

VARIACIÓN DE LA CIRCULACIÓN ATMOSFÉRICA A TRAVÉS DE ÍNDICES Y SU INFLUENCIA SOBRE LA TEMPERATURA EN EL SUR DEL HEMISFERIO SUR

Adelia P. Alessandro.

Dto de Cs de la Atmósfera y los Océanos. FCEN. UBA Argentina. perla @ at.fcen.uba.ar

RESUMEN

El propósito de este trabajo es evaluar a través del análisis de las series temporales de tres índices de circulación, las posibles variaciones de la circulación atmosférica a lo largo del período 1960-2006. Así también como analizar la influencia que éstas últimas pueden ejercer sobre los valores de la temperatura de superficie de la República Argentina. Para tal fin se utiliza el índice meridional R, el zonal Z y el índice de circulación zonal I, aplicados entre los 35 y 55° de latitud sur y entre 90° y 40°O de longitud, en los niveles de 1000 y 500 hPa

La disminución de R y del espesor de Z en el sur de América del sur se asocian al aumento de la temperatura de superficie. El aumento de acciones bloqueantes especialmente en verano y en menor escala en otoño contribuyen a atenuarla, mientras en invierno y primavera en menor escala tienden a aumentarla.

INTRODUCCIÓN

Para hacer una descripción cuantitativa de la circulación, algunos investigadores han utilizado índices de circulación.

Entre los precursores se puede citar, en 1951 a Namias y Clapp que introdujeron el índice de circulación zonal como diferencia entre dos presiones promediadas hemisféricamente en el círculo de latitud subtropical y otro subpolar. En el sur de América del sur, Schwerdtfeger (1951) y Prohaska (1952) introdujeron índices de circulación de carácter local o regional.

Minetti, Sierra y Poblete y (1987) usaron diversos índices de circulación, tomando diferencias de presión entre pares de estaciones para estudiar fluctuaciones de períodos largos (2 a 20 años) y asociarlos a variaciones de precipitación

Se ha generalizado la aplicación del Índice de Oscilación del Sur (SOI (Tahití- Darwin)) y de otros índices tales como el Trans Polar Index (Jones P. D et al, 1999), el Antarctic Oscillation index (Jones J. M. et al, 2003), el Monsoon Index (Kinter III J. L et al, 2002; Lee et al, 2005) entre otros, utilizados por distintos investigadores, para determinar en forma objetiva distintas situaciones.

El índice meridional R en 1000 hPa (Alessandro, 1998 a) presenta la mayor asociación con la temperatura, siendo la influencia de la circulación meridional la que más afecta a ella en este nivel; con circulación del sur (norte) la anomalía de la temperatura en las estaciones elegidas es negativa (positiva). Un $R > 0$ corresponde en condiciones medias a un aumento de la presión sobre el Pacífico y una disminución sobre el Atlántico, que

puede estar dado por la intensificación del anticiclón del Pacífico o una mayor actividad ciclónica en el Atlántico a los 40°S, lo que trae como consecuencia una advección de aire frío sobre el territorio argentino. En ambos niveles el índice de circulación meridional se comporta respecto a la temperatura en forma similar

Si por el contrario se fortalece el del Atlántico ($R < 0$) o hay una mayor actividad ciclónica en el Pacífico, el signo del índice se invierte y también el de la temperatura como consecuencia de la advección de aire cálido provocada por el borde occidental del anticiclón del Atlántico

El espesor de R positivo (negativo) indica aire más cálido (frío) en el Océano Pacífico que en el Atlántico.

El índice Z, normalmente es positivo y su espesor es una medida de la baroclinicidad existente en este caso entre 35° y 55°S sobre el meridiano 70°O.

