

Determinación del Área Hidráulica y Características de Escurrimiento de una Alcantarilla

POR EL ING. JOSE VAZQUEZ DEL MERCADO

Este artículo, que aparecerá en dos partes, ha sido tomado de los apuntes de la Cátedra de Caminos y Puentes sustentada por el autor en la Escuela Nacional de Agricultura de Chapingo, Mex. Contiene una explicación del funcionamiento hidráulico de las alcantarillas presentado tablas y gráficas de las precipitaciones horarias y diarias en numerosas estaciones de la República.

El área hidráulica de la estructura, se determinará necesariamente, valiéndose de los datos que sea posible obtener en el lugar; estos datos son ordinariamente los siguientes:

1º—Forma de comportamiento durante las crecientes, de estructuras existentes en la corriente en que se va a construir la nueva alcantarilla.

2º—Superficie, características topográficas, geológicas, de vegetación y climatéricas en la cuenca que se pretende drenar.

3º—Precipitación pluvial de la cuenca. Epoca del año en que se efectúan las avenidas, e intensidad y periodicidad de las mismas.

4º—Aforos efectuados en la corriente, o por lo menos datos de los niveles de altas aguas alcanzados.

De los datos antes enumerados, los más seguros para proyectar son los obtenidos por aforos, pero éstos son costosos, ya que para obtenerlos es necesario instalar una estación y hacer observaciones durante un período de años suficiente. Por esta razón en México son pocas las corrientes de las que se tiene un estudio hidrológico completo, y por la carencia de estos datos, es necesario recurrir al empleo de fórmulas que utilizando los datos disponibles, permitan calcular con cierta aproximación los volúmenes de las crecientes por esperar.

De la mayor o menor cantidad de datos que sea posible obtener, dependerá la preci-

sión con que se pueden determinar las cantidades de agua que deberá desaguar una alcantarilla, o por lo menos su área hidráulica necesaria.

La forma más sencilla para determinar el área hidráulica de una alcantarilla, es observar la forma de comportamiento y características de las estructuras que existen en esa corriente y poder así corregir las deficiencias que puedan existir, teniendo en cuenta que siempre será necesario cuando se trate de corrientes que arrastren muchos materiales, dejar suficiente amplitud para el libre paso de éstos.

Hay fórmulas empíricas que dan en función del área drenada el área de la sección de la alcantarilla para desaguarla.

La más sencilla de estas fórmulas es la de Talbot, en la que el único dato necesario, es la superficie de la cuenca por drenar, y sus características topográficas para poder escoger el coeficiente respectivo.

La fórmula, en sistema métrico, es como sigue:

1º—Fórmula de Talbot:

$$a = 0.183 C \sqrt[4]{A^3}$$

A = Área drenada en hectáreas.

a = Área hidráulica de la estructura en metros cuadrados.

C = Coeficiente que depende del terreno y que varía de 1 a 0.20, con los valores siguientes:

- Terreno montañoso y escarpado C = 1.00
 Lomeríos con pendientes moderadas C = 0.60
 Terreno ondulado C = 0.50 a 0.40
 Terreno plano C = 0.30 a 0.20

Desgraciadamente el uso de esta fórmula está muy generalizado en nuestro país y ha sido causa de grandes fracasos en el proyecto de redes de drenaje para caminos y ferrocarriles; los datos que se obtienen son inciertos, ya que en el cálculo no se hacen intervenir más que las características topográficas del terreno y el área por drenar, sin tener en cuenta factores tan importantes como son la precipitación pluvial, la pendiente de la corriente, la vegetación y pendiente media de la cuenca y otros muchos que afectan los escurrimientos.

Según esta fórmula, la misma área de escurrimiento sería necesaria para desagüar una superficie igual, en dos regiones distintas en donde la precipitación sea muy diferente, por ejemplo, en Saltillo, Coah., la precipitación pluvial máxima registrada en un período de una hora es de 3.2 cm./h., y en Tampico, Tamps., es de 18.3 cm./h. Como se vé, no es posible que se necesite la misma área de drenaje en estas dos regiones, aun cuando la superficie de la cuenca sea la misma. Sin embargo, el uso de esta fórmula se ha generalizado por la sencillez de su aplicación.

Existen también otras fórmulas que dan, en función del área drenada, el volumen probable de agua que escurrirá de la cuenca; entre las más conocidas, se encuentran:

2º—*Fórmula de Murphy.*

Que en sistema métrico es como sigue:

$$a = \frac{1324.94}{A + 828.8} + 0.164$$

En la que:

A = Superficie del área drenada en kilómetros cuadrados.

q = Gasto en metros cúbicos por segundo, por kilómetro cuadrado drenado.

El gasto total:

$$Q = q.A \text{ en m}^3/\text{s.}$$

3º—*Fórmula de Kuickling*, que en sistema métrico, es:

$$q = \frac{1245.45}{A + 440.3} + 0.219$$

En la que:

A = Superficie del área drenada en kilómetros cuadrados.

q = Gasto en metros cúbicos por segundo por kilómetro cuadrado drenado.

El gasto total:

$$Q = q.A \text{ en m}^3/\text{s.}$$

Cuando los datos que es posible obtener son más completos, es imperdonable el error que se comete con el empleo de fórmulas semejantes a la anteriormente expuesta.

Si se conoce la precipitación pluvial del lugar, y como siempre será posible obtener datos topográficos, como la superficie, forma y pendiente media de la cuenca así como sus condiciones de impermeabilidad, conviene emplear para la determinación del gasto a que debe dar paso una alcantarilla, fórmulas en las que intervengan estos valores. Sin duda, una de las más usuales, es la siguiente:

4º—*Fórmula de Metcalt y Eddy.*

$$q = \frac{6.218}{A^{0.27}}$$

A, área drenada en Km².

q, gasto en m.³/seg./Km².

5º—*Fórmula de Burkli-Ziegler.*

$$Q = A c r^4 \sqrt{\frac{S}{A}}$$

En la que:

Q = Gasto en metros cúbicos por segundo.

C = Coeficiente que depende de la naturaleza del terreno.

r = Precipitación media en metros cúbicos por Ha./seg. durante el período de máxima intensidad de precipitación.

S = Pendiente de la cuenca con tantos por mil.

Para el sistema métrico, los valores del coeficiente "C", son como sigue:

Para terrenos muy impermeables 0.6

Para terrenos impermeables 0.5

Para terrenos permeables..... 0.4

Para terrenos muy permeables.... 0.3

Desde luego que en estas fórmulas la elección del coeficiente "C" requiere un criterio bien cimentado, para obtener resultados satisfactorios. Cuando no se conoce la naturaleza de la cuenca es conveniente poner un coeficiente alto para quedar dentro de la seguridad.

6º—Fórmula de Arnold y Gregory.

Otra de las fórmulas que dan resultados exactos y que ha sido muy aceptada, aún cuando su aplicación es un poco laboriosa, es la fórmula de C. E. Arnold y H. L. Gregory, que es como sigue:

$$Q = 0.2086 (CAR_h FB)^{1.1429} H^{0.5714} S^{0.2143}$$

En donde:

C = Coeficiente de escurrimiento.

A = Area de la cuenca en hectáreas.

$R^h = \frac{aX}{H}$ = intensidad media de la lluvia en centímetros por hora, para un período "H", (R^h se fija para cuencas chicas de 1 a 3 horas y para las mayores de 3 a 24 horas; se pueden considerar cuencas chicas las que tienen una área hasta de 40 Km²).

H = Período dado en horas.

\bar{X} = Lluvia total en centímetros para un período de H horas.

F = Factor que depende del coeficiente de rugosidad "n", de los taludes del cauce principal y de la relación entre el tirante y el ancho del fondo del río (se calcula con ayuda de la tabla IV de la gráfica G-C-116).

$$B = \sqrt{\frac{P}{L}}$$

F = Factor que depende de la forma de la cuenca y del modo de concentrarse el agua en ella; para determinar "P", según la tabla G-C-116, se encuentra primero la relación $\frac{L}{W}$ siendo "L", la longitud en metros que el agua recorre desde el punto más lejano de la cuenca, hasta su desembocadura. ("L"

se toma del levantamiento topográfico de la cuenca, o de una carta geográfica por medio de un curvímetro.)

$$W = a \frac{10\,000 A}{L} \text{ con esta relación y con}$$

ayuda de las figuras, I, II y III de la gráfica, se determina una forma de concentrarse el agua y el valor del factor "P".

S = Pendiente en metros por millar (se toma del levantamiento de la cuenca si lo hay o de una carta geográfica, tomando la diferencia de cotas, entre dos puntos y dividiéndolo entre la distancia).

Como una ilustración a lo dicho anteriormente, a continuación se presentan los cálculos aplicando las diferentes fórmulas enumeradas al caso de una alcantarilla en la carretera de México-Tuxpan, para cruzar el arroyo de La Mora.

La precipitación pluvial máxima registrada en 24 horas en la ciudad de Pachuca, lugar muy cercano al sitio de la alcantarilla es de 17.0 cm. y por las características de la cuenca se consideró como tiempo de precipitación 6 horas, resultando como precipitación por hora 2.83 cm.

Las características de la cuenca son las siguientes:

Pendientes fuertes.—Terreno impermeable en su casi totalidad, exenta de vegetación.

1º Aplicación de la fórmula de Talbot

$$\text{La fórmula es: } a = 0.183 c \sqrt[4]{A^3}$$

A = área drenada en hectáreas = 5 000 hectáreas.

C = coeficiente que depende de la naturaleza del terreno = 0.7.

a = área de la alcantarilla en metros cuadrados.

