



CONTRIBUCION Nro. 90



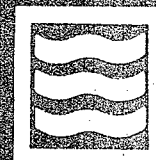
ANALISIS DE LA VARIANZA Y AUTOCORRELACION DE LA  
TEMPERATURA EN LA PROVINCIA DEL CHUBUT



LABRAGA, Juan Carlos



Centro Nacional Patagónico  
Consejo Nacional de Investigaciones  
Científicas y Técnicas



CENTRO  
NACIONAL  
PATAGONICO

# ANALISIS DE LA VARIANZA Y AUTOCORRELACION DE LA TEMPERATURA EN LA PROVINCIA DEL CHUBUT.

LABRAGA, Juan Carlos \*

## RESUMEN

Se realiza un análisis de la varianza y, complementariamente, un estudio de la autocorrelación de series temporales extensas de temperatura en puntos representativos de la provincia del Chubut, a fin de establecer la longitud mínima de una serie de observaciones que permita el cálculo de la temperatura media mensual con un nivel de significancia estadística dado.

Se encuentra que la temperatura media mensual puede ser estimada a partir de un período de cuatro años de observaciones tridiurnas, dentro de un intervalo de confianza de 1,5° C y con un nivel de significancia de 0,05, durante la mayor parte del año. El período de observaciones requerido debe ser más largo, entre 6 y 9 años, en las regiones costera y montañosa.

## ABSTRACT

An analysis of the variance and, complementary, an study of the autocorrelation of extended time - series of temperature in representative points of the Chubut province is performed. The purpose is to stablish the minimun extension of an observational series that permits the computation of the monthly mean temperature with a given level of statistical significance.

It is found that the monthly mean temperature can be estimated from four year of three - diurnal observations, withing a 1.5° C confidence interval and with a 0.05 level of significance during most of the year. The required observational period must be longer, between 6 and 9 years, in the coastal and mountains regions.

\* Investigador Adjunto (CONICET)  
Centro Nacional Patagónico (CONICET)  
28 de Julio Nro. 28 - (9120) Puerto Madryn - Chubut - Argentina.

ISSN 0325 - 9439	CONTRIBUCION Nro. 90	PUERTO MADRYN	Pags. 21	Agosto 1984
---------------------	-------------------------	------------------	-------------	----------------

## I. INTRODUCCION

Es un hecho ampliamente difundido que, en la planificación de una economía regional, el conocimiento de las componentes del clima y sus variaciones anuales e interanuales es un factor de extrema importancia para la toma de decisiones y el óptimo aprovechamiento de los recursos.

En particular, la temperatura del aire es una de las variables climáticas que más incide sobre las actividades humanas y las características del medio ambiente en regiones semiáridas.

Una de las actividades económicas de mayor envergadura en la provincia del Chubut es la producción de lana. En ella, la temperatura ambiente posee un efecto directo sobre la actividad metabólica del animal (Calvo, César A., 1978), e indirecto sobre la disponibilidad y salinidad del agua para consumo del ganado, debido a la evaporación desde las aguadas. Ambos factores afectan de un modo complejo la producción y la calidad de la lana.

Es también importante el conocimiento de las estadísticas de temperatura para la operación de oleoductos y gasoductos y para la estimación de valores extremos en el consumo de energía en calefacción y refrigeración, particularmente en zonas de grandes amplitudes térmicas diarias y estacionales. No está demás mencionar que esta componente del clima afecta sensiblemente otra de las actividades importantes de la región como lo es la turística.

Para dar respuestas adecuadas a los requerimientos de información que pudieran surgir de estas actividades, es necesario conocer previamente con qué grado de certidumbre es posible determinar los campos medios de temperatura utilizando la máxima información actualmente disponible.

El análisis de la varianza y el cálculo de la autocorrelación, empleados en el presente trabajo, son técnicas estadísticas que han sido ampliamente aplicadas (Corotis, R.B., 1976) para la caracterización de series temporales de distintas variables climatológicas.

En la sección II se describen la información y metodología utilizadas y los resultados obtenidos del análisis de la varianza de la temperatura en cinco localidades de la provincia del Chubut. La tercera sección es dedicada al estudio de la autocorrelación de las temperaturas medias anual y mensual a fin de detectar posibles fluctuaciones periódicas de las series más extensas de la región. En la última sección se infieren conclusiones acerca de los resultados obtenidos.

## II. ANALISIS DE LA VARIANZA DE OBSERVACIONES TRIDIURNAS DE TEMPERATURA.

Las fluctuaciones de las variables climatológicas de periodicidad diaria, estacional o mayor aún (ej.: bienal), de origen fundamentalmente astronómico, contribuyen a la variabilidad total de las mismas de un modo más bien determinístico. Es así que en una serie temporal sólo parte de la información puede considerarse estadísticamente independiente.

Los datos observacionales de temperatura provenientes del Servicio Meteorológico Nacional (SMN) y de otros organismos son en su mayor parte de carácter tridiurno o cuatridiurno. Para determinar la cantidad de observaciones independientes en un mes dado (ej.: número de observaciones tridiurnas independientes en un mes típico y para una localidad determinada) el procedimiento empleado ha sido



el que se detalla a continuación:

Puede demostrarse que la varianza  $\sigma_T^2$  del promedio  $\bar{T}$  de una muestra de M observaciones independientes de la variable aleatoria T, está relacionada con la varianza  $\sigma^2$  de T a través de la expresión (Panofsky, H.A. y Breir, G.M.; 1968) :

$$\sigma_T^2 = \sigma^2 / M \tag{1}$$

La variable aleatoria T puede ser el promedio diario, mensual o, como en el caso de las observaciones sinópticas tridiurnas, valores instantáneos, si no se toma en cuenta la inersia propia del instrumento.

Si aplicamos (1) para el caso de los promedios sinópticos tridiurnos  $\bar{T}_{3d}$  y mensuales  $\bar{T}_m$  tenemos que :

$$\sigma_T^2 = \sigma_{Tm}^2 / Mm = \sigma_{3d}^2 / M_{3d} \tag{2}$$

en donde Mm y  $M_{3d}$  es el número de datos mensuales y tridiurnos independientes.

De (2) resulta inmediatamente que el número de observaciones independientes  $\gamma$  en un mes típico es :

$$\gamma = M_{3d} / Mm = \sigma_{3d}^2 / \sigma_{Tm}^2 \tag{3}$$

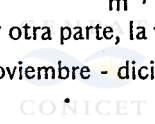
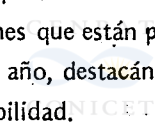
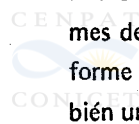
En el caso de la temperatura, existe una marcada variación cíclica conocida como marcha diurna, que contribuye significativamente a la varianza  $\sigma_{3d}^2$ . Por lo tanto, a la varianza de las observaciones tridiurnas  $\sigma_{3d}^2$  debemos sustraerle la varianza propia de la marcha diurna  $\sigma_{md}^2$  para que  $\gamma$  represente efectivamente el número de observaciones tridiurnas independientes por mes.

Utilizando las observaciones de temperatura de los años 1968 a 1975 correspondientes a seis estaciones del SMN en la provincia del Chubut, (sus nombres y ubicación geográfica se indican en la Tabla I del anexo) se computó la temperatura media mensual  $\bar{T}$  y las varianzas ya definidas  $\sigma_{3d}^2$ ,  $\sigma_{md}^2$ ,  $\sigma_m^2$ , para cada uno de los meses del año. Los resultados son presentados en las tablas 2 a 8 del anexo.

