

CAPÍTULO III: ACTUALIZACIÓN DE LAS AVENIDAS DE DISEÑO

III.1 Introducción

Para aplicar el método del Instituto de Ingeniería de la UNAM, se utilizaron los registros históricos de la CONAGUA, de gastos medios diarios de ingreso, para el periodo de 1967-2009 para la presa Marte R. Gómez, y para el caso de El Cuchillo el registro abarcaba tan sólo los años 1995-2009, por lo que se tuvo que hacer una estimación con estaciones cercanas, que midieron entre los años 1958 y 1994, para poder ampliar ese registro, dicha estimación se presenta más adelante. Y los datos existentes de 2010, se obtuvieron de los funcionamientos de vaso, después de la avenida del 2010.

III.2 Presa Marte R. Gómez

Los datos de gastos medios diarios fueron la base para determinar la avenida de diseño para distintos periodos de retorno, aplicando el Método del Instituto de Ingeniería de la UNAM (Referencia 2 y 3), existían registros anteriores a ese periodo, pero la mayor parte de los años estaban incompletos, por lo que se optó por tomar el periodo a partir del cual los registros son casi continuos, que fue de 1967 al 2009 (Ver Anexo 1). Para el análisis se empleó el programa Gas1.BAS y el AX.exe.

El conjunto de datos históricos de gastos medios diarios, expresados en m^3/s se introdujeron al programa Gas1.BAS, este programa realiza el análisis para obtener los gastos medios máximos para las duraciones que se necesite, y arroja dos tipos de archivos, uno con extensión .aju y otro con extensión .res, el primero es el que contiene los gastos medios máximos para las duraciones de 1 a 20 días en este caso (para el periodo de 1967 al 2009), para el 2010 se consideraron los datos medidos durante el evento de huracán Alex para duraciones de 1 a 10 días.

Los archivos .aju, se toman para alimentar al programa AX. Después de que el programa ajusta los datos de gastos medios máximos, a varias funciones, y tomando al que tenga menor error estándar, arroja que la función de mejor ajuste es la Doble Gumbel, para todas las duraciones. Con esta función se hace el análisis

probabilístico para obtener la extrapolación a los distintos periodos de retorno (Referencia 1).

En la Tabla III-1, se muestran los resultados de lo que son los gastos medios diarios máximos, para las distintas duraciones, de todo el registro comprendido entre 1967-2010, que arrojó el programa Gas1.BAS.

Es importante hacer notar varios aspectos de estos resultados.

El primero es que se observa que para el año 1979 se repite el mismo valor para la duración de 1 día que el del año 1978, y a partir de ahí, las siguientes duraciones sufren un decremento muy abrupto. Situación que no se pudo cambiar al revisar los datos originales. Por lo que se decide eliminar este año para los siguientes procedimientos, sin que esto signifique un grave error, e influya en la confiabilidad de los posteriores resultados. Dicha inconsistencia en los datos se atribuye, a que se tenían pocos datos y al insertar valores de (-9999) que el programa identifica como no datos, provocaba una inestabilidad en el algoritmo de cálculo y ello causaba ese error en la estimación.

La segunda cuestión, sobre las fila sombreadas, se quiere hacer notar los años, que según la investigación, se presentaron eventos de huracán importantes en la zona de la presa (costa norte del país), y claramente se observa que dichos años de huracán coinciden con gastos grandes en los registros, aunque no todos los incrementos de gasto se pudieron asociar a la ocurrencia de un ciclón.

Otro aspecto importante es el relacionado con el año 2010, en el cual presenta los valores más altos del periodo de registro, lo que implica una muy buena y suficiente razón para llevar a cabo una actualización de las avenidas de diseño para la presa, después de la ocurrencia de unas avenidas que claramente dan un salto muy grande en la cantidad de escurrimientos que deja, con referencia a lo que se había presentado los años anteriores.

Una vez teniendo los datos por duraciones que son extraídos de los archivos .aju que nos proporciona el Gas1.BAs, y el Ax los ha ajustado a la función de probabilidad para cada duración. Se realiza la reducción de los datos a la variable Z, y así poder comparar los datos reales y los ajustados en el plano, Gasto vs Z. En las Figuras III-1 a III-4 se presentan dichos ajustes para algunas duraciones (1, 5, 10, y 20 días). En este caso la función de mejor ajuste fue del tipo Doble Gumbel, con valores de $p=0.81$ para las duraciones de 1 a 2 días y de $p=0.84$ para duraciones de 3 a 20 días.

