la cuenca Urbana Zapata en Hermosillo, Sonora.**





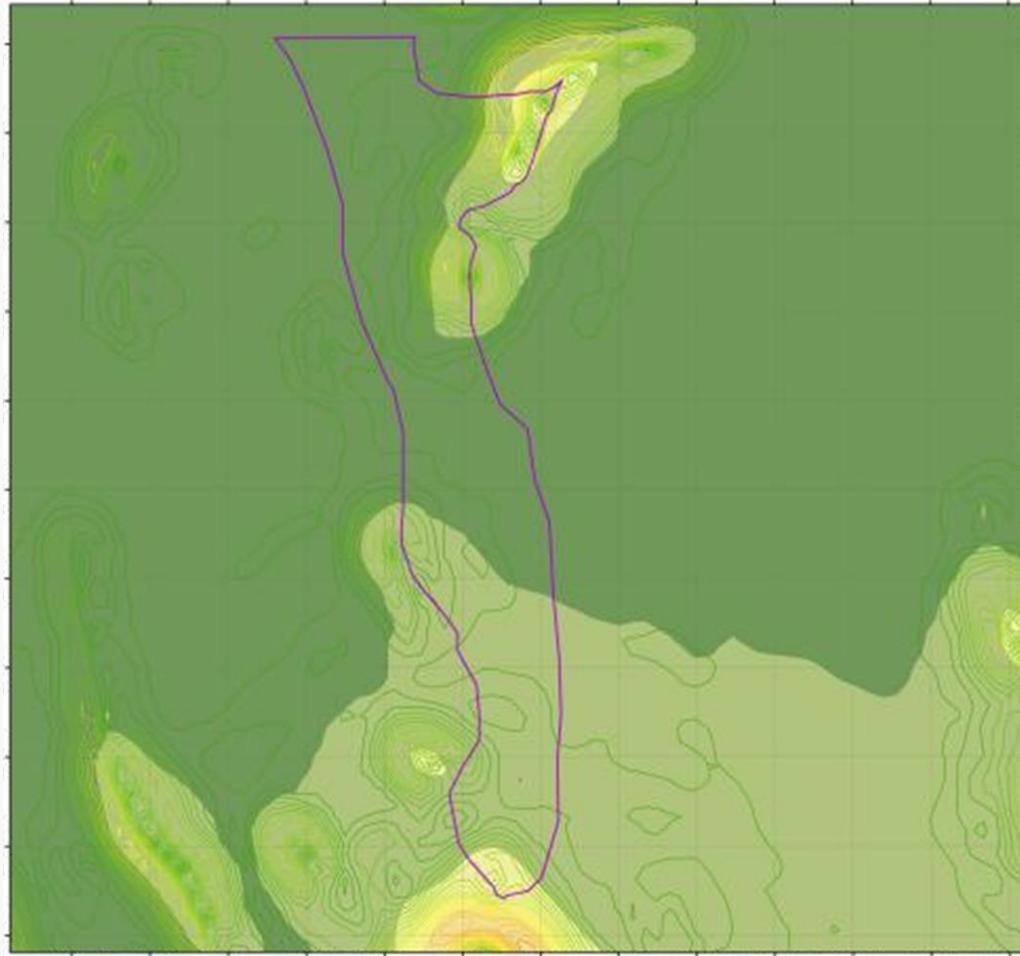
Cuenca Hidrográfica

Una cuenca hidrológica es la zona de la superficie terrestre en la cual, todas las gotas de agua procedentes de una precipitación que caen sobre ella se van a dirigir hacia el mismo punto de salida (punto que generalmente es el de menor cota de la cuenca).

La cuenca hidrológica está delimitada por una línea que se denomina divisoria. Para abordar un estudio hidrológico, el primer paso será aprender a trazar dicha divisoria.



Mapa de Pendiente



Método Racional

$$Q_{max} = \frac{C * I_c * A}{3.6} * \left(\frac{m^3}{s}\right)$$

Donde:

C = Coeficiente de
escorrentía

I = intensidad media
máxima

A = Área de la Cuenca

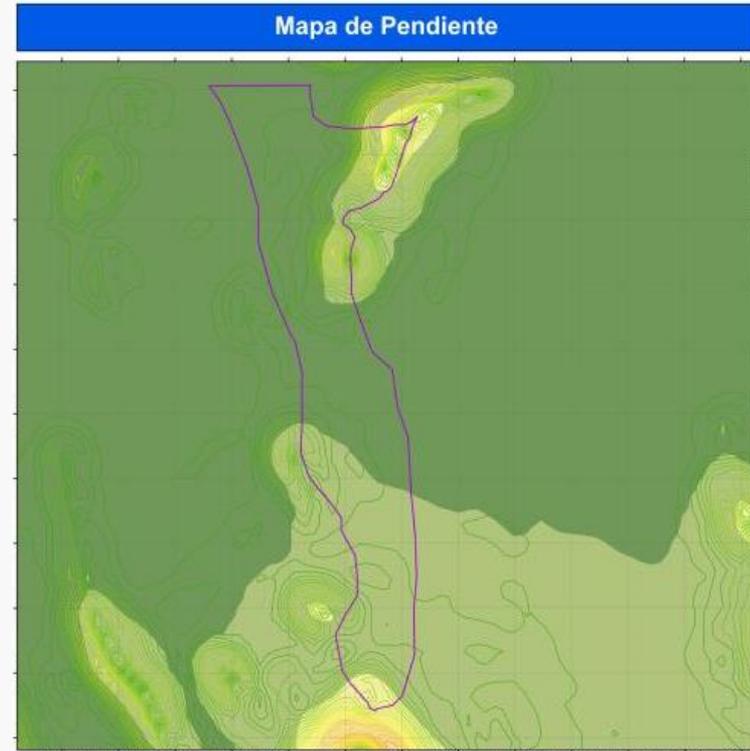
$$T_c = 3.97 * \left(\frac{L^{0.77}}{S^{0.385}}\right)$$

Donde:

Tc = Tiempo de
Concentración

L = Longitud del Cauce

S = pendiente media

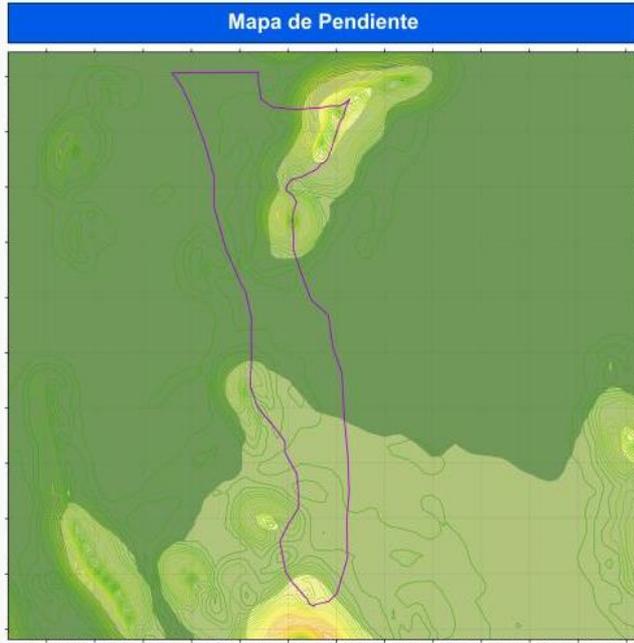


Cuenca Zapata

Fórmula de Kirpich

Ejemplo 2

Microcuenca Zapata



- 1) **Cálculo de Pendiente**
(utilizar libro de excel)

$$S = \frac{\text{Cota Máx} - \text{Cota Min}}{L}$$

Cuenca	
Área (km2)	
Longitud Cauce Ppal (m)	
Tiempo de Concentración	
Cota Maxima (m)	
Cota Minima (m)	
Pendiente	

3) Cálculo de Coeficiente de Escorrentía

Tradicionalmente, se determina con el auxilio de valores estimados para diferentes tipos de áreas por drenar. Si la cuenca de estudio esta integrada por diferentes tipos de superficie, se calcula un coeficiente de escurrimiento promedio con la expresión:

$$C = \frac{C_1A_1 + C_2A_2 + \dots + C_iA_i}{A_1 + A_2 + \dots + A_i}$$

donde C es el coeficiente de escurrimiento promedio; C1, C2,.....,Ci son los coeficientes de escurrimiento de cada una de las superficies por drenar que conforman la cuenca de estudio; y A1, A2,.....Ai son las áreas parciales que integran la cuenca de estudio.

