

TIPIFICACION DE LOS CAMPOS BARICOS DE SUPERFICIE PARA JULIO 1972 A 1977.
ANALISIS POR COMPONENTES PRINCIPALES NO-ROTADAS

Rosa Hilda Compagnucci
Instituto Argentino de Nivología y Glaciología
Conicet, Mendoza

Walter Mario Vargas
Departamento de Meteorología - F.C.E.y N. - UBA
Conicet, Buenos Aires

RESUMEN

Se analizaron los resultados de la tipificación de campos de presión de superficie para 12Z en el cono sur de Sudamérica. La muestra usada correspondió al mes de julio para los años 1972 a 1977. La matriz de entrada fue del modo-T. Ocho factores fueron retenidos para analizar los modelos resultantes. A partir de ellos y sus inversos se obtuvieron 16 prototipos, los cuales representaron los grupos donde se incluyeron los campos diarios, previa clasificación. La solución que brindaron las componentes principales no-rotadas tendieron a configurar una matriz de estructura simple, dado que se dieron pocos casos clasificables en más de un grupo. El prototipo que explicó mayor cantidad de varianza es idéntico al campo medio, el siguiente en este orden es aquel en que un anticiclón penetra por la Patagonia y su influencia abarca el área de estudio.

ABSTRACT

The results of typing the surface pressure fields (12Z) in the south part of South America were analyzed. The set used corresponds to July, 1972-1977. The T-mode was selected for the input matrix. Eight factors were retained to analyze the resulting patterns; sixteen prototypes were obtained through them and their inverses, which represent the clusters with the daily fields, previously classified.

Due to the few classifiable cases in more than one cluster, the results given by the non-rotated PCs gave shape to a simple structured matrix. The prototype which explains most of the variance is identical to the mean field; the following one is that in which an anticyclone is over Patagonia and its influence covers the studied area.

1. INTRODUCCION Y DATOS

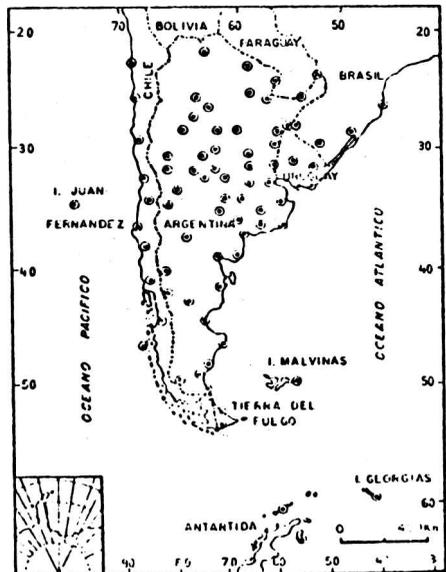
El objetivo de este trabajo es hallar y analizar los modelos de campos b́aricos de superficie para el mes de julio. Se presenta aqú el resultado de emplear componentes principales no-rotadas (CPs). Compagnucci, Fornero y Vargas (1984) discutieron diversas metodologías utilizables con este fin, y concluyeron que las CPs son las que mejor se adaptan al objetivo fijado.

La caracterizaci3n de las situaciones sin3pticas se realiza empleando una matriz de entrada del modo-T. Esto fue analizado en el trabajo de Vargas y Compagnucci (1983a) luego de estudiar los resultados de la aplicaci3n de CPs no-rotadas, a modelos de campos b́aricos, en dos formas de matriz de entrada, modo-S y modo-T.

Los datos utilizados en este trabajo fueron extraídos de los mapas sin3pticos de superficie (hora 12Z) elaborados en la Central de Análisis del Servicio Meteorol3gico Nacional. La muestra corresponde a 186 d́as pertenecientes al mes de julio, desde 1972 a 1977. En la elecci3n de los ańos, que resultaron ser consecutivos, se tuvieron en cuenta dos factores fundamentales: a) mayor informaci3n meteorol3gica disponible para estudios complementarios, tales como fotos de sat3lite, datos en la estaci3n Puente del Inca (importantes para la relaci3n con la nieve en cordillera) y radio sondeos; y b) variabilidad de las fenomenologías asociadas a la muestra, en especial las precipitaciones nivales. En el lapso 1972-1977 se registr3 en este fen3meno una gran variabilidad interanual.

La red de trabajo se form3 con las 81 estaciones de medici3n que figuran en el mapa 1. De esta manera, se construy3 una matriz del modo-T, de 186 variables (d́as) y 81 observaciones (valores en las estaciones).

Para los casos en los cuales no figura consignado el valor de la presi3n en la estaci3n, 3stos fueron interpolados a partir del campo b́arico. Vargas y Compagnucci (1983b) mostraron que la red estudiada proporciona informaci3n redundante. Debido a esto se consider3 que la interpolaci3n de valores en los casos de datos faltantes no modificaría en forma significativa los resultados, en espe-



Mapa 1: Enejeado

cial si aquélla se hace teniendo en cuenta la configuración b́arica.