Con datos correspondientes al período 1980-1988 del Centro Europeo de Pronóstico a Mediano Plazo (<http://www.cdc.noaa.gov/>), Alessandro (1998 a y b) utilizó índices de circulación regional con el fin de evaluar el comportamiento de las ondas largas alrededor de Sudamérica. Estudió el desarrollo de los sistemas migratorios de presión en respuesta a valores persistentes de los índices de circulación zonal (Z) y meridional (R), en 500 y 1000 hPa. La autora encontró una fuerte asociación de las anomalías de los índices de circulación sobre el desarrollo sinóptico en la Argentina. Valores altos de índice zonal se asociaron a fuertes vientos del oeste en la Patagonia con el pasaje rápido de vaguadas y cuñas de poca amplitud. Mientras que los valores bajos del índice se vincularon a situaciones inversas, con acciones bloqueantes producidos por anticiclones muy al sur y depresiones segregadas en latitudes bajas, así también como ciclogénesis sobre el noreste del litoral. También relacionó la circulación atmosférica a través de los índices, con la precipitación y la temperatura en superficie de siete estaciones del territorio argentino que representan a distintas regiones climáticas del mismo en situaciones fuertemente perturbadas. Si bien las ondas largas en los oestes influyen en la precipitación caída en el territorio argentino, sobre la temperatura la correlación es mayor (Alessandro, 1998 a y b).

Alessandro (2003 a y b; 2005 a y b) estudió la frecuencia de acciones bloqueantes (B) en el período 1988-1998 en el extremo sur de Sudamérica utilizando el índice I. También analizó la influencia de las mismas sobre la temperatura y la precipitación en la Argentina, encontrando una buena correlación entre las temperaturas de superficie del centro norte y noreste de Argentina y los I tomados en 40°O, así también como con los I aplicados en 70°O en casi todo el país a excepción de las zonas mencionadas para 40°O. La

probabilidad de obtener temperaturas por debajo de los valores normales en el momento de producirse B en 70 ó 40°O, oscila entre un 60 y un 80 %.

Debido a la influencia que los índices utilizados poseen sobre la temperatura y la precipitación sobre el territorio argentino, según los resultados mencionados anteriormente, en este trabajo se desea evaluar y/o justificar a través del signo de sus tendencias la mayor o menor incidencia sobre la temperatura.

DATOS Y METODOLOGÍA

Se utilizaron los datos diarios de 12 UTC de temperatura de superficie proporcionadas por el Servicio Meteorológico Nacional (SMN) y los datos de alturas geopotenciales en 500 y 1000 hPa obtenidos de los reanálisis del National Center of Environmental Protection (NCEP). De esta última fuente se emplearon además las salidas gráficas de altura geopotencial y espesor 1000/500. Los datos están consignados en un reticulado geográfico con espaciamiento de 2.5 grados. Todos ellos para el período 1960-2006

Se adoptan los índices R, Z e I definidos como:

- La diferencia de altitud entre dos longitudes, una al oeste y otra al este del continente, sobre una misma latitud: $R_{mgp} = H(40^{\circ}S, 90^{\circ}O) - H(40^{\circ}S, 50^{\circ}O)$, donde H es la altura en mgp de las superficies isobáricas seleccionadas (1000 Y 500 hPa)

En 1000 hPa la latitud de 40°S se encuentra en el flanco austral de los anticiclones subtropicales y en 500 hPa se halla inmersa en los oestes y cercanamente a su máximo en este nivel.

-La diferencia de la altitud entre dos latitudes, una subtropical y otra subpolar, en el meridiano de 70°O: $Z_{mgp} = H(35^{\circ}S, 70^{\circ}O) - H(55^{\circ}S, 70^{\circ}O)$

En 1000 hPa, la latitud de 35°S corresponde cercanamente a la franja de alta presión subtropical (Minetti y Vargas, 1983) y los 55°S a la zona de la mayor variabilidad interdiurna de la presión (Lichtenstein, 1976; Trenberth, 1991).

En 500 hPa los 35° S se hallan casi en el límite norte del flujo del oeste en verano, pero bien inmersos en los oestes en invierno (Fernández y Necco, 1982), y en los 55°S se concentra la mayor energía cinética de las perturbaciones.