Como puede apreciarse, la varianza propia de la marcha diurna representa una parte significativa (entre 20 y 48 por ciento) de la varianza de las observaciones sinópticas, por lo que se requiere usar  $\sigma_{3d}^2 - \sigma_{md}^2$  en lugar de  $\sigma_{3d}^2$  en el cálculo de  $\gamma$  como se explicó anteriormente.

La varianza de la temperatura media mensual  $\sigma_m^2$  es una medida de la variabilidad interanual de la temperatura media de un mes dado. El comportamiento de ésta en las tres estaciones costeras difiere del observado en las estaciones del centro y del oeste del Chubut. En éstas últimas existe un máximo muy pronunciado entre diciembre y enero y un máximo secundario en el mes de julio, que toma un valor notable en la localidad de Esquel: No obstante, la variabilidad, definida como  $\sigma_m^2 / Tm$ , es máxima en el mes de julio. En las estaciones que están próximas a la costa, por otra parte, la varianza es más uniforme a lo largo de todo el año, destacándose solo el máximo de noviembre - diciembre, que es también un máximo para la variabilidad.

Un hecho común a todas las estaciones de la región es el mínimo de variabilidad interanual, que se



registra en el mes de septiembre. En general la variabilidad interanual es máxima en los meses de temperatura media extrema.

En las figuras 1a y 1b se muestra el número de observaciones tridiurnas independientes por mes  $\chi$ , calculado en la forma previamente indicada.

En promedio las estaciones costeras poseen entre 12 y 16 observaciones independientes sobre un total de 90 observaciones mensuales, con un valor máximo de 37 observaciones independientes en el mes de octubre para la localidad de Puerto Madryn. Las estaciones Paso de Indios y Gobernador Costa (y fuera de la provincia del Chubut, la estación Bariloche), poseen un comportamiento bastante semejante, con un promedio de 15 observaciones independientes por mes y un máximo de 35 en el mes de septiembre. Esquel se aparta de esta distribución anual con un promedio de 20 observaciones mensuales y grandes fluctuaciones que llegan hasta 62 observaciones para el mes de febrero.

Es sabido que la precisión con que es posible determinar el valor medio de una población a través de una muestra, depende de la extensión de la misma. Cuando el tamaño  $N$  de la muestra es grande (en la práctica para  $N > 30$ ) se puede utilizar la ley de distribución normal para determinar el valor de  $k$  tal que la probabilidad:

$$P(\bar{T}_m - k \sigma / \sqrt{N} \leq T_m \leq \bar{T}_m + k \sigma / \sqrt{N}) = 1 - \alpha \quad (4)$$

donde  $\alpha$  es el nivel de significancia y  $T_m$  el valor medio de la población.

Si se fija ancho del intervalo de confianza  $\beta = k \sigma / \sqrt{N}$ , una vez determinado  $k$  mediante tablas, podemos conocer  $N$  a través de la relación:

$$\bar{N} = (k \sigma / \beta)^2 \quad (5)$$

Utilizando la expresión (5) se calculó la cantidad  $N$  de observaciones tridiurnas necesaria para obtener la temperatura media de un mes dado con un nivel de significancia  $\alpha = 0,05$  y un intervalo de confianza  $\beta = 1,5^\circ\text{C}$  conocido el desvío standard de dichas observaciones  $\sigma_{3d}^2$ . Los resultados se presentan en la Tabla 9 del anexo.

Dividiendo el número total de observaciones  $N$  por la cantidad de observaciones independientes en un mes típico  $M$ , podemos obtener el número de años de observaciones requerido, para conocer la temperatura media de un mes con el intervalo de confianza y nivel de significancia considerados. Los resultados son presentados en las Figuras 2a y 2b.

Puede verse que en las estaciones de la costa el número de años es siempre inferior o igual a cuatro, excepto en noviembre donde llega a 6 en la localidad de Puerto Madryn. En las estaciones del oeste del Chubut solo los meses de diciembre y enero requieren más de cuatro años de observaciones llegando a 9 años para el mes de enero en la localidad de Gobernador Costa. Un máximo excepcional (13 años) se observa en la estación Esquel en el mes de julio.

Conviene notar que, según los datos de la Tabla 9, el tamaño de la muestra de observaciones tridiurnas  $N$  necesario es en algunos meses inferior a 30. Esto indicaría que se podría obtener una mejor estimación usando la distribución Student en lugar de la normal. Sin embargo, la primera depende del número de grados de libertad  $n = N - 1$ , por lo que no puede ser utilizada. Por otra parte, el error

estimado en el cálculo de N para el caso más desfavorable (Estación Gobernador Costa, mes de septiembre, N = 17) sería solo del 12 por ciento.

### III. AUTOCORRELACION DE LA TEMPERATURA MEDIA MENSUAL.

Hemos visto que la razón  $\gamma = \sigma_{3d}^2 / \sigma_m^2$  es una medida del número de observaciones sinópticas tridiurnas independientes en un mes típico, toda vez que se excluya de  $\sigma_{3d}^2$  la varianza propia de la marcha diurna  $\sigma_{md}^2$ .

Similarmente, la existencia de alguna tendencia interanual en la temperatura media mensual incrementaría significativamente la cantidad de años de observaciones independientes requeridos para la estimación de la temperatura media.

Para detectar la posible existencia de tal tendencia se procedió a calcular la autocorrelación normalizada de la temperatura media mensual:

$$R^*(\tau) = R(\tau) / R(0) \quad (6)$$

donde:

$$R(\tau) = \left[ \sum_i (T_i - \bar{T})(T_{i+\tau} - \bar{T}) \right] / N \quad (7)$$

siendo  $\tau$  el "lag" de la autocorrelación temporal.

Asimismo, para obtener una cota del período dentro del cual la autocorrelación es significativamente diferente de cero, se calculó el desvío standard de la autocorrelación  $\sigma_R$ . Es decir, si  $R^*(\tau) > 0$  y  $R^*(\tau) - \sigma_R > 0$  podemos afirmar que la autocorrelación es significativamente diferente de cero para ese valor de  $\tau$ .

La varianza de la función de autocorrelación puede ser aproximada por la expresión (Corotis, R.B. 1976, con referencia a Bendat y Piersol 1971):

$$\text{Var} [\hat{R}(\tau)] = \frac{2}{T} \int_0^T \hat{R}^2(\xi + \tau) \hat{R}(\xi - \tau) d\xi \quad (8)$$

En donde  $\hat{R}$  indica la estimación de la función de autocorrelación verdadera o autocorrelación calculada, T es un límite de integración finito. Además, en (8) se ha supuesto la simetría de  $\hat{R}$ .

Por otra parte, la varianza de la autocorrelación normalizada  $R^*$  se expresa como:

$$\text{Var} [R^*(\tau)] = \left\{ \text{Var} [\hat{R}^*(\tau)] - \text{Var} [\hat{R}(0)] E^2 [\hat{R}^*(\tau)] \right\} / \left\{ 1 + \text{Var} [\hat{R}(0)] \right\} \quad (9)$$

donde  $E^2$  es la esperanza matemática y  $\text{Var} [\hat{R}^*(\tau)]$  es la estimación de la varianza normalizada calculada según (8).