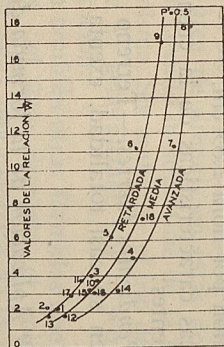
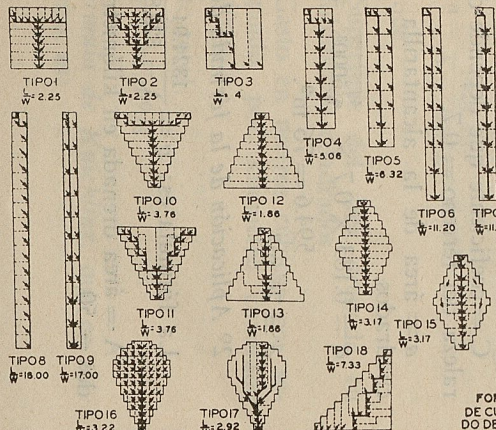
$$a = 0.183 \times 0.7 \times \sqrt[4]{5000^3} = 0.183 \times 594.6 = 76 \text{ m}^2.$$

$$a = 76 \text{ m}^2.$$

2º Aplicación de la fórmula de Murphy.

$$\text{La fórmula es: } q = \frac{1324.94}{A + 828.8} + 0.164$$

A = área drenada en kilómetros cuadrados = 50.



II GRÁFICA AUXILIAR PARA DETERMINAR LA FORMA DE CONCENTRACION

III VALORES DEL FACTOR "P" PARA P=0.5 Y $\alpha = 262144$ CONCENTRACION

L	RETR.	MED.	AVAN.	RETR.	MED.	AVAN.
1	0.42	0.44	0.47	0.47	0.49	0.52
2	0.44	0.47	0.49	0.50	0.53	0.56
3	0.46	0.49	0.51	0.53	0.55	0.58
4	0.46	0.49	0.51	0.53	0.55	0.58
8	0.50	0.53	0.57	0.58	0.61	0.64
16	0.56	0.59	0.62	0.64	0.67	0.70

EL VALOR DE C SE ELEGIRÁ DE ACUERDO CON LAS CONDICIONES FÍSICAS DE LA CUENCA.
 R₁ SE FIJA CONSIDERÁNDOLA PARA CUENCAS CHICAS EN UNA HORA Y PARA LAS DE MAYOR EXTENSION EN 6 O EN 24 HORAS COMO GUA PUEDEN SERVIR LOS VALORES DE LA TABLA V SE TOMA DE LA TABLA IV UNA VEZ ELEGIDO EL COEFICIENTE DE RUGOSIDAD (n), LOS TALLADES Y LA RELACION ENTRE EL TIRANTE Y EL ANCHO DEL FONDO DEL CANAL PRINCIPAL DE DESAGUE.
 A L Y S SE TOMAN DE LAS CARTAS O PLANOS CALCULADAS LAS RELACIONES W Y $\frac{W}{H}$ Y ELEGIDO EL TIPO DE LA CUENCA GUIÁNDOSE POR LOS ESQUEMAS DE LA FIGURA 1, SE

IV VALORES DEL FACTOR "F" PARA SECCIONES ABIERTAS CON PAREDES INCLINADAS

TA LUD	ANCHO DEL FONDO POR LA ALTURA	VALORES DE "n" (KUTTER)							
		0.011	0.013	0.015	0.020	0.025	0.030	0.035	0.100
1/2	FORMA EN V	7.31	6.82	6.40	5.72	5.33	5.00	4.74	3.19
	1POR1	7.64	7.12	6.68	5.99	5.58	5.23	4.95	3.34
	2POR1	7.81	7.10	6.68	5.95	5.56	5.20	4.94	3.33
	4POR1	7.45	6.95	6.52	5.83	5.43	5.09	4.83	3.26
1	8POR1	7.12	6.64	6.23	5.58	5.19	4.87	4.62	3.11
	16POR1	6.68	6.23	5.85	5.24	4.89	4.57	4.34	2.92
	30POR1	6.23	5.86	5.50	4.91	4.58	4.29	4.07	2.75
	100POR1	5.45	5.08	4.77	4.25	3.97	3.72	3.53	2.38
1.1	FORMA EN V	7.51	7.00	6.58	5.87	5.48	5.13	4.87	3.28
	1POR1	7.60	7.08	6.64	5.95	5.54	5.19	4.92	3.32
	2POR1	7.54	7.02	6.60	5.90	5.50	5.15	4.89	3.30
	4POR1	7.37	6.87	6.45	5.76	5.37	5.04	4.77	3.22
2	8POR1	7.07	6.57	6.17	5.53	5.15	4.83	4.58	3.08
	16POR1	6.68	6.21	5.83	5.23	4.87	4.55	4.32	2.91
	30POR1	6.25	5.81	5.47	4.89	4.55	4.27	4.05	2.72
	100POR1	5.45	5.07	4.76	4.25	3.97	3.73	3.53	2.38
3	FORMA EN V	7.31	6.82	6.40	5.72	5.33	5.00	4.74	3.19
	1POR1	7.31	6.82	6.40	5.72	5.33	5.00	4.74	3.19
	2POR1	7.27	6.78	6.36	5.70	5.30	4.97	4.72	3.18
	4POR1	7.14	6.65	6.25	5.59	5.21	4.88	4.64	3.12
10	8POR1	6.90	6.44	6.06	5.40	5.04	4.71	4.48	3.03
	16POR1	6.58	6.12	5.75	5.14	4.80	4.49	4.27	2.88
	30POR1	6.20	5.76	5.41	4.85	4.52	4.23	4.01	2.70
	100POR1	5.42	5.06	4.75	4.24	3.95	3.70	3.52	2.37
100	FORMA EN V	7.04	6.58	6.17	5.51	5.14	4.83	4.57	3.08
	1POR1	7.04	6.58	6.17	5.51	5.14	4.83	4.57	3.08
	2POR1	7.01	6.53	6.14	5.49	5.12	4.79	4.54	3.06
	4POR1	6.95	6.45	6.07	5.42	5.06	4.74	4.50	3.03
1000	8POR1	6.75	6.29	5.90	5.28	4.92	4.61	4.38	2.96
	16POR1	6.49	6.04	5.67	5.07	4.73	4.43	4.20	2.83
	30POR1	6.14	5.72	5.38	4.81	4.49	4.20	3.99	2.68
	100POR1	5.40	5.03	4.72	4.22	3.93	3.69	3.50	2.36

DETERMINA EL TIPO DE CONCENTRACION CON AYUDA DE LA GRÁFICA II, A CONTINUACION, POR MEDIO DE LA TABLA III, SE CALCULA EL VALOR DE "F" Y POR ÚLTIMO, EL FACTOR B POR LA RELACION $\frac{W}{H}$ CON EL VALOR DE Q SE CALCULA "H" POR LA RELACION $H = \sqrt[3]{\frac{B \cdot C \cdot P \cdot S}{Q}}$ POR HECTÁREAS.
 EL TIEMPO DE CONCENTRACION EN MINUTOS SE DETERMINA POR LAS SIGUIENTES RELACIONES, SEGUN QUE SE HAYA CONSIDERADO R₁ PARA UNA, SEIS O VEINTICUATRO HORAS
 $t = \frac{1.48 R_1}{Q}$; $t = \frac{1.12 R_2}{Q}$; $t = \frac{1.12 R_3}{Q}$

FORMULAS Y NOTACION

Q=CIA, RELACION FUNDAMENTAL
 Q=0.2086 (CAR.FB)1429 S 0.2143 (PARA H=1HORA)
 Q=0.5807 (CAR.FB)1429 S 0.2143 (PARA H=6 HORAS)
 Q=1.2822 (CAR.FB)1429 S 0.2143 (PARA H=24 HORAS)
 Q=CASIO EN METROS CUBICOS POR SEGUNDO
 C=COEFICIENTE DE ESCURRIMIENTO
 A=AREA DE LA CUENCA DRENADA, EN HECTAREAS
 H=PERIODO DADO, EN HORAS
 X=LUVIA TOTAL EN CENTIMETROS, PARA UN PERIODO DE H HORAS.
 RH= $\frac{X}{H}$ =INTENSIDAD MEDIA DE LUVIA, EN CENTIMETROS POR HORA, PARA EL PERIODO H.
 F=FACTOR QUE DEPENDE DE LA FORMA Y NATURALEZA DEL CANAL PRINCIPAL DE DESAGUE (VEASE CUADRO).
 B= $\sqrt{\frac{Q}{RH}}$
 P=FACTOR QUE DEPENDE DE LA FORMA DE LA CUENCA Y DEL MODO DE CONCENTRARSE EL AGUA EN ELLA
 A=AREA, EN HECTAREAS, DEL NUCLEO INICIAL.
 L=LONGITUD EN METROS QUE EL AGUA DEBE RECORRER DESDE EL PUNTO MAS REMOTO DE LA CUENCA HASTA SU DESSEMBOCADURA
 W=LONGITUD
 S=CAIDA POR CADA 1000MTS DE CAUCE PRINCIPAL DE DESAGUE, EN METROS
 P=FACTOR QUE DEPENDE DEL NUCLEO INICIAL.
 A=AREA, EN HECTAREAS, DEL NUCLEO INICIAL.
 (PARA EL CASO DE LA APLICACION APROXIMADA DE ESTAS FORMULAS SE CONSIDERAN LOS VALORES:
 P=0.5, Y 262144 PARA LA RELACION $\frac{W}{H}$
 Q=0.2086 (CAR.FB)1429 H 0.374 S 0.2143 (F GENERAL)
 Q=0.390 (CAR.FB)429 S 0.2143 (H=3)