2. METODO

Se utilizó como matriz de entrada, una matriz de correlación o covarianza normalizada (186 x 186) ya que de acuerdo con Richman (1981) la utilización de una matriz de covarianza (no normalizada) podría afectar la posición de los centros sinópticos al dar distinto peso a cada punto de la red (estación).

El cálculo de los "factor loadings" (f_{1s}) se realizó mediante el empleo de la subrutina OFPRI del sistema de "software" IMSL (1980). El cálculo de la matriz de los f_{1s} no-rotados resultó de esta manera acorde con el modelo de CPs. En síntesis, el método propuesto establece los siguientes pasos:

1) El ordenamiento de los autovalores e_i de modo que

$$e_1 > e_2 > \dots > e_{186} \quad i = 1, \dots, 186$$

2) $R \cdot q_i = e_i \cdot q_i$

R: matriz de correlación

Q: matriz de los autovectores (q_i) con $i = 1, 2, \dots, 186$

3) $A = Q D^{1/2}$

A: matriz de los f_{1s}

D: matriz diagonal de autovalores

Estos f_{1s} así obtenidos son ortonormales. En este caso (modo-T) cada f_{1s} está asociada a una serie de tiempo que explica en qué medida el modelo correspondiente a ese factor, representa la configuración de un día determinado.

El cálculo de los "factor scores" (fs_s) se realiza de la siguiente manera:

4) $Z = F \cdot A'$

F: matriz de Fs_s

A: matriz de los f_{1s}

Z: matriz de datos

La relación 4) en el caso de una matriz A cuadrada, donde se retienen todos los factores, se convierte en

5) $F = Z \cdot A$, ya que en este caso $A' = A^{-1}$

En los trabajos de Vargas y Compagnucci (1982, 1983a, 1983b) la forma utilizada para calcular los multiplicadores fue la 5), pero esto no es válido cuando se retienen sólo unos pocos factores que son los que se consideran significativos. En consecuencia, no se cumple 5) sino que es necesario resolver el sistema de ecuaciones dado por 4) para lo cual Tucker (1971) recomienda diversos métodos que se encuentran en las subrutinas OFCOEF del IMSL (1980). De éstos, es el método de regresión el que Richman recomendó en una primera comunicación personal. No pudo ser utilizado en este caso, por ser R (la matriz de correlación) una matriz casi singular. Debido a este problema Richman ana-

lizó el resultado de la aplicación del método de cuadrados mínimos y de regresión en la muestra de agosto de 1976, usando una computadora que permitió el cálculo de determinante de R a pesar de ser éste un valor muy pequeño. Verificó que ambos métodos pueden, para ese caso, considerarse idénticos. En consecuencia, aquí se utilizó el método de cuadrados mínimos para el cálculo de los f_{s_5} de media cero y desvío unitario. Esto último es esencial, pues permite hacer un análisis morfológico de los modelos resultantes habida cuenta no sólo de su forma, sino también de los gradientes. En otras palabras, constituye un método cualitativo y cuantitativo de comparación de sistemas. Los f_{s_5} que resultan en el modo-T, permitieron diagramar los modelos teóricos correspondientes a los tipos de situaciones sinópticas consideradas.

3. RESULTADOS

3.1 Prototipos significativos

En la tabla 1 se puede observar el orden de los autovalores, el valor de los mismos, la varianza que explican los factores y el porcentaje de varianza acumulado.

De acuerdo con el test de Kaiser (1959) son significativos aquellos modelos cuyo autovalor es mayor o igual que 1, por lo que se tendrían 11 factores que darían prototipos significativos.

Si se observa el porcentaje de varianza acumulada, se ve que los primeros nueve factores explican el 95,4% de la varianza. El noveno aporta sólo 0,9%

Tabla 1
Autovalores y porcentaje de varianza explicada

0	AUTOVALOR	VARIANZA%	VAR.ACUM.%
1	110.50	59.40	59.40
2	27.86	14.94	74.93
3	12.64	6.79	81.18
4	8.08	4.34	85.53
5	6.63	3.56	89.10
6	4.30	2.31	91.41
7	3.86	2.07	93.49
8	1.87	1.00	94.49
9	1.68	0.90	95.40
10	1.18	0.63	96.04
11	1.08	0.58	96.62
12	0.87	0.47	97.10
13	0.60	0.32	97.42

y los 8 primeros el 94.4% de la varianza. El 5% restante podría corresponder a "ruido". Ya que la muestra es de 186 días, un día representa el 0.53%; si un autovector acumula menos de esta cantidad ya no estaría explicando una situación completa. Si se tiene esto en cuenta, sólo habría que retener hasta el décimoprimer factor.

En cambio, de acuerdo con el diagrama de LEV, serían significativos 7 ó 9 factores.

Si se analizan las series de tiempo de los f_{s_5} , figuras 1 y 2, se observa que el factor 9 presenta un apartamiento no significativo del valor cero, para el año 1972, y en general no muestra diferencias en sus valores de un día a otro.

A los fines de este trabajo, que se limitó al análisis de los campos significativos, no ha sido necesario tener una precisión tan rigurosa como la dada por

un test de Montecarlo para definir los factores a retener. Ello podría ser necesario para realizar, posteriormente, una rotación.