Para el cálculo de la autocorrelación se utilizaron series extensas de temperaturas medias mensuales entre 1901 y 1972, de cinco localidades de la Provincia del Chubut y de la localidad de Bariloche (ver Tabla I del anexo).

En las Figuras 3a y 3b se muestran las curvas de autocorrelación para la temperatura media anual en función del "lag", variando éste entre 1 y 18 años.

Puede apreciarse que en todas las localidades la autocorrelación normalizada toma valores inferiores a 0.25 al cabo de un año. En general cualquiera sea el valor de  $\tau$ , la autocorrelación normalizada de la temperatura media anual no toma valores que difieran de cero en más de un desvío standard.

Las estaciones Esquel, Sarmiento y Bariloche muestran una notable semejanza en el comportamiento de la autocorrelación. Es interesante observar que las seis series estudiadas presentan un mínimo relativo negativo a los seis años, que puede apreciarse más claramente en las estaciones del centro y del oeste del Chubut.

También se efectuó el cálculo de la autocorrelación normalizada y su desvío standard para la temperatura media de cada mes. Los valores de la autocorrelación son indicados en las Tablas 10 a 19. En las mismas se señala mediante un asterisco aquellos casos de autocorrelación que en valor absoluto son mayores que su desvío standard, y mediante un recuadro se señalan aquellos casos en que la autocorrelación normalizada es superior a 0.25.

Puede verse que existen algunos meses y ciertas localidades en que la autocorrelación con un "lag" de un (1) año podría considerarse significativa, así el mes de agosto en Bariloche y el mes de diciembre en Comodoro Rivadavia.

Asimismo, para un lag de 2 años la autocorrelación es localmente elevada en el mes de marzo en Comodoro Rivadavia y en el mes de julio en Trelew.

El mes de agosto presenta valores de autocorrelación negativos elevados en casi todas las estaciones para  $\tau = 3$  años. Esto también se refleja en la estación Camarones, cuyas estadísticas no se presentan por ser una serie muy discontinua.

Finalmente, es de destacar la significativa autocorrelación que presenta la temperatura media de abril para un "lag" de 10 años. Este hecho se observa también en la localidad de Camarones y, lejos de la región de estudio, en la serie de Cipolletti (estos últimos datos no son presentados en tablas).

#### IV. CONCLUSIONES

Del análisis de la varianza de las observaciones sinópticas de temperaturas de régimen tridiurno y suponiendo que el conjunto de series analizado es una muestra representativa de las distintas regiones del Chubut, se infiere que :

- a) Cuatro años de observaciones son suficientes en la mayoría de los meses del año, para garantizar que, con un 95 % de probabilidad, la temperatura media mensual estimada diferirá de la verdadera temperatura media en menos de 1,5° C.
- b) Las estaciones costeras requieren al menos 6 años de observaciones en el mes de noviembre, en tanto que las estaciones del centro y oeste del Chubut requieren entre 5 y 9 años en los meses de

diciembre y enero para obtener las temperaturas medias de los respectivos meses con los niveles de significancia e intervalos de confianza mencionados.

Del estudio de autocorrelación de la temperatura media mensual se infiere que :

- a) Si bien no se descarta totalmente la posible existencia de fluctuaciones interanuales de la temperatura media mensual con periodicidad de uno a cuatro años, éstas sólo ocurrirían aisladamente (tanto en el tiempo como en el espacio). Una excepción a lo dicho es el mes de agosto que presenta elevadas autocorrelaciones negativas para un "lag" de 3 años en toda la región. En este mes en particular podría requerirse más de 4 años de observaciones para la estimación de la temperatura media en el caso de que la varianza propia de estas fluctuaciones fuese no despreciable frente a la varianza total interanual.
- b) El mes de abril presente autocorrelaciones negativas elevadas para un "lag" de 10 años en las estaciones del este y centro del Chubut. Vale aquí también la observación final efectuada en el punto a).

#### BIBLIOGRAFIA.

**CALVO, C.A.; 1978.** Ovinos. Fac. de Agronomía, Univ. de Buenos Aires, 25 - 32.

**COROTIS, R.B.; 1976.** Stochastic Modelling of Site Wind Characteristics : Final Report. Department of Civil Engineering, North Western University, Evanston, Illinois 60201, USA, 1-135.

**PANOFSKY, H.A. y BRIER, G.W.; 1968.** Some Applications of Statistics to Meteorology. The Pennsylvania State University, USA, p. 210.

**BENDAT, J.S. y PIERSOL, A.G.; 1971.** Random Data : Analysis and Measurement Procedures. Wiley and Sons, New York.

**TABLA 1.** Ubicación de las estaciones meteorológicas del SMN utilizadas en los cálculos de varianza de la temperatura.

ESTACION	LATITUD	LONGITUD	ALTURA
Puerto Madryn	42°46' S	65°02' W	7 m
Trelew	43°14' S	65°18' W	39 m
Comodoro Rivadavia	45°47' S	67°30' W	61 m
Paso de Indios	43°49' S	68°53' W	460 m
Gobernador Costa	44°02' S	70°24' W	730 m
Esquel	42°54' S	71°21' W	568 m
Sarmiento	43°35' S	69°04' W	263 m
Bariloche	41°06' S	71°10' W	836 m

**TABLA 2.** Temperatura media mensual  $\bar{T}$  y varianzas tridiurnas  $\sigma_{3d}^2$ , de la marcha diurna  $\sigma_{md}^2$  y mensual  $\sigma_m^2$  (interanual) correspondiente a la estación Puerto Madryn. Temperaturas expresadas en °C y varianzas en (°C)<sup>2</sup>.

MES	$\bar{T}$	$\sigma_{3d}^2$	$\sigma_{md}^2$	$\sigma_m^2$
1	21,3	21,9	4,2	0,9
2	20,6	23,9	6,8	1,6
3	18,2	21,5	8,0	0,6
4	14,8	30,0	12,6	1,0
5	10,8	26,3	10,4	0,8
6	7,6	23,3	9,4	1,8
7	8,0	23,6	8,7	1,8
8	9,6	23,0	11,1	0,6
9	12,3	23,3	9,6	0,7
10	14,9	20,0	5,9	0,4
11	18,0	20,9	4,5	3,5
12	20,2	19,6	4,4	0,6

**TABLA 3. Idem Tabla 2 para la estación Trelew.**

MES	$\bar{T}$	$\sigma_{3d}^2$	$\sigma_{md}^2$	$\sigma_m^2$
1	21,4	27,9	6,9	0,7
2	21,1	29,9	10,2	1,6
3	18,3	29,9	10,9	0,9
4	14,4	34,6	15,9	1,3
5	10,0	29,1	12,3	0,8
6	6,5	25,8	10,6	1,6
7	7,1	26,7	10,9	1,8
8	8,8	29,3	13,9	1,1
9	12,3	28,9	13,0	0,6
10	15,1	29,1	8,7	1,2
11	18,2	25,2	6,4	2,5
12	20,6	25,4	5,8	1,6

