

## LA PERMANENCIA COMO PROPIEDAD GENERAL DE LAS VARIABLES METEOROLOGICAS I. RESULTADOS PRELIMINARES

Lourdes Alvarez Escudero y Rosendo Alvarez Morales, Instituto de Meteorología, Academia de Ciencias de Cuba

### RESUMEN

Se definen los conceptos de permanencia: *cantidad de horas consecutivas que una variable meteorológica se mantiene dentro de un determinado rango de valores*, y unidad de permanencia: *rango de valores que puede recorrer una variable siendo considerada dentro de la misma clase*. Se analiza la permanencia de 12 variables meteorológicas: punto de rocío, temperatura de bulbo húmedo, temperatura, presión, tensión de vapor, humedad relativa, déficit de saturación, nubosidad, tendencia de la presión, módulo de la tendencia de la presión, rapidez del viento, dirección del viento y calmas. Se seleccionan las unidades de permanencia para cada una de estas variables. Se procesan los datos de permanencia en frecuencia y se obtienen distribuciones óptimas que en todos los casos se presentan con exponenciales del tipo  $y = A \exp(-x) + B$ , donde A varía entre 0.2 y 0.9 y B: entre 0.002 y 0.04; con coeficientes de determinación entre 0.940 y 0.998 y error estándar entre 0.004 y 0.06. Se determina la ecuación general para todas las variables que se corresponde con  $A = 1.5$  y  $B = 0.01$ . Se dan conclusiones y recomendaciones.

### ABSTRACT

Permanence was defined as: *quantity of consecutive hours that a meteorological variable remains in a given values rank*; and permanence unity was defined as:

value rank that could be reach by a variable as it is considered inside the same class. Permanence of 12 meteorological variables were analyzed: dew point temperature, wet bulb temperature, dry bulb temperature, pressure, vapor pressure, relative humidity, saturation deficit, cloudness, pressure tendence, pressure tendence modulus, wind speed, wind direction and calms. Permanence units for each one of this variables were selected. Permanence frequency was obtained from one year hourly observations data and the best distribution in all cases were represented by exponential functions of type  $y = A \exp(-x) + B$ , where  $0.2 < A < 0.9$  and  $0.002 < B < 0.04$ ; with determination coefficient between 0.94 and 0.998 and standard error between 0.004 and 0.06. General equation for all variables is found with  $A = 1.5$  and  $B = 0.01$ . Conclusions and recommendations are given.

## I N T R O D U C C I Ó N

En el año 1985, como trabajo de curso, fue presentado un estudio de la permanencia del viento [1] que contaba con el análisis de dos series de 5 años y una de 10 años de datos de viento en observaciones horarias (87 600 datos). En este trabajo se definió la permanencia del viento como *la cantidad de horas consecutivas que el viento se mantiene del mismo rumbo*. En él se construía una curva representativa de la distribución de la permanencia del viento y se deducía la fórmula:

$$y = \beta x^{-\alpha} \quad (1)$$

como representativa del proceso con un coeficiente de correlación de 0.98. La aplicación de esta ecuación al cálculo de la dispersión de contaminantes se hacía inmediata, ya que esta nos explica la cantidad de horas consecutivas que una región puede ser afectada por las emisiones de una fuente desde el punto de vista climatológico.

Más tarde en 1988, fue presentado un trabajo similar, pero con la característica de que se automatizaban todos los procedimientos de cálculo obteniéndose mediante programas numéricos cartas y superficies características [2].

A partir de esos resultados, los autores decidieron comprobar si alguna otra variable meteorológica cumplía con esta propiedad, redefiniendo el concepto de permanencia en general de la siguiente manera:

*Llamaremos permanencia a la cantidad de horas consecutivas que una variable meteorológica se mantiene dentro de un determinado rango de valores.*

También es necesario incluir el concepto de unidad de permanencia de la siguiente forma:

*Se entiende por unidad de permanencia el rango de valores que puede recorrer una variable siendo considerada dentro de la misma clase.*

## MATERIALES Y METODOS

Para acometer el presente trabajo se procesó la serie de datos horarios de la estación Casablanca correspondiente al año 1982 (8 760 datos) de la siguiente manera:

1. Se separaron los datos de cada variable meteorológica por permanencias entre 1 y 18 horas y se tomaron valores de frecuencia hasta la décima de por ciento. Las variables analizadas fueron: la temperatura de punto de rocío, temperatura de bulbo húmedo, temperatura, presión, tensión de vapor, humedad relativa, déficit de saturación, nubosidad, tendencia de la presión, módulo de la tendencia de la presión, rapidez del viento, dirección del viento y las calmas.