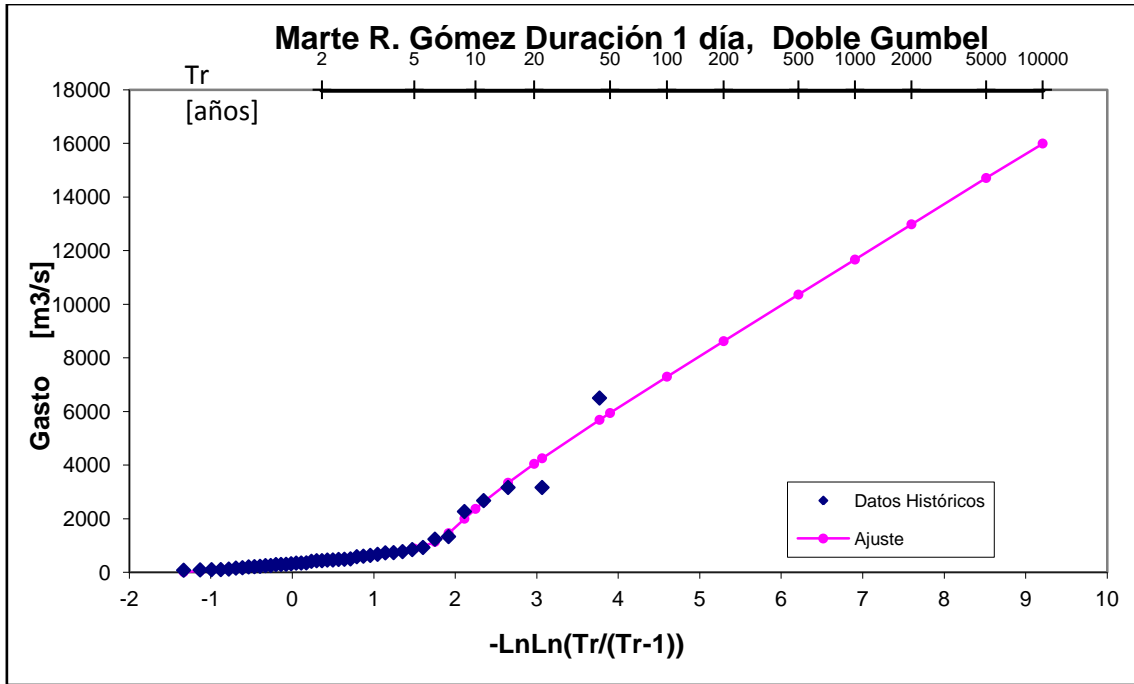


Figura III-1. Ajuste para duración de 1 día. Marte R. Gómez

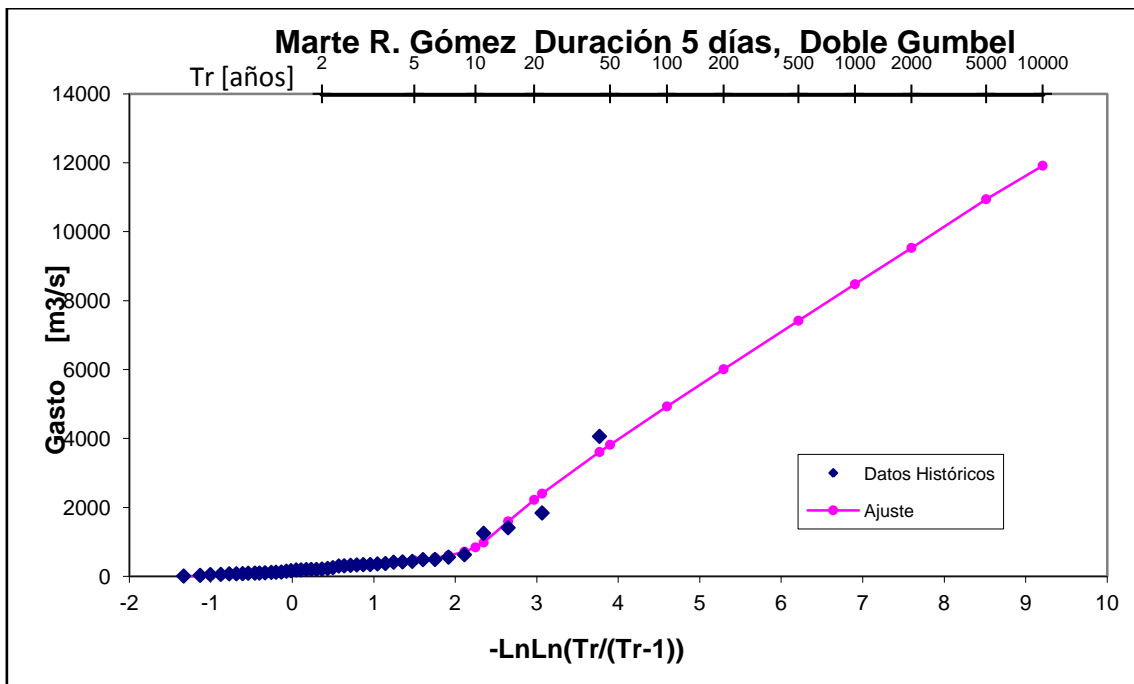


Figura III-2. Ajuste para duración de 5 días. Marte R. Gómez

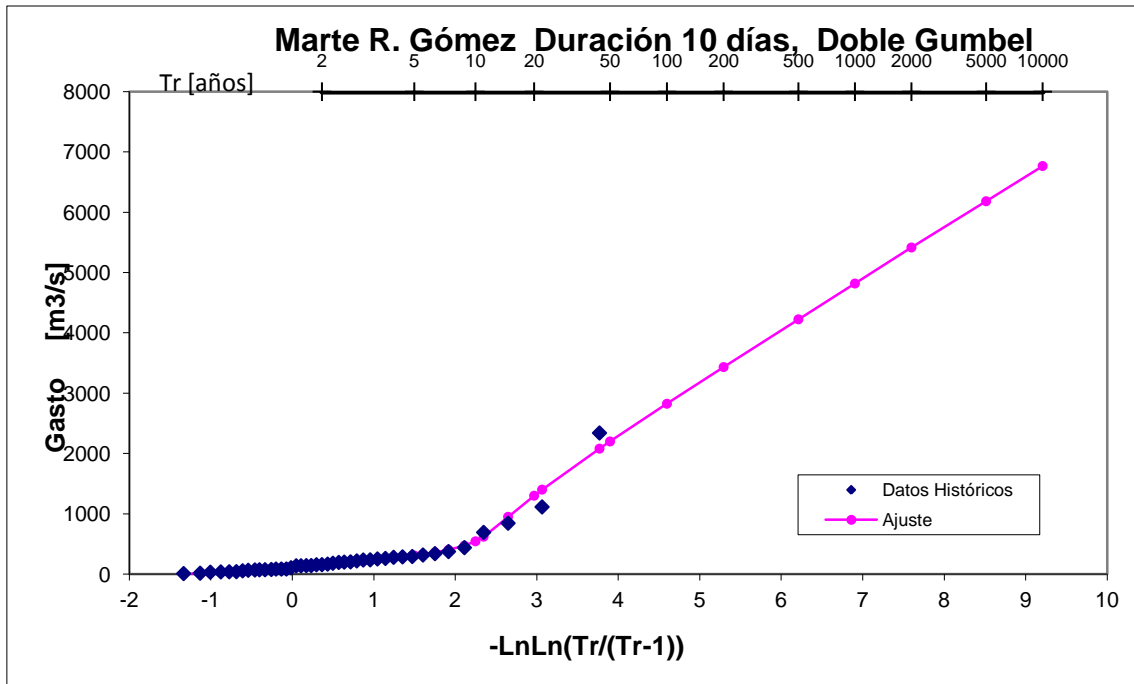


Figura III-3. Ajuste para duración de 10 días. Marte R. Gómez

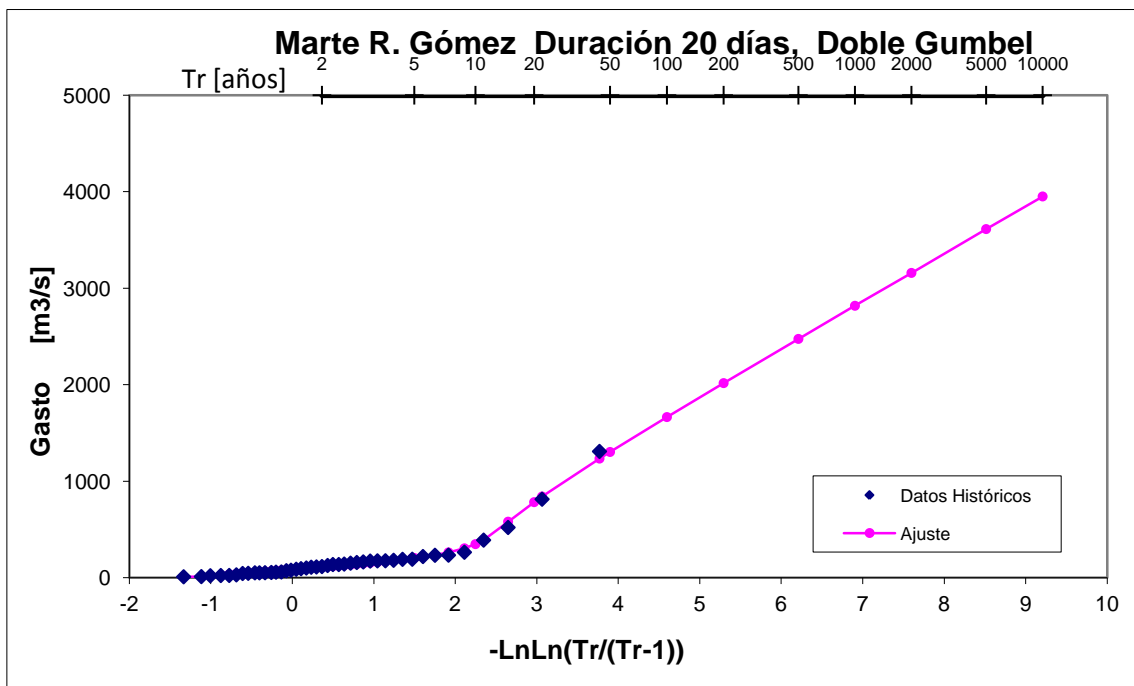


Figura III-4. Ajuste para duración de 20 días. Marte R. Gómez

Con base en los resultados de los ajustes para cada duración, se estructuraron las curvas Q-d-Tr (Gasto-Duración-Periodo de retorno), que se muestra a continuación. En la Tabla III-2 y la Figura III-5.

Tabla III-2. Q-d-Tr

P	0.81		0.84										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	15	20
2	430.23	340.39	298.35	251.33	229.86	216.54	199.56	185.71	174.23	160.23	155.78	126.11	109.04
5	885.87	728.40	639.12	538.42	479.55	444.97	409.14	379.82	353.91	330.15	320.67	235.73	202.80
10	2415.27	1987.46	1492.42	1241.65	1144.72	1047.01	954.34	854.14	780.28	671.88	952.39	456.78	380.73
20	4141.30	3539.48	3049.76	2616.67	2355.01	2128.92	1901.92	1716.30	1555.99	1404.50	1621.16	958.36	776.03
50	6090.71	5293.12	4741.33	4114.41	3664.90	3300.68	2928.47	2654.27	2401.63	2182.17	2338.29	1519.51	1223.09
100	7482.37	6545.76	5932.41	5169.33	4587.81	4126.13	3651.29	3315.44	2997.82	2723.08	2843.74	1914.74	1538.03
200	8847.57	7772.30	7096.10	6198.53	5489.08	4931.47	4357.48	3959.59	3579.20	3248.93	3337.09	2300.34	1845.58
500	10633.43	9375.96	8617.01	7543.01	6663.61	5983.49	5276.47	4800.63	4339.77	3934.27	3980.64	2804.06	2245.80
1000	11975.41	10582.76	9756.59	8551.84	7549.60	6772.89	5968.04	5432.63	4909.65	4447.78	4464.23	3182.03	2546.98
2000	13307.06	11789.57	10904.94	9560.68	8432.20	7556.21	6659.60	6064.63	5483.92	4961.29	4947.82	3560.01	2848.16
5000	15082.60	13367.70	12412.70	10864.41	9613.52	8624.93	7574.60	6900.81	6220.38	5624.90	5572.76	4048.46	3242.01
10000	16362.64	14555.94	13534.75	11919.81	10428.23	9402.19	8234.25	7523.08	6781.49	6130.51	6048.91	4443.88	3538.56

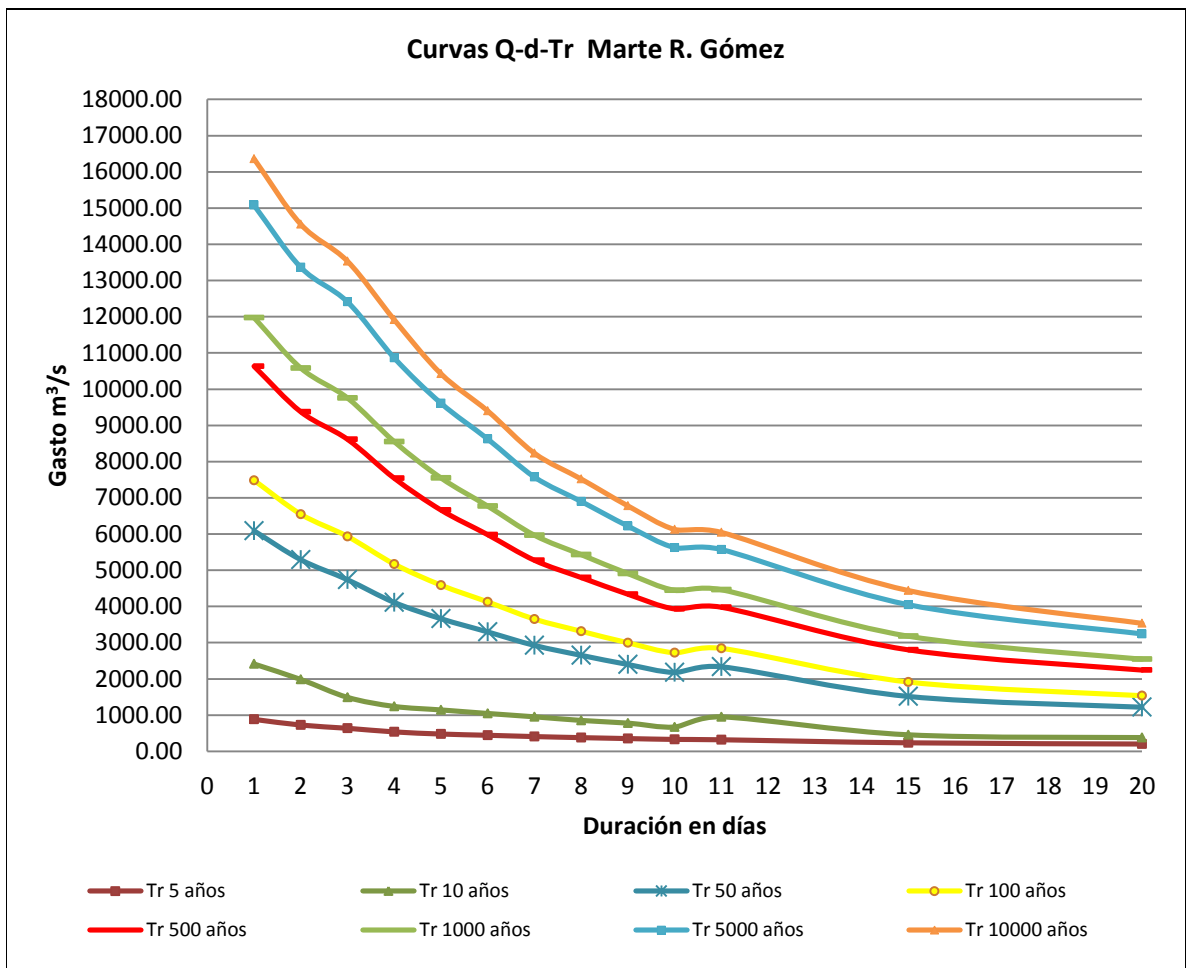


Figura III-5. Curvas Q-d-Tr. Marte R. Gómez

Se tomaron los valores de los gastos medios obtenidos con distintas duraciones, para los periodos de retorno que se necesitan. De estos gastos se obtienen los gastos individuales mediante el proceso de desagregación, con el concepto de gasto medio, y se estructura la avenida de diseño alternando los bloques. Las avenidas de diseño para periodos de retorno de 50, 100, 500, 1000, 5000 y 10000 años, se reportan en los apartados III.2.1 a III.2.6 y de la Figura III-6 a la Figura III-11.