Estas consideraciones permitieron tomar en cuenta 8 modelos teóricos distinguibles en la muestra, o sea 16 grupos (formados por los modelos y sus inversos) de situaciones diferenciables.

3.2 Descripción de los modelos

Para determinar los días correspondientes a cada uno de los grupos dados por los modelos, se procedió de la siguiente manera:

- Se asumió como hipótesis que el valor de cada autovalor corresponde a la cantidad de días explicado por el modelo correspondiente y su inverso.
- Se graficaron los f_{1s} o "series de tiempo", para ver en qué medida el campo bórico de un día se ve representado por el modelo teórico del factor correspondiente. Subsecuentemente se procedió a trazar intervalos de confianza entre $1 \pm |x|$, tal que en ambos intervalos, se encuentre el número de casos señalado por el autovalor.

La tabla 2 muestra la distribución de los números de grupo según los días

DÍAS	1972	1973	1974	1975	1976	1977
1	3-15	1	1	10-14	1	1
2	5	1	1	4	1	1
3	3	1	1	4	1	1
4	4	3	1	5	1	1
5	4	3	1	1	1	1
6	5	1	1	1	1-4	1
7	7	1	1	4	3	1
8	11	4	1	1	3	1
9	1-7	5	1	1	3	1
10	1	1	1	1	1	8-13
11	1	1	1	3	1	8
12	5	5	1	1	1	8
13	1	2	1	4	1	10
14	1	3-16	1	5	1	10-13
15	3	2	1	5-16	1	3-5
16	1	3	1	3	1	7
17	1	3	1	1	1	11
18	1	3-6	1	1	1	6-13
19	9	6	1	1	1	6
20	9	3	3	1	1	8-10
21	1	10	3	1	1	8-13
22	1	7	3	1	1	4
23	1	1	3	1	1	5
24	1	1	1	3-5	1	4
25	1	1	1-10	3-7	1	4
26	1	1	1	6	1	4-12
27	4	1	1	1	1	12
28	14	1	1	4	1	4-8-16
29	14	1	1	1	3	5
30	8	9	1	1	3	10
31	8	1	1	1-10	3	1

Tabla 2: Distribución de los números de grupos según los días

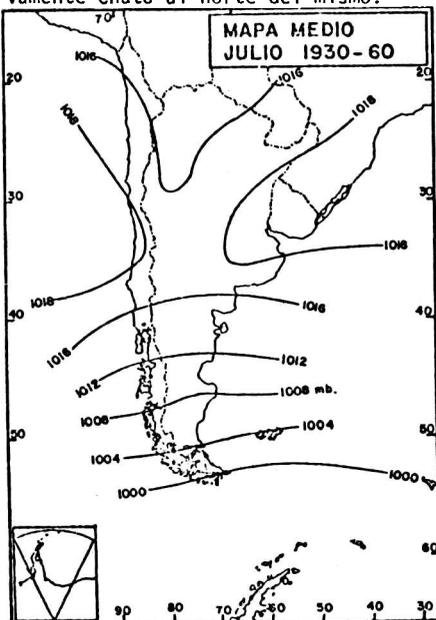
62 TIPIFICACION DE LOS CAMPOS BARICOS...

del mes estudiado. Se puede ver que quedaron inicialmente no agrupados 17 de los 186 casos, o sea el 9.13%.

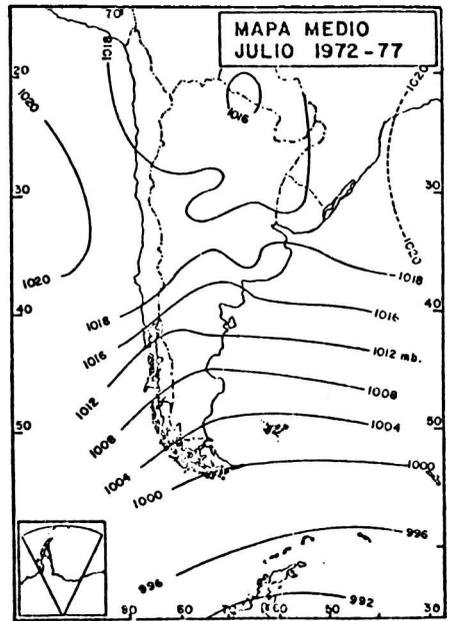
Los días reagrupados son aquellos que por no haber caído en ninguna franja de confianza son nuevamente analizados. Estos se colocaron en el grupo cuyo prototipo mejor los explicó. Para ellos se tuvo en cuenta la configuración bárica y el valor de los f_{1s} . En total fueron 17 días reagrupados y figuran con un subrayado en la Tabla 2.

3.2.1. Modelo 1 (Mapa 4 correspondiente al 1er factor). Acumula el 54.9% de la varianza.

Se caracteriza por un flujo zonal al sur del paralelo 40S y un campo relativamente chato al norte del mismo.



