

**VERIFICACION DE LOS PRONOSTICOS DE TEMPERATURAS
MINIMAS Y MAXIMAS PARA EL OBSERVATORIO CENTRAL BUENOS AIRES**

Ingeborg C. Malaka, Silvia C. Simonelli, Gabriela I. Andrietti

Servicio Meteorológico Nacional-Fuerza Aérea Argentina

Buenos Aires, República Argentina

RESUMEN

Se compararon los pronósticos diarios con las observaciones correspondientes para el período 1974-81.

La evaluación del error medio, el error absoluto medio, el error cuadrático medio, el error cuadrático medio por persistencia y el coeficiente de correlación entre la variación pronosticada y observada, muestra que el método sinóptico-subjetivo que se emplea supera al pronóstico por persistencia y que existe la tendencia a dar una temperatura mínima demasiado baja, especialmente en otoño e invierno.

Además, la bondad de los pronósticos no ha sufrido cambio alguno del principio al final del período investigado, lo que indica que para mejorar los pronósticos debe recurrirse a otros métodos.

SUMMARY

The daily forecasts were contrasted with the corresponding observations for the period 1974-81.

The evaluation of mean error, absolute mean error, root mean-square error, root mean-square error for persistence and the correlation coefficient between forecasted and observed variations all show that the subjective synoptic forecast method used, is somewhat better than using

the persistence one, and that there is a tendency to forecast minimum temperatures too low specially in autumn and winter.

Besides the goodness of the forecasts has not shown any change since the beginning of the investigated period, so that to achieve any improvement should be developed other forecast methods.

1. INTRODUCCION

Para los pronósticos de las temperaturas mínimas y máximas se emplea en la actualidad el método sinóptico-subjetivo. El meteorólogo formula los mismos en base a la evaluación sinóptica, teniendo en cuenta los diversos parámetros meteorológicos que inciden en la ocurrencia de las temperaturas extremas, como por ejemplo: nubosidad, humedad, viento, precipitación, etc. y estima simultáneamente el factor de la persistencia. En el presente trabajo se estudia la eficiencia del método empleado, tanto en su marcha anual, como así también, a través del período usado.

2. DATOS UTILIZADOS

Los pronósticos de las temperaturas extremas se elaboran diariamente a distintas horas sinópticas principales e intermedias y con un período de validez de hasta 24 horas.

Se utilizaron las observaciones diarias de las temperaturas mínimas y máximas de la estación meteorológica Observatorio Central Buenos Aires, para el período 1974-81. Los correspondientes valores pronosticados se obtuvieron de los Boletines Informativos que se confeccionan diariamente al mediodía y a la noche, en la Central de Pronóstico.

Las temperaturas mínimas se verificaron con los pronósticos formulados a la mañana, en base al mapa sinóptico de 12:00 TMG y con los pronósticos

de la noche efectuados, ya sea, en base a los mapas sinópticos de 23:00 TMG ó 21:00 TMG. Para la verificación de las temperaturas máximas se utilizaron los pronósticos de la noche exclusivamente.

La información meteorológica fue suministrada por el Archivo Nacional de Meteorología.

3. METODOLOGIA

Considerando P el valor pronosticado y O el valor observado, el error del pronóstico está definido por $E = P - O$ y siendo N el número de casos, se calcularon los siguientes parámetros de verificación:

i) error medio:

$$\bar{E} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N E_i = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (P_i - O_i) = \bar{P} - \bar{O}$$

ii) error absoluto medio:

$$|\bar{E}| = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N |E_i| = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N |P - O|_i$$

iii) error cuadrático medio:

$$\epsilon = \pm \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N E_i^2}{N}}$$

iv) error cuadrático medio por persistencia:

$$V = \pm \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N \delta_o^2}{N}}$$

donde $\delta_o = O_{n+1} - O_n$ diferencia entre el valor observado al día siguiente y el valor observado en el día del pronóstico.

Finalmente se calculó:

v) coeficiente de correlación entre la variación pronosticada y la variación observada:

$$R = \frac{\sum_{i=1}^N \delta p_i \delta o_i}{N \sigma_p \sigma_o}$$

donde:

$$\delta_p = P_{n+1} - O_n$$

$$\delta_o = O_{n+1} - O_n$$

σ_p y σ_o varianzas de δ_p y δ_o respectivamente.

4. RESULTADOS

La Fig. 1 muestra el histograma de los errores individuales (E_i) de todo el conjunto de datos considerados y las Figs. 1a y 1b indican los de las temperaturas máximas y mínimas pronosticadas respectivamente. En las Figs. 1 y 1b se observan que los errores individuales se distribuyen en forma cuasi normal alrededor del acierto presentando un máximo absoluto para el intervalo de 0.00 C a 1.00 C y otro secundario de -2.00 C a -1.00 C. En la Fig. 1a también se denota una distribución cuasi normal con dos máximos principales entre los intervalos 0.00 C a 1.00 C y 1.00 C a 2.00 C.