III.2.1 Avenida de diseño para Tr de 50 años

Presa Marte R. Gómez

Tr=50 años

t [día]	Q [m ³ /s]	Q _{indiv} [m ³ /s]
1	6090.71	6091
2	5293.12	4496
3	4741.33	3638
4	4114.41	2234
5	3664.90	1867
6	3300.68	1480
7	2928.47	695
8	2654.27	735
9	2401.63	381
10	2182.17	207
11	2049.67	725
12	1917.14	459
13	1784.61	194
14	1660.00	40
15	1550.00	10
16	1460.26	114
17	1400.97	452
18	1341.69	334
19	1282.40	215
20	1223.09	96

Presa Marte R. Gómez Hidrograma Tr=50 años

Colocando el mayor en el centro y, alternando los siguientes hacia adelante y atrás de éste

d [día]	Q [m ³ /s]
1	215
2	452
3	10
4	194
5	725
6	381
7	695
8	1867
9	3638
10	6091
11	4496
12	2234
13	1480
14	735
15	207
16	459
17	40
18	114
19	334
20	96

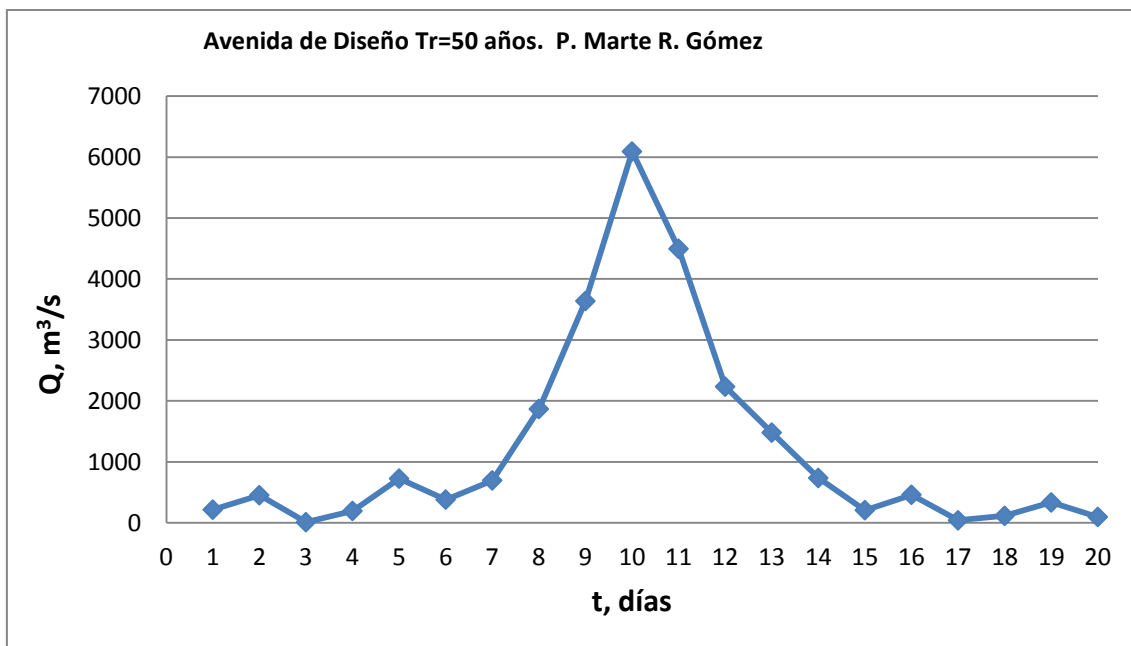


Figura III-6. Avenida de diseño para un Tr de 50 años. Marte R. Gómez

III.2.2 Avenida de diseño para Tr de 100 años

Presa Marte R. Gómez

Tr=100 años

t [día]	Q [m ³ /s]	Q _{indiv} [m ³ /s]
1	7482.37	7482
2	6545.76	5609
3	5932.41	4706
4	5169.33	2880
5	4587.81	2262
6	4126.13	1818
7	3651.29	802
8	3315.44	964
9	2997.82	457
10	2723.08	250
11	2561.43	945
12	2399.76	621
13	2238.09	298
14	2090	165
15	1960	140
16	1839.428	31
17	1764.086	559
18	1688.744	408
19	1613.402	257
20	1538.03	106

**Presa Marte R. Gómez
Hidrograma Tr=100 años**

Colocando el mayor en el centro y, alternando los siguientes hacia adelante y atrás de éste

d [día]	Q [m ³ /s]
1	257
2	559
3	140
4	298
5	945
6	457
7	802
8	2262
9	4706
10	7482
11	5609
12	2880
13	1818
14	964
15	250
16	621
17	165
18	31
19	408
20	106

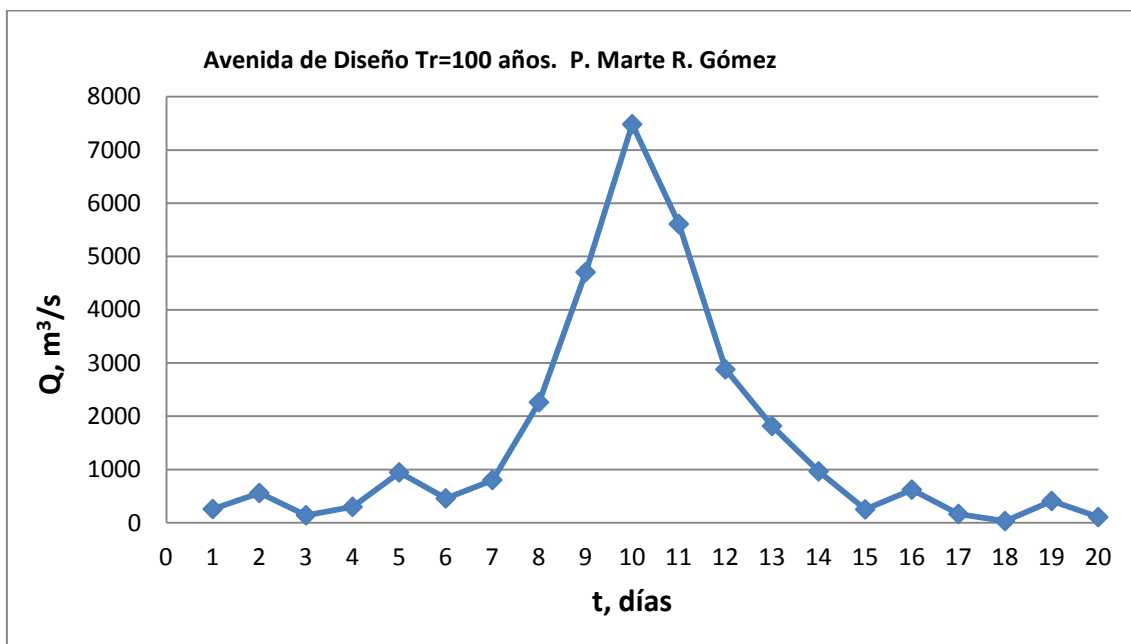


Figura III-7. Avenida de diseño para un Tr de 100 años. Marte R. Gómez

III.2.3 Avenida de diseño para Tr de 500 años

Presa Marte R. Gómez

Tr=500 años

t [día]	Q [m ³ /s]	Q _{indiv} [m ³ /s]
1	10633.43	10633
2	6545.76	2458
3	5932.41	4706
4	5169.33	2880
5	4587.81	2262
6	4126.13	1818
7	3651.29	802
8	3315.44	964
9	2997.82	457
10	2723.08	250
11	2561.43	945
12	2399.76	621
13	2238.09	298
14	2090.00	165
15	1960.00	140
16	1839.43	31
17	1764.09	559
18	1688.74	408
19	1613.40	257
20	1538.03	106

Presa Marte R. Gómez Hidrograma Tr=500 años

Colocando el mayor en el centro y,
 alternando los siguientes hacia
 adelante y atrás de éste

d [día]	Q [m ³ /s]
1	257
2	559
3	140
4	298
5	945
6	457
7	802
8	2262
9	4706
10	10633
11	2458
12	2880
13	1818
14	964
15	250
16	621
17	165
18	31
19	408
20	106

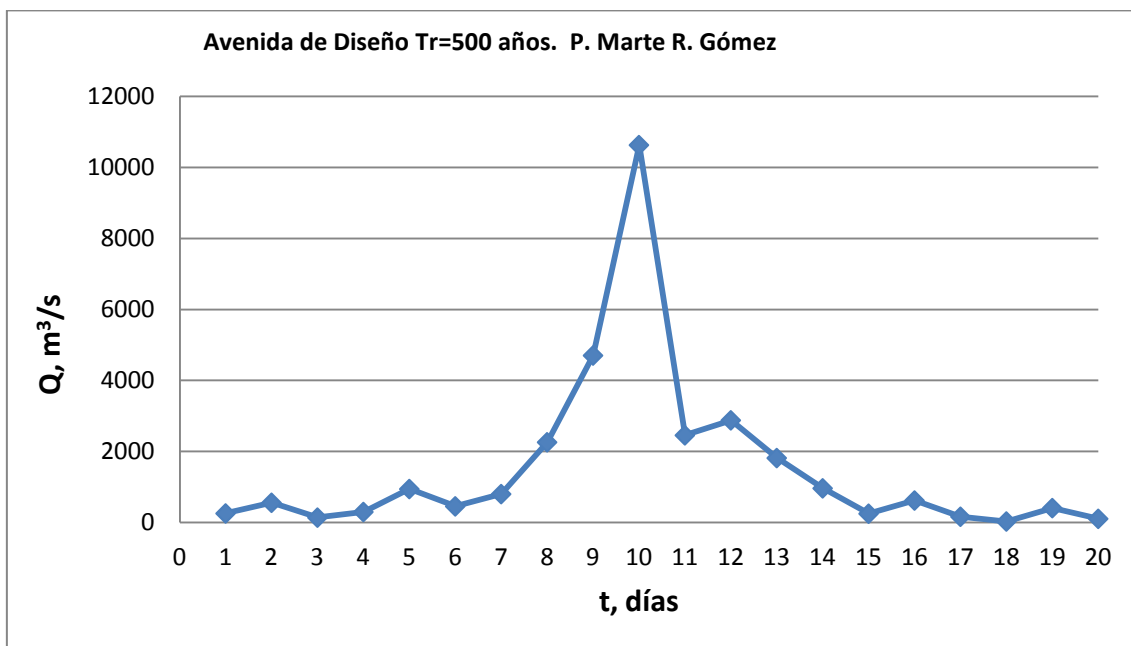


Figura III-8. Avenida de diseño para un Tr de 500 años. Marte R. Gómez

III.2.4 Avenida de diseño para Tr de 1 000 años

Presa Marte R. Gómez

Tr=1000 años

t [día]	Q [m ³ /s]	Q _{indiv} [m ³ /s]
1	11975.41	11975
2	10582.76	9190
3	9756.59	8104
4	8551.84	4938
5	7549.60	3541
6	6772.89	2889
7	5968.04	1139
8	5432.63	1685
9	4909.65	726
10	4447.78	291
11	4194.65	1663
12	3941.50	1157
13	3688.35	651
14	3435.20	144
15	3210.00	57
16	3055.04	731
17	2928.03	896
18	2801.02	642
19	2674.01	388
20	2546.98	133