Mapa 2



Mapa 3

Grupo 1: formado por los días cuyos f_{1s} son negativos para el factor 1 (Fig. 1) en el intervalo de confianza de -1.0 a -0.8. Este caso correspondió al flujo zonal del oeste, y altas presiones al norte del paralelo 40S con respecto a los valores de presión al sur del paralelo 50S. Este prototipo tiene similitud con el mapa medio de julio, dado por J. Hoffmann para el período 1930-1960 (mapa 2), y una asimilación perfecta con el mapa medio para el período 1972-1977 (mapa 3). En este grupo quedaron incluidos dos casos, el que al norte del paralelo 40S tiene un anticiclón, como por ejemplo los días 3-7-1972 y 1-7-1976; el otro en el que se encuentra una baja presión relativa como la del día 14-7-1972.

Grupo 2: formado por los días cuyos f_{1s} son positivos para el factor 1

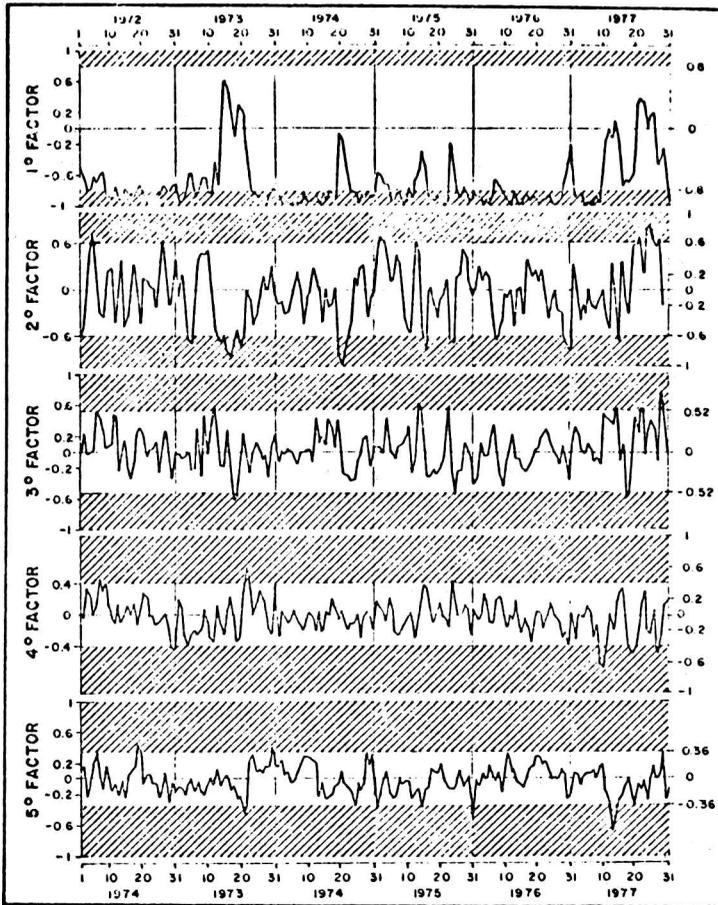


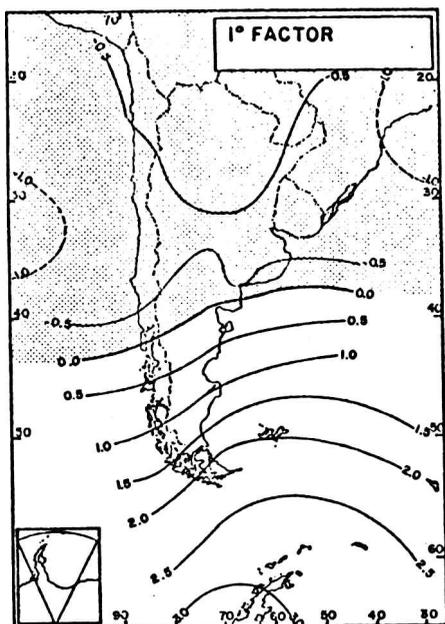
Fig. 1: Series de tiempo de los factor loadings para los factores 1^oa 5^o.

4, 8 y 16, éste es el 28.7.77. La situación sinóptica que mejor se asimiló es la correspondiente al día 25.7.77.

3.2.3 Modelo 3 (Mapa 6 correspondiente al 3er factor). Acumula el 6.8% de la va rianza y el intervalo de confianza fue tomado entre $|0.52|$ y $|1|$.

Representa a un sistema con dos centros cerrados que influyen el NE argentino, la costa E. del continente y Malvinas. Se suma a esto, una circulación meridional intensa en la parte occidental del área de estudio, y un débil gradiente al sur del paralelo 55°.

Grupo 5: formado por los días para los cuales los f_{15} del tercer factor fueron positivos (Fig. 1). Aquí el sistema del NE argentino y Malvinas es de bajas pre siones.