NOTA ESTE CUADRO ES COPIA DEL G-C-116

V PRECIPITACION MAXIMA EN CENTIMETROS, REGISTRADA EN ALGUNAS ESTACIONES DE LA REPUBLICA DE LOS ESTADOS UNIDOS DEL NORTE

ESTACIONES	ENI	FECHA	EN	FECHA	PERIODO DE OBSERVACION	ESTACIONES	ENI	FECHA	EN	FECHA	PERIODO DE OBSERVACION
AGUASCALIENTES AGS.	7.8	JUN.1933	1921	1933		TEPIC NAY.	4.0	JUL.1934	24.5	SE.1933	1922/1934
CHICALOTE AGS.	13.2	SE.1928	1926	1934		MONTERREY N.L.	20.0	OC.1924	1921	1934	
ENSENADA B.CAL.	27.2	FN.1928	1928	1934		QUAKAGA OAK.	11.5	SE.1928	1923	1934	
LA PAZ B.CAL.	18.0	AG.1928	1921	1934		SALINA CRUZ OAX.	8.5	SE.1932	22	SE.1928	
CDEL CARMEN CAM.	41.9	OC.1932	1923	1934		PUEBLA PUE.	5.2	JUL.1931	7.1	JUL.1931	1921/1934
TAPACHULA CHIS.	19.2	SE.1933	1922	1934		QUERETARO QRO.	4.0	SE.1923	3.1	SE.1933	
TONALA CHIS.	30.1	SE.1933	1929	1934		PAYO OBISPO Q.R.	17.7	MAR.1928	1921	1934	
TUXTLA GUT. CHIS.	80.0	OC.1932	1923	1934		SANLUIS POTOSI S.L.P.	4.2	JUN.1924	1923	1934	
CHINIPAS CHIH.	13.0	SE.1934	1927	1934		GUILIACAN SIN.	4.5	AG.1928	13.6	OC.1930	
MUZQUIZ COAH.	20.2	SE.1924	1924	1933		MAZATLAN SIN.	7.2	SE.1926	16.2	AG.1933	1921/1934
SALTILLO COAH.	3.2	SE.1930	3.3	SE.1932	1927/1932	GUAYMAS SON.	7.5	JUL.1923	11.2	SE.1928	1921/1933
SOLIMA COA.	17.4	SE.1928	1921	1934		HERMOSILLO SON.	7.0	OC.1930	1926	1930	
FACULTAD DE ING. D.F.	5.3	JUN.1931	1921	1933		TEAPA TAB.	36.4	OC.1930	1924	1934	
TAGUAYTA D.F.	5.7	SE.1928	6.9	SE.1928	1917/1933	VILLA HERMOSA TAB.	27.0	OC.1930	1926	1934	
DURANGO DGO.	8.4	JUL.1921	1923	1933		MATAMOROS TAMS.	8.4	MAR.1924	18.8	SE.1928	1921/1934
TEPICHIANOS DGO.	17.2	SE.1921	1922	1933		TAMPICO TAMS.	19.3	JUN.1927	22.4	AG.1931	1921/1934
GUANAJUATO GTO.	4.6	JUL.1933	8.6	OC.1930	1921/1934	TLAXCALA TLAX.	7.9	JUN.1927	1926	1934	
ACAPULCO GRO.	20.4	SE.1928	22.8	JUN.1932	1921/1934	GORDOBA VER.	6.0	NO.1922	13.6	JUL.1928	1921/1934
LA UNION GRO.	27.1	SE.1933	1923	1934		JALAPA VER.	9.8	JUN.1928	19.4	SE.1928	1921/1934
HUEHUETLA HGO.	29.4	SE.1928	1927	1934		MINATITLAN VER.	8.4	SE.1933	1922	1934	
PACIFICO HGO.	1.8	MAR.1935	7.1	OC.1930	1921/1933	ORIZABA VER.	8.0	MAR.1921	13.7	SE.1921	1921/1934
TULANCINGO HGO.	3.2	SE.1921	9.7	SE.1924	1921/1934	VERACRUZ VER.	7.0	MAR.1928	20.4	SE.1929	1921/1934
CABO CORRIENTES J.	63.8	AG.1932	1927	1933		MERIDA YUC.	8.4	MAR.1922	9.3	SE.1922	1921/1934
GUADALAJARA JAL.	10.5	JUL.1930	1921	1933		ZACATECAS ZAC.	7.5	MAR.1922	1921	1934	
TOLUCA MEX.	4.7	SE.1926	1921	1931		YUMA ARIZONA.	10.2			1870/1926	
MORELIA MICH.	6.1	SE.1934	1921	1934		DEL PASO TEX.	3.8	NOV.1931	16.5	JUL.1931	1877/1930
URUAPAN MICH.	12.6	OC.1923	1922	1933		DEL RIO TEX.	12.4		16.2	OC.1930	1903/1930
GUERRAVACA MOR.	7.5	JUN.1930	1926	1932		BROWNSVILLE TEX.	9.4	NOV.1931	28.8	SE.1936	1878/1930

COMISION NACIONAL DE IRRIGACION DIRECCION DE INGENIERIA

SERVICIO HIDROLOGICO

APLICACION DE LAS FORMULAS RACIONALES DE R L GREGORY Y G.E. ARNOLD PARA LA DETERMINACION DE AVENIDAS MAXIMAS DE UNA CUENCA EN CASO DE QUE SE CAREZCA DE SUFICIENTES DATOS DE LUVIA CUANDO NO SE CONSTRUYA CURVA DE PRECIPITACION

FORMO. C.J.C. _____ PROPUISO _____
 DIBUJO. A.R.L. _____ RECOMENDO _____
 ARREGLO Y REV. ADEL. Q. _____ APROBO _____

MEXICO D.F. SEP. 1941 _____ G-C-2398

$$q = \text{Gasto en m}^3/\text{seg.} \times \text{Km.}^2.$$

$$q = \frac{1324.94}{50 + 828.8} + 0.164 = \frac{1324.94}{878.8} + 0.164$$

$$q = 1.508 + 0.164 = 1.672.$$

$$Q = 1.672 \times 50 = 83.6 \frac{\text{M}^3}{\text{segundo.}}$$

3º Aplicación de la fórmula de Kuichbling.

A = área drenada en Km² = 50 Km².

$$\text{La fórmula es: } q = \frac{1245.5}{A + 440.3} + 0.219$$

q = gasto en m³/seg. × Km² drenado.

$$q = \frac{1245.5}{50 + 440.3} + 0.219 = \frac{1245.5}{490.3} + 0.219$$

$$q = 2.540 + 0.219 = 2.159.$$

$$Q = 2.759 \times 50 = 137.95 = 138 \text{ m}^3/\text{seg.}$$

4º Aplicación de la fórmula de Metcalf y Eddy.

$$\text{La fórmula es: } q = \frac{6.218}{A^{0.27}}$$

A = área drenada en Km² = 50.

q = gasto en m³/seg. Km².

$$0.27 \log 50 = 27 \times 1.69897 = 0.45872.$$

luego: $A^{0.27} = 50^{0.27} = 2.876$ y, por consiguiente:

$$q = \frac{6.218}{2.876} = 2.162 \text{ de donde:}$$

$$Q = 2.162 \times 50 = 108.1 \text{ m}^3/\text{seg.}$$

5º Aplicación de la fórmula de Burkli-Ziegler.

$$\text{La fórmula es: } Q = \text{Acr} \sqrt[4]{\frac{S}{A}}$$

La precipitación por hora es $\frac{17.1}{6} = 2.83 \text{ c/h.}$

A = área drenada en hectáreas = 5000 hectáreas.

C = coeficiente que depende de la naturaleza del terreno = 0.6.

r = precipitación media en m³/Ha. × seg. durante el período de máxima intensidad de precipitación = $\frac{0.283 \times 1\,000\,000}{3\,600 \times 1\,000}$

$$= \frac{2830}{36} = 0.0786$$

s = pendiente de la cuenca en tantos por millar = 130.

$$Q = 5000 \times 0.6 \times 0.0786 \times \sqrt[4]{\frac{130}{5000}} = 225.8 \times \sqrt[4]{0.026}$$

$$Q = 225.8 \times 0.402 = 91.0 \text{ m}^3/\text{seg.}$$

6º Aplicación de la fórmula de Arnold y Gregory.

La fórmula general es:

$$Q = 0.2086 (\text{CAR}_h \text{FB})^{1.1429} \text{H}^{0.5714} \text{S}^{0.2143}$$

S = pendiente del cauce principal en tantos por millar = 0.2143 log 20 = 0.2143 × 1.30103 = 0.27881.

$$\text{luego } \text{S}^{0.2143} = 20^{0.2143} = 1.9$$

H = período en horas durante el cual se da la máxima precipitación = 6 h.

$$0.5714 \log 6 = 0.5714 \times 0.77815 = \dots 0.44463 \text{ luego:}$$

$$\text{H}^{0.5714} = 6^{0.5714} = 2.784$$

C = coeficiente de escurrimiento = 0.15.

A = área drenada en hectáreas = 5 000 hectáreas.

$$\text{R}_h = \frac{X}{H} = \frac{17.0}{6} = 283 \text{ cm/hora.}$$

T = factor que depende del coeficiente de rugosidad "n" y de la forma del cauce; en la tabla IV del G-C-116 vemos que, para n = 0.050, taludes 1:1 y ancho del fondo por la altura de 8 por 1

$$F = 4.23$$

L = longitud que debe recorrer la partícula caída desde el punto más remoto de la cuenca en metros = 11 000 metros.

$$W = \frac{10\,000}{11\,000} A = 4\,550;$$

$\frac{L}{W} = \frac{11\,000}{4\,550} = 2.4$ La cuenca es de concentración retardada, en el cuadro de tormentas de intensidad uniforme y concentración retardada tenemos: P = 0.4744, luego:

$$B = \sqrt{\frac{P}{L}} = \sqrt{\frac{0.4745}{11\,000}} = 0.00657$$

$$\text{CAR}_h \text{FB} = 0.15 \times 5\,000 \times 2.83 \times 4.23 \times 0.000657 = 59.0$$

$$1.1429 \log 59 = 1.1429 \times 1.77085 = 2.02390$$

de donde: $(\text{CAR}_h \text{FB})^{1.1429} = 105.7.$

$$\text{Luego: } Q = 0.2086 \times 105.7 \times 2.784 \times 1.9 = 116.6 \text{ m}^3/\text{seg.}$$

$$Q = 116.6 \text{ m}^3/\text{seg.}$$

Examen de los resultados

Resumiendo los datos obtenidos en la siguiente tabla:

Fórmula	Resultado
Talbot.....	76 m ²
Murphy.....	83.6 m ³ /seg.
Kuichling.....	138.0 "
Burkli-Ziegler.....	90.0 "
Metcalf y Eddy....	108.1 "
Arnold y Gregory...	116.6 "

De los resultados obtenidos los de las fórmulas de Burkli-Ziegler y Arnold-Gregory serán los más correctos, puesto que son los que toman en cuenta en mayor número los factores que intervienen en el escurrimiento.