**TABLA 4. Idem Tabla 2 para la estación Comodoro Rivadavia.**

MES	$\bar{T}$	$\sigma_{3d}^2$	$\sigma_{md}^2$	$\sigma_m^2$
1	19,3	22,8	4,5	0,9
2	18,9	24,4	6,0	2,2
3	16,7	23,4	6,6	1,0
4	14,0	24,1	6,9	1,2
5	9,4	22,7	5,0	1,9
6	6,9	18,4	3,9	1,8
7	7,0	19,2	3,5	1,7
8	8,4	20,4	5,3	2,2
9	11,2	19,4	6,2	0,7
10	13,8	21,6	4,9	1,3
11	17,0	19,9	3,9	1,8
12	18,8	20,7	3,7	2,2

**TABLA 5. Idem Tabla 2 para la estación Paso de Indios.**

MES	$\bar{T}$	$\sigma_{3d}^2$	$\sigma_{md}^2$	$\sigma_m^2$
1	19,0	29,0	9,4	3,7
2	18,7	33,4	13,1	1,3
3	16,2	30,6	13,3	1,0
4	12,4	28,1	10,8	1,4
5	7,6	24,5	7,5	0,6
6	4,7	22,5	5,4	1,8
7	4,8	26,8	5,6	2,1
8	6,4	23,2	8,7	1,6
9	9,7	23,1	11,0	0,3
10	12,6	25,7	9,7	1,5
11	16,3	24,6	8,8	1,0
12	18,4	27,0	9,4	3,0

**TABLA 6. Idem Tabla 2 para la estación Gobernador Costa.**

MES	$\bar{T}$	$\sigma_{3d}^2$	$\sigma_{md}^2$	$\sigma_m^2$
1	14,9	28,7	8,7	5,5
2	14,2	33,1	14,4	0,7
3	12,1	34,3	16,2	1,5
4	8,6	30,4	14,4	0,8
5	5,4	23,7	8,6	1,2
6	2,3	21,5	6,3	1,8
7	2,4	19,9	5,2	1,8
8	3,3	19,6	7,7	0,9
9	6,1	20,4	10,0	0,3
10	8,9	22,9	10,2	0,6
11	12,0	21,4	8,1	0,8
12	13,6	23,3	8,3	2,6



TABLA 7. Idem Tabla 2 para la estación Esquel.



MES	$\bar{T}$	$\sigma_{3d}^2$	$\sigma_{md}^2$	$\sigma_m^2$
1	14,9	24,1	8,3	2,7
2	14,5	58,8	14,3	0,7
3	12,4	34,3	15,1	1,5
4	9,1	29,6	13,3	1,3
5	5,6	25,3	7,8	1,2
6	1,9	23,6	4,3	1,2
7	1,8	81,7	3,7	7,6
8	3,5	20,5	7,5	0,8
9	6,2	20,8	9,2	0,4
10	8,5	22,9	8,0	1,8
11	12,7	20,9	7,4	0,3
12	13,9	24,5	6,7	4,1



TABLA 8. Idem Tabla 2 para la estación Bariloche.

MES	$\bar{T}$	$\sigma_{3d}^2$	$\sigma_{md}^2$	$\sigma_m^2$
1	15,0	26,6	8,9	4,8
2	14,3	33,3	14,1	0,6
3	12,0	35,0	17,3	0,7
4	8,3	36,1	17,8	0,7
5	5,7	21,8	7,5	0,4
6	2,8	16,7	13,8	1,1
7	2,6	16,3	3,5	1,8
8	3,2	16,5	5,9	0,4
9	5,5	19,2	8,7	0,3
10	8,0	23,8	8,8	1,7
11	11,6	21,3	7,6	0,9
12	13,4	24,5	7,6	3,5



**TABLA 9.** Número total de observaciones tridiurnas necesarias para obtener la temperatura media de un mes dado con un nivel de significancia  $\alpha = 0,05$  y un intervalo de confianza  $\beta = 1,5^\circ\text{C}$ .

	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Puerto Madryn	30	29	23	30	27	24	25	20	23	24	28	26
Trelew	36	34	32	32	29	26	27	26	27	35	32	33
Comodoro Rivadavia	31	31	29	29	30	25	27	26	23	28	27	29
Paso de Indios	33	35	29	29	29	29	36	25	21	27	27	30
Gobernador Costa	34	32	31	27	26	26	25	20	18	22	23	26
Esquel	27	76	33	28	30	33	133	22	20	25	23	20
Bariloche	30	33	30	31	24	22	22	18	18	26	23	28

**TABLA 10.** Autocorrelación normalizada de la temperatura media mensual para un "lag"  $\tau = 1$  año.

	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Puerto Madryn	13	-6	12	-11	6	14	14	-12	0,6	21	3	31
Trelew	9	3	7	-12	21	17	18	-8	6	4	-5	14
Comodoro Rivadavia	-13	9	-2	20	5	-7	-26	-19	-7	3	13	30*
Sarmiento	2	13	9	-10	14	5	-5	-18	-6	-14	-13	18
Esquel	-7	7	23	5	24	7	17	9	5	0,7	-23	7
Bariloche	2	10	-4	18	-2	10	-0,5	28*	16	-6	26	29

TABLA 11. Idem Tabla 10, para  $\tau = 2$  años.

	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Puerto Madryn	16	8	-16	6	0,2	-0,5	22	-2	-22	12	3	5
Trelew	3	0,4	-22	22	12	4	35*	1	-16	12	-2	-4
Comodoro Rivadavia	0,5	12	-43*	29	-10	-7	19	25	-24	28	-5	4
Sarmiento	0,1	0,8	-7	17	-4	-5	30	12	-17	-14	-4	-5
Esquel	-4	3	-3	-4	12	2	-7	17	17	-4	2	-3
Bariloche	6	-10	-19	22	12	0,6	15	8	6	-8	25	21

TABLA 12. Idem Tabla 10, para  $\tau = 3$  años.

	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Puerto Madryn	7	-17	-25	12	4	34	9	-44*	-6	13	9	-21
Trelew	15	-14	-15	16	7	34*	-0,6	-29*	1	-0,5	-4	-5
Comodoro Rivadavia	0,8	-3	4	30*	3	18	-45*	-29*	9	5	-7	-11
Sarmiento	-8	-3	12	19	6	-3	3	-29*	3	10	-6	-11
Esquel	-9	-2	-7	5	30	4	2	-21	-7	21	-11	-28
Bariloche	-13	-0,9	8	28*	7	23	11	-21	6	2	9	12

TABLA 13. Idem Tabla 10, para  $\tau = 4$  años.

