

Indicators for the evaluation of a pluviometric network. A technical note

**Susana H. de Bautista, Joaquín Alvarado, Guillermo Barrera
Ronald Ferrer**

Facultad de Ingeniería, Universidad del Zulia. Apdo. 526. Maracaibo - Venezuela

Abstract

In this paper, three indicators of the quality of the information provided by a pluviometric network are defined. It is based on the variation in time of the correlation coefficient between two stations, the network density and the amount of missing values.

Key Words: Pluviometric network.

Indicadores para medir la calidad de la información suministrada por una red pluviométrica. Una nota técnica

Resumen

En este trabajo se definen tres indicadores de la calidad de la información suministrada por una red pluviométrica. Estos se basan en la variación del coeficiente de correlación entre dos estaciones, la densidad de la red y el porcentaje de datos faltantes.

Palabras Claves: Redes pluviométricas.

Introducción

En el presente trabajo se definen tres indicadores para medir la calidad de la información suministrada por una red pluviométrica: el coeficiente de correlación entre estaciones como índice de la relación espacial entre dos estaciones, la densidad de estaciones en el área de acuerdo a las normas de la Organización Mundial de Meteorología (O.M.M.) y la razón entre el Número de Observaciones Simultáneas (OS) que existe entre dos estaciones en un período de tiempo y el Número de Observaciones Simultáneas Posibles (OSP) que debía existir para el período considerado. Este indicador permite evaluar los datos faltantes en un período. Se escogió la zona Nor-Oeste de la Cuenca del Lago de Maracaibo donde se evaluaron 27 estaciones

pluviométricas existentes en el período 1958-1989 [1,2,3], la ubicación de las estaciones estaba predeterminada pero los datos de lluvia captados por cada una de ellas constituye una muestra aleatoria (Fig. 1). Se analizó el comportamiento de los indicadores en cada período administrativo a fin de observar el efecto de los cambios en la administración pública sobre la calidad de la red.

Definición de indicadores

Variación del Coeficiente de Correlación entre estaciones

Se calculó para cada período el valor del coeficiente de correlación para cada par de estaciones, como indicador de la variación espacial

entre estaciones o sea que para cada periodo se calcularon p valores del coeficiente de correlación donde $p = C_2^N$ y N : número de estaciones. Se analizó la variación del valor medio del coeficiente de correlación (r) para cada periodo. En la Tabla 1 se presentan los valores calculados.

Se aplicó la prueba de significación ($H_0: r=0$) a los coeficientes de correlación para los tamaños críticos en los diferentes periodos y se encontró que a excepción de un valor en el periodo 1965-1969 y un valor en el periodo 1985-1989 en todos los demás casos se rechaza la hipótesis de correlación nula [4].

Indicador de Observaciones Simultáneas

La presencia de datos faltantes en las diferentes estaciones disminuye los tamaños de muestra que se requieren para el cálculo del coeficiente de correlación entre estaciones e indica fallas en la calidad del mantenimiento de la red.

Se define el "Indicador de Observaciones Simultáneas" (I.O.S.) como:

$$I.O.S. = \frac{N^{\circ} \text{ de Observaciones Simultáneas en el Periodo (O.S.)}}{N^{\circ} \text{ de Observaciones Simultáneas Potenciales (O.S.P.)}}$$

En un periodo de cinco años, para datos mensuales, el número de observaciones simultáneas potenciales entre dos estaciones sería: No. O.S.P. = $5 \times 12 = 60$ (Tabla 1).

Si durante ese periodo sólo se registraron

49 observaciones simultáneas, entonces el I.O.S. = $49/60 = 0.81$. Este valor implica que existe un 19% de datos faltantes entre las dos estaciones. Mientras más alejado esté el I.O.S. de la unidad indicará fallas en el mantenimiento de la red. En el caso de estudio se calcularon las O.S. para cada par de estaciones y por periodo y luego se calculó un valor promedio por periodo (Tabla 2), con este valor y las O.S.P. se calculó el I.O.S. por periodo. Se observó que a pesar de incrementarse el número de estaciones en el tiempo el I.O.S. ha venido disminuyendo.

Densidad de la red según las normas de la O.M.M.

Para evaluar la densidad de la red según las normas para el establecimiento de una red pluviométrica mínima, se estableció el siguiente procedimiento:

a) Se calculó para la zona de estudio el área para diferentes intervalos de altura (Tabla 3).

b) Las Normas de establecimiento de redes pluviométricas mínimas establecen que para zonas llanas tropicales (0 - 500 metros) se deben considerar $600 - 900 \text{ Km}^2/\text{est.}$ y para zonas montañosas tropicales (500 - 4000 m.) $100 - 250 \text{ Km}^2/\text{Est.}$ [5]. Con estos valores y el área por intervalo de altura se calcularon los valores de número máximo y número mínimo de estaciones por rango de altura (Tabla 3) dividiendo para cada rango de altura el área correspondiente entre el límite de la OMM correspondiente.