Otro procedimiento que es posible aplicar, y que puede dar resultados muy satisfactorios cuando se cuenta con un registro completo de varios años de los niveles alcanzados por las altas aguas durante la época de crecientes, es el de calcular el gasto de la corriente que se estudia por sección y pendiente; utilizando los datos tomados directamente en el lugar (topográficos, niveles de agua y velocidad en el momento de la observación, etc.) y los obtenidos por informaciones u observaciones anteriores (niveles de agua en crecientes, periodicidad y época de las avenidas, etc.)

Los cálculos se efectúan ordinariamente por la fórmula de Chezy calculando el valor del coeficiente "C" por la fórmula de Manning y determinando el valor de "n" de una manera indirecta.

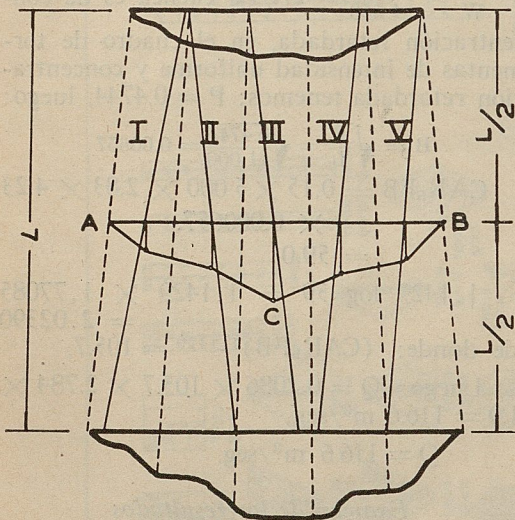


FIGURA I

La determinación aproximada del valor de "n" se hace a grandes rasgos de la manera siguiente:

Se afora el gasto de la corriente en la forma más aproximada posible midiendo las velocidades con flotadores o si se puede con molinete. Como secuela de operación es de recomendarse el método que se describe a continuación. (Véase Fig. 1.)

Se eligen 2 secciones que se encuentren en un tramo sensiblemente recto de la corriente separadas alrededor de 100 m. (En corrientes muy angostas nunca menos de dos veces el ancho de la corriente.) Se levantan las secciones por medio de sondeos, y en los lugares de observación escogidos se tiende una línea de cable o alambre en la que se marcan intervalos iguales escogidos según convenga. En seguida se hacen observaciones del tiempo que los diversos flotadores toman para recorrer la distancia entre las dos secciones, teniendo cuidado de anotar el lugar por donde pasaron a la entrada y a la salida, ayudándose para esto de las marcas colocadas en las líneas, de cable o alambre.

Ya teniendo estos datos, se dibujan en papel y a una escala conveniente las secciones, dividiéndolas en igual número de partes y separándolas una distancia igual (a escala) a la que las separa en la corriente. Por último, se trazan las trayectorias de los flotadores.

Después se traza la línea A B a la mitad de la distancia entre las 2 secciones; y en los puntos en que las trayectorias de los flotadores cortan la línea A B, se trazan hacia abajo líneas verticales proporcionales a las velocidades del flotador respectivo, afectadas ya por el coeficiente para obtener la velocidad media; la línea A C B que conecta estos puntos así obtenidos, será la línea de velocidades medias en la sección A B; las velocidades medias para las secciones I, II, III, IV, serán las representadas en las ordenadas en el punto medio. Los gastos de cada sección serán el producto del área media por la velocidad correspondiente; el gasto total será la suma de los gastos parciales.

Ya con el gasto conocido se determina la velocidad media "V" dividiendo el gasto Q por el área "A" de la sección llena.

$$v = \frac{Q}{A}$$

sustituyendo este valor y el de la pendiente "S" en la fórmula

$$v = c \sqrt{r s}$$

se despeja el valor de

$$c = \frac{v}{\sqrt{r s}}$$

después sustituyendo este valor y el del radio hidráulico "r" en la fórmula

$$c = \frac{r^{1/6}}{n}$$

se despejará el valor de "n". Este valor, aunque no es rigurosamente exacto, dará resultados más satisfactorios al calcular el gasto en crecientes, que los que se obtendrían escogiendo arbitrariamente de unas tablas el valor de "n".

Naturalmente que en los casos en que se cuente con datos obtenidos por observación directa, tanto en lo que respecta a velocidades como a gastos, no será necesario recurrir a esta clase de cálculos.

Como al efectuarse las crecientes los aumentos de velocidad en la corriente provocan, cuando el terreno del fondo es deleznable, erosiones de importancia, la forma de la sección cambiará y será necesario tener en cuenta estas variaciones al calcular el gasto en crecientes.

La fórmula de Kennedy que relaciona la velocidad de escurrimiento y la profundidad de socavación es como sigue:

$$v = m d^{0.64}$$

En la que:

v = velocidad crítica en el fondo M/s

m = coeficiente que depende del material que constituye el fondo del cauce.

d = profundidad del punto considerado — m

Los valores de "m" originalmente fueron estudiados por Kennedy sólo para materiales relativamente finos y para el caso especial de canales. Posteriormente Griffith hizo estudios para el caso de corrientes naturales y estableció los siguientes valores de "m" en sistema inglés.

Arena fina y limo.....	0.62
Arena mediana.....	1.00
Arena gruesa.....	1.20
Grava chica y arena....	2.00
Cantos rodados medianos y arena.....	2.3 a 2.8
Cantos rodados grandes y arena gruesa.....	4.00

Como una ilustración a este método para determinar el gasto probable en crecientes se resolverá el problema siguiente:

Sea la sección media de una corriente la que se indica en la figura, y en la que los datos obtenidos son como sigue:

Gasto en el momento de la observación cuando el nivel de aguas era 35.00 metros.

$$Q = 1.5 \text{ m}^3/\text{seg.}$$

Nivel máximo de aguas alcanzado en crecientes 37.20 metros.

La pendiente es

$$S = 0.0006.$$

Calcular:

Primero, el valor del coeficiente "n".

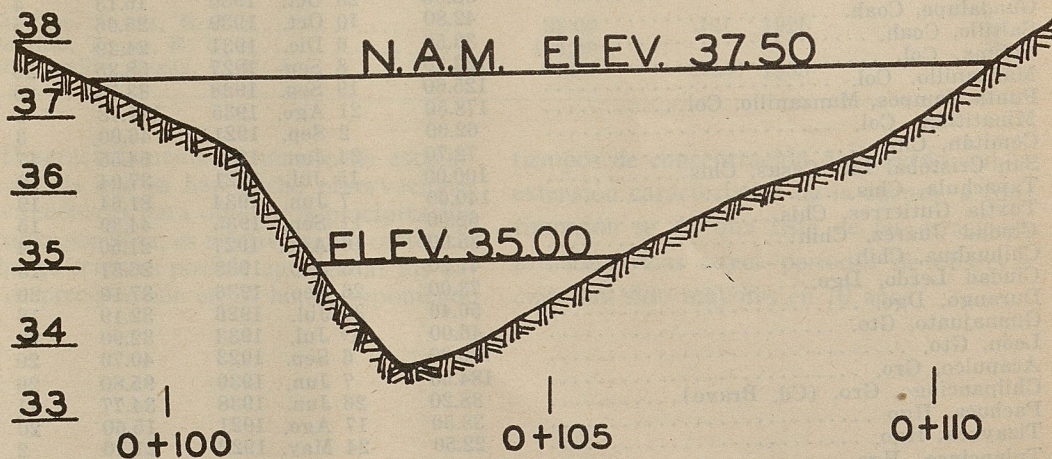


FIGURA 2

Segundo, el gasto en aguas máximas cuando éstas alcancen el nivel de 37.20 metros.

Al efectuar estos cálculos se considerará que el cauce es lo bastante resistente para no sufrir modificaciones de forma por erosión durante las crecientes, y que se toma por consiguiente la sección media al hacer los cálculos, tal como se obtuvo del levantamiento topográfico.

$$A_1 = 3.2 \text{ m}^2; Q_1 = 1.5 \text{ m}^3/\text{seg.};$$

$$V_1 = \frac{Q_1}{A_1} = \frac{1.5}{3.2} = 0.47$$

Se tiene además $r_1 = \frac{3.2}{5.1} = 0.627$ y $s = 0.0006$

Sustituyendo en la fórmula $v = c \sqrt{rs}$

y despejando a "c"

$$c = \frac{v}{\sqrt{rs}} = \frac{0.47}{\sqrt{0.627 \times 0.0006}} = \frac{0.47}{0.0194} = 24.2$$

y como $c = \frac{r^{\frac{1}{6}}}{n}$ sustituyendo se tendrá:

$$n = \frac{r^{\frac{1}{6}}}{n} = \frac{0.627^{1/6}}{24.2} = \frac{0.925}{24.2}$$

$n = 0.038$ coeficiente de rugosidad con el cual se calculará el valor del gasto en la creciente.

$$v = \frac{1}{n} r^{\frac{2}{3}} s^{\frac{1}{2}}$$

$$A = 23.2; P = 14.55;$$

$$r = \frac{A}{P} = \frac{23.20}{14.55} = 1.594 \text{ r}^{\frac{2}{3}} = 1.364$$

$$s = 0.0006; s^{\frac{1}{2}} = 0.0245; \frac{1}{n} = \frac{1}{0.038} = 26.3$$

$$v = 26.3 \times 1.364 \times 0.0245 = 0.875 \text{ m/s};$$

$$Q = 0.875 \times 23.2 = 20.4 \text{ m}^3/\text{seg.}$$

$$Q = 20 \text{ m}^3/\text{seg.}$$

Para facilitar la aplicación de las fórmulas en que interviene la precipitación pluvial como factor, se formaron las listas de datos que siguen, con las precipitaciones pluviales máximas observadas, las fechas en que se efectuaron, las precipitaciones máximas promedio y el número de años que se observaron.