	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Puerto Madryn	-5	4	-3	14	-12	16	13	-14	18	8	-2	-8
Trelew	-19	-5	2	-2	-7	19	17	-18	19	9	-12	-15
Comodoro Rivadavia	-7	-17	23	-7	-25	-38*	24	12	5	18	2	-9
Sarmiento	2	-17	25	-11	-35*	1,8	14	4	19	-6	24	-11
Esquel	-6	18	12	-11	-11	-5	27	-12	4	11	21	-15
Bariloche	-3	10	1	-0,9	-16	5	7	-1	8	5	27	22

**TABLA 14. Idem Tabla 10, para  $\mathcal{T}=5$  años.**

	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Puerto Madryn	11	12	-5	-3	9	-0,9	12	6	3	3	15	7
Trelew	-4	-5	1	9	14	-5	11	8	9	-12	12	8
Comodoro Rivadavia	7	-31	22	1	10	-32*	-23	-6	-9	-28*	12	3
Sarmiento	8	-7	19	17	-20	-15	-8	0	-7	-21	12	14
Esquel	4	11	9	20	27	-34	8	3	-24	-14	-15	-4
Bariloche	11	6	8	-3	3	-4	12	-1	-17	-23	12	29

**TABLA 15. Idem Tabla 10, para  $\mathcal{T}=6$  años.**

	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Puerto Madryn	2	0,9	6	-24	14	15	4	26	-36*	4	2	23
Trelew	-3	5	-12	-23	17	12	19	19	-27*	-0,7	-6	20
Comodoro Rivadavia	8	-19	-15	-4	-2	14	46*	-10	-9	1	3	3
Sarmiento	-8	-25	12	-11	-3	7	10	8	-18	13	-6	-12
Esquel	2	19	10	8	14	2	5	34	20	5	4	1
Bariloche	6	30*	4	8	4	32	3	9	3	11	17	17

**TABLA 16. Idem Tabla 10, para  $\mathcal{T}=7$  años.**

	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Puerto Madryn	11	7	-9	6	3	13	27*	0,3	-4	17	33*	14
Trelew	-10	2	-15	2	12	19	22	8	1	-8	14	-6
Comodoro Rivadavia	-12	16	-19	-24	-18	6	-16	16	-12	-18	25	-7
Sarmiento	-15	-1	-10	-19	-20	-7	-0,7	31*	4	13	15	-7
Esquel	8	-5	3	-2	-9	2	2	9	-14	-2	-10	4
Bariloche	-14	-12	-16	4	-19	2	4	25*	13	8	13	15

TABLA 17. Idem Tabla 10, para  $\tau = 8$  años.

	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Puerto Madryn	12	-5	19	-12	9	1	-12	-11	19	-3	11	7
Trelew	-12	8	12	-2	16	-7	3	-18	11	-25*	5	6
Comodoro Rivadavia	4	-8	-2	-40*	-0,8	4	2	-38*	10	-26	7	6
Sarmiento	1	3	-4	-13	16	20	-21	-32	0,1	-14	12	4
Esquel	-20	-1	6	15	3	-5	-6	1	2	-15	-0,4	21
Bariloche	8	0,2	-9	6	2	-4	-15	6	11	-6	17	22

TABLA 18. Idem Tabla 10, para  $\tau = 9$  años.

	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Puerto Madryn	-7	-1	15	-4	4	21	0	-15	5	-5	-1	-22
Trelew	-19	3	20	12	16	20	-3	0	8	-10	-9	-18
Comodoro Rivadavia	12	-9	34	-13	6	37*	-19	18	-7	6	-4	-17
Sarmiento	9	14	11	-14	2	16	-17	9	-18	6	-18	0,4
Esquel	-20	12	12	4	-1	17	-13	-23	6	1	-9	6
Bariloche	-2	20	13	8	-1	22	-15	-33*	21	16	11	24

TABLA 19. Idem Tabla 10, para  $\tau = 10$  años.

	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Puerto Madryn	0,3	0,9	6	-28*	9	7	-22	2	-13	-6	13	-10
Trelew	-16	16	-5	-32*	8	12	4	-13	-7	-5	5	1
Comodoro Rivadavia	-9	28	2	59*	16	7	10	-29	11	-20	-15	7
Sarmiento	5	17	13	-28	1	-2	-27	0,6	-9	2	3	-1
Esquel	-4	-19	7	-15	19	0,5	-12	3	4	4	-7	-13
Bariloche	20	6	23	-10	-5	5	-13	-16	-5	-10	9	15

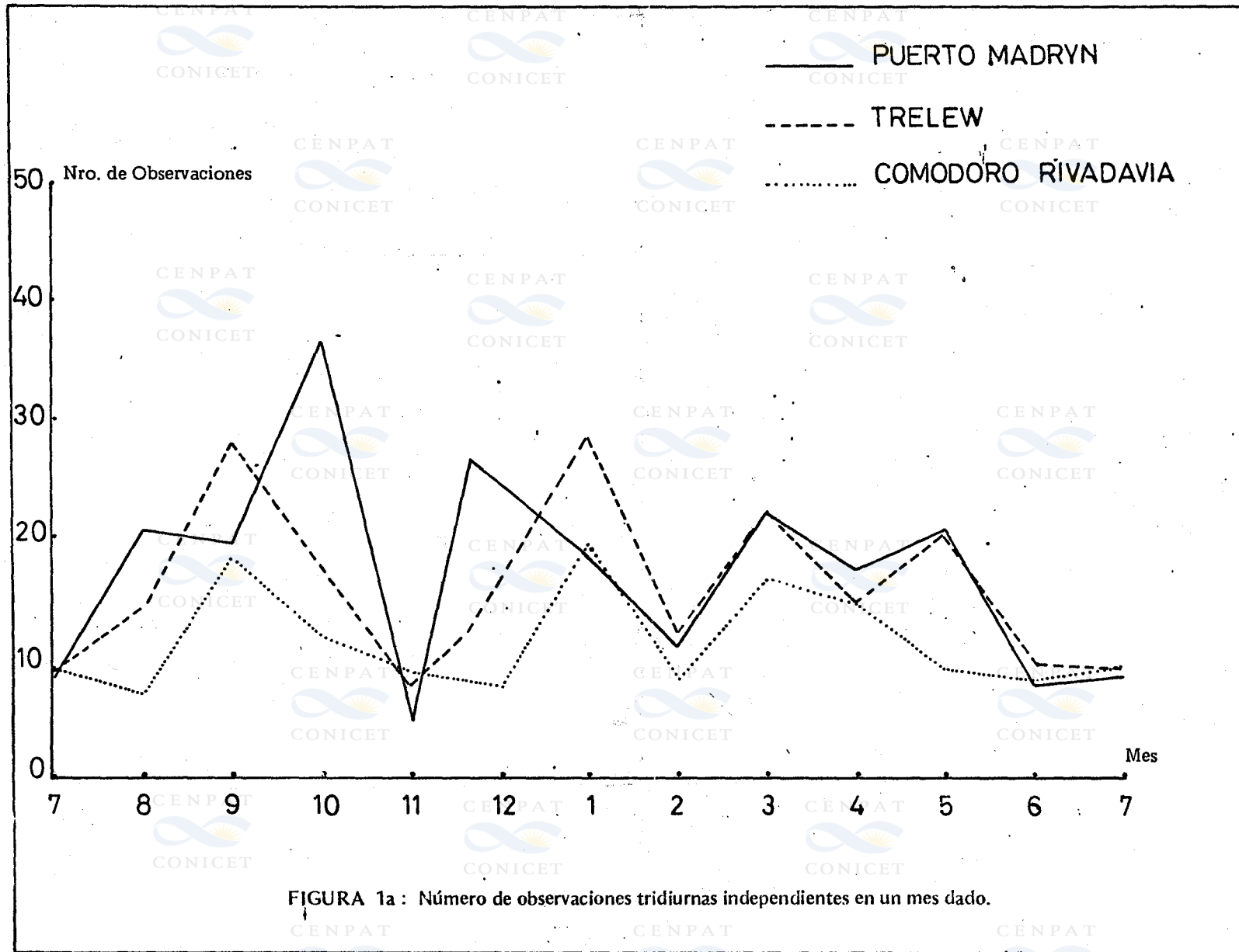


FIGURA 1a : Número de observaciones tridurnas independientes en un mes dado.