Tabla 1
Parámetros estadísticos del coeficiente de correlación para los diferentes periodos

Periodo	Media	Moda	σ	Min.	Máx.	No. Est.	T. Muestra
1958-1964	.635	0.61	.085	0.53	.77	4	6
1965-1969	0.655	0.62	.114	0.33	0.92	12	66
1970-1974	0.66	0.66	.086	0.46	0.89	14	91
1975-1979	0.65	.66	.091	.44	0.99	24	276
1980-1984	0.71	0.75	.099	.44	0.97	24	276
1985-1989	0.74	0.77	.084	0.45	0.95	22	231
Común	0.67	0.65	.086	0.45	0.98	27	347

Tabla 2
Indicador de Observaciones Simultáneas

Periodo	No. Est.	T. Muestra	O.S.	O.S.P.	I.O.S.
1958-1964	4	6	79	84	0.94
1965-1969	11	66	46.2	60	0.77
1970-1974	14	91	56.6	60	0.94
1875-1979	24	276	57.7	60	0.96
1980-1984	24	276	50.5	60	0.84
1985-1989	22	231	33.2	60	0.55

Tabla 3

Hipsometría de la Zona de Estudio y número de estaciones máximas y mínimas según la Norma para redes mínimas de la OMM

Altura (m)	0-100	100-500	500-1000	1000-2000	2000-3000	3000-4000
Area (Km ²)	8339	1861	1620	2143	174	623
% Area	56.50	12.61	10.97	14.52	1.18	4.22
% Area Ac.	56.50	69.11	80.08	94.60	95.78	100.00
No. Máx. Est.	14	3	16	21	2	6
No. Min. Est.	9	2	6	9	1	2

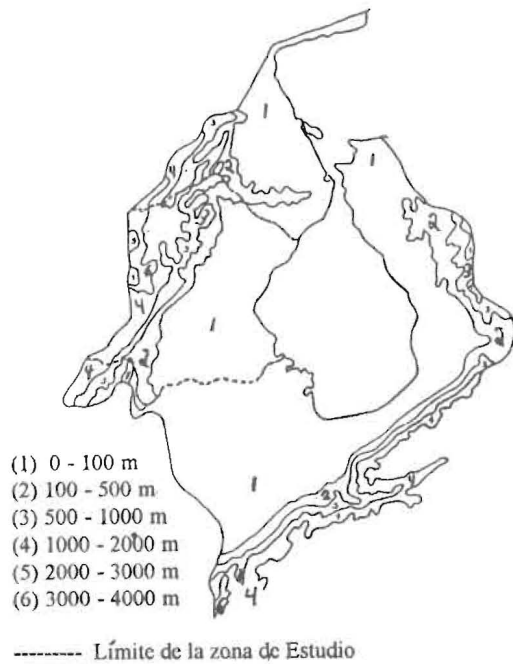


Figura 1. Zona de estudio.
Curva hipsométrica.

En la Fig. 1 se presenta la zona de estudio y sus curvas de nivel y en la Fig. 2 la curva de densidad de la red para el periodo 1985-1989.

Conclusiones

Al aplicar la metodología propuesta al área de estudio escogida se observó que durante el periodo de estudio aumentó el número de estaciones, el valor medio del coeficiente de correlación, y mejoró la distribución en el espacio. Pero es preocupante observar que disminuyó la calidad de la información pues el IOS disminuyó a un 55% en el periodo 1985-1989.

No existen suficientes estaciones ubicadas por encima de los 1000 metros de altitud. No se alcanzan los patrones para redes mínimas establecidos por la OMM, lo que implica que no se está midiendo el fenómeno de lluvias en las zonas medias y altas de las cuencas.

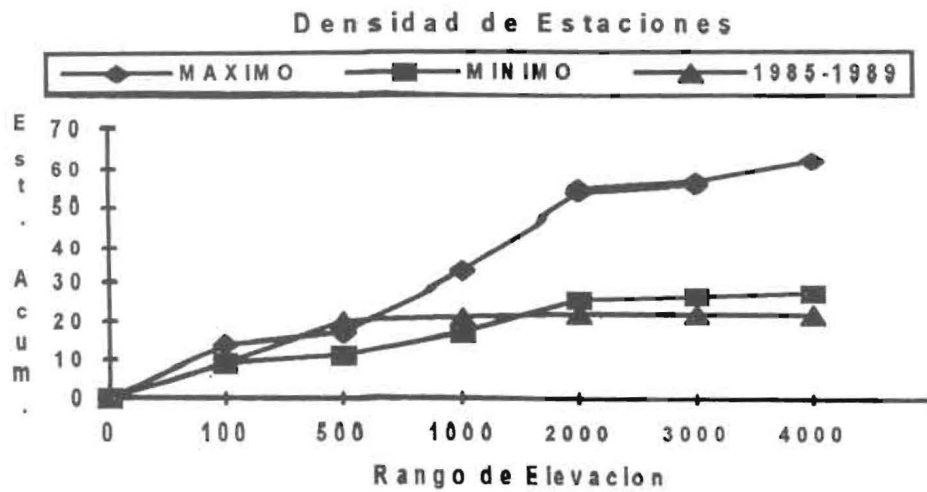


Figura 2.

Referencias Bibliográficas

1. Bautista, S. y Villasmil J.J.: "Consideraciones Teóricas sobre el Análisis en Componentes Principales. Aplicación en Hidrología". Rev. Téc. Ing., Univ. Zulia, Vol. 15, No. 2, (1992), 87-94.
2. Rincón, B.; Briones, F.; Esis, E.; "Diagnóstico preliminar de la red hidroclimática de la cuenca del Lago de Maracaibo" 1981. Universidad del Zulia.
3. Rincón, B: "Modelo Computarizado para el manejo de información hidrológica a nivel mensual". 1984. Trabajo de Ascenso. Universidad del Zulia.
4. Amistal, R.: "Correlación y Regresión con aplicaciones en Hidrología". Publicación CIDIAT. Mérida
5. Gupta, Y.; Fossi, D.: "Diseño de redes hidrométricas en la cuenca del río Tuy." 1976. Publicación CIDIAT. Mérida.

Recibido el 12 de Marzo de 1993
En forma revisada el 8 de Mayo de 1994