

January 1984

## La Aplicación de la Estadística en la Meteorología

Nelson Sabogal T.

*Universidad de La Salle, revista\_uls@lasalle.edu.co*

Follow this and additional works at: <https://ciencia.lasalle.edu.co/ruls>

---

### Citación recomendada

Sabogal T., N. (1984). La Aplicación de la Estadística en la Meteorología. Revista de la Universidad de La Salle, (10), 35-48.

This Artículo de Revista is brought to you for free and open access by the Revistas de divulgación at Ciencia Unisalle. It has been accepted for inclusion in Revista de la Universidad de La Salle by an authorized editor of Ciencia Unisalle. For more information, please contact [ciencia@lasalle.edu.co](mailto:ciencia@lasalle.edu.co).

# La Aplicación de la Estadística en la Meteorología

NELSON SABOGAL T.\*

## RESUMEN

Este trabajo trata de presentar las aplicaciones de la Estadística en la Meteorología en forma concisa pero clara. En la parte final se presentan dos ejemplos, uno sobre el criterio de los errores graves y el otro sobre la regresión, que ilustran de una manera práctica lo expuesto al comienzo.

## INTRODUCCION

La Estadística y la Meteorología son ciencias dedicadas a dos campos diferentes. Sin embargo, la primera aporta a la segunda toda una estructura de análisis como veremos a continuación.

En general, se intenta suministrar a una mente científica información ágil, interesante y útil.

El análisis estadístico moderno constituye el aspecto matemático del análisis meteorológico. Todo el desarrollo estadístico se vuelca para servir de sostén a la Meteorología y en especial a la Climatología. Entendiéndose por ésta el estudio de los climas tal como existen en diferentes tiempos y lugares de la tierra, y de las causas por las que estos climas son así.

Toda propiedad o condición de la atmósfera cuyo conjunto define el estado físico del tiempo o del clima de un lugar determinado, para un momento o un período de tiempo dados, es un elemento meteorológico, que se puede considerar una variable. Las variables como tales tienen ciertas propiedades que hay que considerar antes de iniciar un análisis

---

\* Ingeniero Meteorólogo, M.Sc., trabaja en el HIMAT, profesor de cátedra de la Universidad de La Salle.

climatológico. Algunas no son numéricas, como por ejemplo el tipo de precipitación, pues aunque se utilizan cifras para indicarlo, se trata de una variable que no tiene valores numéricos.

Otras variables climáticas son binarias, o sea que no pueden tener más que uno o dos valores, corresponder solamente a una condición o no. La niebla existe o no existe. Si una variable puede tomar todos los valores posibles en el intervalo comprendido entre sus límites se dice que es continua. Si, por el contrario, no puede tomar más que ciertos valores se la llama discreta.

En general, toda variable climática debería poder describirse según que posea una u otra de las características de las alternativas siguientes:

1. Numérica o no numérica
2. Binaria o no binaria
3. Continua o discreta
4. Escalar o vectorial
5. Aleatoria o no aleatoria
6. Acotada o no acotada

El conocimiento de las características de una variable ayuda mucho para elegir el método de análisis estadístico que conviene utilizar.

Tanto en Meteorología como en Estadística, se puede hablar de poblaciones y muestras. Toda población puede describirse en esquema mediante unos pocos números: el valor más bajo, el más alto, el intervalo entre los dos, el valor medio y muchos más.