Mapa 4

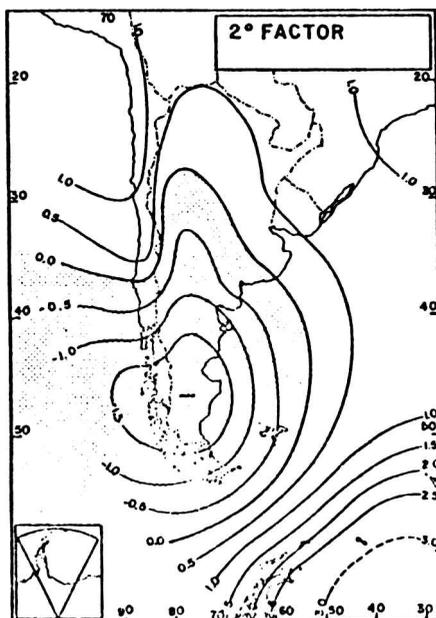
no.

Grupo 3: formado por los días cuyos fl_s son negativos para el factor 2 (Fig. 1). Es el caso de una alta presión entrando por el sur de la Patagonia. Los días explicados por este prototipo fueron 14, 6 días por la combinación de este modelo con otro, y 6 más los reagrupados. El día 21.7.74 resultó totalmente asimilable a este modelo teórico.

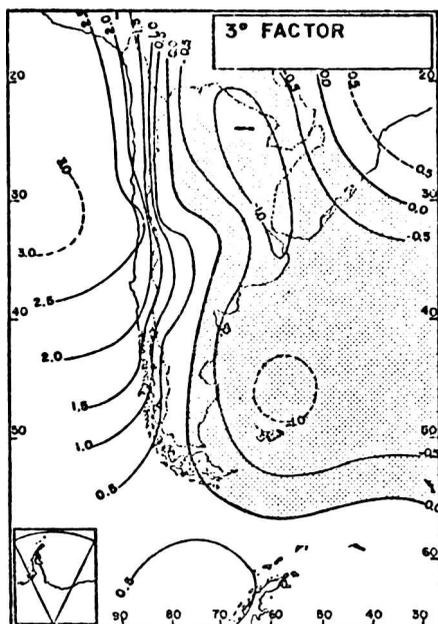
Grupo 4: formado por los días cuyos fl_s del factor 2 fueron positivos (Fig. 1). Corresponde a un centro de baja presión en la Patagonia. Los días explicados por este prototipo son 8, otros 2 días por la combinación con un modelo distinto. Un único caso dentro de esta muestra necesitó de la combinación de los prototipos

(Fig.1). En este caso el flujo zonal es del este y hay bajas presiones relativas, al norte del paralelo 40S con respecto al sur del paralelo 50S. Ningún día cayó en el intervalo de confianza 0.8 a 1.0, pero el día 15.7.73 tuvo el valor máximo de fl_s , y a su vez no se encontró dentro de la franja de confianza correspondiente a ninguno de los otros modelos. Se asimila muy bien a éste, por lo tanto se lo agrupó aquí. Se podría decir que sólo un día presentó la situación inversa al campo medio.

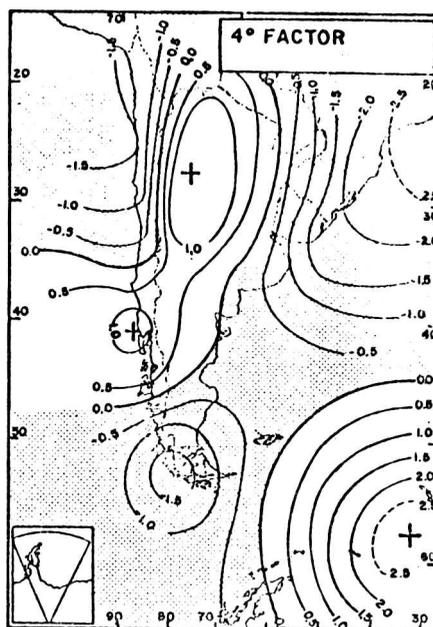
3.2.2 Modelo 2 (Mapa 5, correspondiente al factor 2). Acumula el 14.98% de la varianza y el intervalo de confianza utilizado fue [1.0] a [0.6]. Representa a un centro cerrado que abarca el extremo sur de la Patagonia y Chile, su influencia se extiende hasta el norte argenti-



Mapa 5



Mapa 6



Mapa 7

Este prototipo explica 5 días de la muestra (Tabla 2), dos días que resultaron ser explicados por otro modelo combinado con este y cuatro días que fueron reagrupados.

Los días 23.7.77 y 29.7.79 son los que mejor se asimilaron al prototipo de este grupo.

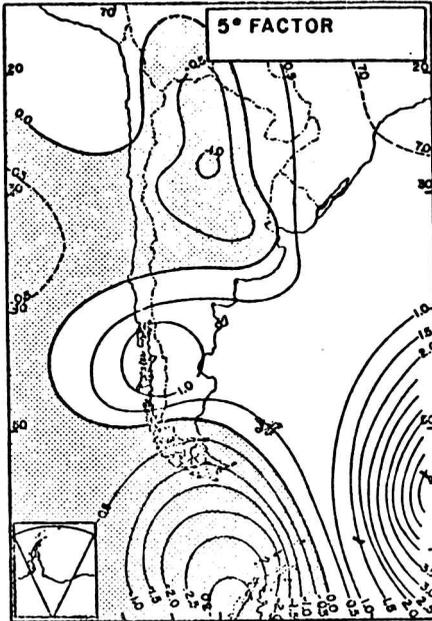
Grupo 6: los casos son determinados por los fl_s negativos del 3er factor (Fig. 1). Aquí el sistema del NE y Malvinas es de altas presiones. Tres días fueron explicados por este prototipo y dos días por la combinación con otro.