Presa Marte R. Gómez Hidrograma Tr=1000 años

Colocando el mayor en el centro y, alternando los siguientes hacia adelante y atrás de éste

d [día]	Q [m ³ /s]
1	388
2	896
3	57
4	651
5	1663
6	726
7	1139
8	3541
9	8104
10	11975
11	9190
12	4938
13	2889
14	1685
15	291
16	1157
17	144
18	731
19	642
20	133

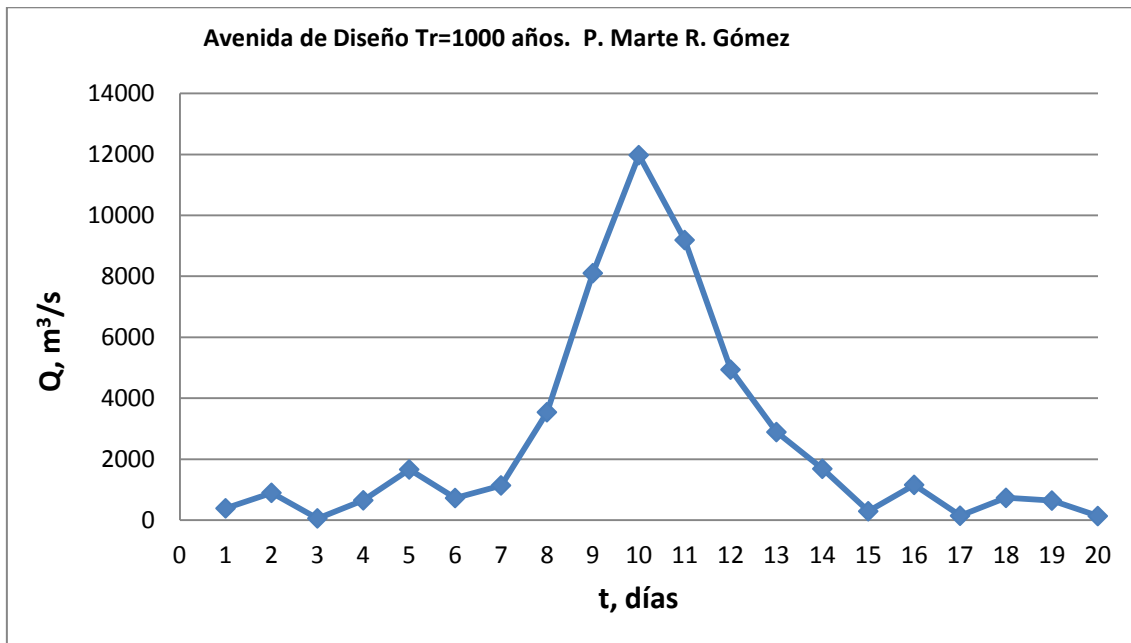


Figura III-9. Avenida de diseño para un Tr de 1000 años. Marte R. Gómez

III.2.5 Avenida de diseño para Tr de 5 000 años

Presa Marte R. Gómez

Tr=5000 años

t [día]	Q [m ³ /s]	Q _{indiv} [m ³ /s]
1	15082.60	15083
2	13367.70	11653
3	12412.70	10503
4	10864.41	6220
5	9613.52	4610
6	8624.93	3682
7	7574.60	1273
8	6900.81	2184
9	6220.38	777
10	5624.90	266
11	5309.61	2157
12	4994.32	1526
13	4679.03	896
14	4363.74	265
15	4090.00	258
16	3887.16	845
17	3725.87	1145
18	3564.58	823
19	3403.29	500
20	3242.01	178

Presa Marte R. Gómez Hidrograma Tr=5000 años

Colocando el mayor en el centro y, alternando los siguientes hacia adelante y atrás de éste

d [día]	Q [m ³ /s]
1	500
2	1145
3	258
4	896
5	2157
6	777
7	1273
8	4610
9	10503
10	15083
11	11653
12	6220
13	3682
14	2184
15	266
16	1526
17	265
18	845
19	823
20	178

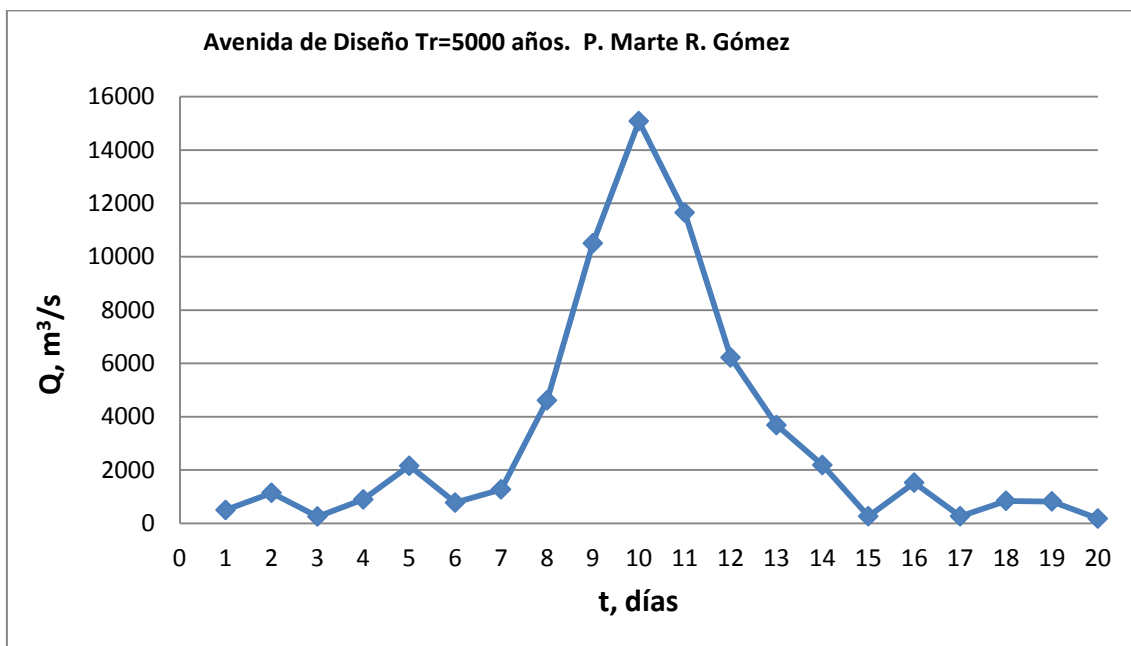


Figura III-10. Avenida de diseño para un Tr de 5000 años. Marte R. Gómez

III.2.6 Avenida de diseño para Tr de 10 000 años

Presa Marte R. Gómez

Tr=10000 años

t [día]	Q [m ³ /s]	Q _{indiv} [m ³ /s]
1	16362.64	16363
2	14555.94	12749
3	13534.75	11492
4	11919.81	7075
5	10428.23	4462
6	9402.19	4272
7	8234.25	1227
8	7523.08	2545
9	6781.49	849
10	6130.51	272
11	5793.17	2420
12	5455.84	1745
13	5118.51	1071
14	4781.18	396
15	4470.00	113
16	4262.84	1155
17	4081.78	1185
18	3900.72	823
19	3719.66	461
20	3538.56	98

Presa Marte R. Gómez
Hidrograma Tr=10000 años

Colocando el mayor en el centro y, alternando los siguientes hacia adelante y atrás de éste

d [día]	Q [m ³ /s]
1	461
2	1185
3	113
4	1071
5	2420
6	849
7	1227
8	4462
9	11492
10	16363
11	12749
12	7075
13	4272
14	2545
15	272
16	1745
17	396
18	1155
19	823
20	98

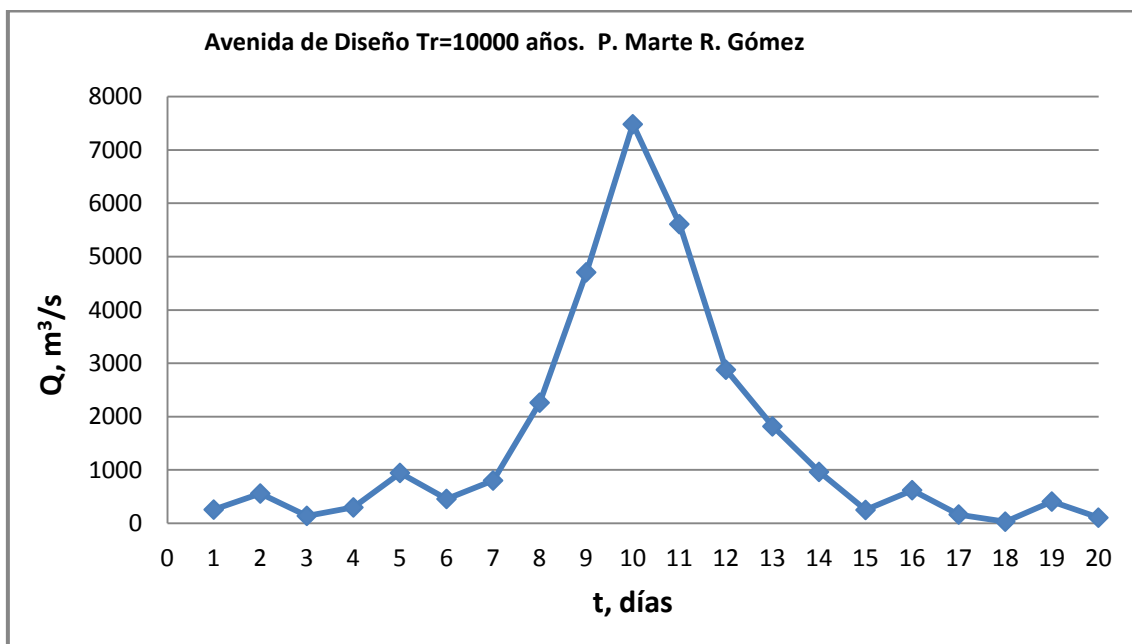


Figura III-11. Avenida de diseño para un Tr de 10 000 años. Marte R. Gómez

III.3 Presa El Cuchillo

Como se mencionó previamente, en el caso de la presa El Cuchillo se presenta la situación de que los registros históricos que existen en el Banco Nacional de Datos de Aguas Superficiales (BANDAS), que maneja la CONAGUA, contienen información de los años 1995 a 2009, siendo este un periodo muy corto para tomarlo como base del análisis. Por lo cual se consideran las estaciones hidrométricas Tepehuaje, Montemorelos y Las Enramadas (propuesta del Dr. Ramón Domínguez Mora, Académico del Instituto de Ingeniería).

