

Log Pearson III en la predicción del tiempo de retorno de máximas descargas del Río Chotano

Log Pearson III for prediction of the return time of maximum discharges in the Chotano River

Ing. Adolfo Román Risco Velez¹

RESUMEN

El presente trabajo estudia el comportamiento de las descargas máximas que se registró en el Río Chotano a través del tiempo aplicando el modelo probabilístico Log Pearson III, que nos permite predecir el tiempo de retorno de dichas descargas y su probabilidad de ocurrencia. Para planificar el uso del agua y los planes de cultivo y siembra en la cuenca del Río Chotano es necesario conocer y predecir el periodo de retorno de las máximas avenidas mediante la obtención de la ecuación de predicción. El registro disponible de las descargas máximas de 34 años permite obtener la comparación de las descargas observadas y las descargas teóricas obtenidas de la ecuación de predicción en un gráfico de probabilidades.

Palabras claves: Modelo Log Pearson III, Río Chotano, máximas descargas

ABSTRACT

This paper studies the behavior of the maximum discharges recorded in the Chotano River over time by applying the Log Pearson III probabilistic model, which allows us to predict the return time of these discharges and their probability of occurrence. To plan the use of water and the cultivation and planting plans in the Chotano River basin it is necessary to know and predict the return period of the maximum streams by obtaining the prediction equation. The record of maximum discharges of 34 years allows to obtain the comparison of the observed discharges and the theoretical discharges obtained from the prediction equation in a probability graph.

Keywords: Log Pearson III model, Chotano River, maximum discharges

1. Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, Departamento Académico de Física. arisco@unprg.edu.pe

INTRODUCCIÓN

Nuestros ríos presentan un comportamiento irregular que originan grandes inundaciones y sequías en consecuencia elevados presupuestos de reconstrucción.

En nuestras cuencas peruanas, se viene realizando estudios para determinar las máximas avenidas y periodos de sequía de nuestros ríos aplicando las funciones teóricas de distribución de frecuencias, generalmente utilizando la serie anual de descargas que se presentaron en el periodo Hidrológico considerado.

En el presente estudio se determina las máximas avenidas con sus períodos de retorno para el Río Zaña, aplicando la distribución de frecuencias, modelo Log Pearson III.

MANIAK (1970) últimamente se está tratando en diversos países de encontrar una metodología standard para el análisis de frecuencias de avenidas, mediante las funciones de distribución."

GUEVARA (1973) Aplica siete funciones de distribución de frecuencia a la cuenca del ríoCañete, encontrando que solo dos funciones presentan una buena adaptación a las series empíricas. Estas son:

- La distribución extrema tipo I de Gumbel y
- La distribución Gamma; utilizó la serie anual.

JOO (1972) Utilizando la serie anual aplica tres funciones de distribución de frecuencia a algunos ríos de la costa del Perú, estas funciones son:

Gumbel, Goodrich y Log Pearson III, concluye que es posible trabajar con los tres modelos.

VIVAR (1974) Utilizó siete funciones de distribución de frecuencia a la cuenca del río Rímac, encontrando que solo tres funciones presentan buena adaptación a la serie empírica. Estas son las funciones: Log Normal, Log Pearson III y Gamma.

LINSLEY (1968) Efectúa un análisis de frecuencia en el río Clearwater de Kamah, Idaho; ajustando la serie empírica anual (38 años) a la función Gumbel Tipo I.

MATERIALES Y MÉTODOS

Elementos muestrales o unidades de análisis.- Se utilizó registros de descargas máximas desde el año 1965 hasta 1998 (34 años) que se realizaron en la estación de aforo. Los registros fueron proporcionados por el Proyecto Olmos –DEPOLTI.

Instrumentos.- Se utilizaron fichas proporcionadas por el Proyecto Olmos y se seleccionaron las descargas máximas medias mensuales anuales (34 años). El grado de independencia y homogeneidad de los datos se le puede considerar aceptable, con una buena aproximación ya que se ha trabajado con la serie anual. Se recomienda un mínimo de 20 años de registro.

