
CUARTO COLOQUIO NACIONAL
SOCIEDAD CHILENA DE INGENIERIA HIDRAULICA

ANALISIS DE LA CONSISTENCIA DE ESTADISTICAS PLUVIOMETRICAS

Gerardo Ahumada Theoduloz (1)

RESUMEN

Se presenta una metodología para verificar la consistencia de la estadística entregada por una estación pluviométrica y corregirla cuando sea necesario.

Partiendo de las series de precipitaciones anuales de un grupo de estaciones se obtiene un patrón pluviométrico inicial, que se utiliza para corregir las estadísticas anuales por medio de un programa de computación que emplea en su formulación una variación del método de curvas másicas tra-
dicional.

(1) Ingeniero Civil, Ayudante del Depto. de Obras Civiles,
Universidad de Chile.

1. INTRODUCCION

Generalmente se dispone de estadísticas pluviométricas inconsistentes. Existen diferentes métodos que permiten corregir estas series de precipitaciones. El método más usado para comprobar la consistencia es el de las curvas másicas o doble acumuladas. Normalmente su aplicación se realiza en forma manual.

El objetivo de este trabajo es la presentación de una metodología de análisis de estadísticas pluviométricas basada en el método de las curvas doble acumuladas cuya implementación computacional sea sencilla.

2. METODOLOGIA

El método de las curvas másicas está basado en que las series estadísticas de precipitaciones de una cuenca, durante un mismo período de tiempo, deben ser proporcionales entre sí, a menos que no exista consistencia. O sea, en un gráfico acumulado de una variable con otra se tendrá una línea recta definida por su tangente o pendiente que representa la relación de proporcionalidad.

Si se puede definir más de una tangente, o sea si se produce un cambio de pendiente de la recta, o si se produce un salto sin que varíe la inclinación de la recta, o si se presentan ambos efectos en forma simultánea, se ha detectado una inconsistencia.

En general se supone que la estadística del patrón es consistente y se analiza la estadística acumulada de una estación en función de la estadística patrón acumulada, corrigiendo sólo la estadística de la estación en estudio. Este supuesto no es necesariamente válido cuando el patrón se obtiene a partir de un número reducido de estaciones. Entonces

se debe recalcular el patrón cada vez que se corrige la estadística de una estación.

El método que se propone es una variación del método tradicional de las curvas doble acumuladas y se ha desarrollado en forma tal que su empleo computacional sea sencillo. En el análisis de estadísticas de precipitaciones una curva másica es una recta que pasa por el origen de coordenadas y está definida completamente por su tangente. Ya que una recta está formada por infinitos puntos, cada uno de los puntos obtenidos empíricamente debería estar contenido en ella.

Se supone que cada punto empírico define una recta o rayo que pasa por el origen, luego cada punto tiene asociada una tangente.

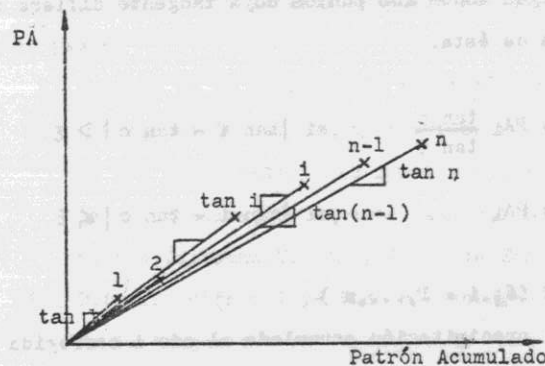


FIGURA 1

Si la estadística fuese consistente todas las tangentes deberían coincidir, o sea:

$$\tan 1 = \tan 2 = \dots = \tan i = \dots = \tan n$$

donde:

$\tan i$ = tangente asociada a la precipitación acumulada al año i .

En la práctica no se producirá nunca esta situación, ya que aun en el mejor de los casos existirán pequeñas diferencias entre las tangentes. En general se tendrá:

$$\tan 1 + \varepsilon_1 = \dots = \tan i + \varepsilon_i = \dots = \tan n + \varepsilon_n$$

donde:

$$0 < \varepsilon_i \ll \tan i, \forall i$$

Luego, todos los puntos empíricos caen sobre la misma recta si sus tangentes son semejantes. El problema se reduce a encontrar un número suficiente de puntos contiguos que definan rayos de tangentes similares, lo cual permitirá obtener una tangente característica para este conjunto de puntos.

Una vez que se ha calculado la tangente característica, se corrigen todos los puntos cuya tangente difiera en forma notoria de ésta.

$$PA'_i = PA_i \frac{\tan c}{\tan i}, \text{ si } |\tan i - \tan c| > \varepsilon$$

$$PA'_i = PA_i, \text{ si } |\tan i - \tan c| \leq \varepsilon$$

donde:

$$\varepsilon = f(\varepsilon_i, i = 1, \dots, n)$$

PA'_i = precipitación acumulada al año i corregida

PA_i = precipitación acumulada al año i

$\tan c$ = tangente característica

3. APLICACION DEL METODO

El método descrito se utilizó en el análisis de la consistencia de la estadística pluviométrica de la cuenca del río Elqui (IV Región).