Estas estaciones se encuentran en:

Estación	Cuenca del río	Ubicación	Estado
Tepehuaje	San Juan	Cadereyta	Nvo. León
Las Enramadas	San Juan	Los Ramones	Nvo. León
Montemorelos	San Juan	Montemorelos	Nvo. León

Comparando los registros de dichas estaciones y los de la presa en periodo común, se observa que lo registrado en Las Enramadas es muy similar a los registros de la presa. Además se estimó la suma de los registros de las estaciones Tepehuaje más Montemorelos, para posteriormente compararse con los registros de la presa, pudiendo establecerse una ecuación de regresión entre los datos diarios de los meses que reportaron los valores máximos en dicho mes, con lo que se determinó que el gasto en El Cuchillo se podía aproximar con la suma de estas dos estaciones con la siguiente ecuación:

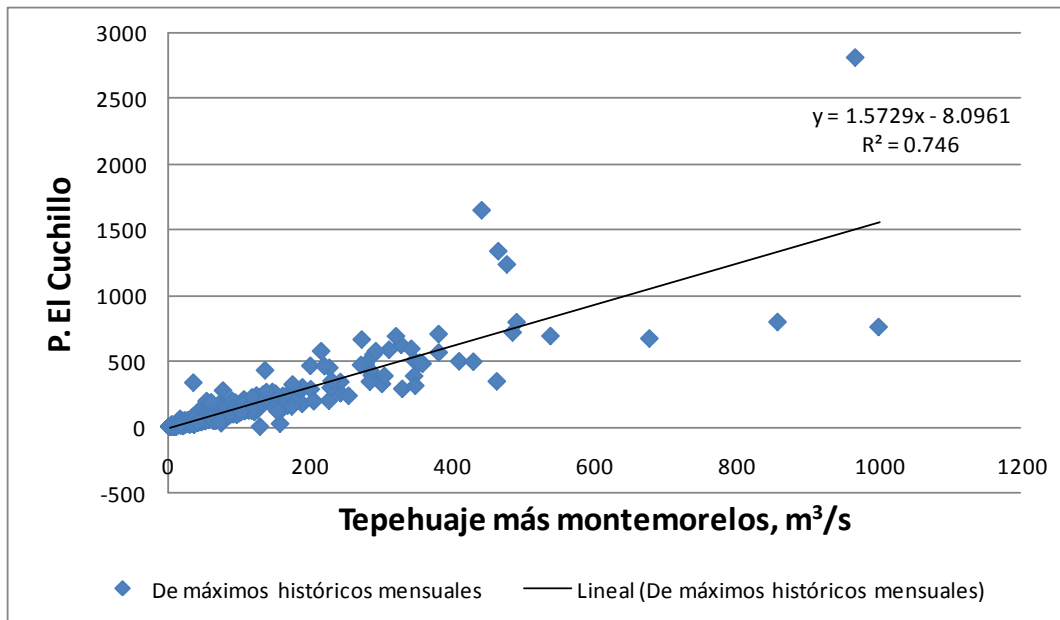


Figura III-12. Gráfica y ecuación de regresión para la sumas de las Estaciones Tepehuaje y Montemorelos.

$$Q_{med\ diario\ Cuchillo} = 1.5729Q_{Tepehuaje+Montemorelos} - 8.0691 \quad \dots\dots\dots(43)$$

Con la ecuación (43) se estimó el gasto en El Cuchillo en el periodo 1958 a 1994. Utilizándose también el dato de Las Enramadas en los lugares donde los registros de ingresos por ríos a la presa existían ceros. Por lo que el registro de datos final para la presa El Cuchillo quedó constituido entre los años 1958 al 2009.

Al igual que en la presa Marte R. Gómez, los registros del año 2010, se obtuvieron a partir de los reportes del funcionamiento diario que tuvieron las presas durante el evento Alex.

Así el conjunto final de datos a emplearse, es más extenso que lo que se tenía en un principio (Ver Anexo 2).

El proceso que se le aplicó fue idéntico a lo realizado con la presa Marte R. Gómez.

Se procedió a obtener los gastos medios máximos, para duraciones de 1 a 20 días, con el programa Gas1.BAS y los gastos medios diarios de 1958 al 2009, para el año 2010 se determinaron los gastos medios máximos para duraciones de 1 a 8 días con los datos medidos durante el evento de huracán Alex. A dichos gastos medios máximos se les realizó el análisis probabilístico para encontrar la función de mejor ajuste, que resultó Doble Gumbel, con un valor del parámetro $p=0.83$. Para posteriormente, obtener las avenidas de diseño para cada periodo de retorno.

En la Tabla III-3, se muestran los gastos medios máximos, y en la misma se señalan los años, en donde se registraron más altos valores de gasto, y se puede ver que existen similitudes y coincidencias en los años en que se presentaron eventos ciclónicos en la región, al igual que ocurrió en la presa Marte R. Gómez.

De la Figura III-13 a la Figura III-16 se presentan los ajustes de los gastos medios máximos, a la correspondiente función de distribución de probabilidad para algunas duraciones (1, 5, 10, y 20 días).