La tabla 1 muestra los promedios anuales de los errores medio (\bar{E}), absoluto medio ($|\bar{E}|$), cuadrático medio ($\bar{\xi}$) y cuadrático medio por persistencia (V), y del coeficiente de correlación entre la variación pronosticada y la variación observada (R) de ambos parámetros para el período considerado.

El error medio anual de las temperaturas mínimas indica una tendencia a pronosticarse las mismas demasiado bajas, no observándose lo mismo con las temperaturas máximas.

Los promedios anuales del error absoluto medio varían entre 1.60 C y 2.00 C mientras que los del error cuadrático medio se hallan entre

$\pm 2.20\text{ C}$ y $\pm 2.70\text{ C}$. Puede verse que en ambos casos los errores de las temperaturas mínimas a la noche son inferiores a los de la mañana. Los promedios anuales del error cuadrático medio por persistencia son para ambos parámetros de $\pm 3.40\text{ C}$, siendo superiores a los correspondientes errores cuadráticos medio.

El coeficiente de correlación entre la variación observada y la variación pronosticada es de 0.62 para las temperaturas máximas y de 0.63 y 0.73 para las temperaturas mínimas de la mañana y de la noche respectivamente.

La Fig. 2 representa la marcha anual del coeficiente de correlación entre la variación observada y pronosticada. Los mejores coeficientes de correlación se observan para las temperaturas mínimas de la noche en todos los meses del año, siendo mínimos en el mes de febrero. Los coeficientes correspondientes a las temperaturas máximas en general son inferiores presentando los mínimos valores en los meses de invierno.

La Fig. 3 representa la marcha anual del error medio. Las curvas indican que las temperaturas mínimas tienen una tendencia a darse demasiado bajas en todos los meses del año, especialmente en otoño e invierno, alcanzando el mínimo absoluto de -1.00 C en el mes de setiembre. En cambio, la curva correspondiente a la temperatura máxima indica que las mismas tienden a pronosticarse levemente bajas en primavera y verano y altas en las demás épocas del año. Estas singularidades podrían atribuirse, en parte, a una cierta inercia del pronosticador de subestimar la influencia que ejercen los procesos radiativos que se hacen más significativos en determinados meses del año.

La Fig. 4 indica la marcha anual del error absoluto medio. Se ve que

los errores de las temperaturas mínimas pronosticadas de la noche se mantienen inferiores a los de la mañana en el transcurso de todo el año, mientras que, los de las temperaturas máximas son mayores en primavera-verano y tienden a ser menores en otoño.

Las Figs. 5 y 6 representan las marchas anuales de los errores cuadrático medio y cuadrático medio por persistencia. Las curvas del error cuadrático medio por persistencia muestran una marcha anual definida y reflejan la influencia de la variabilidad interdiurna de ambos parámetros. Las curvas del error cuadrático medio acompañan a las de la persistencia y se mantienen debajo de las mismas en todos los meses del año.

En general, el error cuadrático medio por persistencia supera valores de ± 3.00 C, en todos los meses del año. Los mínimos se detectan en el mes de febrero para las temperaturas mínimas y en el mes de abril para las temperaturas máximas.

Finalmente, para evaluar si el método ha mejorado a través del tiempo, se graficaron las marchas temporales del error cuadrático medio y del coeficiente de correlación entre la variación observada y pronosticada para el conjunto de datos considerados, las cuales se muestran en las Figs. 7 y 8. En ambas figuras se observa una notable constancia a través de los años, siendo los valores promedio $\bar{\epsilon} = \pm 2.40$ C y $R = 0.64$. Dada la poca variación temporal de ambos parámetros, se infiere que el método sinóptico subjetivo que se emplea está agotado. Esto se verificó también mediante un test de significancia aplicado a ambas muestras. Los resultados obtenidos indican que existe una probabilidad del 95% de que el error cuadrático medio y el coeficiente de correlación estén comprendidos entre:

$$\pm 2.3^{\circ}\text{C} \leq \varepsilon \leq \pm 2.4^{\circ}\text{C}$$

y

$$0.62 \leq R \leq 0.66$$

De lo escrito anteriormente, se desprende que con el método sinóptico - subjetivo utilizado no puede esperarse un mejor grado de acierto en los pronósticos. Se estima que podría perfeccionarse mediante el apoyo de otras técnicas, como por ejemplo, el método sinóptico-estadístico (Malaka y Simonelli, 1982).