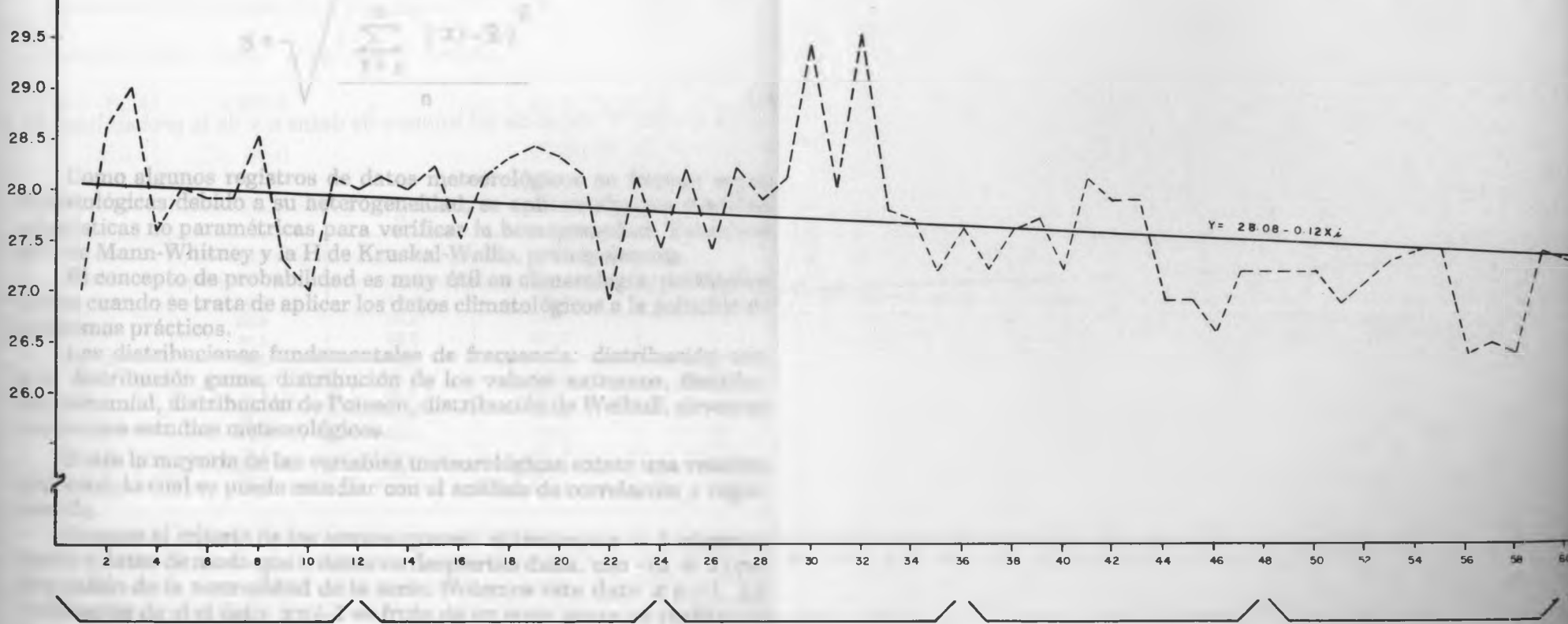
A estos números se les llama parámetros si con ellos queda descrita la población. Se les denomina estadísticos si se aplican a una muestra. El cálculo de los estadísticos es, pues, un modo de estimar los parámetros y las muestras son un medio para conocer algo sobre la población.

El análisis estadístico de los datos meteorológicos comienza con la distribución de frecuencias, relativas y acumuladas. Los resultados de estos análisis se pueden presentar gráficamente por los histogramas y los polígonos de frecuencias.

Continúa este análisis con el cálculo de los valores medios que permiten describir la tendencia central de una muestra. Los estadísticos más utilizados son: la moda, la mediana y la media. Esta última, muy empleada en Meteorología, es el resultado de dividir la suma de los valores de todas las observaciones por el número de ellas. Véase fórmula (2). Un ejemplo de la anterior es la temperatura media de Bogotá, que según los datos de la estación **Aeropuerto Eldorado**, es de 12.9°C. En Climatología se utilizan, para comparar los climas de lugares diversos, dos tipos de medias. Primero, el denominado promedio de un período, por ejemplo, la media de temperatura de Medellín para el período del año de 1943 al año de 1975, es de 21.6°C. El otro es el llamado "normal climatológica".