Esta cuenca se caracteriza principalmente por carecer de un número suficiente de estaciones pluviométricas y el control de estas estaciones es irregular, siendo por lo tanto

las estadísticas discontinuas.

El período común analizado abarca desde el año 1916 al año 1975 y comprende nueve estaciones pluviométricas que son:

- Huanta (1936-1975)
- La Serena (1916-1975)
- Coquimbo Pta. Tortuga (1916-1975)
- Paihuano (1917-1975)
- Vicuña (1918-1975)
- Diaguitas Retén (1962-1972)
- Pisco de Elqui (1945-1975)
- Montegrande (1958-1975)
- Fundo Los Nichos (1946-1975)

El procedimiento general se puede resumir en los siguientes pasos:

- i) Lectura de la información pluviométrica original.
- ii) Determinación del patrón pluviométrico a partir de las cinco estaciones con mayor número de años de estadística, que en este caso son: La Serena, Coquimbo, Paihuano, Vicuña y Pisco de Elqui.
- iii) Determinación del período más homogéneo y cálculo de la tangente característica. Se considera que se define una recta cuando de doce puntos contiguos, ocho o más puntos tienen asociada una tangente semejante. Luego se calcula la tangente característica.

$$\tan c = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m \tan i$$

m = número de puntos que tienen asociada una tangente semejante

- iv) Corrección de las precipitaciones anuales acumuladas.

v) Corrección del patrón pluviométrico.

$$\bar{P}'_1 = \bar{P}_1 + \frac{P'_{k1} - P_{k1}}{N}$$

\bar{P}'_1 = patrón pluviométrico acumulado al año 1 corregido

\bar{P}_1 = patrón pluviométrico acumulado al año 1

P'_{k1} = precipitación acumulada al año 1 de la estación k corregida

P_{k1} = precipitación acumulada al año 1 de la estación k

N = número de estaciones pluviométricas que integran el patrón

vi) Verificación de la consistencia de la estadística corregida.

En la Tabla 1 se entrega la estadística anual de la estación pluviométrica de La Serena. En la columna 2 aparece la estadística original, en la columna 3 la estadística corregida por el método de curvas doble-acumuladas modificado y en la columna 4 la estadística corregida por el método de curvas doble-acumuladas tradicional. El período de estadística original consistente obtenido por ambos métodos está comprendido entre 1965 y 1975. En general, las correcciones realizadas por ambos métodos no difieren significativamente entre sí.

TABLA 1

ESTADÍSTICA DE PRECIPITACIONES ANUALES (mm)

ESTACION LA SERENA

AÑO	ESTADÍSTICA	CORREGIDA	CORREGIDA	
	ORIGINAL	POR METODO MODIFICADO	POR METODO TRADICIONAL	
	1	2	3	4
1975		75.1	83.0	76.0
1974		49.7	60.0	49.7
1973		57.3	52.7	57.3
1972		193.6	180.0	193.6
1971		80.1	80.1	80.1
1970		31.0	31.0	31.0
1969		8.5	8.5	8.5
1968		34.2	34.2	34.2
1967		79.6	79.6	79.6
1966		111.7	111.7	111.7
1965		222.6	222.6	222.6
1964		25.4	64.6	41.5
1963		177.4	203.3	177.4
1962		34.3	32.9	34.3
1961		133.1	144.8	133.1
1960		10.4	39.3	30.4
1959		98.8	113.9	98.8
1958		159.6	125.8	139.6
1957		270.9	279.7	270.9
1956		97.2	90.5	97.2
1955		44.1	48.0	44.1
1954		87.8	110.1	106.6

4. REFERENCIAS

- Brown E., Verificación, corrección y ampliación de estadísticas pluviométricas, la Mesa Redonda de Hidrología, Junio 1974.
- Isensee P., Espíldora B. y Ahumada G., Modelo de Pronóstico de Caudales de Deshielo en la Cuenca del Río Elqui, Centro de Recursos Hidráulicos, U. de Chile, 1977.
- Searcy J., Double-Mass Curves, Geological Survey Water Supply Paper 1541-B, 1960.
- Singh R., Double-Mass Analysis on the Computer, Journal of the Hydraulics Division, January 1968.

SOCIEDAD CHILENA DE INGENIERIA HIDRAULICA
IV COLOQUIO NACIONAL.

DISCRIMINACION DE SITUACIONES DE CRECIDAS YRECESION CON FINES DE PREVISION

B. Fernández L. (*)

E. Varas C. (*)

Se describe el procedimiento utilizado para discriminar entre situaciones que dan origen a un aumento del caudal horario en el corto plazo y aquellas que producen una disminución, con el objeto de predecir, en cada una de estas situaciones, el gasto horario con algunas horas de anticipación.

El método está basado en caracterizar cada situación por las componentes principales de caudales, precipitación y temperatura y definir la función densidad de probabilidad de los grupos de tormenta y recesión en base a una muestra con resultados conocidos, de tal modo de asignar cada situación el grupo más probable.

Se incluye una aplicación al caso de previsión de caudales horarios en el Río Polcura con seis horas de anticipación.

(*) Profesores Escuela de Ingeniería, Universidad Católica.