5. CONCLUSIONES

Los pronósticos de las temperaturas extremas superan la bondad del pronóstico por persistencia en todos los meses del año. El grado de acierto de los pronósticos de las temperaturas mínimas supera a los de las temperaturas máximas. Asimismo, las temperaturas mínimas pronosticadas de la noche son mejores que las de la mañana, dado que el período a pronosticarse es más corto. Habrá que recurrir a nuevas técnicas (datos, métodos, etc.) para disminuir el error de los pronósticos.

Agradecimientos

Se agradece al Dr. Erich Lichtenstein las sugerencias brindadas sobre el tema.

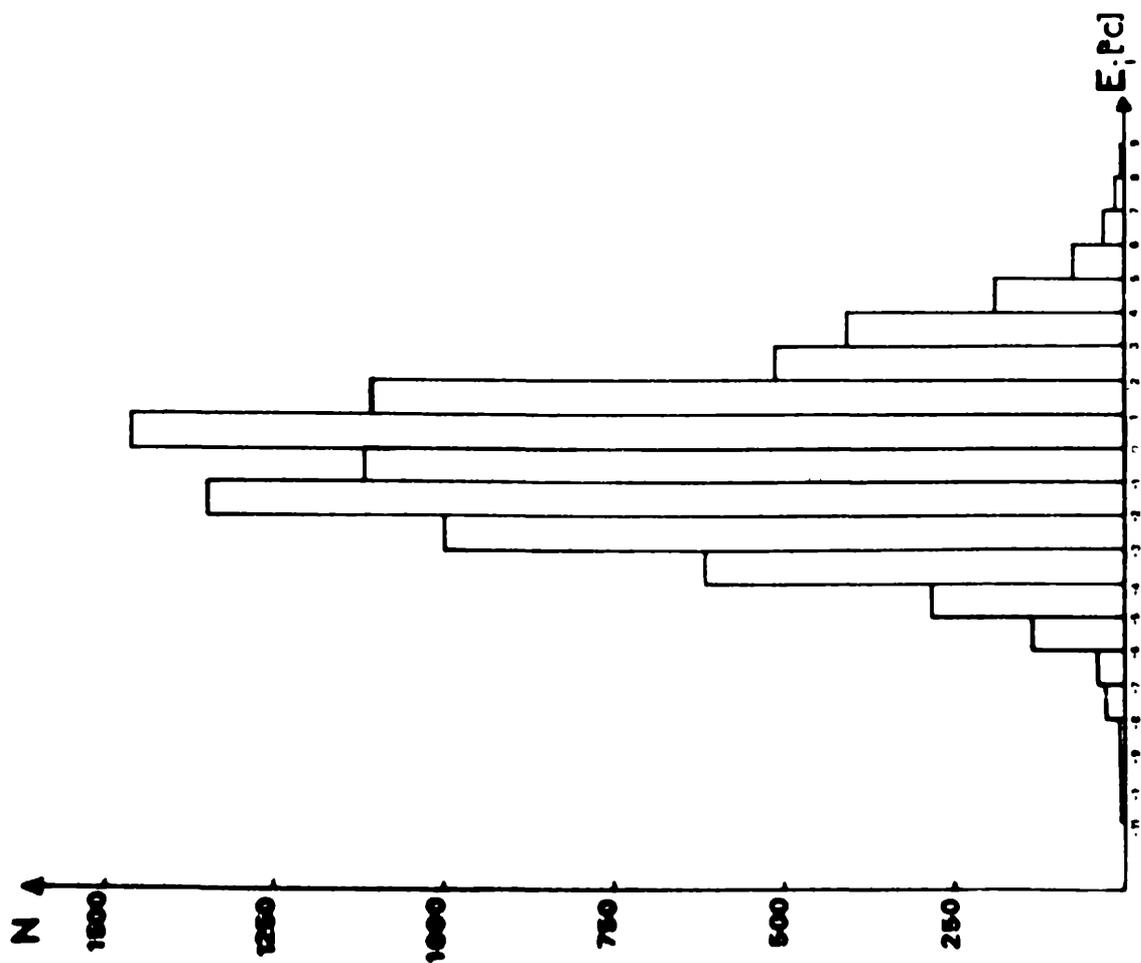
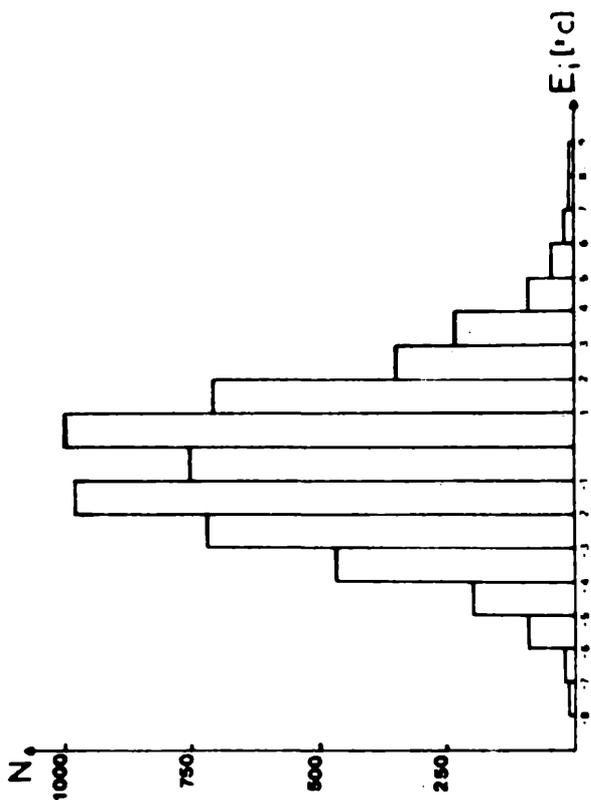
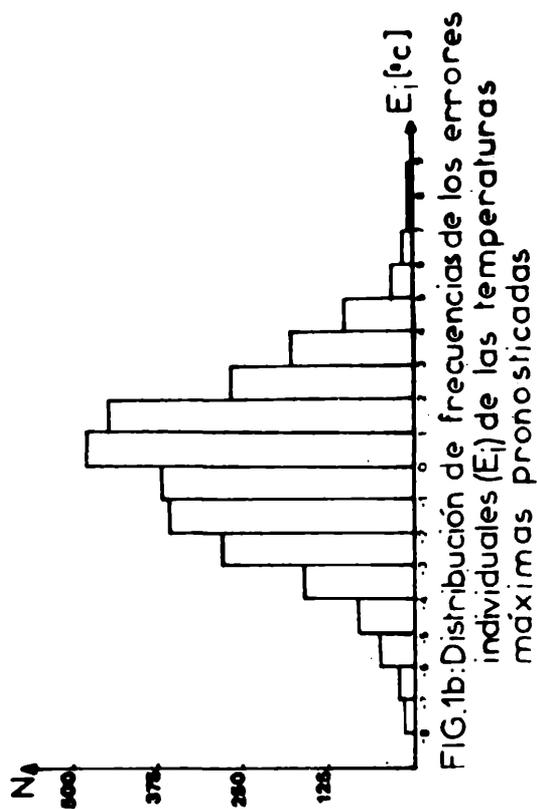
BIBLIOGRAFIA