Procedimiento.- Obtenidas las descargas del río Chotano, se grafican en un papel de probabilidades eligiendo el período de retorno (T) siendo $T = \frac{N+1}{M}$ donde N es el número de descargas observadas, M el número de orden de cada descarga ordenadas de mayor a menor. Con los datos observados se encuentra la ecuación de predicción, usando el siguiente procedimiento:

MODELO LOG PEARSON III

$F(x) = Y_0 e^{-b} \left(1 + \frac{x}{b}\right)^a$, siendo Y_0 , a y b parámetros de la función, $a = \frac{2\sigma^4}{\gamma} - \frac{\gamma}{2\sigma^2}$, $b = \frac{2\sigma^4}{\gamma}$, $X = 10^y$, σ , γ la desviación y la inclinación de la serie de observación

$Y_{II} = \frac{b}{\sigma^{(a+1)}} \cdot \frac{(a)^a}{e^a} \cdot \int_{-\infty}^{\infty} Y d$. Los valores de integración se encuentran tabulados en función del valor de "g" para diferentes probabilidades en donde $g = \frac{Y}{S^2}$.

Es conveniente mencionar que el método empleado en el presente estudio ha sido elegido debido a que este es el mejor que ha respondido en el análisis de máximas avenidas en los estudios realizados a los ríos de nuestras cuencas peruanas.

De este modo podemos aplicar el criterio de analogía de cuencas vecinas utilizando los modelos de distribución de frecuencias que mejor se adaptaron a dichas cuencas, descartando los otros modelos.

RESULTADOS

Los resultados del análisis se pueden observar en las tablas 1, 2, 3, 4 y la figura1.

Tabla 1.
Descargas máximas en 34 años para el río Chotano

M	Y	Log Y	$P(Y \geq y)$ $M/N+1$	$P(Y \leq y)$ $1-M/N+1$	$T=N+1/M$
1	228,93	2,36	0,0286	0,9714	35,00
2	85,40	1,93	0,0571	0,9429	17,50
3	68,70	1,84	0,0857	0,9143	11,67
4	67,30	1,83	0,1143	0,8857	8,75
5	62,70	1,80	0,1429	0,8571	7,00
6	61,61	1,79	0,1714	0,8286	5,83
7	58,00	1,76	0,2000	0,8000	5,00
8	57,40	1,76	0,2286	0,7714	4,38
9	54,20	1,73	0,2571	0,7429	3,89
10	53,10	1,72	0,2857	0,7143	3,50
11	52,00	1,72	0,3143	0,6857	3,18
12	51,60	1,71	0,3429	0,6571	2,92
13	47,50	1,68	0,3714	0,6286	2,69
14	46,30	1,66	0,4000	0,6000	2,50
15	44,40	1,65	0,4286	0,5714	2,33
16	41,40	1,62	0,4571	0,5429	2,19
17	41,30	1,62	0,4857	0,5143	2,06
18	40,30	1,61	0,5143	0,4857	1,94
19	39,48	1,60	0,5429	0,4571	1,84
20	38,50	1,58	0,5714	0,4286	1,75
21	38,30	1,58	0,6000	0,4000	1,67
22	35,30	1,55	0,6286	0,3714	1,59
23	33,70	1,53	0,6571	0,3429	1,52
24	31,30	1,50	0,6857	0,3143	1,46
25	30,60	1,48	0,7143	0,2857	1,40
26	30,00	1,48	0,7429	0,2571	1,35
27	29,00	1,46	0,7714	0,2286	1,30
28	27,80	1,44	0,8000	0,2000	1,25
29	27,80	1,44	0,8286	0,1714	1,21
30	26,40	1,42	0,8571	0,1429	1,17
31	25,90	1,41	0,8857	0,1143	1,13
32	24,90	1,40	0,9143	0,0857	1,09
33	22,20	1,35	0,9429	0,0571	1,06
34	20,40	1,31	0,9714	0,0286	1,03

Tabla 2.