3.2.4 Modelo 4 (Mapa 7 correspondiente al 4to factor). Acumula el 4.35% de la varianza y el intervalo de confianza utilizado fue $\{0.4\} \text{ a } \{0.1\}$

El modelo está formado por un sistema compuesto de:

- una zona orientada desde Punta Arenas hasta el este de la costa de Brasil, con centros en los extremos
- un centro cerrado de signo opuesto al anterior, que afecta el SE del área de estudio, y otros dos centros, uno al este de Puerto Montt y otro abarcando todo el norte argentino,
- un centro al NO del área de estudio del mismo signo que la zona Brasil - Punta Arenas.

Grupo 7: formado por los días de fl_s del 4to factor positivos (Fig.1). En este prototipo las altas presiones abarcan el norte y centro del país hasta Puer-



Mapa 8

país sobre el paralelo 35S, a la cual se suma un posible centro al oeste de la isla Juan Fernández, más otro sistema de gran magnitud que afecta el extremo sur de la Patagonia y la Antártida. Además el modelo contiene otra área de signo contrario con un centro al oeste de Comodoro Rivadavia, una zona con mucho gradiente entre Orcasadas y Georgias.

Grupo 9: formado por los días con fl_s del 5to factor positivos (Fig.1). Este es el caso en que el norte del país y Antártida tienen bajas presiones. Son tres los días pertenecientes a este grupo (Tabla 2).

Grupo 10: formado por los días con fl_s del 5to factor negativos (Fig.1). En este modelo las presiones al norte

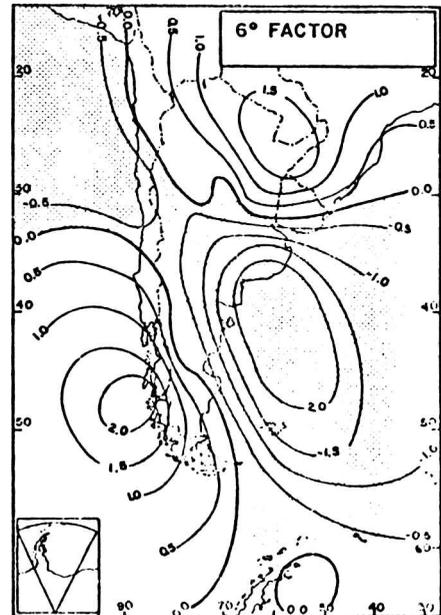
to Montt. Este modelo explica dos días, una combinación con otro modelo explica otros dos, y sólo un día fue reagrupado (Tabla 2).

Grupo 8: formado por los días de fl_s del 4to factor negativos para la serie de tiempo (Fig.1). Aquí hay bajas presiones en el centro del país y Puerto Montt.

Este modelo explicó cuatro días, otros tres días lo fueron por una combinación con el grupo 13, y el 28.7.77 necesitó tres modelos para ser explicado.

3.2.5. Modelo 5 (Mapa 8, 5to factor) Acumula el 3.56% de la varianza, los límites de la franja de confianza fueron $|0.36|$ y $|1.0|$.

El campo consta de dos áreas de distinto signo entre sí. Una definida por un centro que abarca todo el norte del