MAXIMAS PRECIPITACIONES POR HORA, REGISTRADAS DE LAS SIGUIENTES ESTACIONES PLUVIOMETRICAS

ESTACIONES	MAXIMA OBSERVADA		PROMEDIO MAXIMAS	
	Precipit. mm./hora	Fecha ocurrió	Precipit. mm./hora	Nº años observ.
Aguascalientes, Ags.....	40.60	23 Jun. 1924	27.8	18
Campeche, Camp.....	100.00	11 May. 1934	57.56	17
Concordia, Coah.....	32.00	23 Oct. 1930	16.13	4
Guadalupe, Coah.....	42.80	10 Oct. 1939	25.06	5
Saltillo, Coah.....	33.50	6 Dic. 1931	24.29	17
Colima, Col.....	123.70	8 Sep. 1927	58.35	20
Manzanillo, Col.....	125.60	19 Sep. 1928	83.74	20
Punta Campos, Manzanillo, Col.....	178.50	21 Ago. 1935	111.78	6
Minatitlán, Col.....	62.00	2 Sep. 1921	46.00	3
Comitán, Chis.....	72.70	24 Jun. 1928	54.55	17
San Cristóbal Las Casas, Chis.....	100.00	15 Jul. 1921	37.04	19
Tapachula, Chis.....	140.00	7 Jun. 1934	81.64	19
Tuxtla Gutierrez, Chis.....	62.00	11 Sep. 1935	44.39	15
Ciudad Juárez, Chih.....	35.00	16 Ago. 1927	21.50	4
Chihuahua, Chih.....	47.20	13 Sep. 1938	26.57	13
Ciudad Lerdo, Dgo.....	73.00	26 Sep. 1936	37.10	20
Durango, Dgo.....	50.40	30 Jul. 1926	32.19	18
Guanajuato, Gto.....	46.00	1º Jul. 1933	32.90	20
León, Gto.....	100.00	6 Sep. 1923	40.70	20
Acapulco, Gro.....	184.50	7 Jun. 1930	95.80	20
Chilpancingo, Gro. (Cd. Bravo).....	88.20	26 Jun. 1938	34.77	11
Pachuca, Hgo.....	38.50	17 Ago. 1921	15.60	20
Tizayuca, Hgo.....	22.50	24 May. 1922	21.10	2
Tulancingo, Hgo.....	39.70	26 May. 1937	24.71	20
Guadalajara, Jal.....	59.00	20 Sep. 1922	38.21	20
Chapingo, Méx.....	29.70	27 Sep. 1929	22.01	11
Toluca, Méx.....	14.20	1º Sep. 1930	27.09	17

ESTACIONES	MAXIMA OBSERVADA		PROMEDIO MAXIMAS	
	Precipit. mm./hora	Fecha ocurrió	Precipit. mm./hora	Nº años observ.
Morelia Mich.	20.00	4 Jul. 1923	12.09	20
Cuernavaca, Mor.	60.00	1º Ago. 1939	32.78	16
Isla María Madre, Nay.....	95.00	27 Sep. 1940	49.17	15
San Blas, Nay.....	115.00	18 Jul. 1927	73.52	9
Tepic, Nay.	75.50	16 Sep. 1933	46.69	12
Lampazos, N. L.....	50.00	9 Jun. 1921	29.85	7
Monterrey, N. L.....	108.20	29 Ago. 1938	51.09	17
Oaxaca, Oax.	115.00	3 Sep. 1926	38.67	18
Salina Cruz, Oax.....	102.60	30 Sep. 1939	56.08	20
Puebla, Pue.	52.00	19 Jul. 1931	34.89	20
Querétaro, Qro.	48.50	9 Sep. 1923	23.21	12
Río Verde, S. L. P.....	58.00	30 Sep. 1927	32.57	20
San Luis Potosí, S. L. P.....	55.00	31 Ago. 1936	28.03	17
Cualiacán, Sin.	105.00	25 Jul. 1936	51.84	20
Mazatlán, Sin.	100.00	21 Ago. 1936	58.36	20
Ciudad Obregón, R. Yaqui, Son.....	52.60	16 Ago. 1934	26.67	6
Guaymas, Son.	80.00	17 Sep. 1940	40.98	20
Hermosillo, Son.	79.40	17 Ago. 1936	30.95	8
Frontera (A. Obregón), Tab.....	95.00	30 Oct. 1930	55.78	20
Villa Hermosa, Tab.....	102.80	11 Oct. 1936	53.42	9
Ciudad Victoria, Tamps.....	80.60	24 Jun. 1927	48.83	8
Matamoros, Tamps.	90.90	23 May. 1939	56.33	20
Tampico, Tamps.	183.20	24 Jun. 1927	69.12	20
Tlaxcala, Tlax.	36.50	30 Jul. 1926	24.10	15
Córdoba, Ver.	109.50	28 Sep. 1926	67.95	20
Jalapa, Ver.	96.20	14 Jun. 1926	51.70	20
Orizaba, Ver.	95.80	16 Sep. 1931	53.73	20
Puerto México.	158.70	31 Ago. 1923	89.21	20
Tuxpan, Ver.	96.80	16 Sep. 1928	53.53	8
Veracruz, Ver.	88.00	3 Oct. 1932	61.61	20
Maxcanú, Yuc.	62.00	25 Jun. 1924	48.04	5
Mérida, Yuc.	63.74	27 May. 1922	43.67	20
Progreso, Yuc.	60.20	16 May. 1925	32.19	20
Valladolid, Yuc.	111.20	14 Jun. 1922	64.85	13
Zacatecas, Zac.	75.00	23 May. 1922	18.74	20
Tacubaya, D. F.....	57.00	Sep. 1928		
La Paz, B. C.....	95.40	16 Sep. 1938	37.19	19
Mexicali, B. C.....	37.70	12 Oct. 1936	22.00	2
Cozumel, Q. R.....	175.00	10 Oct. 1938	88.21	13
Chetumal, Q. R.....	76.60	31 May. 1938	56.60	4
Payo Obispo, Q. R.....	107.00	5 Nov. 1929	62.95	16
El Paso, Texas, E. U.A.....	38.00	Jul. 1926		53
Del Río, Texas, E. U. A.....	124.00			25
Bronswville, Texas, E. U. A.....	84.00	Nov. 1930		52

Desgraciadamente el número de estaciones en las que se han hecho observaciones pluviométricas para obtener la precipitación máxima por hora, es relativamente corto, sin embargo como es posible aprovechar los datos de precipitación en 24 horas, suponiendo

tiempos de concentración de acuerdo con la extensión característica de la cuenca, a continuación se da una lista de las estaciones pluviométricas cuyos períodos de observación han sido mayores en 10 años.

MAXIMAS PRECIPITACIONES EN 24 HORAS

REGISTRADAS EN LAS ESTACIONES PLUVIOMETRICAS QUE TIENEN DIEZ O MAS
AÑOS DE OBSERVACIONES

ESTACIONES	MAXIMA OBSERVADA		PROMEDIO MAXIMAS	
	Precipit. mm./hora	Fecha ocurrió	Precipit. mm./hora	Nº años observada
Aguascalientes, Ags.....	130.5	Ago. 1898	47.25	34
Calvillo, Ags,	60.0	Jun. 1940	47.88	10
Estación Pabellón, Ags.	82.5	Jul. 1935	42.94	14
Inmediata a la Presa Cailles.....	78.0	Sep. 1928	43.81	13
Jesús María, Ags.....	84.7	Jun. 1935	48.18	12
Bella Vista, B. C.....	76.2	Dic. 1921	43.35	12
El Boleo, B. C.....	200.0	Sep. 1931	67.46	17
Ensenada, B. C.....	272.0	Ene. 1926	54.46	14
La Paz, B. C.....	180.5	Sep. 1929	46.80	23
Mexicali, B. C.....	75.0	Nov. 1922	25.60	16
Mulegé, B. C.....	150.0	Sep. 1934	46.19	18
Santa Rosalía, B. C.....	115.0	Sep. 1934	60.20	10
Tijuana, B. C.....	85.0	Feb. 1927	44.14	14
Campeche, Camp.....	140.0	Sep. 1927	53.69	25
Cayo Arcas, Camp.....	200.0	Oct. 1939	117.74	10
Ciudad del Carmen, Camp.....	419.5	Oct. 1932	184.77	11
Champtón, Camp.	220.0	Ago. 1935	82.50	25
Cintalapa, Chis.....	172.0	Sep. 1934	71.99	27
Comitán, Chis.	90.7	Jul. 1926	53.13	22
Copainalá, Chis.	176.0	Oct. 1932	88.68	13
Chiapilla, Chis.....	120.0	Sep. 1929	69.42	13
Finca El Triunfo, Chis.....	172.0	Jun. 1936	131.36	11
Finca San Cristóbal, Chis.....	172.0	Jun. 1936	131.36	11
Finca Santa Anita, Chis.....	274.0	Sep. 1929	170.72	13
Ixtapa, Chis.	92.5	Jun. 1927	68.65	11
La Estrella, Chis.....	183.0	Jun. 1936	124.56	15
La Providencia, Chis.....	270.0	Sep. 1933	107.52	13
Motocintla, Chis.	61.3	Sep. 1933	34.39	15
Ocosingo, Chis.....	100.0	Sep. 1933	76.22	11
Salto de Agua, Chis.....	262.5	Oct. 1932	153.30	15
San Bartolomé, Chis (V. Carranza).....	149.5	May. 1934	86.51	15
San Cristóbal las Casas, Chis.....	172.0	Jun. 1936	65.98	17
Tapachula, Chis.	212.5	Jun. 1934	117.50	23
Tonalá, Chis.....	301.0	Sep. 1933	104.03	26
Tuxtla Gutiérrez, Chis.....	105.5	Jun. 1900	66.22	26
Ascención, Chih.....	67.0	Jul. 1939	32.20	14
Bachiniva, Chis.	85.0	Mar. 1927	41.25	14
Casas Grandes, Chih.....	80.0	Jul. 1928	42.93	18
Ciudad Guerrero, Chih.....	67.0	Sep. 1924	36.88	17
Ciudad Juárez, Chih.....	98.0	Dic. 1937	33.39	15
Colonia San Luis, Chih.....	59.0	Jun. 1932	38.90	12
Chihuahua, Chih.	69.0	Jul. 1908	38.79	32
Chinipas, Chih.	130.0	Sep. 1934	62.50	14
El Hormiguero, Chih.....	111.0	Jul. 1932	56.60	17
El Mulato, Chih.....	50.9	Jul. 1936	35.99	13
Galeana, Chih.	46.0	Jul. 1933	31.07	14
La Junta, Chih. (Miñaca).....	45.0	Jul. 1925	31.19	10
Namiquipa, Chih.....	70.5	Jul. 1938	36.24	17
Ojinaga, Chih.	76.0	May. 1940	38.58	10
Parral, Chih.	68.5	Jul. 1905	40.52	10
San Buenaventura, Chih.....	57.0	Oct. 1937	24.11	11
Villa González, Chih. (Ahumada).....	60.0	Sep. 1937	29.93	20
Concordia, Coah.....	51.5	Oct. 1939	28.13	12
Cuatro Ciénegas, Coah.....	45.0	Oct. 1930	26.84	11
Don Martín, Coah.....	132.8	Sep. 1932	67.35	12
El Burro, Coah.....	42.0	Sep. 1935	24.08	10
General Zepeda, Coah.....	60.0	Jul. 1936	42.52	13

CORRECCION:
El encabezado de la columna "Precipitación en
mm/hora" debe ser "Maximas Precipitaciones en
24 horas, registradas en las Estaciones Pluvio-
métricas".