Malaka I., Simonelli S., 1982; Pronóstico objetivo de la temperatura mínima para el Observatorio Central Buenos Aires, para el mes de julio. GEOACTAS, Vol. 11. No 2, 299-311.

Panofsky H., Brier G., 1968; Some applications of Statistics to Meteorology.

Promet, 1974; Vorhersageprüfung. Deutscher Wetterdienst. Heft 4.

Technical Note, 1972; Review of forecast verification techniques. W. M. O.



	EM	EM	EM	EM	RM
	(E)	(E)	(E)	(E)	(R)
TEMPERATURA MINIMA PRONOSTICADA (mañana)	-0.6	1.9	2.6	3.1	63
TEMPERATURA MINIMA PRONOSTICADA (noche)	-0.4	1.6	2.2		73
TEMPERATURA MAXIMA PRONOSTICADA	0.0	2.0	2.7	3.4	62

TABLA 1: Promedios anuales de los errores medio (E), absoluto medio (E), cuadrático medio (E) y cuadrático medio por persistencia (V) y del coeficiente de correlación entre la variación pronosticada y observada (R) de las temperaturas mínimas y máximas pronosticadas, para el Observatorio Central Buenos Aires (período 1974-1981)

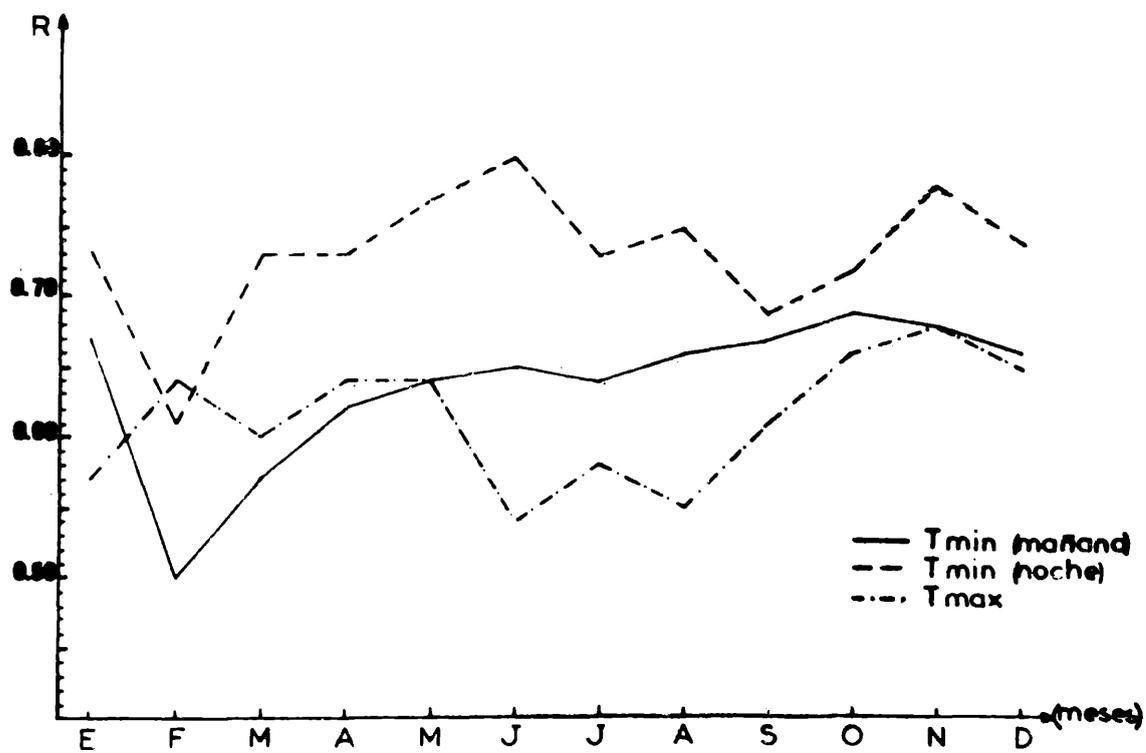


FIG. 2. Marcha anual del coeficiente de correlación entre la variación pronosticada y la variación observada de las temperaturas mínimas y máximas

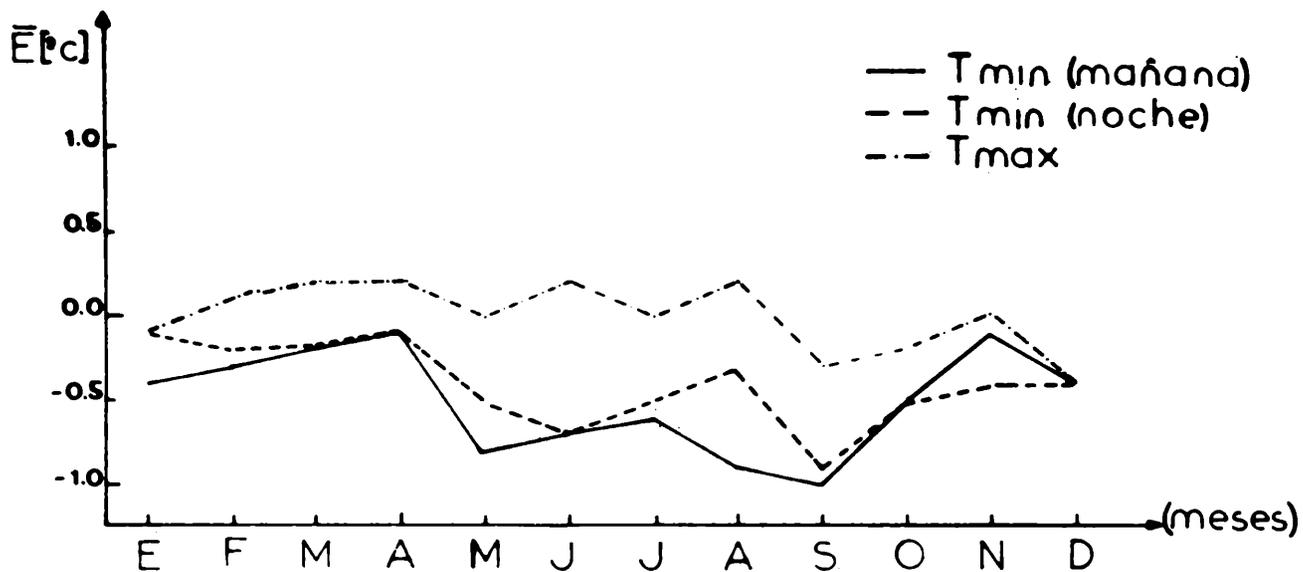


FIG.3:Marcha anual del error medio (\bar{E}) de las temperaturas mínimas y máximas pronosticadas

