

Batista Silva, J. L. (1981): Cálculo de gastos máximos de diseño, utilizando observaciones hidrométricas. Voluntas Hidráulica N° 56, INRH, ISSN: 0505-9461, La Habana, pp. 24–26.

Resumen

Se presentan métodos estadísticos para calcular el gasto máximo del 1% de probabilidades para series de observaciones de más de 8 años.

Introducción

El objetivo de este trabajo es presentar algunos de los métodos estadísticos conocidos en la literatura hidrológica, pero que hasta el momento no se han aplicado en nuestro país, por carecer de series largas de observaciones.

Entre los numerosos métodos de cálculo de gastos máximos hemos escogido los de Gumbel, Nash, Lebediev y el de las coordenadas de apoyo.

Utilizaremos los datos de gastos máximos instantáneos, medidos en 48 estaciones hidrométricas, con 8 o más años de observaciones ininterrumpidas, con el fin de calcular los valores máximos correspondientes al 1% de probabilidad. Todo el procesamiento estadístico se realizó por el programa "Valores máximos", con ayuda de la Computadora CID 201 B.

a) Método de Gumbel

El gasto del 1% de probabilidad se determina por la ecuación

$$Q_{1\%} = Q_m - \frac{\sigma_Q}{\sigma_N} (Y_N - \log_e T_r) \Delta Q$$

donde,

$$Q_m = \sum \frac{Q_i}{N} \quad \text{-gasto medio en m}^3/\text{s,}$$

$$\sigma_Q = \sqrt{\frac{Q_i^2 - N Q_m^2}{N-1}} \quad \text{-desviación estándar de los gastos}$$

Y_N, γ_N - parámetros de Gumbel,

T_r - tiempo de retorno igual a 100 años,

N - número de años de observación,

$\Delta Q = \pm 1,14 \Delta Q / \gamma_N$ -intervalo de confianza, es decir, aquel dentro del cual puede variar el $Q_{1\%}$ dependiendo del valor de N .

b) Método de Nash

$$Q_{1\%} = a + c \log \log \frac{T_r}{T_r - 1} + \Delta Q$$

donde,

a, c - constantes en función del registro de gastos máximos anuales.

$$a = Q_m - c X_m \quad c = \frac{\sum X_i Q_i - N X_m Q_m}{\sum X_i^2 - N X_m^2}$$

X_i constantes para cada gasto registrado, está en función de la probabilidad

correspondiente.

$$X_m = \sum X_i / N \text{ - valor medio de la } X$$

El intervalo de confianza dentro del cual puede variar el $Q_{1\%}$ se obtiene por:

$$\Delta Q = \pm 2 \sqrt{\frac{S_{qq}}{N^2(N-1)} + (X - X_m)^2 \frac{1}{N-2} \frac{1}{S_{xx}} \left(S_{qq} - \frac{S_{xq}^2}{S_{xx}} \right)}$$

donde,

$$S_{xx} = N \sum X_i^2 - \sum X_i^2; \quad S_{qq} = N \sum Q_i^2 - \sum Q_i^2; \quad S_{xq} = N \sum Q_i X_i - (\sum Q_i)(\sum X_i)$$

c) Método de Lebediev

$$Q_{1\%} = Q_m(kC_v + 1) + \Delta Q; \quad C_v \text{ - coeficiente de variación}$$

k - coeficiente que depende de la probabilidad "p", expresado en por cientos de que se repita el gasto y del coeficiente de asimetría C_s (se determina por tablas).

$$\Delta Q = \pm A E_r Q_m (kC_v + 1) / \sum N$$

A - coeficiente que varía de 0,7 a 1,4 dependiendo del número de años de observaciones. Mientras mayor sea N , menor será el valor de A .

E_r - coeficiente que depende de los valores de C_v y de la probabilidad $p_{\%}$.

d) Método de las coordenadas de apoyo

Se calcula la probabilidad ($p_{\%}$) empleando la fórmula:

$$p = \frac{m}{N+1} 100\%; \quad m=1,2,3,\dots \quad N = \text{número total de miembros de la serie}$$

Se dibuja la curva de probabilidad por los puntos observados. Determinados los cuantiles correspondientes en la curva de probabilidad (trazada visualmente)

$X_{10\%}; X_{50\%}; X_{90\%}$ Y calculamos el coeficiente de distribución "S"

$$S = \frac{X_{10\%} + X_{90\%} - 2X_{50\%}}{X_{10\%} - X_{90\%}} = \varphi(p, C_s) \quad \text{aplicando la desviación normalizada con respecto al valor promedio de las coordenadas de la curva de probabilidad binomial}$$

$$\frac{X_p - X_m}{\sigma} = \frac{X_p - 1}{C_v} = \varphi(p, C_s) \quad \text{se obtienen los valores correspondientes de } \varphi_{10\%} \quad \varphi_{50\%} \quad \varphi_{1\%}$$

La desviación media cuadrática σ_v se calcula por $\sigma_x = \frac{X_{10\%} - X_{90\%}}{\varphi_{10\%} - \varphi_{90\%}}$

El valor medio es igual a $X_m = X_{50\%} - \sigma_x \varphi_{50\%}$

Finalmente se obtiene el gasto del 1% de probabilidad $Q_{1\%} = X_m + \sigma_x \varphi_{1\%}$

Referencias

R. Springall G. (1973): Métodos estafísicos, en "Esgurrimiento en cuencas grandes". Facultad de Ingeniería, UNAM, México.