Mapa 9

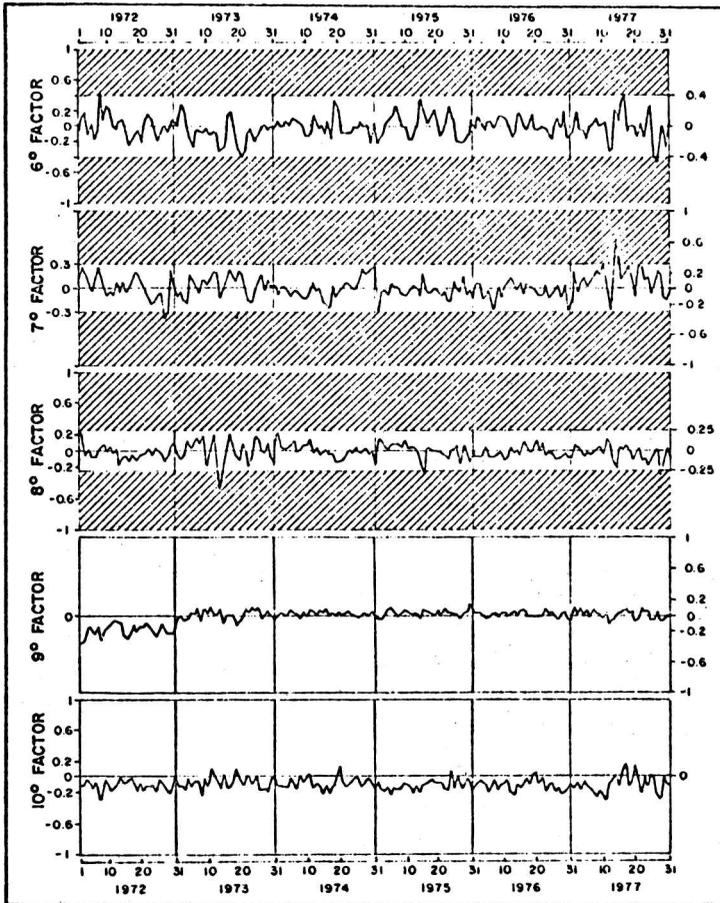


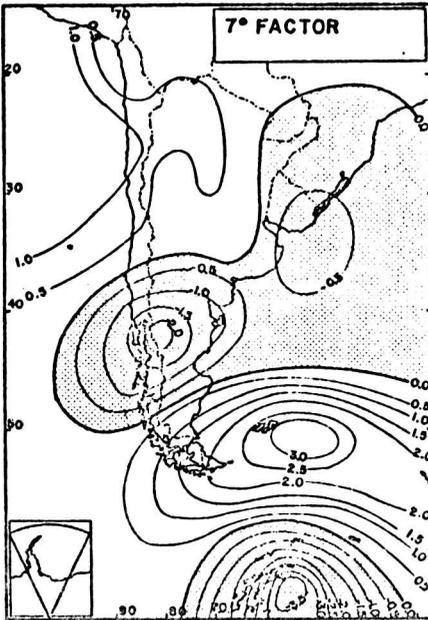
Fig. 2: Series de tiempo de los factor loadings para los factores 6° a 10°

del país y Antártida son altas. Dos días cayeron dentro de la franja de confianza y son explicados sólo por este modelo, cinco días por una combinación con otro y un día fue reagrupado (Tabla 2).

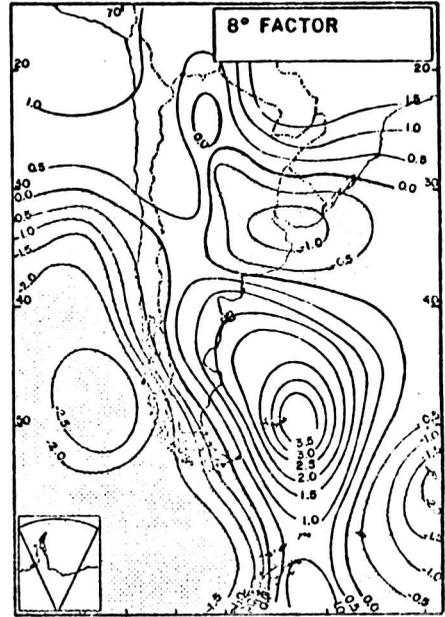
3.2.6 Modelo 6 (Mapa 9, 6to factor). Acumula el 2.31% de la varianza y el intervalo de confianza se eligió entre $|0.4|$ y $|1|$ (Fig.2, 6to factor).

Se compone de un área formada por dos grandes sistemas, uno al NE de la zona de estudio y otro al SO, sumándoseles un pequeño centro cerrado en el NE de la Antártida. Existe también una zona de distinto signo, cuya dirección es NO-SE, con un centro cerrado entre Malvinas y Buenos Aires.

Grupo 11: $(f)_s$ positivos del 6to factor, Fig. 2). Aquí la zona NO-SE es de bajas presiones. Sólo dos casos se explicaron por este modelo (Tabla 2).



Mapa 10



Mapa 11

Grupo 12: ($f1_s$ negativos del 6to factor, Fig. 2). La zona NO-SE es de altas presiones. Sólo el día 27.7.77 fue explicado por este modelo y el día 26.7.77 por la combinación con el prototipo del grupo 4.

Modelo 7: (Mapa 10, 7mo factor), acumula el 2,06% de la varianza y la franja de confianza resultó limitada por $|10.4|y|1|$ (Fig. 2, 7mo factor).

El séptimo modelo consiste en una zona con dos centros cerrados, uno en Patagonia y otro al sur de Uruguay, del mismo signo que el centro situado en Antártida. Otra zona de signo contrario en el NO del área de estudio, y un centro cerrado que afecta Tierra del Fuego, Malvinas y Georgias.

Grupo 13: formado por los días de $f1_s$ del 7mo factor negativos (Fig. 2).

El norte de Patagonia, Buenos Aires, sur de Brasil y Uruguay tiene altas presiones. Ningún día es explicado en forma total por este modelo y cuatro días son explicados por la combinación con otro modelo.

Grupo 14: ($f1_s$ del 7mo factor positivos, Fig. 2).

Aquí el norte de Patagonia, Buenos Aires, sur de Brasil y Uruguay tienen bajas presiones. Dos días son explicados por este modelo y el 1.7.77 es una combinación con el prototipo del grupo 10.

Modelo 8: (Mapa 11, 8vo factor) , acumula el 1.00% de la varianza y los límites de confianza encontrados fueron $|0.208|y|1|$ (Fig.2, 8vo factor).