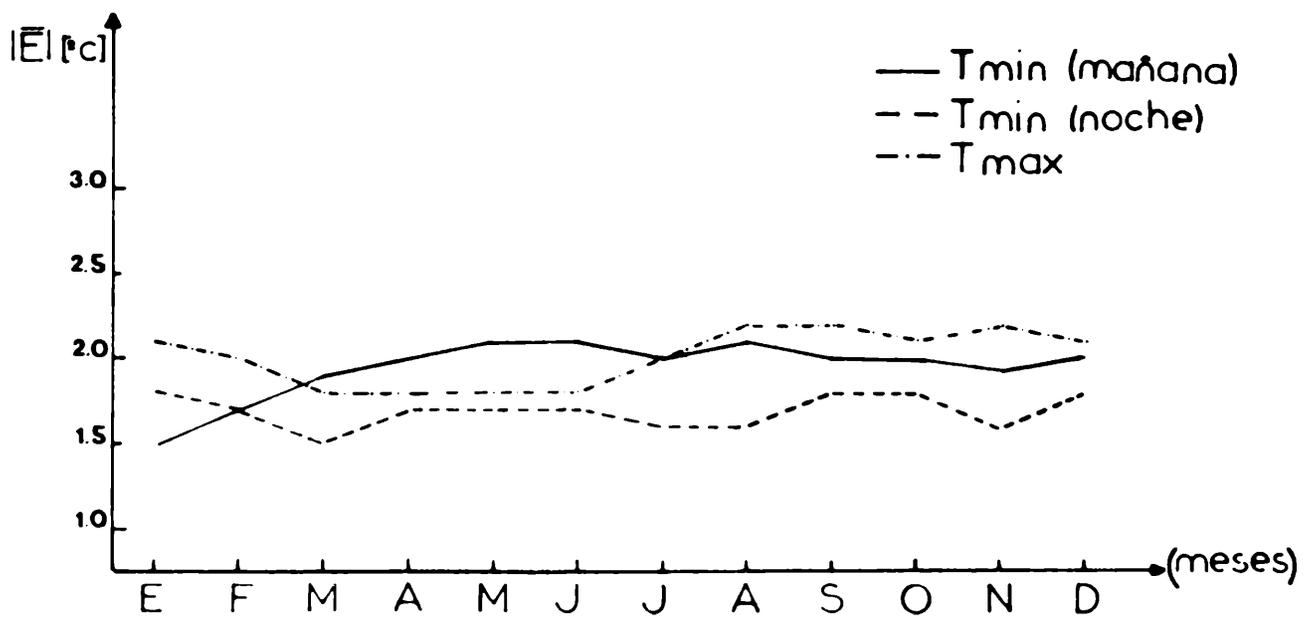


FIG.4 Marcha anual del error absoluto medio ($|\bar{E}|$) de las temperaturas mínimas y máximas pronosticadas