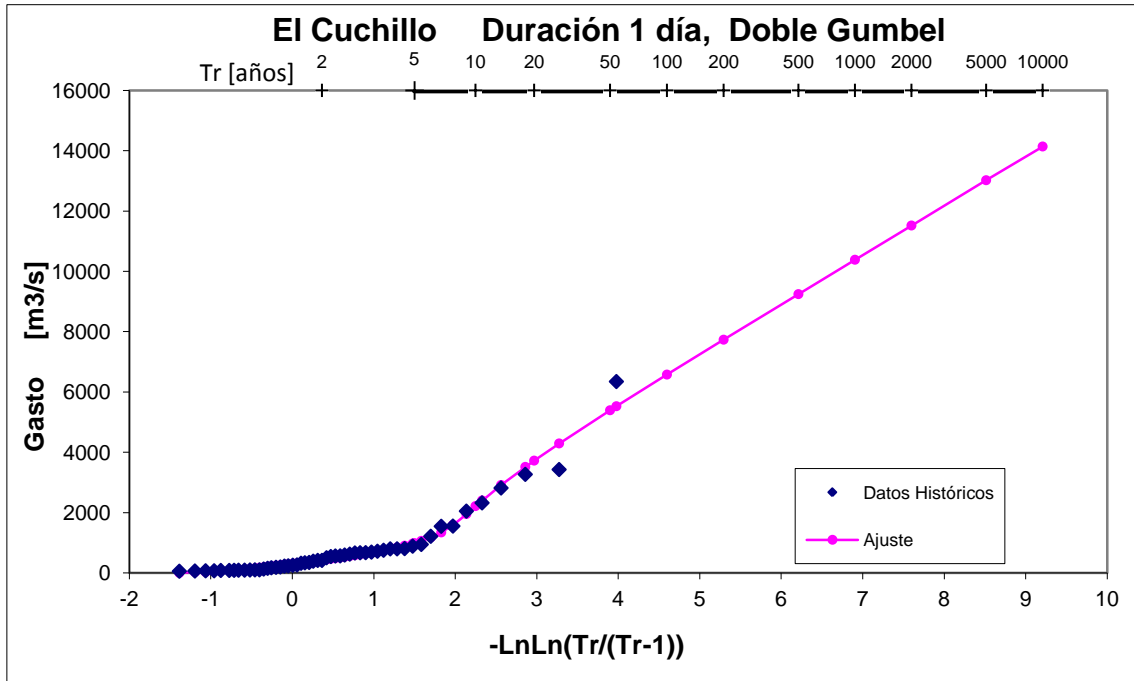


Figura III-13. Ajuste para duración de 1 día. El Cuchillo

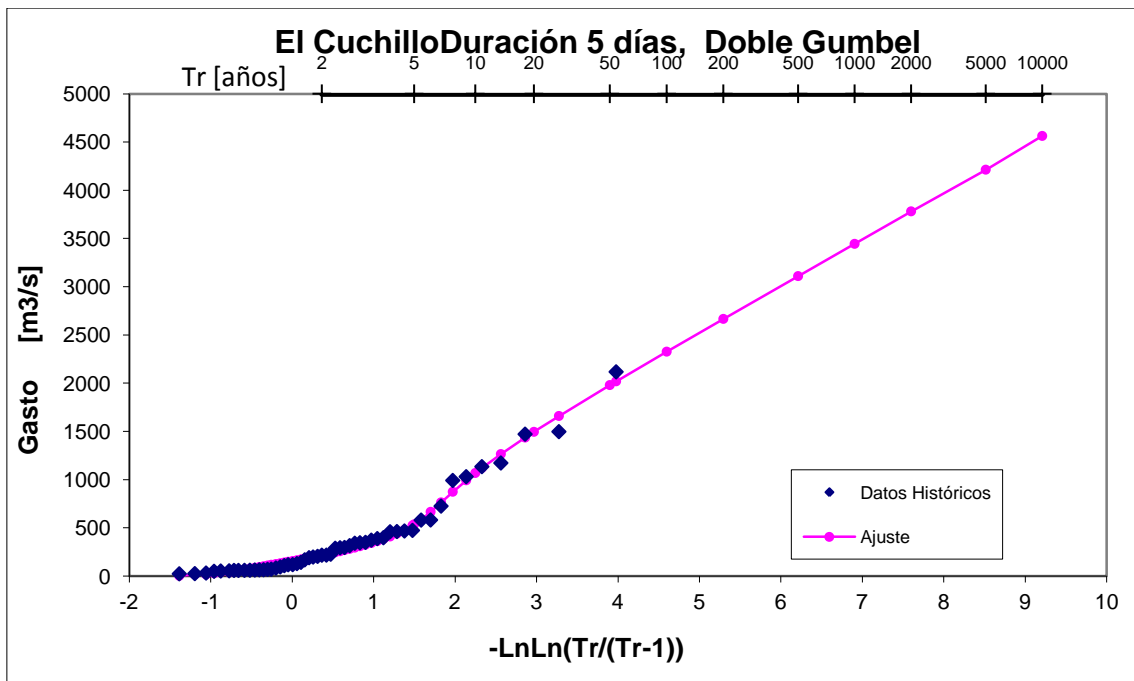


Figura III-14. Ajuste para duración de 5 días. El Cuchillo

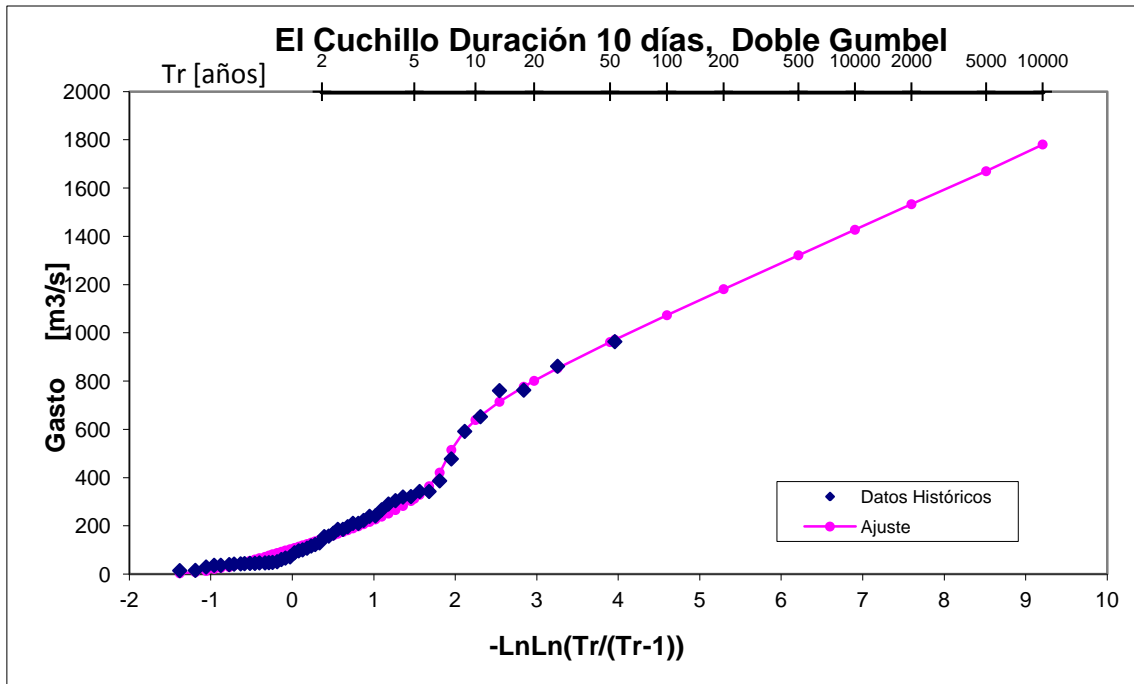


Figura III-15. Ajuste para duración de 10 días. El Cuchillo

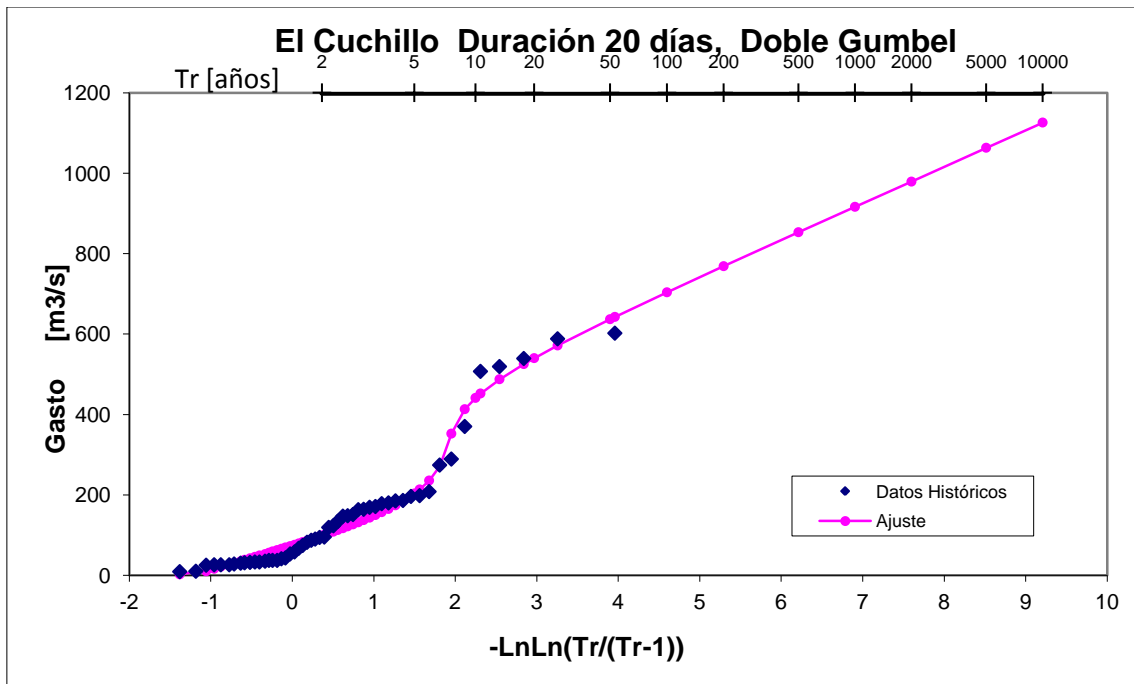


Figura III-16. Ajuste para duración de 20 días. El Cuchillo

Con base en los resultados de los ajustes para cada duración, se estructuraron las curvas Q-d-Tr (Gasto-Duración-Periodo de retorno), que se muestra a continuación en las Tabla III-4 y la Figura III-17.

Tabla III-4. Q-d-Tr

P	0.83							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Tr								
2	430.13	344.69	282.89	243.2	215.98	194.72	181.07	166.99
5	990.48	805.46	703.19	607.71	536	491.05	447.69	412.61
10	2216.31	1725.02	1412.68	1205.54	1068.6	958.81	865.73	790.89
20	3724.31	2640.21	2048.85	1718.27	1495.35	1350.37	1230.84	1115.63
50	5394.4	3653.38	2787.3	2312.94	1980.09	1804.55	1655.22	1492.98
100	6577.11	4370.89	3318.08	2740.45	2326.67	2131.27	1960.44	1764.3
200	7734.17	5072.5	3840.22	3160.59	2666.17	2451.91	2259.69	2030.44
500	9244.9	5988.1	4522.55	3709.36	3109.84	2871.11	2651.88	2380.24
1000	10384.49	6677.13	5038.75	4123.53	3444.2	3187.49	2947.44	2641.07
2000	11519.72	7371.45	5545.06	4537.7	3781.14	3501.43	3243	2903.92
5000	13021.71	8283.08	6241.24	5072.93	4213.23	3920.02	3634.06	3247.66
10000	14139.48	8961.5	6715.9	5506.21	4563.02	4241.27	3925.07	3522.64

Tabla III-4. Continuación

P	0.83							
	9	10	12	14	15	16	18	20
Tr								
2	154.67	145.47	130.33	119.95	115.56	112.15	105.14	98.6
5	332.55	312.97	278.76	253.61	243.72	234.91	218.43	203.33
10	690.73	639.25	598.44	547.52	532.1	506.33	474.09	441.13
20	865.52	801.54	733.01	670.53	648.98	621.83	581.81	540.03
50	1038.29	962.33	865.18	791.14	763.45	735.08	687.3	636.85
100	1157.78	1073.59	956.51	874.49	842.53	813.34	760.16	703.72
200	1273.62	1181.6	1045.04	955.29	919.25	889.24	830.86	768.67
500	1424.2	1321.88	1160.4	1060.57	1019.14	987.91	922.76	853.14
1000	1537.85	1427.75	1247.34	1139.3	1094.42	1061.81	991.59	916.31
2000	1651.5	1533.62	1332.94	1218.65	1168.54	1136.28	1060.95	978.98
5000	1798.37	1670.44	1445.3	1323.63	1265.82	1233.66	1153.78	1063.21
10000	1910.27	1781.19	1536.25	1401.75	1339.94	1306.98	1217.81	1125.89

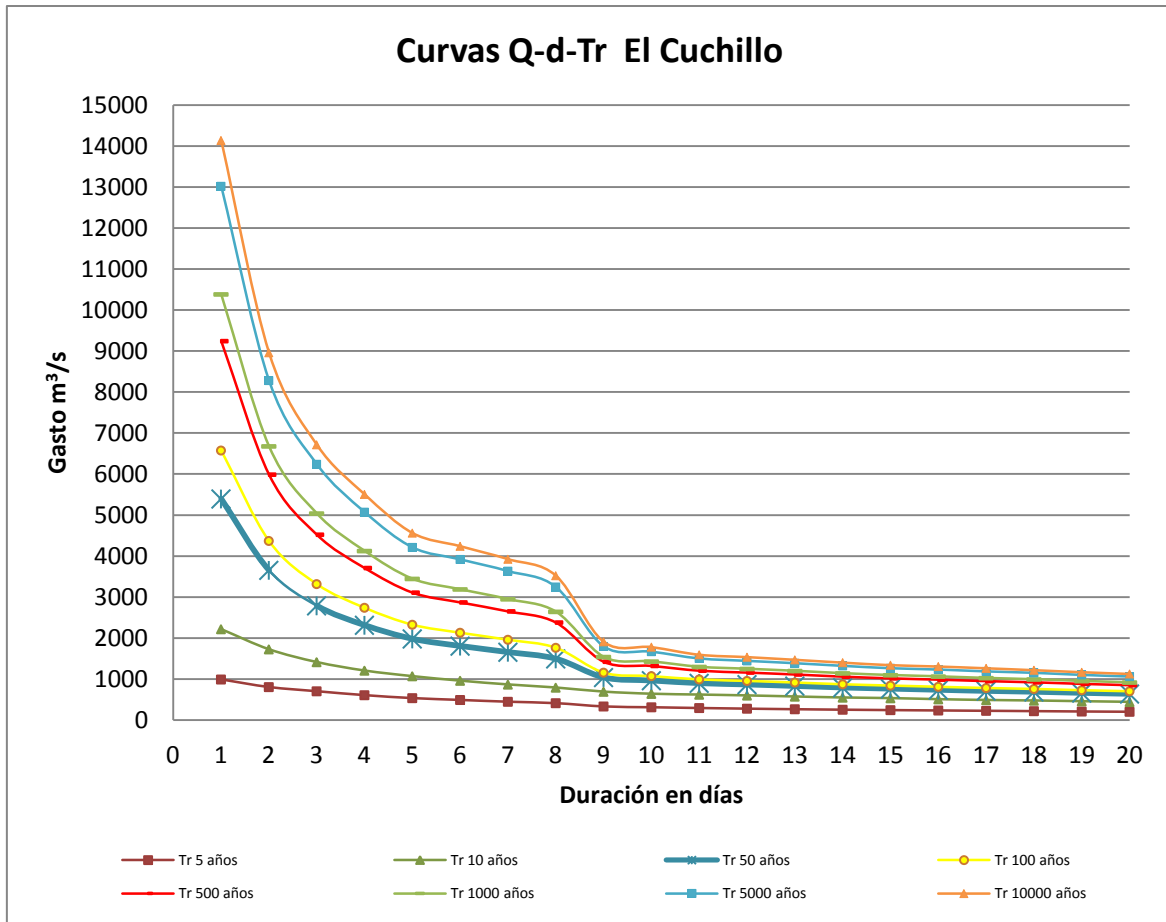


Figura III-17. Curvas Q-d-Tr. El Cuchillo

Tomamos los valores de los gastos medios obtenidos con distintas duraciones, para los periodos de retorno que se necesitan. De estos gastos se obtienen los gastos individuales y se estructura la avenida de diseño alternando los bloques.

Las avenidas de diseño calculadas para periodos de retorno de 50, 100, 500, 1000, 5000 y 10000 años, se reportan en los apartados III.3.1 al III.3.6 y en las figuras III-18 a la III-23.