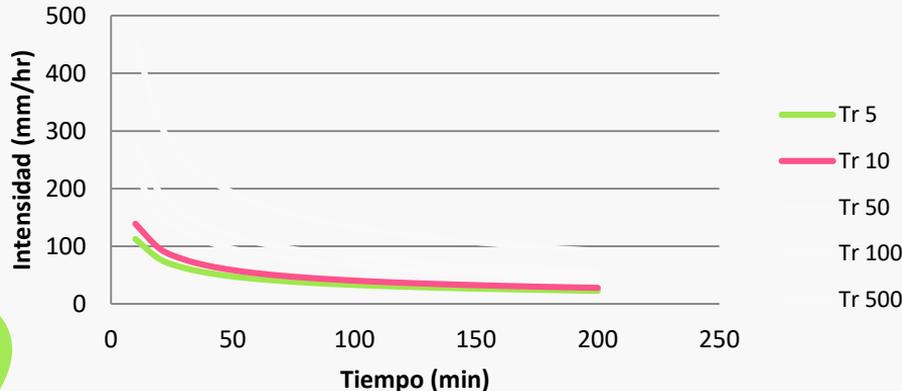
Coeficiente de Escurrimiento C			
	C estandar	Area	C ponderado
Calles	0.75		0.00
Estacionamientos	0.85		0.00
Zona Industrial Light	0.6		0.00
Residencial (plano)	0.5		0.00
Residencial (lomerio)	0.6		0.00
Taludes	0.6		0.00
Parques	0.1		0.00
Suelos arenosos y de grava	0.15		0.00
Sin urbanizar, escasa veg	0.25	0.133967	0.03
Techos	0.95	0.247988	0.24
Asfalto y Concreto	0.9	0.497265	0.45
Área comercial	0.5	0.34578	0.17

4) Cálculo de Intensidad de Lluvia

La ecuación para obtener la intensidad de lluvia fue derivada los registros de la estación meteorológica Hermosillo y se muestra a continuación.

$$I = \frac{23.63 T_r^{0.3047}}{T_c^{0.536}}$$

Grafica Intensidad-Duracion- Frecuencia



a) Abrir Hoja IDF Hermosillo, para observar las Curvas de Intensidad-Duración-Frecuencia de Lluvia

Periodo de retorno de lluvias					Tiempo de la Lluvia (min)
5	10	50	100	500	
112.32	138.73	226.54	279.81	456.92	10
77.46	95.68	156.24	192.98	315.13	20
62.33	76.99	125.72	155.28	253.57	30
53.42	65.99	107.75	133.09	217.34	40
47.40	58.55	95.61	118.09	192.84	50
42.99	53.10	86.71	107.10	174.88	60
39.58	48.89	79.83	98.60	161.02	70
36.85	45.51	74.32	91.79	149.89	80
34.59	42.73	69.77	86.18	140.72	90
32.69	40.38	65.94	81.44	133.00	100
31.06	38.37	62.65	77.39	126.37	110
29.65	36.62	59.80	73.86	120.61	120
28.40	35.08	57.29	70.76	115.55	130
27.30	33.72	55.06	68.00	111.05	140
26.31	32.49	53.06	65.54	107.02	150
25.41	31.39	51.25	63.31	103.38	160
24.60	30.38	49.62	61.28	100.07	170
23.86	29.47	48.12	59.43	97.05	180
23.18	28.63	46.74	57.74	94.28	190
22.55	27.85	45.48	56.17	91.73	200
21.96	27.13	44.30	54.72	89.36	210

b) Insertar aquí el tiempo de concentración obtenido



4) Cálculo de Intensidad de Lluvia/Tiempo de Concentración

Tr	Intensidad
5	
10	
50	
100	
500	



a) Insertar aquí los resultados obtenidos en el paso 4b utilizando pegado especial-valores-trasponer

5) Cálculo de Q Max

De acuerdo a la fórmula racional, el gasto máximo en una cuenca pluvial se puede obtener mediante la siguiente expresión:

$$Q_{MAX} = \frac{C \cdot I_c \cdot A}{3.6} \left(\frac{m^3}{s} \right)$$

Donde:

C = Coeficiente de escorrentía.

A = Área de la cuenca en km².

I_c = Intensidad media máxima para duración de la tormenta igual a T_c, en mm/hora

Los resultados de Qmax se desplegarán en la siguiente Tabla

Calculo de Caudal Maximo por Periodo de Retorno		
Periodo de Retorno		Q Max
Tr 5		
Tr 10		
Tr 50		
Tr 100		
Tr 500		

COMPONENTES DEL REPORTE

- Introducción
- Ubicación del área de estudio
- Climatología
 - Precipitación
 - Temperatura
- Vientos
- Nevadas
- Heladas
- Granizadas
- Ciclones y Tormentas tropicales
- Tormentas Eléctricas
- Hidrología Superficial
 - Región Hidrológica
- Corrientes Urbanas
- Cálculo de Caudales Máximos por medio del Método Racional
 - Metodología
 - Descripción de resultados
- Transito de Avenidas Máximas Extraordinarias
- Conclusiones