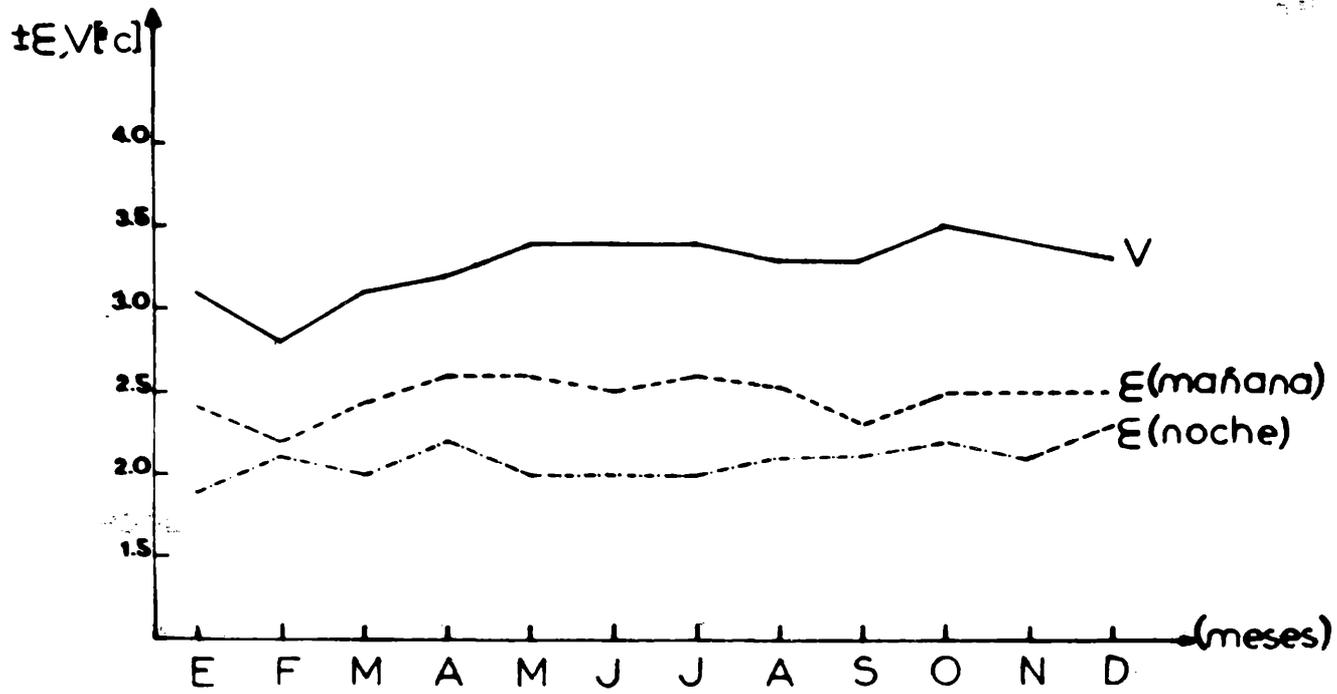


FIG. 5: Marcha anual de los errores cuadrático medio (E) y cuadrático medio por persistencia (V) de la temperatura mínima pronosticada

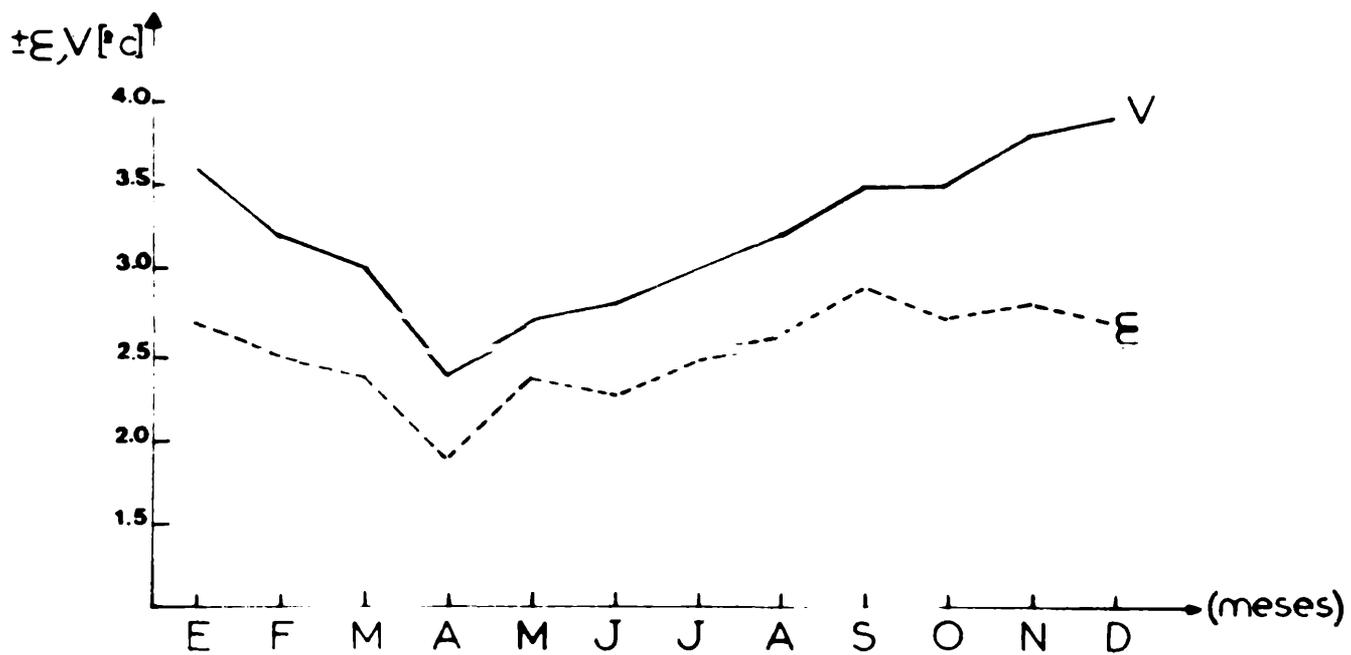


FIG. 6: Marcha anual de los errores cuadrático medio (E) y cuadrático medio por persistencia (V) de la temperatura máxima pronosticada