ESTACIONES	MAXIMA OBSERVADA		PROMEDIO MAXIMAS	
	Precipit. mm./hora	Fecha ocurrió	Precipit. mm./hora	Nº años observ.
Hacienda La Mariposa, Coah.....	121.2	Sep. 1935	73.62	10
La Flor, Coah.....	41.0	Jul. 1932	26.92	10
Monclova, Coah.....	157.5	Sep. 1932	54.23	25
Muzquiz, Coah.....	202.5	Oct. 1924	80.84	18
Nueva Rosita, Coah.....	90.0	May. 1940	62.97	16
Palestina, Coah.....	100.0	Jun. 1936	67.10	10
Piedras Negras, Coah.....	194.0	Ago. 1932	97.32	13
Ramos Arizpe, Coah.....	90.0	Sep. 1933	42.81	13
Saltillo, Coah.....	135.0	Ago. 1895	46.20	45
San Buenaventura, Coah.....	79.0	Sep. 1933	43.86	13
Sierra Mojada, Coah.....	130.4	Sep. 1928	55.92	23
Buena Vista, Col.....	99.5	Sep. 1928	55.24	11
Coquimatlán, Col.....	230.0	Sep. 1928	108.28	11
Colima, Col.....	343.9	Ago. 1879	90.90	37
Ixtlahuacán, Col.....	220.7	Ago. 1932	101.71	13
Manzanillo, Col.....	330.0	Sep. 1927	129.14	19
Punta Campos, Col.....	245.1	Jun. 1938	142.11	14
Colonia Del Valle, D. F.....	57.5	Jun. 1925	36.58	13
Colonia Escandón, D. F.....	50.3	Oct. 1929	40.71	11
Desierto de los Leones, D. F.....	87.0	Ago. 1933	54.06	15
Escuela Nacional de Ingenieros, D. F.....	52.9	Jun. 1931	34.17	16
Granja Viena, D. F. (Coyoacán).....	44.7	Oct. 1929	26.83	10
Sifón Churubusco, D. F.....	37.0	Jul. 1938	24.45	11
Tacubaya, D. F.....	68.8	Sep. 1928	44.05	16
Ciudad Lerdo, Dgo.....	76.2	Sep. 1923	39.14	33
Cuencamé, Dgo.....	64.0	Oct. 1939	35.75	11
Durango, Dgo.....	104.7	Jul. 1900	40.48	28
El Ojo, Dgo. (Las Poanas).....	88.0	Dic. 1924	43.27	12
El Rodeo, Dgo.....	85.5	Sep. 1926	46.47	16
El Salto, Dgo.....	95.0	Jun. 1930	52.19	14
Francisco I. Madero, Dgo.....	60.0	Jul. 1934	38.15	12
Guanaceví, Dgo.....	115.3	Dic. 1932	46.08	19
Cuatimapé, Dgo.....	64.0	Sep. 1926	40.26	18
Guadalupe Victoria, Dgo. (Taponá).....	50.0	Dic. 1925	30.21	15
La Concepción, Dgo. (Indé).....	57.0	Sep. 1935	33.12	10
Las Truchas, Dgo.....	123.5	Oct. 1930	60.70	10
Mezquital, Dgo.....	62.2	Ene. 1931	42.72	15
Nazas, Dgo.....	75.0	Jul. 1931	39.59	19
Nombre de Dios, Dgo.....	56.0	Jun. 1938	38.70	13
San Dimas, Dgo.....	111.5	Oct. 1930	56.97	10
San Juan de Guadalupe, Dgo.....	55.0	Oct. 1934	24.57	15
San Juan del Río, Dgo.....	80.0	Sep. 1936	43.17	15
Santiago Papasquiaro, Dgo.....	101.6	Ago. 1936	37.61	28
Tepehuanes, Dgo.....	172.0	Sep. 1927	50.24	22
Abasolo, Gto.....	83.2	Sep. 1932	54.41	15
Alvaro Obregón, Gto.....	95.0	May. 1940	48.42	20
Celeya, Gto.....	93.7	May. 1931	55.29	20
Ciudad González, Gto.....	52.5	Jul. 1926	40.26	15
Comonfort, Gto.....	96.7	Sep. 1926	53.49	17
Dolores Hidalgo, Gto.....	72.0	Jul. 1937	45.26	17
Guanajuato, Gto.....	94.7	Ago. 1936	54.45	60
Hacienda de Roque, Gto.....	63.7	Sep. 1935	38.23	12
Hacienda de San Lucas, Gto.....	78.0	Ago. 1932	51.86	10
Irapuato, Gto.....	84.3	Sep. 1926	52.97	20
León, Gto.....	100.1	Sep. 1923	52.93	63
Manuel Doblado, Gto.....	89.9	Jul. 1930	58.25	10
Moroleón, Gto.....	72.5	Oct. 1930	57.52	13
Ocampo, Gto.....	58.0	Jul. 1932	37.17	17
Pénjamo, Gto.....	75.0	Sep. 1931	52.71	12
Salvatierra, Gto.....	86.8	Ago. 1932	50.47	16
San Diego de la Unión, Gto.....	50.5	Jul. 1928	34.02	15
San Isidro, Gto.....	59.8	Sep. 1927	42.37	11
San Juan de los Llanos, Gto.....	98.0	Ago. 1936	42.62	17

ESTACIONES	MAXIMA OBSERVADA		PROMEDIO MAXIMAS	
	Precipit. mm./hora	Fecha ocurrió	Precipit. mm./hora	Nº años observ.
San Luis de la Paz, Gto.....	78.5	Jul. 1932	33.75	10
San Miguel Allende, Gto.....	61.0	Sep. 1933	37.65	15
Santa Cruz, Gto. (Juventino Rosas).....	92.5	Jul. 1937	60.65	17
Silao, Gto.....	89.0	Ago. 1929	58.21	13
Villa Victoria, Gto.....	96.5	Jun. 1926	46.48	17
Yuriria, Gto.....	54.0	Sep. 1933	42.83	10
Acapulco, Gro.....	235.4	Sep. 1937	169.85	20
Alcozauca, Gro.....	64.0	Jul. 1939	41.10	15
Atoyac, Gro.....	224.0	Sep. 1926	133.39	10
Azoyú, Gro.....	201.5	Jun. 1938	129.44	15
Ciudad Bravos, Gro. (Chilpancingo).....	188.7	Jun. 1938	63.48	13
Chilapa, Gro.....	56.7	Sep. 1927	39.19	14
Iguala, Gro.....	90.0	Ago. 1939	63.46	19
La Unión, Gro.....	271.2	Sep. 1933	112.67	12
Olinalá, Gro.....	85.0	Jul. 1936	60.71	15
Ometepepec, Gro.....	80.0	Sep. 1934	28.72	16
Taxco, Gro.....	84.5	Sep. 1935	73.00	11
Teloluapan, Gro.....	140.0	Nov. 1938	65.49	13
Tierra Colorada, Gro.....	130.0	Sep. 1932	75.12	10
Tlacotepec, Gro.....	140.0	Jun. 1938	65.31	14
Xochipila, Gro.....	49.0	Oct. 1927	28.93	12
Zapotitlán, Gro. (Tablas).....	85.0	Sep. 1931	46.13	14
Zirándaro, Gro.....	72.5	Ago. 1924	56.35	10
Actopan, Hgo.....	72.0	Oct. 1930	41.62	15
Atitalaquia, Hgo.....	85.5	Jun. 1931	53.75	11
Bermejo, Hgo.....	88.7	Ago. 1935	48.49	12
Binola, Hgo.....	108.5	Jun. 1928	49.82	14
Canali, Hgo.....	291.0	Sep. 1928	127.48	14
El Salto, Hgo.....	69.0	Jul. 1934	42.54	10
Huehuetla, Hgo.....	189.5	Sep. 1935	138.76	14
Huejutla, Hgo.....	294.5	Sep. 1928	136.85	14
Huichapan, Hgo.....	62.0	Jun. 1925	33.16	20
Ixmiquilpan, Hgo.....	80.0	Sep. 1935	35.88	19
Jacala, Hgo.....	80.0	Oct. 1930	40.58	12
Km. 3 Sur. Mixquiahuala, Hgo.....	65.5	Ago. 1932	43.96	12
Km. 27 Sur Actopan, Hgo.....	54.0	Oct. 1932	43.95	10
Los Reyes, Hgo.....	184.8	Oct. 1930	94.75	20
Mezquititlán, Hgo.....	104.9	Oct. 1930	54.97	15
Mixquiahuala, Hgo.....	62.5	Jul. 1933	43.34	14
Molango, Hgo.....	300.0	Sep. 1940	77.84	14
Pachuca, Hgo.....	170.0	Ago. 1898	35.55	37
Presa Requena, Hgo.....	63.5	Sep. 1935	38.19	22
Tepatenepec, Hgo.....	71.0	Ago. 1931	48.15	10
Tizayuca, Hgo.....	58.0	Jun. 1925	35.41	11
Tula, Hgo.....	77.5	Jul. 1932	48.79	15
Tulancnigo, Hgo.....	96.6	Sep. 1925	39.02	32
Zimapán, Hgo.....	60.2	Sep. 1925	28.75	14
Arandas.....	70.0	Jun. 1926	40.18	10
Autlán, Jal.....	268.0	Sep. 1927	97.42	13
Barrancas, Jal.....	101.0	Jul. 1940	66.50	10
Bolaños, Jal.....	60.0	Jul. 1935	43.52	12
Cabo Corrientes, Jal.....	320.0	Ago. 1932	134.96	15
Ciudad Guzmán, Jal.....	60.0	Sep. 1938	38.29	15
Colotlán, Jal.....	86.1	Sep. 1933	45.55	14
Guadalajara, Jal.....	270.0	Sep. 1940	66.21	46
Hacienda La Esperanza, Jal.....	108.0	Sep. 1933	46.03	15
Hostotipaquillo, Jal.....	95.0	Jun. 1928	43.25	13
Lagos, Jal.....	55.5	Ago. 1924	42.04	18
La Quemada, Jal.....	96.0	Jun. 1935	51.96	14
Mascota, Jal.....	65.0	Oct. 1934	45.57	15
Puerto Vallarta, Jal.....	240.0	Ago. 1932	111.12	14
Teocaltiche, Jal.....	78.4	Sep. 1939	50.18	14
Tepalpa, Tepatitlán, Jal.....	100.0	Oct. 1928	56.32	13
Tomatlán, Jal.....	235.0	Ago. 1932	130.29	14