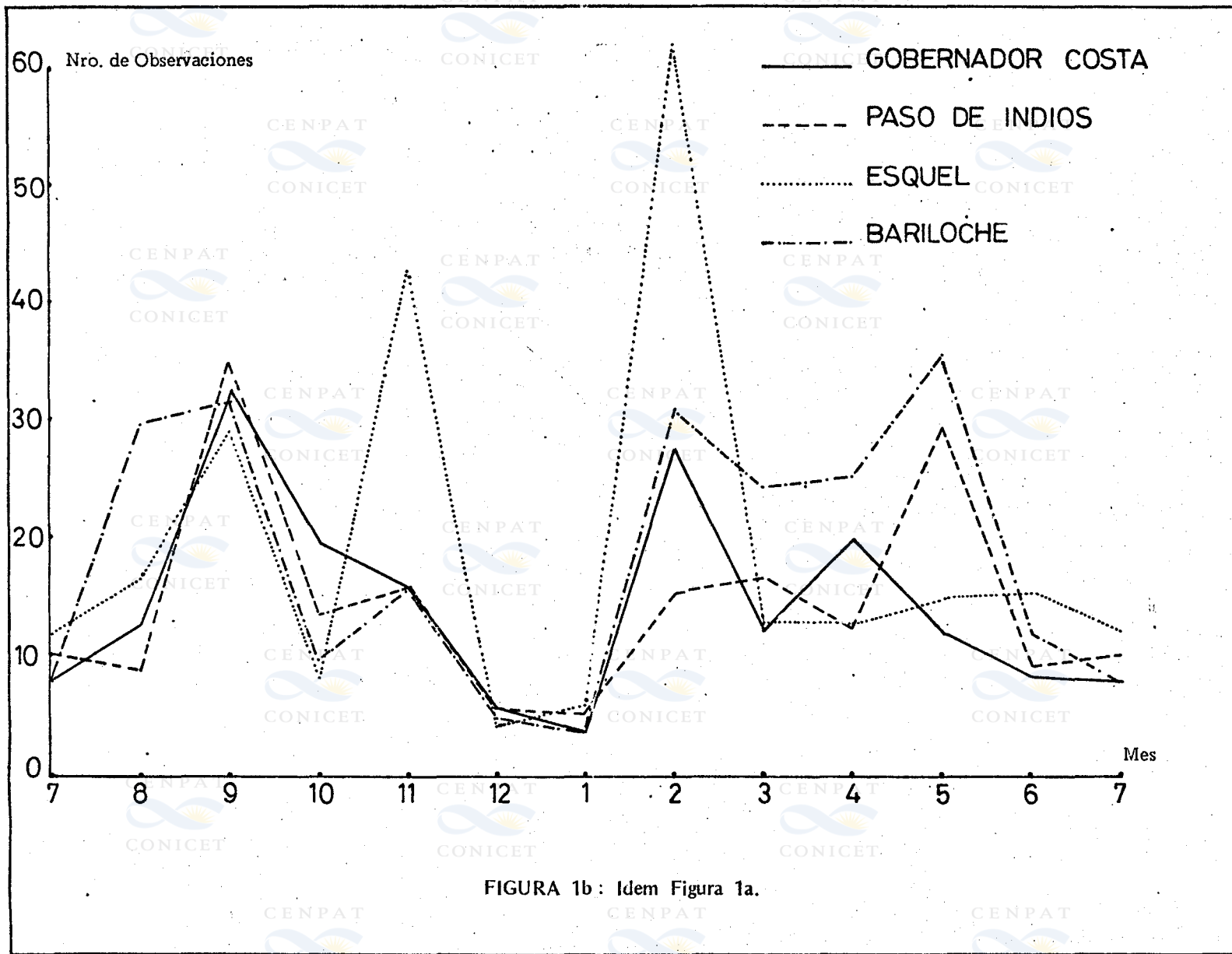


FIGURA 1b : Idem Figura 1a.

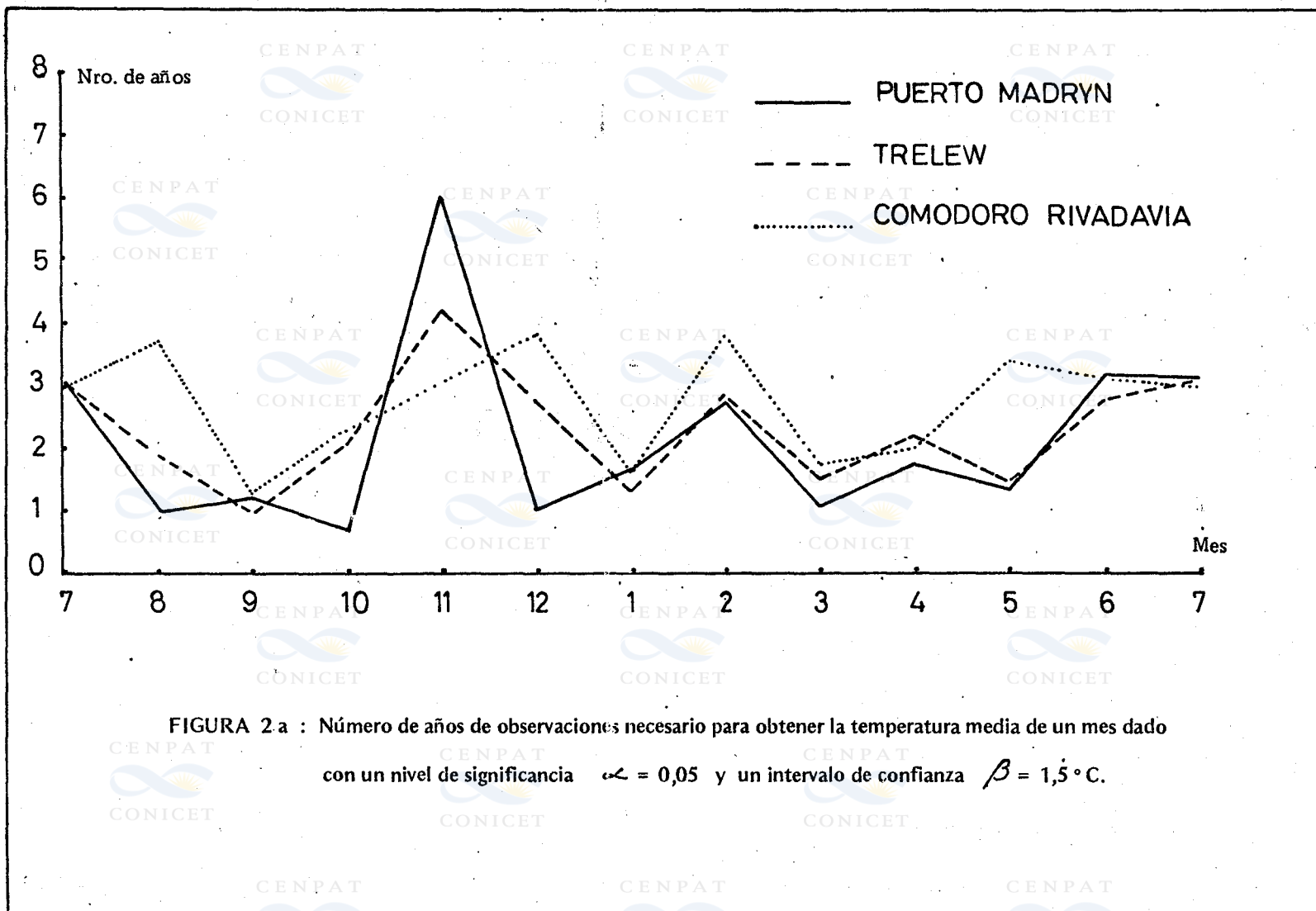


FIGURA 2.a : Número de años de observaciones necesario para obtener la temperatura media de un mes dado con un nivel de significancia  $\alpha = 0,05$  y un intervalo de confianza  $\beta = 1,5^\circ\text{C}$ .