Parámetros estadísticos para el análisis de máximas avenidas del Río Chotano. Modelo Log Pearson III al río Chotano

Promedio aritmético	X = 48.34 , Y = 1.627	
Desviación estándar	S = 35.42	S _Y = 0.201
Coefficiente de variación	C _V = 0.733	C _{VY} = 0.123
Coefficiente de sesgo	C _s = 4.23, C _{SY} = 1.37	
Moda de las observaciones	μ = 31,36	
Parámetro de dispersión	1/ = 31,47	
Parámetros	N = 1,1255	Y _N = 0,5396

Tabla 3

Periodos de retorno y probabilidad de no excedencia con factor de Chow

Periodo de retorno T (años)	Probabilidad de no excedencia %	Factor de frecuencia de chow (k)	Q(m ³ /s)
1,0101	99	-2,214	6,01
1,0526	95	-1,601	9,81
1,1111	90	-1,264	12,85
1,2500	80	-0,848	17,90
2,0000	50	-0,025	34,59
2,5000	40		
3,3333	30		
5,0000	20	0,833	68,71
10,0000	10	1,296	99,31
20,0000	5		
25,0000	4	1,801	148,59
40,0000	3		
50,0000	2	2,134	194,08
100,0000	1	2,437	247,17

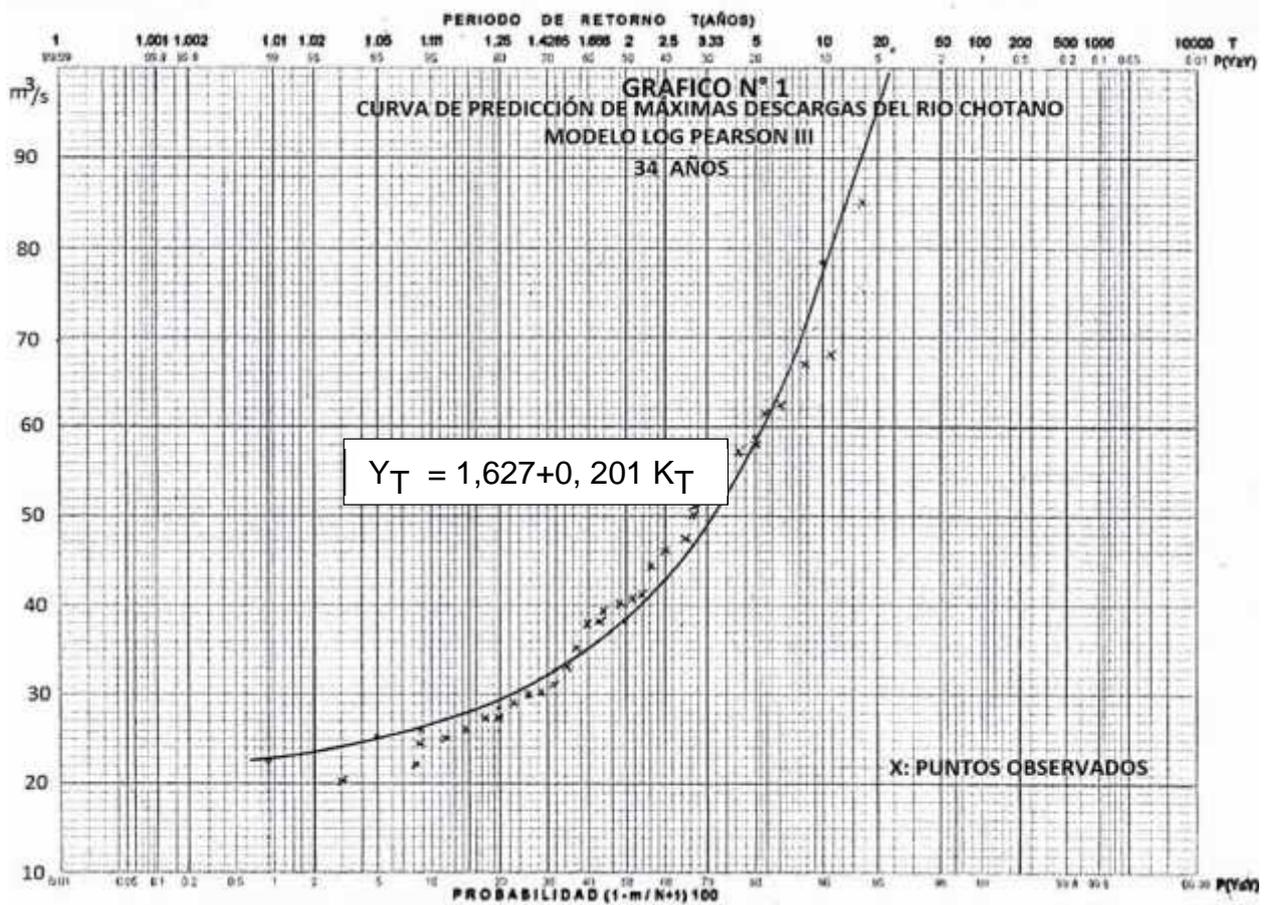
Tablas 4

Descargas observadas y las calculadas al río Chotano

Periodo de retorno (Años)	Descarga observada (m ³ /s)	Descarga Calculada (m ³ /s)
1	8,38	6,01
2	40,00	34,59
5	66,94	68,71
10	123,76	99,31

Comparando la distribución teórica de la Función Log Pearson III con la distribución empírica de los datos observados, el Modelo Log Pearson III arroja valores de descargas ligeramente mayores para $1,05 < T < 2,00$, ligeramente menores para $2,00 < T < 5,00$ años y < para T mayor de 10,00 años, la ecuación de predicción del río Chotano, Modelo Log Pearson III, $Y_T = 1,627 + 0,201 K_T^w$ para la Extrapolación de valores, la Función continúa dando valores similares, confirmando su grado de adaptabilidad.

Figura 1 Curva de predicción de máximas descargas del río Chotano, aplicando el modelo Log Pearson III para 34 años de resgistro.



DISCUSIÓN

Guevara, Edilberto (1973) aplica 7 funciones de distribución de frecuencia a la Cuenca del río Cañete, demostró que solo 2 funciones de distribución de frecuencia presentan una buena adaptación a la serie empírica, estos son:

La distribución extrema tipo 1 de Gumbel y la distribución Gamma; utilizando la serie anual.

En el presente estudio se demuestra que el Modelo probabilístico aplicado al río Chotano si se adapta a la serie empírica.

Teniendo en cuenta los estudios realizados por los autores citados en la Bibliografía, nos permite hacer estudios similares empleando diferentes funciones de Distribución Teóricas con diferentes fórmulas de Períodos de Retorno.

La Ecuación resultante del presente estudio sólo es aplicable a la cuenca del Río Chotano pudiéndose usarse en cuencas de características similares.

CONCLUSIONES

El modelo probabilístico, Log Pearson III, $Y_T = 1.627 + 0.201 K_T$ permite predecir el tiempo de retorno de descargas y su probabilidad de ocurrencia.

La predicción de las máximas descargas del río Chotano permite planificar el uso del agua y los cultivos de siembra en dicha cuenca.

Las descargas máximas de los 34 años de registro, permite comparar las descargas observadas y las descargas teóricas obtenidas de la ecuación de predicción en un gráfico de probabilidades.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BERNAL, WILLIAM. Análisis Regional de Frecuencias de Avenidas de Ríos de la Costa Peruana. Tesis U.N.P.R.G. Lambayeque - Perú. Programa de Ingeniería Agrícola. 1976.

CHOW, V. T. Handbook of Applied Hydrology. Capítulo VIII. Ed. Mc Graw Book co. N.Y. San Francisco London. 1994.

GUEVARA, EDILBERTO. Métodos para el Análisis de Frecuencia de Avenidas. Dirección General de Aguas - Ministerio de Agricultura. Urna - Perú.

SENAMHI. Servido Nacional de Meteorología e Hidrología. Boletines.

riscoveleza@unprg.edu.pe

VIVAR, OSWALDO. Análisis de Frecuencias de Caudales Máximos para el Río Rímac, mediante el uso de la serie anual y la serie parcial. Tesis U.N.A la Molina. Programa de Ingeniería Agrícola. 1974.

FERNANDO, MIRANDA VILLA GÓMEZ. JESÚS, SALINAS FLORES. Estadística General – Primera Edición de 2012. 12.17.

CIRO, MARTINEZ BENCARDINO. Estadística Básica Aplicada. Cuarta Edición Ecoe Ediciones Ltda., 2011. Colombia, Bogotá.