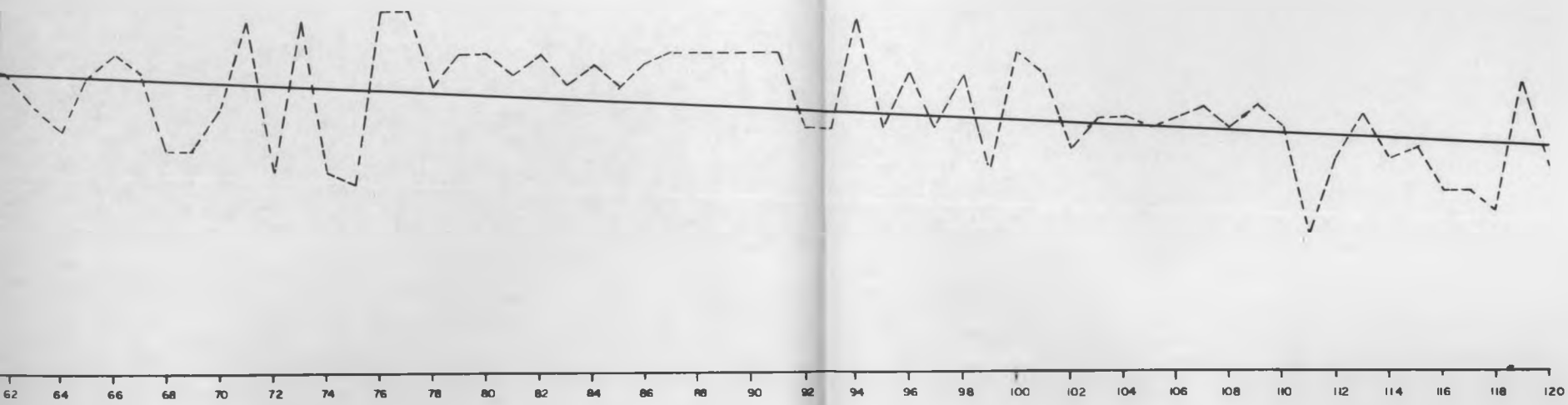
Existen varias maneras de expresar la variabilidad de los valores de un elemento meteorológico, alrededor de un valor medio. Los parámetros

TEMPERATURA



1973 1974 1975 1976 1977

FUENTE: DATOS DE LA ESTACION METEOROLOGICA YARIGUIES.



1978

1979

1980

1981

1982

CALCULO D. CIENDUA  
H. LOPEZ  
E. MEDINA

más usados son: la amplitud, el intervalo intercuartiles, la desviación media y la desviación típica. Explicamos estas dos últimas. La desviación media es la media aritmética de las desviaciones absolutas de cada una de las observaciones con respecto a la media de la muestra. La desviación típica, es semejante a la anterior, salvo que para cada observación ( $x_i$ ) se toma el cuadrado de su diferencia con la media aritmética ( $\bar{x}$ ), se hace la suma de todos esos cuadrados, se divide por el número de observaciones ( $n$ ) y la raíz cuadrada de ese cociente da el valor de la desviación típica ( $s$ ) por consiguiente, su expresión es:

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n}} \quad (1)$$

Como algunos registros de datos meteorológicos no forman series climatológicas debido a su heterogeneidad, se aplican algunas d'écimas estadísticas no paramétricas para verificar la homogeneidad. Estas son la U de Mann-Whitney y la H de Kruskal-Wallis, principalmente.

El concepto de probabilidad es muy útil en climatología, particularmente cuando se trata de aplicar los datos climatológicos a la solución de problemas prácticos.

Las distribuciones fundamentales de frecuencia: distribución normal, distribución gama, distribución de los valores extremos, distribución binomial, distribución de Poisson, distribución de Weibull, sirven en numerosos estudios meteorológicos.

Entre la mayoría de las variables meteorológicas existe una relación funcional, lo cual se puede estudiar con el análisis de correlación y regresión (5).

Veamos el criterio de los errores graves: si tenemos  $n + 1$  observaciones o datos de modo que  $n$  datos no despierten duda, uno - ( $n + 1$ ) parece salido de la normalidad de la serie. Notemos este dato  $x_{n+1}$ . La verificación de si el dato  $x_{n+1}$  es fruto de un error grave se realiza del siguiente modo:

Se determina el valor aritmético medio ( $\bar{x}$ ) para la serie de datos de  $x_1$  a  $x_n$ , por la fórmula:

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i \quad (2)$$

y el valor aproximado del error cuadrático medio por la fórmula:

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}} \quad (3)$$

(error cuadrático medio para un resultado o dato aislado).