III.3.1 Avenida de diseño para Tr de 50 años

Presa El Cuchillo

Tr=50 años

t (día)	Q(m ³ /s)	Q _{indiv} (m ³ /s)
1	5394.4	5394
2	3653.38	1912
3	2787.3	1055
4	2312.94	890
5	1980.09	649
6	1804.55	927
7	1655.22	759
8	1492.98	357
9	1395	611
10	1305	495
11	1213	293
12	1149	445
13	1109	629
14	1041	157
15	1012	606
16	955	100
17	920	360
18	876	128
19	842	230
20	826	522

Presa El Cuchillo

Hidrograma Tr=50 años

Alternado bloques

d (día)	Q (m ³ /s)
1	230
2	360
3	606
4	629
5	293
6	611
7	759
8	649
9	1055
10	5394
11	1912
12	890
13	927
14	357
15	495
16	445
17	157
18	100
19	128
20	522

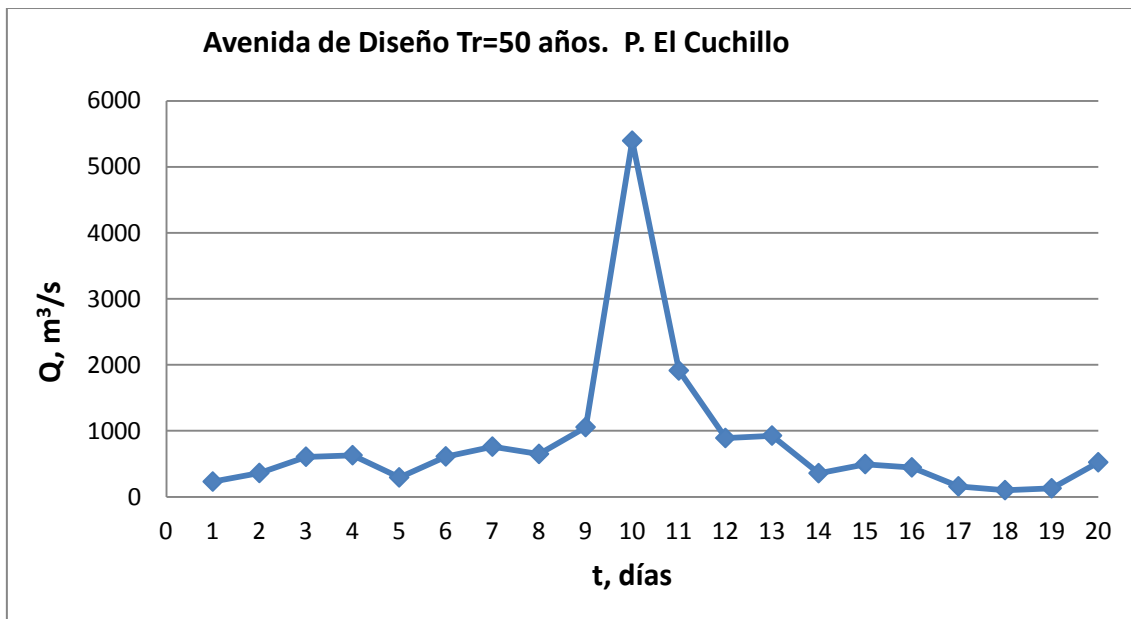


Figura III-18. Avenida de diseño para un Tr de 50 años. El Cuchillo

III.3.2 Avenida de diseño para Tr de 100 años

Presa El Cuchillo

Tr=100 años

t (día)	Q(m ³ /s)	Q _{indiv} (m ³ /s)
1	6577.11	6577
2	4370.89	2165
3	3318.08	1212
4	2740.45	1008
5	2326.67	672
6	2131.27	1154
7	1960.44	935
8	1764.3	391
9	1600	286
10	1500	600
11	1400	400
12	1300	200
13	1250	650
14	1200	550
15	1150	450
16	1100	350
17	1050	250
18	1000	150
19	960	240
20	930	360

Presa El Cuchillo

Hidrograma Tr=100 años

Alternado bloques

d (día)	Q (m ³ /s)
1	240
2	250
3	450
4	650
5	400
6	286
7	935
8	672
9	1212
10	6577
11	2165
12	1008
13	1154
14	391
15	600
16	200
17	550
18	350
19	150
20	360

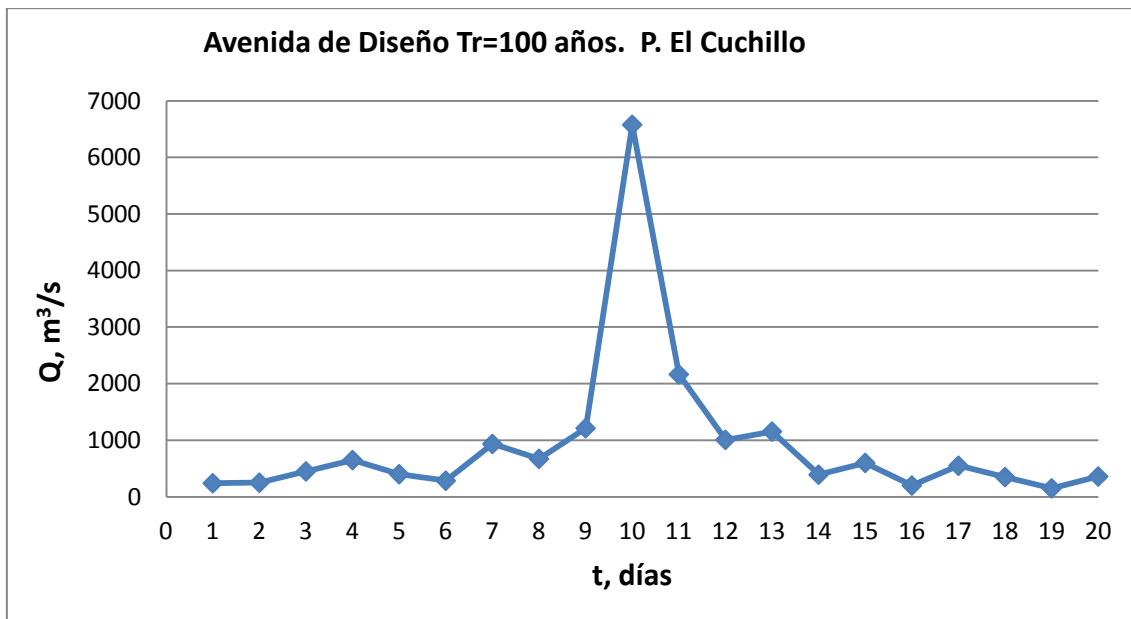


Figura III-19. Avenida de diseño para un Tr de 100 años. El Cuchillo

III.3.3 Avenida de diseño para Tr de 500 años

Presa El Cuchillo

Tr=500 años

t (día)	Q(m ³ /s)	Q _{indiv} (m ³ /s)
1	9244.9	9245
2	5988.1	2731
3	4522.55	1591
4	3709.36	1270
5	3109.84	712
6	2871.11	1677
7	2651.88	1337
8	2380.24	479
9	2152.23	328
10	1994.96	580
11	1853.42	438
12	1751.87	635
13	1647.65	397
14	1558.14	395
15	1498.96	670
16	1456.35	817
17	1411.08	687
18	1356.28	425
19	1309.51	468
20	1256.32	246

Presa El Cuchillo

Hidrograma Tr=500 años

Alternado bloques

d (día)	Q (m ³ /s)
1	468
2	687
3	670
4	397
5	438
6	328
7	1337
8	712
9	1591
10	9245
11	2731
12	1270
13	1677
14	479
15	580
16	635
17	395
18	817
19	425
20	245.71

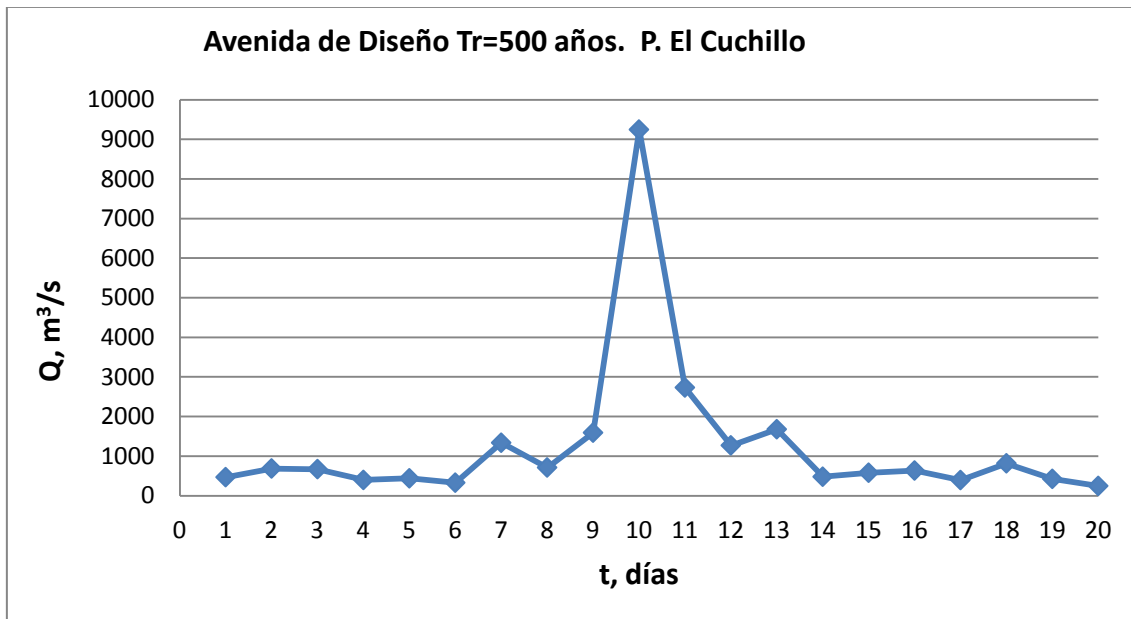


Figura III-20. Avenida de diseño para un Tr de 500 años. El Cuchillo

III.3.4 Avenida de diseño para Tr de 1 000 años

Presa El Cuchillo

Tr=1000 años

t (día)	Q(m ³ /s)	Q _{indiv} (m ³ /s)
1	10384.49	10384
2	6677.13	2970
3	5038.75	1762
4	4123.53	1378
5	3444.2	727
6	3187.49	1904
7	2947.44	1507
8	2641.07	496
9	2413.23	591
10	2198.65	267
11	2058.94	662
12	1916.21	346
13	1805.64	479
14	1693.28	233
15	1607.08	400
16	1517.26	170
17	1456.32	481
18	1421.01	821
19	1356.84	202
20	1298.48	190

Presa El Cuchillo

Hidrograma Tr=1000 años

Alternado bloques

d (día)	Q (m ³ /s)
1	202
2	481
3	400
4	479
5	662
6	591
7	1507
8	727
9	1762
10	10384
11	2970
12	1378
13	1904
14	496
15	267
16	346
17	233
18	170
19	821
20	190