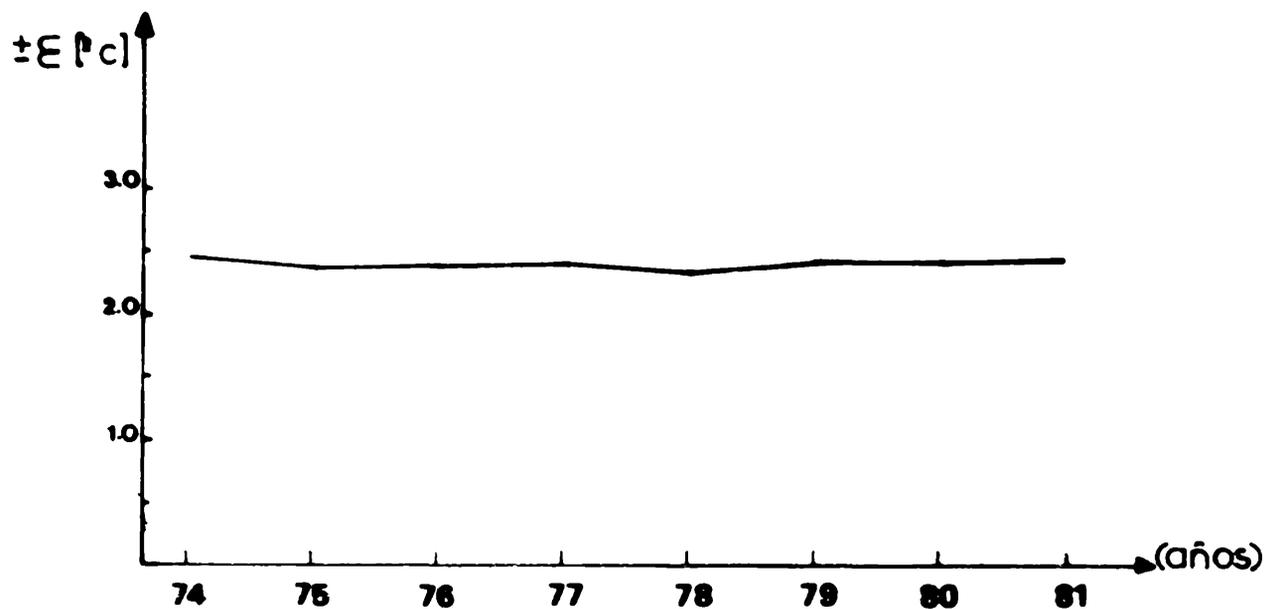


FIG. 7: Marcha temporal del error cuadrático medio de todo el conjunto de datos considerados

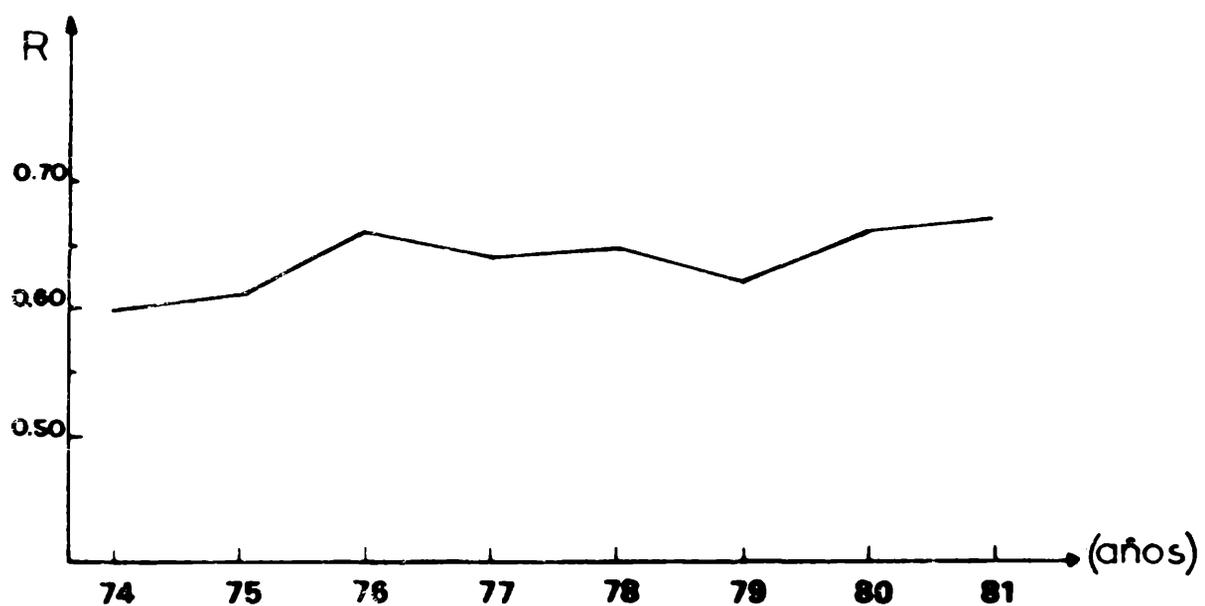


FIG. 8 : Marcha temporal del coeficiente de correlación entre la variación pronosticada y observada de todo el conjunto de datos considerados