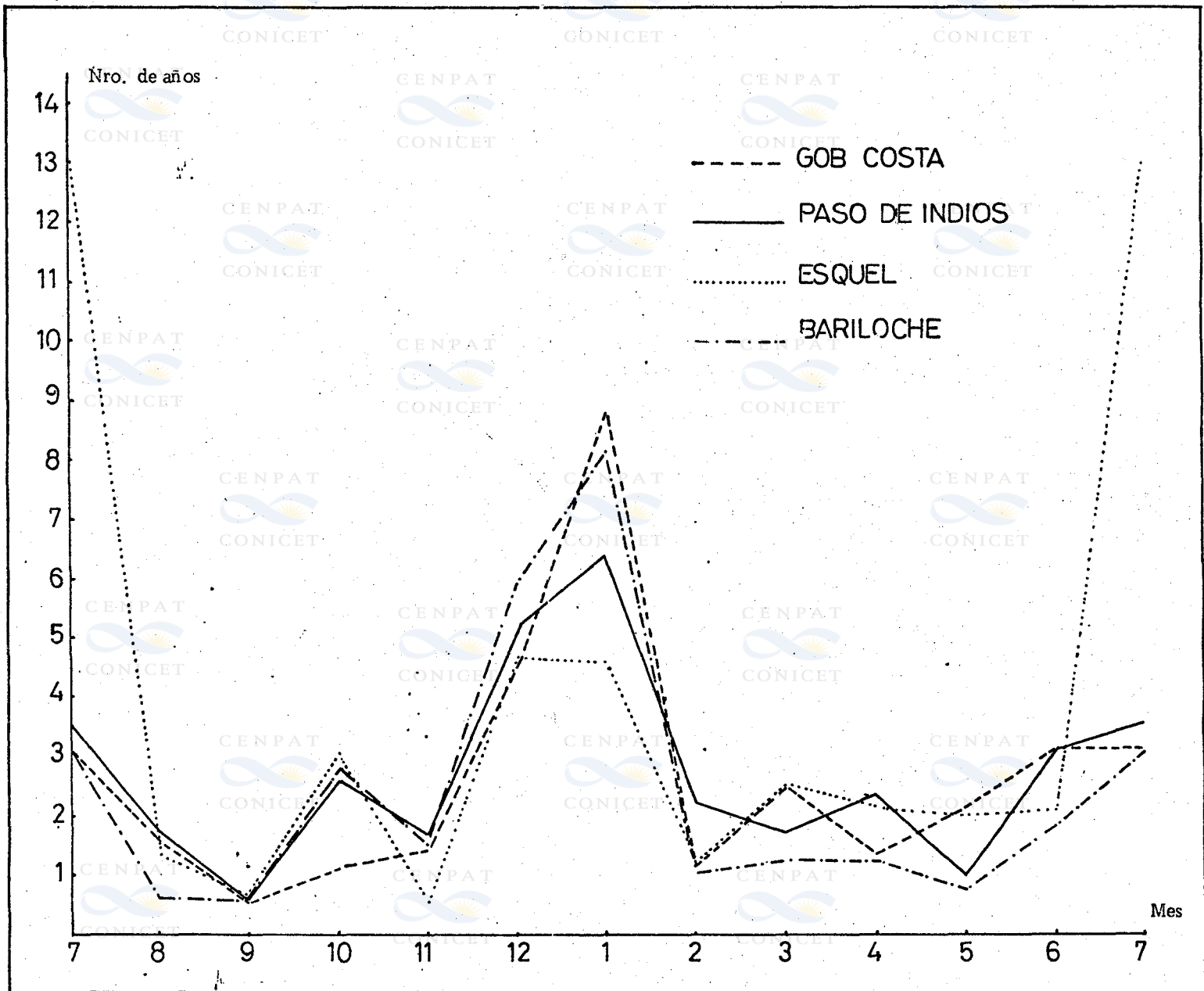


FIGURA 2 b : Idem Figura 2 a.

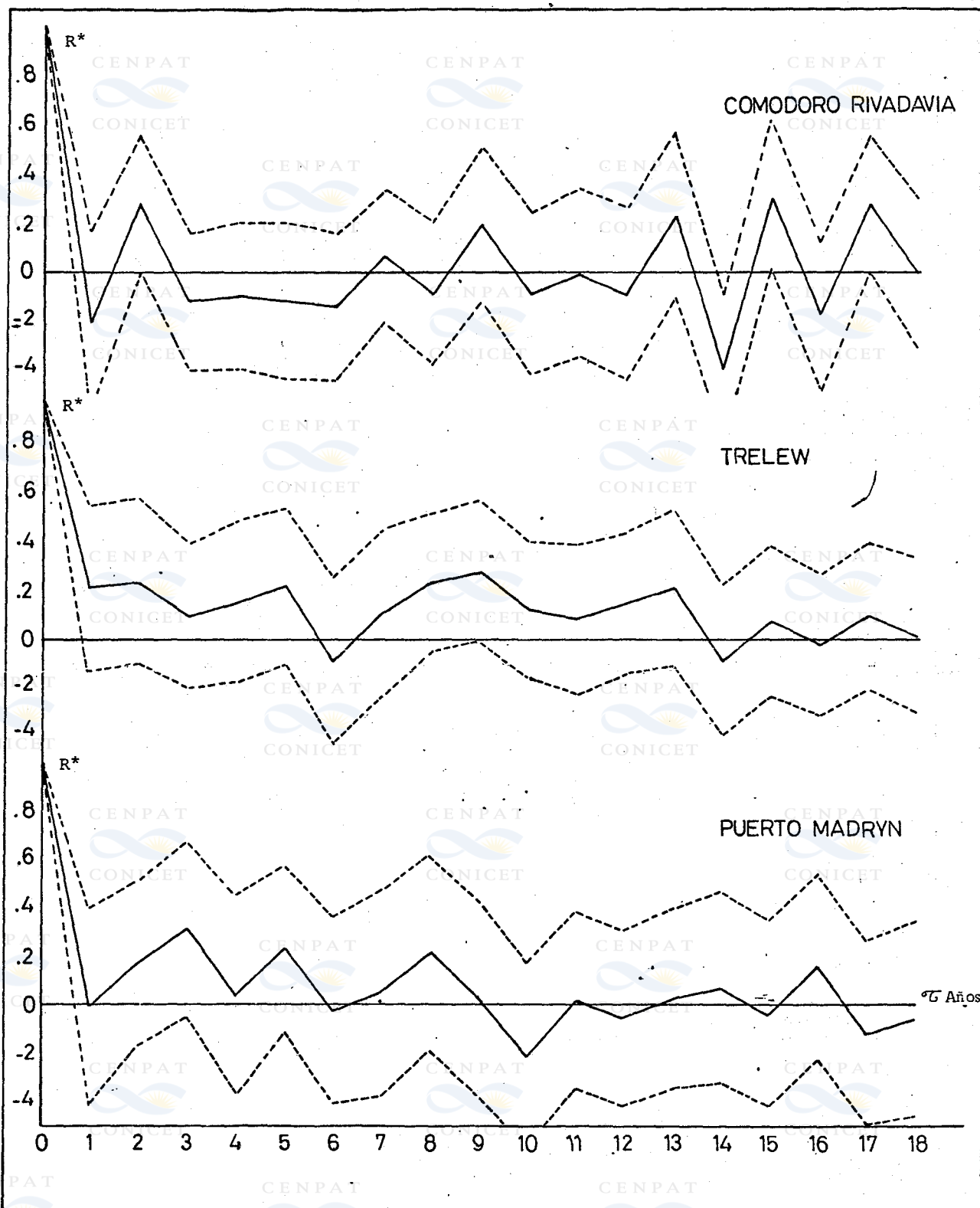


FIGURA 3 a : Autocorrelación normalizada  $R^*$  de la temperatura media mensual.