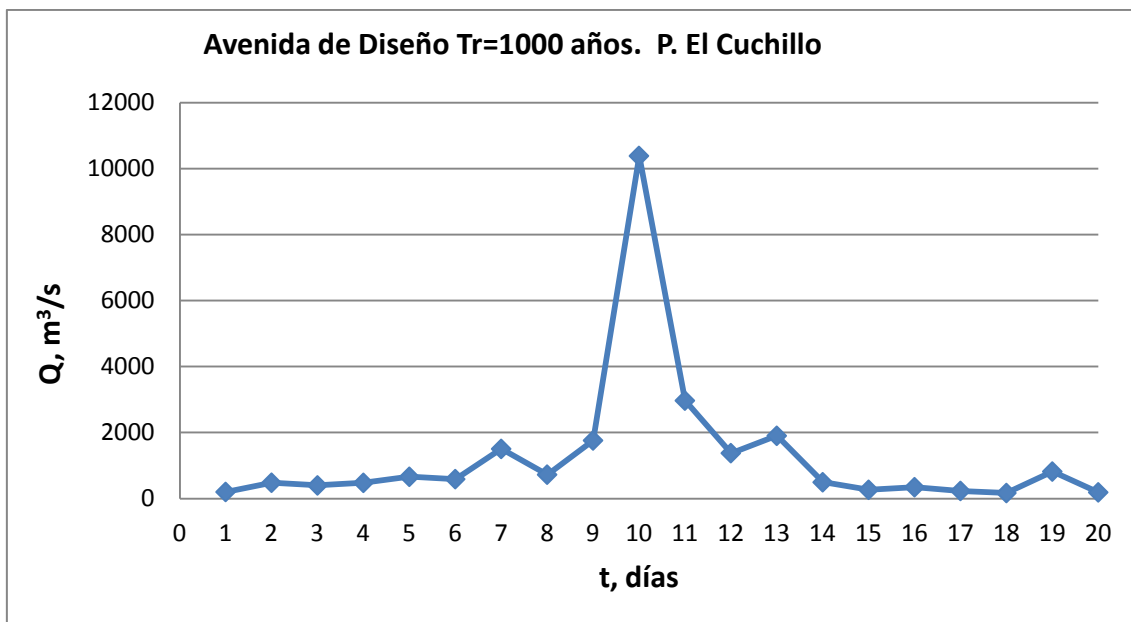


Figura III-21. Avenida de diseño para un Tr de 1000 años. El Cuchillo

III.3.5 Avenida de diseño para Tr de 5 000 años

Presa El Cuchillo

Tr=5000 años

Presa El Cuchillo

Hidrograma Tr=5000 años

Alternado bloques

t (día)	Q(m ³ /s)	Q _{indiv} (m ³ /s)
1	13021.71	13022
2	8283.08	3544
3	6241.24	2158
4	5072.93	1568
5	4213.23	774
6	3920.02	2454
7	3634.06	1918
8	3247.66	543
9	3115.56	2059
10	2905.62	1016
11	2685.91	489
12	2604.58	1710
13	2498.45	1225
14	2380	840
15	2250	430
16	2150	650
17	2050	450
18	1950	250
19	1880	620
20	1800	280

d (día)	Q (m ³ /s)
1	620
2	450
3	430
4	1225
5	489
6	2059
7	1918
8	774
9	2158
10	13022
11	3544
12	1568
13	2454
14	543
15	1016
16	1710
17	840
18	650
19	250
20	280.00

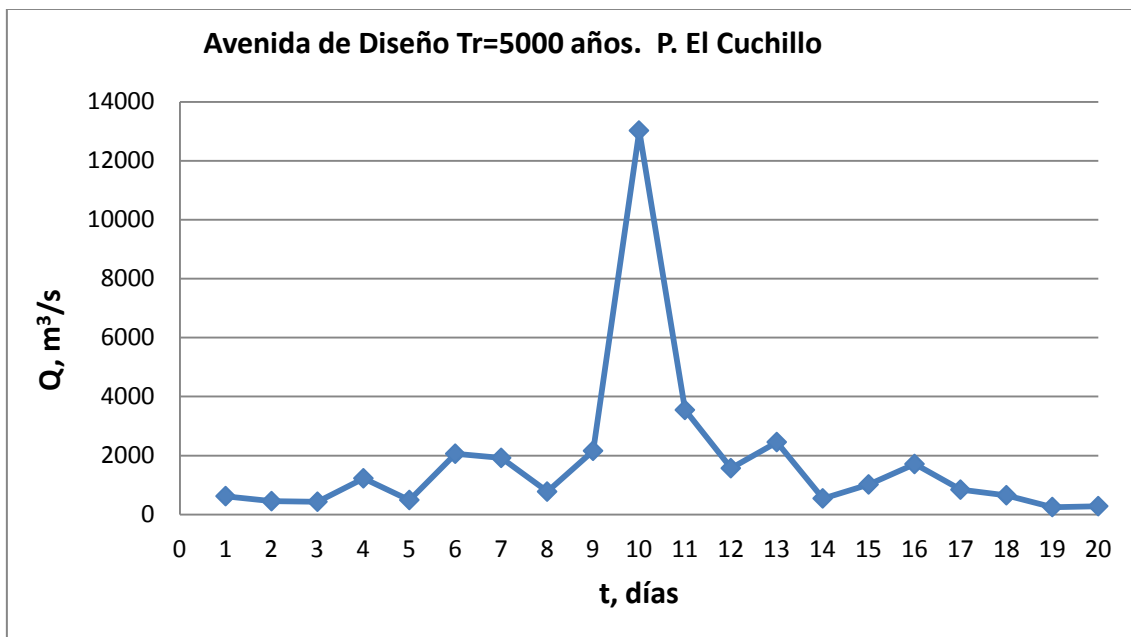


Figura III-22. Avenida de diseño para un Tr de 5 000 años. El Cuchillo

III.3.6 Avenida de diseño para Tr de 10 000 años

Presa El Cuchillo

Tr=10000 años

t (día)	Q(m ³ /s)	Q _{indiv} (m ³ /s)
1	14139.48	14139
2	8961.5	3784
3	6715.9	2225
4	5506.21	1877
5	4563.02	790
6	4241.27	2633
7	3925.07	2028
8	3522.64	706
9	3152.23	189
10	2895.63	586
11	2642.36	110
12	2448.69	318
13	2281.09	270
14	2127.98	138
15	1997.58	172
16	1902.57	477
17	1797.86	123
18	1718.45	368
19	1647.24	365
20	1571.08	124

Presa El Cuchillo

Hidrograma Tr=10000 años

Alternado bloques

d (día)	Q (m ³ /s)
1	365
2	123
3	172
4	270
5	110
6	189
7	2028
8	790
9	2225
10	14139
11	3784
12	1877
13	2633
14	706
15	586
16	318
17	138
18	477
19	368
20	124

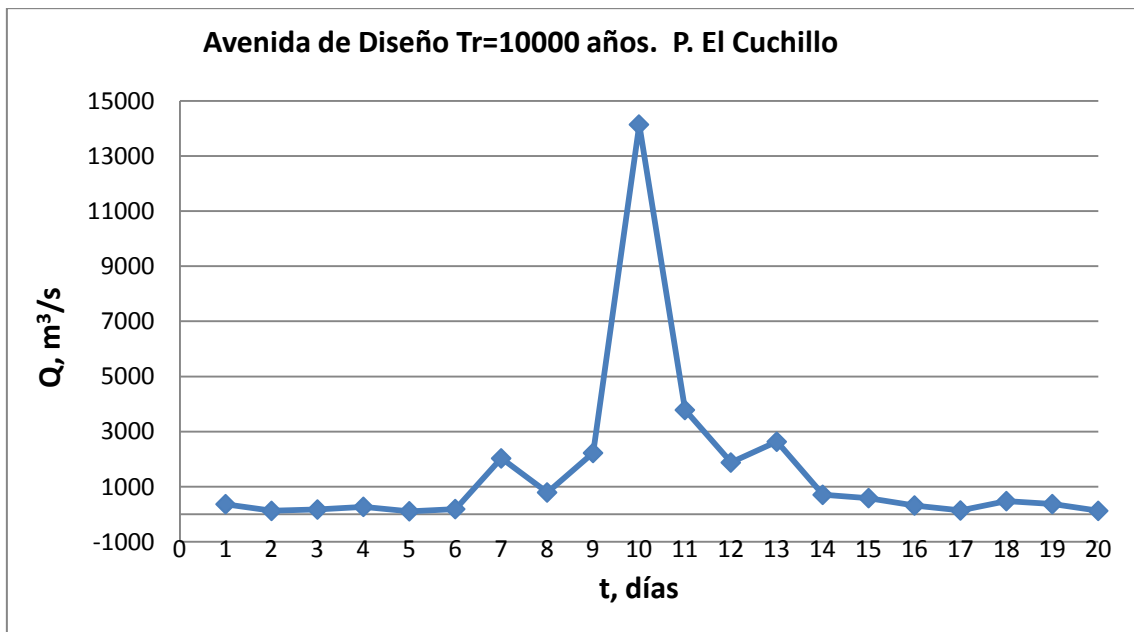


Figura III-23. Avenida de diseño para un Tr de 10 000 años. El Cuchillo

El resultado de las avenidas de diseño para periodos de retorno de 10000 años, reportan gastos máximos de 16 363 m³/s y 14 139 m³/s, para Marte R. Gómez y El Cuchillo respectivamente. Cabe mencionar que la influencia de los eventos extremos, como el caso del huracán Alex, radica en que si no se consideran datos más actuales que contengan lo ocurrido a causa de un ciclón, los gastos de pico son menores, un ejemplo es el caso de la presa El Cuchillo, para la cual cuando se realizó el mismo análisis sin tomar en cuenta los datos existentes del año 2010, la avenida de 10 000 años presenta un gasto pico de alrededor de los 8 000 m³/s. observándose una importante variación una vez que se consideran los datos del evento extremo del huracán Alex. Por lo que al realizar un estudio similar en el que se pretende actualizar avenidas de diseño, es recomendable contar con la información más reciente, que incluya el evento extraordinario más reciente ocurrido en la región y que pudo tener influencia sobre la presa que se analice.

III.4 Referencias

1. Jiménez E. , M. , Manual de operación del programa AX.exe (Ajuste de funciones de distribución de probabilidad). Centro Nacional de Prevencion de Desastres, RH/05/92. Mayo 1992.
 2. Vázquez Conde, Ma. Teresa (1995), "*Procedimiento sistemático para el cálculo de la avenida de diseño en presas con gran capacidad de regulación. Desarrollo y validación*", Tesis Maestría, DEPMI, UNAM, México.
 3. Vázquez C. Ma. T., Jiménez E. M., Domínguez M. R., Fuentes M. O., (1996) "*Avenidas de diseño para presas de gran capacidad*". Cuadernos de Investigación N° 28. CENAPRED. México.
-