ESTACIONES	MAXIMA OBSERVADA		PROMEDIO MAXIMAS	
	Precipit. mm./hora	Fecha ocurrió	Precipit. mm./hora	Nº años observ.
Zihuatlán, Jal.	160.6	Oct. 1934	58.35	10
Aculco, Méx.	77.0	Jun. 1931	59.62	13
Atlamica, Méx.	62.3	May. 1936	37.65	11
Chapingo, Méx.	60.0	Abr. 1930	36.10	14
El Oro, Méx.	45.0	Sep. 1926	23.28	12
El Vertedor, Tepozotlán, Méx.	68.0	Jun. 1930	38.44	13
Hda. San Juan de Guadalupe, Méx.	97.5	Ago. 1932	57.42	13
Hueypoxtla, Méx.	64.5	Oct. 1930	47.06	10
Mixquihucan, Méx.	64.0	Jun. 1928	50.19	11
Malinalco, Méx.	92.0	Jun. 1935	67.83	10
Ocoyoacac, Méx.	65.4	Oct. 1930	42.97	11
Ometuxco, Méx.	52.5	Ago. 1932	23.65	11
Otumba, Méx.	36.5	Nov. 1928	22.95	10
Otaxolotepec, Méx. (V. Cuauhtémoc)	58.2	Oct. 1936	39.18	14
Ozumba, Méx.	49.0	May. 1929	27.10	12
Pirámides de Teotihuacán, Méx.	52.5	Jun. 1928	37.90	20
Presa La Ciénaga, Méx.	77.8	Sep. 1936	46.21	16
Presa de Taxhimay, Méx.	74.2	Sep. 1932	47.38	14
Polotitlán, Méx.	65.5	Sep. 1926	42.07	11
San Cristóbal Ecatepec, Méx.	77.0	Sep. 1931	37.59	19
San Rafael Tlalmanalco, Méx.	67.8	Jul. 1926	46.70	19
Sultepec, Méx.	64.0	Ago. 1933	39.07	14
Tejupilco, Méx.	73.0	Ago. 1935	52.60	15
Temascaltepec, Méx.	110.0	Jul. 1931	52.67	11
Tenancingo, Méx.	125.0	Sep. 1929	52.81	13
Teoloyucan, Méx.	58.5	Jul. 1939	34.64	20
Texcoco, Méx.	60.7	Jun. 1930	44.96	20
Tlalnepantla, Méx.	48.2	Jun. 1929	36.76	14
Toluca, Méx.	89.0	Sep. 1884	34.17	54
Alvaro Obregón, Mich. (S. Bartolo)	45.0	Jul. 1938	32.68	11
Angamacutiro, Mich.	71.5	Jul. 1927	48.46	17
Apatzingán, Mich.	129.7	Oct. 1923	73.08	19
Ario de Rosales, Mich.	80.0	Oct. 1923	53.89	18
Ciudad Hidalgo, Mich.	68.7	Jun. 1924	44.52	19
Copándaro, Mich.	65.9	Jun. 1935	43.27	10
Cotija, Mich.	80.0	Ene. 1931	42.90	17
Cuitzeo, Mich.	83.2	Sep. 1934	48.34	12
Cuitzeo del Porvenir, Mich.	57.0	Jul. 1922	42.64	10
Churumuco, Mich.	84.2	Sep. 1933	61.18	14
Hacienda de Botello, Mich.	77.5	Abr. 1927	49.55	19
Hacienda La Trinidad, Mich.	68.7	Ago. 1930	50.68	11
Hacienda de Tequecarán, Mich.	125.5	Sep. 1924	76.26	12
Huetamo, Mich.	92.0	Ago. 1924	61.42	22
Jesús del Monte, Mich.	54.0	Ago. 1930	30.81	12
La Piedad, Mich.	84.0	Jun. 1934	57.08	19
Morelia, Mich.	98.0	May. 1878	39.46	51
Pátzcuaro, Mich.	75.7	Ago. 1927	47.92	20
San Diego Curupaseo, Mich.	98.6	Sep. 1926	54.81	20
Tacámbaro, Mich.	83.9	Sep. 1929	49.77	18
Tepuxtepec, Mich.	89.9	Ago. 1931	57.03	11
Tlalpujahuá, Mich. (2 Estrellas)	61.5	Jul. 1926	42.07	15
Uruapan, Mich.	127.5	Sep. 1935	83.01	19
Yurécuaro, Mich.	100.0	Jul. 1937	48.56	17
Zacapu, Mich.	86.8	Ago. 1937	43.96	18
Zamora, Mich.	90.0	Mar. 1927	44.32	20
Zinapécuaro, Mich.	75.0	Ago. 1932	33.90	17
Zitácuaro, Mich.	75.2	Jul. 1926	50.68	20
Apaxaco, Mor.	70.3	Jul. 1931	57.10	14
Atlahuacán, Mor.	94.7	Jul. 1933	65.34	16
Cuernavaca, Mor.	78.0	Jun. 1940	48.33	19
Jonacatepec, Mor.	76.5	Oct. 1933	54.43	15
Pálpan, Mor.	87.0	Ago. 1931	65.68	18
Puente de Ixtla, Mor.	75.0	Jul. 1931	49.06	12
San Gabriel, Amacuzac, Mor.	72.0	Jun. 1937	57.66	11

ESTACIONES	MAXIMA OBSERVADA		PROMEDIO MAXIMAS	
	Precipit. mm./hora	Fecha ocurrió	Precipit. mm./hora	Nº años observ.
Acaponeta, Nay.	190.5	Ago. 1926	91.50	17
Ahuacatlán, Nay.	118.0	Ago. 1935	55.65	17
Isla María Madre, Nay.	302.0	Sep. 1928	107.29	16
Ixtlán del Río, Nay.	160.0	Ago. 1936	54.34	11
Ruiz, Nay.	201.0	Sep. 1933	113.45	19
Roseta, Nay.	108.0	Sep. 1932	64.09	11
San Blas, Nay.	345.0	Oct. 1926	151.13	12
Tepic, Nay.	244.8	Sep. 1933	88.07	19
Tetitlán, Nay.	261.8	Jul. 1929	104.63	12
Doctor Arroyo, N. L.	97.0	Jun. 1931	38.90	10
Galeana, N. L.	61.2	Sep. 1929	42.66	11
General Bravo, N. L.	222.0	Jun. 1927	95.83	15
Higueras, N. L.	153.5	Sep. 1933	73.92	15
Lampazos, N. L.	135.7	Sep. 1924	56.23	24
Linares, N. L.	245.0	Ago. 1938	88.08	18
Las Enramadas, N. L.	244.5	Sep. 1932	90.50	15
Monterrey, N. L. (Colg. Edo.)	291.5	Ago. 1938	93.36	44
Monterrey, N. L. (Est. Evapor.)	125.0	Sep. 1934	56.64	13
Rayones, N. L.	175.6	Ago. 1938	55.84	11
Villaldama, N. L.	60.0	Ago. 1930	38.50	10
Villa de Santiago, N. L.	207.5	Sep. 1923	103.57	15
Zaragoza, N. L.	244.0	Jul. 1933	82.61	14
Cuicatlán, Oax.	150.0	Oct. 1912	43.22	20
Huajuapán de León, Oax.	230.0	Oct. 1912	53.11	29
Miahuatlán, Oax.	108.5	Jun. 1939	52.88	18
Oaxaca, Oax.	115.0	Sep. 1926	48.45	51
Ocotlán de Morelos, Oax.	155.0	Jul. 1926	60.65	15
Puerto Angel, Oax.	225.0	Sep. 1938	149.19	15
Salina Cruz, Oax.	253.8	Jun. 1918	128.01	38
Tlacolula, Oax.	67.2	Sep. 1929	42.24	16
Tlaxiaco, Oax.	82.0	Ago. 1939	50.63	15
Zimatlán de Alvarez, Oax.	120.0	Ago. 1926	48.36	15
Cuetzalan, Pue.	612.0	Jul. 1933	255.85	10
Chiautla, Pue.	95.0	Sep. 1928	65.63	15
El Carmen, Pue.	172.4	Oct. 1930	78.36	13
Huachinango, Pue.	225.0	Oct. 1930	99.55	20
Huachinango, Pue. (Cía. Luz)	140.6	Oct. 1930	95.91	13
Laguna, Pue. (Cía. de Luz)	155.5	Oct. 1930	71.27	12
Llano Verde, Pue.	74.5	Jul. 1931	43.70	11
Necaxa, Pue.	246.8	Oct. 1930	104.87	18
Nexapa, Pue.	257.4	Oct. 1930	115.05	13
Pixtla, Pue.	114.0	Jun. 1931	65.29	14
Puebla, Pue.	88.2	Jul. 1917	46.92	62
San Lorenzo, Pue.	249.4	Oct. 1930	117.33	13
San Juan Ixcaquístla, Pue.	100.0	Jun. 1930	52.08	13
Santa Catalina, Pue. (Hacienda)	135.0	Sep. 1927	61.10	17
Tehuacán, Pue.	110.5	Sep. 1927	53.77	16
Tepeaca, Pue.	91.6	Sep. 1934	58.24	14
Teziutlán, Pue.	268.0	Oct. 1932	184.20	20
Toma número 26, Pue.	354.1	Nov. 1928	120.10	13
Zempoala, Pue.	215.4	Oct. 1929	108.08	12
Amealco, Qro.	200.0	May. 1928	60.76	14
El Doctor, Qro.	118.0	Oct. 1930	62.68	14
Hacienda de Chichimequillas, Qro.	57.0	Ago. 1938	44.16	13
Pedro Escobedo, Qro.	73.0	Jul. 1930	51.11	12
Querétaro, Qro.	57.0	Ago. 1913	38.04	50
San Juan del Río, Qro.	75.0	Jul. 1921	51.08	17
Tolimán, Qro.	80.0	Ago. 1933	41.64	14
Cozumel, Quintana Roo.	182.0	Jun. 1936	115.92	13
Payo Obispo, Chetumal, Q. R.	228.0	Jun. 1934	100.55	20
Alvaro Obregón, S. L. P.	180.0	Sep. 1937	60.68	12
Arriaga, S. L. P.	70.0	Jul. 1932	41.18	15
Cerritos, S. L. P.	77.7	Sep. 1926	55.14	12