RESULTADOS DE LA APLICACIÓN DE LOS DISTINTOS MÉTODOS DE CÁLCULO

Nº	Río – Estación	Área de la cuenca (km ²)	Período de observación	Gastos máximos del 1% probabilidad calculados por los métodos:			
				Gumbel	Nash	Lebediev	Coordenadas de apoyo
1	Cuyaguajeje — Portales	502	1963-1978	2 207	1 999	2 126	2 020
2	Cuyaguajeje — V Aniversario	145	1968-1978	851	787	858	850
3	Cuyaguajeje — La Güira	279	1969-1978	1 361	1 260	1 388	1 422
4	Hondo — Pilotos	84	1963-1978	479	440	412	401
5	Hondo — Finca Ramirez	283	1962-1969	477	450	379	400
6	San Diego — Los Gaviñanes	157	1962-1978	890	803	827	824
7	Los Palacios — El Rosario	102	1963-1976	633	565	618	500
8	San Cristóbal — La Campana	100	1962-1978	1 112	1 192	1 069	1 415
9	Bacunagua — Sto. Domingo	53	1963-1978	368	335	317	330
10	Santa Cruz — Santa Ana	27	1966-1978	611	560	595	533
11	San Juan y Mtez. — El Tabaco	62	1967-1977	1 376	1 275	1 288	1 202
12	Taco Taco — El Jardín	25	1966-1978	243	224	202	210
13	Paso Viejo — La Conchita	113	1968-1978	896	807	861	872
14	Guama — Hoyo de Guamá	41	1971-1978	1 100	1 041	1 088	1 026
15	Mani-Mani — M. de Guajabón	79	1967-1978	1 370	1 246	1 324	1 226
16	Jaruco — Las Cavilas	44	1965-1978	338	307	306	306
17	Cañas — San Agustín	268	1965-1978	723	653	638	591
18	Higuanajo — Pte. Carr. Central	70	1968-1975	2 160	2 057	2 665	2 192
19	Zaza — Paso Ventura	848	1964-1978	3 898	3 496	4 095	3 991
20	Caunao — S. F. de Camarones	314	1967-1977	517	490	420	415
21	Jabacoa — Pte. Carr. Sur	136	1964-1978	500	454	512	636
22	Damují — Rodas	848	1963-1978	962	872	847	840
23	Jatibonico del Norte — El Río	192	1965-1978	942	853	897	858
24	Camajuaní — Paso Ibarra	154	1967-1977	855	791	757	682
25	Agabama — Sopimpa	842	1970-1977	3 270	3 173	3 589	3 578
26	Sevilla — La Fortaleza	565	1966-1977	819	761	690	787
27	Saramaguacán — Sta. Rita	280	1965-1977	523	477	477	488
28	Bayamo — La Bayamesa	540	1965-1976	2 376	2 256	2 949	2 452
29	Cauto — Salto Travesía	2 272	1966-1978	5 343	4 816	6 040	5 117
30	Cayojo — Cayojo	78	1966-1977	307	277	285	260
31	Bano — Santa Rosa	128	1966-1978	1 098	996	1 442	1 228
32	Jaguaní — Arroyo Prieto	182	1965-1978	2 595	2 380	2 500	2 914
33	Toa — Aguacate	753	1965-1978	4 991	4 474	4 553	4 278
34	Toa — El Toro	326	1956-1978	2 409	2 146	2 446	2 608
35	Cautillo — La Fuente	92	1964-1978	797	718	839	789
36	Chaparra — El Roble	395	1964-1977	892	819	849	809
37	Baconao — Trucucú	167	1960-1978	1 922	1 717	1 988	1 745
38	Gibara — El Jobo	84	1962-1975	1 093	1 002	1 119	1 198
39	Salado — San Carlos	2 140	1965-1977	837	767	920	978
40	Yateras — Palenquito	144	1961-1977	1 262	1 130	1 470	1 468
41	Cauto — Cauto Cristo	4 683	1967-1978	5 249	4 795	6 816	6 296
42	Sagua de Tánamo — El Infierno	325	1964-1978	1 288	1 165	1 171	1 082
43	Jaibo — Marianal	163	1966-1975	1 859	1 730	2 075	2 434
44	La Rioja — Moscones	175	1964-1978	335	302	322	328
45	Aguas Blancas — Limones	124	1964-1978	195	181	160	181
46	Moa — El Cañón	156	1969-1977	1 664	1 529	1 456	1 390
47	Yareyal — Cuenca Cauto	22	1970-1978	140	129	148	159
48	Jobabo — Jobabo	343	1966-1978	602	549	535	492