El criterio de si  $x_{n+1}$  es el resultado de un error grave es la desigualdad:

$$|x_{n+1} - \bar{x}_n| > t's \quad (4)$$

donde el valor  $t'$  depende del número de datos  $n$  y de la probabilidad  $B$ , según la tabla siguiente:

n	B			
	0.05	0.02	0.01	0.005
2	15.56	38.97	77.96	779.7
4	3.560	5.08	6.53	14.46
6	2.780	3.64	4.36	7.41
8	2.510	3.18	3.71	5.73
10	2.370	2.96	3.41	5.01
12	2.290	2.83	3.23	4.62
14	2.240	2.74	3.12	4.37
16	2.200	2.68	3.04	4.20
18	2.170	2.64	3.00	4.07
20	2.145	2.60	2.93	3.98
∞	1.860	2.33	2.58	3.29

$B$  es la probabilidad de que el resultado  $x_{n+1}$  se presentó por cuenta de la dispersión aleatoria natural de los datos y no es consecuencia de un error grave. El valor de esta probabilidad se elige muy pequeño (normalmente  $0.05 > B > 0.001$ ). La selección del valor  $B$  se realiza de acuerdo con las exigencias concretas de la investigación.

La utilización del criterio (4) se basa en el principio de la imposibilidad práctica de los sucesos poco probables. Este fundamento juega un papel primordial en la práctica o utilización de la teoría de las probabilidades\*.

\* Si se tienen algunos datos que se distinguen, es necesario determinar  $\bar{x}$  y  $S$  sin ellos, luego valorar cada dato utilizando el criterio (4).

Analicemos los datos de precipitación de la estación **Usaque**, cuyas coordenadas geográficas y elevación son las siguientes:

Latitud Norte: 04°41  
Longitud Oeste: 74°01  
Elevación: 2.647 metros, correspondientes al mes de marzo, para el periodo 1929-1982.

$n = 52$ ;  $\bar{X} = 82.4$  milímetros;  $S = 47.3$  mm;

Los datos dudosos son: 956.0 mm y 343.7 mm;

Tomemos la probabilidad  $B = 0.05$ , luego  $t'_{.5} = 88.0$

Las desigualdades son:

$$\begin{aligned} |956.0 - 82.4| &= 873.6 & \text{y} & & |343.7 - 82.4| &= 261.3 \\ |873.6| &> 88.0 & & & |261.3| &> 88.0 \end{aligned}$$

Por lo tanto, ambos datos deben ser excluidos de la serie.

La aplicación de la regresión se muestra con los datos de temperatura de la estación **Aeropuerto Yariguies**, localizada en el municipio de Barranca-bermeja, cuyas coordenadas geográficas y elevación son las siguientes:

Latitud Norte: 07°01  
Longitud Oeste: 73°48  
Elevación: 126 metros.

El período analizado comprende desde el 1o. de enero de 1973 al 31 de diciembre de 1982.

La ecuación de la línea recta, obtenida por el método de mínimos cuadrados es la siguiente:

$$Y = 28.08 - 0.12 X_i$$

donde:

28.08 es el punto de intercepción con el eje de las Y.

-0.12 es la pendiente de la línea

$X_i$  es la temperatura media mensual (variable independiente).

Y es la variable dependiente. Véase gráfico adjunto.



NOTAS

1. Boshell, F., Neild, R. E., A computer Statistical Procedure to determine agroclimatic analogues for tea production in Colombia, Agricultural Meteorology, 15, Amsterdam, Elsevier Scientific Publishing Company, 1975, pp. 221-230.
2. Crutcher H. L., "Uses of some Statistics in meteorology and climatology" en La Meteorología Aeronáutica en América Latina, OMM, Ginebra, 1969 (Nota Técnica No. 88), pp. 279-304.
3. Organización Meteorológica Mundial. Compendio de apuntes de climatología para la formación del personal meteorológico de la clase IV preparado por W. P. Lowry, Ginebra: OMM No. 327, 1973, p. 167.
4. World Meteorological Organization. Some Methods of climatological analysis. By H.C.S. Thom. Geneva: OMM, 1966. (T.N. No. 81), p. 53.
5. Ya-Lun Chow. Análisis Estadístico, México, Interamericana, 1974, pp. 589-591, 645-698.