ESTACIONES	MAXIMA OBSERVADA		PROMEDIO MAXIMAS	
	Precipit. mm./hora	Fecha ocurrió	Precipit. mm./hora	Nº años observ.
Charcas, S. L. P.....	190.0	Oct. 1934	47.71	19
Matehuala, S. L. P.....	58.7	Jun. 1938	37.39	16
Peñitas, S. L. P. (Atascador).....	292.0	Sep. 1933	97.01	15
Río Verde, S. L. P.....	70.0	Jun. 1927	46.12	25
San Luis Potosí, S. L. P.....	70.5	Jul. 1881	38.17	49
San Vicente, S. L. P.....	242.5	Jun. 1927	78.63	13
Santa Mónica, S. L. P.....	301.2	Sep. 1933	132.31	11
Villa Guerrero, Valles, S. L. P.....	147.0	Jun. 1927	80.00	13
Badirahuato, Sin.	141.5	Ago. 1932	96.29	16
Ocoala, Sin.	146.5	Jul. 1924	78.99	14
Culiacán, Sin.	170.0	Ago. 1893	68.72	46
Choix, Sin.	127.5	Oct. 1939	69.41	26
Dimas, Sin. (F. C.).....	140.0	Ago. 1932	83.09	10
El Fuerte, Sin.	128.0	Sep. 1926	61.15	13
Guamuchil, Sin.	247.9	Sep. 1927	81.75	20
Mazatlán, Sin.	276.3	Jul. 1901	103.40	59
Mazatlán, Sin (F. C.).....	250.0	Ago. 1936	97.96	10
Naranjo, Sin.	125.0	Sep. 1933	76.82	19
Quilá, Sin.	127.0	Jul. 1924	63.46	11
San Blas, Sin.	132.0	Jul. 1931	52.57	17
San Ignacio, Sin.	163.5	Ago. 1936	90.22	26
Sinaloa, Sin.	151.0	Ago. 1937	74.04	16
Altar, Son.	88.0	Jul. 1923	43.32	19
Atil, Son.	83.0	Ago. 1939	41.43	14
Bacoachi, Son.	75.0	Ago. 1933	41.50	10
Cananea, Son.	85.0	Dic. 1934	56.63	17
Carbó, Son. (F. C.).....	196.8	Dic. 1927	68.30	13
Colonia San Luis, Caborca, Son.....	40.0	Jul. 1927	15.69	13
Ciudad Obregón, Son. (F. C.).....	90.0	Jul. 1934	49.74	13
Empalme, Son.	150.0	Sep. 1939	53.28	16
Guaymas, Son.	152.3	Sep. 1940	51.47	28
Hermosillo, Son.	160.0	Ago. 1936	51.70	10
Minas Nuevas, Son.	164.0	Dic. 1930	94.21	14
Navojoa, Son.	87.0	Oct. 1939	62.36	11
Navojoa, Son. (F. C.).....	141.0	Sep. 1934	61.25	17
Naco, Son.	100.0	Ago. 1932	46.23	17
Nogales, Son.	95.3	Jul. 1921	49.16	19
Quiriego, Son.	160.0	Sep. 1934	77.73	13
Pilares de Nacozari, Son.....	74.0	Ago. 1928	53.13	13
Santa Ana, Son.	96.0	Oct. 1928	51.42	17
Ures, Son.	132.5	Jul. 1923	60.98	13
Alvaro Obregón, Tab. (Frontera).....	180.4	Oct. 1927	96.76	20
Comalcalco, Tab.	296.5	Dic. 1930	155.89	14
Frontera, Tab. (Alvaro Obregón).....	416.0	Ago. 1920	99.56	10
Jonutla, Tab.	226.0	Jun. 1933	122.93	13
Macuspana, Tab.	231.0	Dic. 1932	173.30	14
Teapa, Tab.	364.0	Oct. 1930	201.14	18
Tenosique, Tab.	189.5	Jun. 1936	109.81	28
Villahermosa, Tab.	275.0	Oct. 1930	120.97	29
Abasolo, Tamps.	247.8	Ago. 1936	85.25	17
Aldama, Tamps.	100.0	Ago. 1936	66.41	13
Burgos, Tamps.	320.0	Oct. 1937	148.36	14
Camargo, Tamps.	208.7	Sep. 1922	91.06	10
Ciudad Victoria, Tamps.	205.0	Jul. 1940	91.68	18
Hacienda Santa Elena, Tamps.....	375.0	Ago. 1936	101.09	18
Hidalgo, Tamps.	228.0	Ago. 1938	111.53	15
La Barra, Tamps.	225.0	Jul. 1937	123.16	15
Matamoros, Tamps.	188.0	Sep. 1925	92.53	20
Nuevo Laredo, Tamps.	162.8	Sep. 1923	62.03	20
Punta Jerez, Tamps.	210.5	May. 1937	110.75	17
San Carlos, Tamps.	207.0	Jul. 1933	77.33	15
San Fernando, Tamps. (E. de Evap.).....	231.5	Ago. 1933	88.90	10
San Vicente, Jaumave, Tamps.....	112.5	Ago. 1933	55.76	12

ESTACIONES	MAXIMA OBSERVADA		PROMEDIO MAXIMAS	
	Precipit. mm./hora	Fecha ocurrió	Precipit. mm./hora	Nº años observ.
Santa Rosalía, Tamps.	123.0	May. 1938	65.40	15
Soto la Marina, Tamps.	300.5	Jun. 1931	140.20	14
Tampico, Tamps.	225.7	Ago. 1931	92.61	40
Tlaxcala, Tlax.	79.5	Jun. 1927	39.35	15
Tlaxco, Tlax.	90.2	Jun. 1940	47.60	15
Alta Luz, Ver.	60.0	Oct. 1933	28.15	10
Atzacatlán, Ver.	270.0	Oct. 1932	149.89	17
Coatepec, Ver.	118.0	Sep. 1930	88.95	12
Córdoba, Ver.	114.5	Sep. 1937	101.01	20
Chicontepec, Ver.	341.0	Sep. 1928	151.29	10
El Potrero, Ver.	165.0	Jul. 1931	113.40	15
Gutiérrez Zamora, Ver.	308.0	Oct. 1932	156.70	10
Huatusco, Ver.	200.0	Sep. 1926	91.97	16
Ingenio San Cristóbal, Ver.	185.0	Oct. 1925	114.71	10
Isla de Lobos, Ver.	284.0	Sep. 1933	119.85	16
Jalapa, Ver.	194.4	Sep. 1926	93.71	20
Jalancingo, Ver.	211.0	Sep. 1939	92.87	11
Las Vigas, Ver.	230.0	Oct. 1933	104.62	19
Minatitlán, Ver.	890.0	Sep. 1933	202.62	18
Misantla, Ver.	206.0	Sep. 1926	103.54	16
Nautla, Ver.	285.0	Oct. 1932	114.20	15
Orizaba, Ver.	121.9	Sep. 1932	84.10	20
Ozuluama, Ver.	265.0	Oct. 1930	120.29	16
Papantla, Ver.	304.2	Oct. 1930	128.11	16
Paso del Macho, Ver.	165.7	Jul. 1932	106.95	11
Puerto México, Ver.	599.2	Nov. 1922	184.99	19
Purga, Ver.	93.0	Ago. 1933	57.64	11
San Andrés Tuxtla, Ver.	250.0	Sep. 1929	153.93	17
Santiago de la Peña, Ver.	251.5	Sep. 1922	113.48	13
Santiaguillo, Ver.	169.9	Sep. 1931	105.37	12
Soledad Doblado, Ver.	131.8	Oct. 1925	62.43	17
Sumidero, Ver.	145.0	Abr. 1936	96.50	10
Tantoyuca, Ver.	203.5	Jun. 1925	83.53	15
Tonalá, Ver.	300.0	Ago. 1935	114.43	14
Tuxpan, Ver.	243.2	Sep. 1922	100.53	19
Tuxpango, Ver.	125.2	Sep. 1926	89.62	15
V. Carranza, Ver. (Playa Vic.)	280.0	Oct. 1926	123.39	17
Veracruz, Ver.	213.4	Jul. 1878	105.10	49
Zapotitlán, Ver. (Yeyecapan)	255.0	Oct. 1926	139.46	13
Cabo Arenas, Yuc.	340.0	Oct. 1930	105.83	12
Isla Pérez, Yuc.	120.0	Jun. 1938	69.68	12
Mérida, Yuc.	93.5	Sep. 1922	59.70	20
Oxkutzcab, Yuc.	180.0	May. 1939	113.75	12
Progreso, Yuc.	126.0	May. 1925	54.35	20
Valladolid, Yuc.	195.0	Sep. 1929	71.97	20
Ciudad García, Zac.	29.0	Sep. 1939	19.43	14
Río Grande, Zac.	80.0	Oct. 1927	39.77	15
Sánchez Román, Zac. (Tlaltenango)	90.0	Jul. 1935	49.53	11