Consiste en un flujo zonal al norte del paralelo 30S, del mismo signo que un

centro cerrado en el Atlántico Sur que afecta Antártida, Malvinas y costa E de Patagonia. Además contiene otras áreas de signo distinto las cuales son: un centro cerrado sobre Rfo de la Plata, otro que afecta el centro y sur de Chile y un tercero en las Islas Georgias.

El modelo y su inverso no representaron ningún día de la muestra.

Grupo 15: (fl_s positivos del 8vo factor, Fig. 2).

Está caracterizado por un centro de baja presión sobre el Rfo de la Plata. El día 1.7.72 fue explicado por una combinación con el prototipo del grupo 3.

Grupo 16: (fl_s negativos del 8vo factor, Fig. 2).

El centro sobre el Rfo de la Plata es de altas presiones. Los días 14.7.73 y 15.5.75 se explican por combinaciones con otro modelo, y el 28.7.77 por combinación con otros dos modelos.

4. CONCLUSIONES

En principio los valores, pertenecientes a la zona de aceptación definida como la franja de confianza de los fl_s , permiten determinar la aceptación de un campo (de un día) al grupo del correspondiente prototipo. La franja de confianza conviene determinarla de manera tal que el intervalo $|1|a|x|$ contenga un número de casos igual al autovalor redondeado. Una medida cuantitativa de la "proporción" en que un prototipo de un factor explica un campo, está dado por la relación entre el factor correspondiente a esa fecha y $|1|$. Asimismo, es posible inferir que cuando el fl del día es igual o poco menor que el mínimo de la franja de confianza, el modelo teórico correspondiente representará las características generales del campo de la fecha, pero surgirán algunas discrepancias.

Se verificó que para explicar 17 campos fue necesario una combinación de dos modelos. Esta singularidad estuvo asociada a que los campos de esos días tuvieron fl_s situados dentro de la franja de confianza para dos factores distintos.

De acuerdo a la metodología seguida, el día 28.7.77 fue asimilable a tres grupos. Se infirió que la explicación del campo correspondiente está dada por una combinación de los tres prototipos respectivos.

Existieron 17 días para los cuales sus fl_s estuvieron en la zona de rechazo (fuera de las franjas de confianza) para todos los factores. Se reagruparon teniendo en cuenta la configuración de los mapas y su similitud con los prototipos, aunque significase la introducción de elementos de análisis subjetivo dentro del método.

De lo anterior se concluye que aunque las variaciones de una situación sinóptica a otra no se producen a "saltos" de tipos independientes, sino como un continuo, las CPs no rotadas calculadas para los días de julio de 1972 - 1988, anuparon

tipos bien definidos, a pesar de las pocas situaciones ambiguas. La solución que brindaron en este caso las CPs no-rotadas tendieron a configurar una matriz del tipo "estructura-simple". En otras palabras, si un día tuvo un valor grande de f_1 en módulo para un factor, el valor de los f_2 para los otros factores tendieron a ser pequeños.

A partir del valor de los autovalores se construyeron 16 grupos surgidos de 8 modelos teóricos y sus inversos. El prototipo que más varianza acumuló fue el correspondiente al campo medio. El siguiente en orden de frecuencia de casos y varianza fue el anticiclón entrando por la Patagonia en primer lugar y su inverso (baja) en segundo lugar. El tercero en el orden señalado fue un anticiclón en el Pacífico, costa de Chile, con bajas presiones en el NE argentino y Malvinas.

Agradecimientos: se agradece especialmente a M.B. Richman su valiosa colaboración, a L. Fornero la confección de los programas que fueron necesarios para realizar este trabajo, a E. Lichtenstein y D. Barrera sus sugerencias y comentarios.

BIBLIOGRAFIA

- Compagnucci, Fornero y Vargas, 1984: Algunos métodos estadísticos para tipificación de situaciones sinópticas: discusión metodológica; presentado en 13a. Reunión Cient.Arg. de Geof.y Geod., Bariloche (en prensa).
- Kaiser, 1959: The application of electronic computers to factor analysis; Sym. on the application of computers to psychological problems; Am.Psy.Ass.
- Richman, M.B., 1981: Obliquely rotated principal components: an improved meteorological map typing technique?; J.of Ap.Met., 20. 1145-1159.
- Tucker, L, 1971: Relations of factor score. Estimals to their use; Psychometrike, vol.36, 4, 427-436.
- Vargas y Compagnucci, 1982: Factibilidad de análisis de campos de presión en América del Sur, mediante el uso de autovectores y autovalores; presentado en CONGREGMET IV, sept. Bs.As., en prensa, vol.XIV, 1 y 2 de Meteorológica.
- _____, 1983a: Methodological aspects of principal component analysis in meteorological fields; Proc.II Int.Meeting on Statistical Climatology, Lisboa, sept. 26-30, Inst.Nac. de Meteorologia e Geofisica, pp.5.3.1.-9.
- _____, 1983b: Tipificación de campos de presión usando autovalores y autovectores; Preprints First Int. Conf.on Southern Hemisphere Meteorology, Sao Jose dos Campos, Brazil, July 30-August 6, Am. Met. As., pp.206-209.