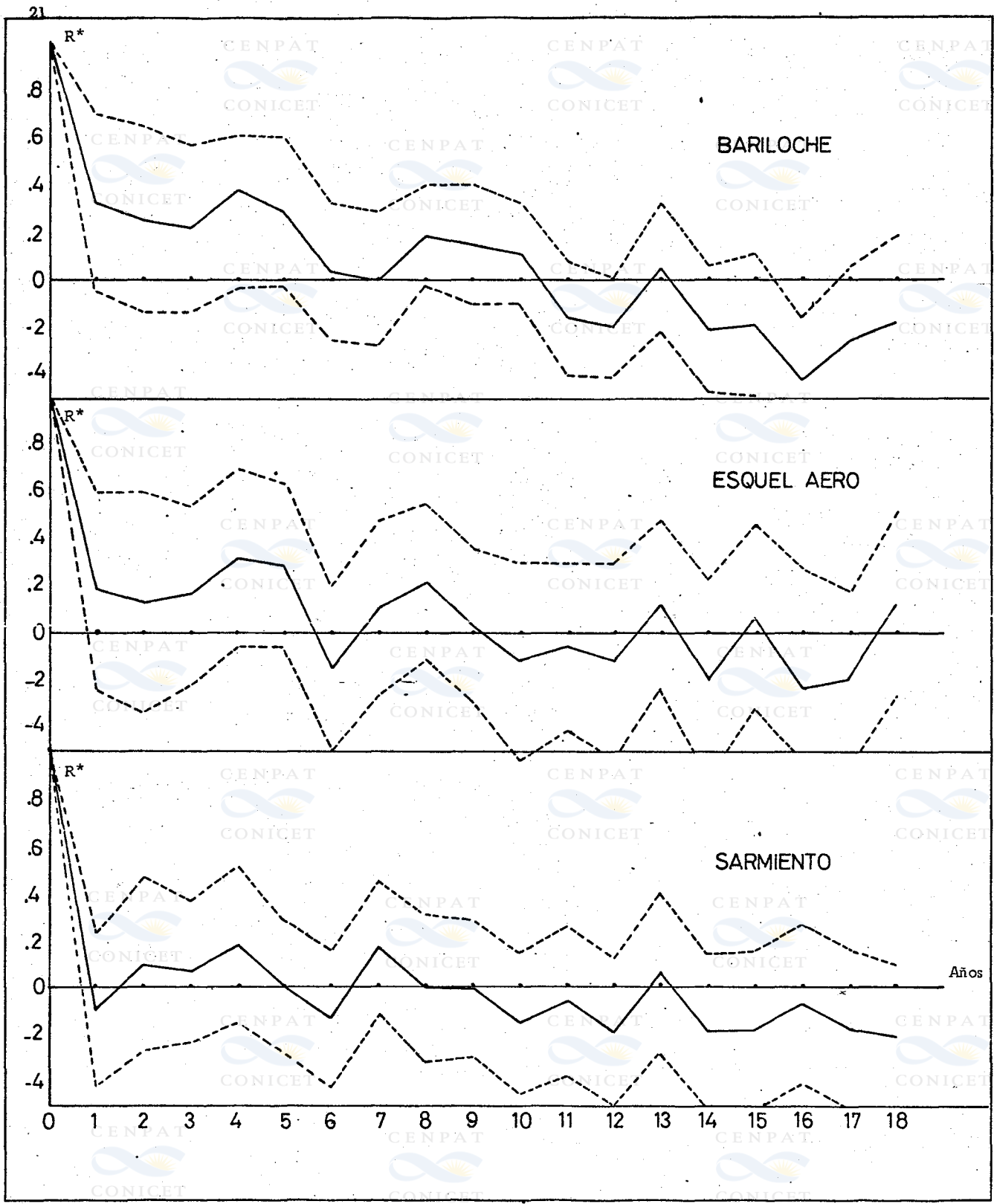


FIGURA 3 b : Idem Figura 3 a.

## CENTRO NACIONAL PATAGONICO

**Director :** Lic. CICILEO, Hernán David.

**Director del Programa Ecología de Zonas Áridas y Semiáridas:** Lic. GARRIDO, José Luis

**Director del Programa Física Ambiental:** Dr. BARROS, Vicente Ricardo

**Director del Programa Biología Marina:** Lic. ZAIXSO, Héctor Eliseo

### **Comité Asesor de Publicaciones:**

Geol. BELTRAMONE, Carlos

Ing. ESTEVAN, Eduardo Arturo

Dr. GOSZTONYI, Atila E.

GARCIA BARROS, Liliana (Biblioteca)

Lic. ORTEGA, Pedro Horacio (Coordinador)

### **Comité Asesor de Evaluación:**

Ing. ANDERSON, David

Dr. ANGELESCU, Víctor

Dr. ASENSI, Aldo

Lic. BERRI, Guillermo

Dr. BOSCHI, Enrique

Dr. CEREZQ, Alberto

Dr. MENNI, Roberto

Dr. RONDEROS, Ricardo

Dr. SCHNACK, Juan

Ing. SORIANO, Alberto

Dr. VARGAS, Walter M.

Dr. ORIAN, Gordon

### **Servicio de Canje:**

Sra. Liliana García Barros

Jefa Biblioteca

28 de Julio Nro. 28

(9120) - Puerto Madryn - Chubut

### **Envío de manuscritos:**

Lic. Pedro Horacio Ortega

Servicio Centralizado de Publicaciones

28 de Julio Nro. 28

(9120) - Puerto Madryn - Chubut



## **INFORMA**

### **EL COMITÉ ASESOR DE PUBLICACIONES**



El Comité Asesor de Publicaciones pone en conocimiento de los autores y usuarios las categorías de publicaciones editadas por el Centro Nacional Patagónico :



**CONTRIBUCION**

**BOLETIN**

**PUBLICACIONES ESPECIALES**

**MISCELANEAS**



La serie **CONTRIBUCION** continuará con la misma numeración asignada desde su creación. Esta serie deberá ajustarse a las Normas previstas para la preparación de originales, distribuída oportunamente.

En el caso de las categorías **BOLETIN**, **PUBLICACIONES ESPECIALES** y **MISCELANEAS**, se recomienda respetar, en su mayor medida, las mencionadas Normas.