2. Se determinó el número de casos para cada variable.

3. Se seleccionaron empíricamente los rangos de valores de las variables que constituirían una unidad de permanencia.

4. Se aplicó el programa PANT (I. Borrajero, comun. pers.), de uso en el Instituto de Meteorología para obtener las mejores aproximaciones de las curvas de distribución donde la variable  $y$  representa la frecuencia y la variable  $x$  las horas de permanencia.

## RESULTADOS

Del procesamiento de la información se obtuvo que todas las variables tienen una curva de distribución en forma de J [3] que puede ser aproximada por una exponencial negativa del tipo  $\exp(-x)$  con coeficientes de determinación que varían entre 0.94 y 0.998.

En la *Tabla 1* pueden verse las mejores aproximaciones de las curvas de distribución para cada variable meteorológica.

De acuerdo con los resultados obtenidos se determinó hallar una ecuación general de permanencia considerando todos los valores de frecuencia y todos los de permanencia, obteniéndose:

$$y = 1.5 \exp(-x) + 0.01$$

con un coeficiente de determinación de 0.956 y error estándar de 0.04.

Comparando la ecuación general con cada una de las ecuaciones obtenidas para las diferentes variables vemos que los coeficientes difieren poco. Las diferencias entre los términos constantes para la ecuación general y para los de cada una de las variables meteorológicas son muy pequeñas con excepción de las variables presión y rapidez del viento. Esto nos hace pensar que el rango escogido para determinar la unidad de permanencia no es el apropiado para esas variables.

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

De lo anteriormente expuesto se concluye que:

1. Escogiendo la unidad apropiada la permanencia se comporta como una propiedad general para las variables meteorológicas principales.

2. La ecuación general:

$$\text{Frecuencia} = 1.5 \exp [-(\text{horas de permanencia})] + 0.01$$
 es una buena aproximación de las ecuaciones particulares para cada una de las variables meteorológicas, considerando excepciones la presión y la rapidez del viento que deben recibir un nuevo tratamiento.

3. Las definiciones de permanencia y unidad de permanencia resultan válidas para la descripción de este fenómeno.

Se recomienda:

1. Realizar un estudio para determinar el mejor valor de la unidad de permanencia en los casos de las variables presión y rapidez del viento.

2. La creación de un sistema automatizado de procesamiento de datos para la extensión de esta metodología a otras estaciones meteorológicas del país.

3. Ampliar el período de análisis a una serie de datos a 5 años para aumentar su certidumbre climatológica.

Tabla 1. Ecuaciones de las curvas de distribución para la permanencia de cada una de las variables meteorológicas principales y sus coeficientes estadísticos.

Variable	Unidad de permanencia	Ecuación	Coefficiente de determinación	Error estándar
Temperatura de punto de rocío	1 °C	$y = 1.3 \exp(-x) + 0.02$	0.987	0.01
Temperatura de bulbo húmedo	1 °C	$y = 1.1 \exp(-x) + 0.02$	0.948	0.02
Temperatura	1 °C	$y = 1.4 \exp(-x) + 0.01$	0.989	0.02
Presión	100 Pa	$y = 0.13 \exp(-x) + 0.002$	0.940	0.004
Tensión de vapor	100 Pa	$y = 1.4 \exp(-x) + 0.01$	0.990	0.01
Humedad relativa	5 %	$y = 1.5 \exp(-x) + 0.01$	0.997	0.01
Déficit de saturación	100 Pa	$y = 1.8 \exp(-x) - 0.004$	0.991	0.02
Nubosidad	1/8	$y = 1.6 \exp(-x) + 0.004$	0.996	0.01
Tendencia de la presión	10 Pa	$y = 1.9 \exp(-x) - 0.01$	0.994	0.02
Modulo de la tendencia de la presión	10 Pa	$y = 1.8 \exp(-x) - 0.003$	0.998	0.009
Rapidez del viento	1 Km/h	$y = 0.2 \exp(-x) - 0.04$	0.961	0.06
Dirección del viento	22.5 °	$y = 1.5 \exp(-x) + 0.007$	0.996	0.01
Calmas	1 hora	$y = 1.5 \exp(-x) + 0.009$	0.991	0.02

## REFERENCIAS

- Alvarez, L., C. Fernández y R. Alvarez (1986): "Estudio de la permanencia del viento para su aplicación a los problemas de la contaminación del aire I. Resultados preliminares, (inédito), incluido en el informe del tema 311.08 del DICA, Instituto de Meteorología.
- Alvarez, L., C. Fernández y R. Alvarez (1988): "Estudio de la permanencia del viento para su aplicación a los problemas de la contaminación del aire II. Automatización de los resultados". (inédito), incluido en el informe del tema 311.08 del DICA, Instituto de Meteorología.
- Spiegel, M. R. (1966): "Teoría y problemas de estadística, Ediciones Revolucionarias, La Habana, 359 pp.