-La suma de la componente zonal del viento U (m/s), en 30°S y 60°S menos la de 45°S en 500 hPa, en la longitud elegida.

$$I = U(30^{\circ}S) + U(60^{\circ}S) - 2U(45^{\circ}S)$$

Dado que el campo medio normal de la componente zonal del viento, presenta un máximo cerca de los 45°S, resulta ser $I < 0$. Cuando la componente zonal en 45°S es anormalmente débil entonces $I > 0$.

Si esta condición permanece durante al menos cinco días consecutivos se define en este trabajo un caso de acción bloqueante (B) y si el número de días es igual o mayor a 10 días se la califica como persistente (Bpers.).

Se calculan los valores diarios, mensuales, estacionales y anuales de los índices R, Z en 1000 y 500 hPa y para éste último nivel los del índice I. Para

relacionar ambos niveles se determinaron además para los dos primeros índices sus espesores.

Con el fin de conocer la variación temporal de los índices y de sus espesores se obtienen las tendencias lineales determinadas por los valores que ellos poseen durante los 46 años elegidos.

Para determinar la magnitud de las tendencias de las series de los índices elegidos, se aplica el Test de Mann-Kendall (Brooks C. E. et al, 1953) en el nivel del 95% y se marcan con negrita las ecuaciones de las tendencias, cuando éstas son significativas.

Los signos de las tendencias de los índices son probados a través de la comparación de los valores medios de los mismos en dos períodos diferentes. Éstos corresponden a los primeros (1960-1974) y últimos 15 años (1992-2006) de la serie 1960-2006. Los límites elegidos para los dos períodos se toman en forma arbitraria, sin tener en cuenta como límite algún año en especial donde se advierta en la serie algún cambio o punto de inflexión.

Para cuantificar en cierta medida los signos de las tendencias obtenidas de las series de los índices en el transcurso del período 1960-2006, en ambos niveles se calculan para R y Z los valores estacionales de cada uno de los dos períodos mencionados. Se hallan sus anomalías respecto a todo el período y se comparan. Con el mismo objetivo en 500 hPa, se calculan las anomalías de I, las frecuencias de acciones bloqueantes y las frecuencias de situaciones persistentes.

Se grafican para los dos períodos, los campos medios de anomalías alturas geopotenciales en 1000 y 500 hPa, así también como las de los espesores 1000/500, con el objeto de mostrar la situación sinóptica que acompaña a los resultados obtenidos.

Se confeccionan los mapas medios de anomalías de temperatura para ambos períodos para mostrar sus diferencias y relacionarlos con los valores de los índices obtenidos. Se determinan los valores de las temperaturas que se producen bajo condiciones extremas de Z y de R, así también como las temperaturas medias ocasionadas por la presencia de las acciones bloqueantes.

RESULTADOS

A-Tendencias

La tendencia lineal en 1000 hPa y 500 hPa de los R mensuales de los 46 años resulta mayormente negativa. A excepción del mes de julio, las correspondientes al resto de los meses del año son negativas. Las expresiones de las tendencias de las cuatro estaciones en 1000 hPa, 500 hPa y los espesores de R se muestran en la Tabla 1.

Nivel	1000 hPa	500 hPa	Esp. de R
Verano	0.26x+6.28	0.31x-8.05	0.52x-12.78
Otoño	-0.28x+6.72	-0.30x+7.12	-0.02x+0.41
Invierno	-0.27x+6.54	-0.26x+6.29	0.01x-0.25
Primavera	-0.33x+8.00	-0.13x+3.10	0.21x-4.94
Anual	-0.29x+6.70	-0.11x+2.60	0.17x-4.11

Tabla 1: Tendencias lineales de R

En 1000 hPa y 500 hPa los valores de R disminuyen con el tiempo, a excepción del verano en este último nivel. Del análisis del signo de estas tendencias se desprende el valor positivo del verano y la primavera y la casi tendencia nula en otoño y en invierno donde ambos niveles presentan pendientes similares entre sí.

El espesor positivo del índice meridional (negativo) indica aire más cálido (frío) en el Océano Pacífico que en el Atlántico. Del análisis del signo de las tendencias en ambos niveles, se verifica en el espesor de R, el valor positivo del verano y la primavera, y la casi nula tendencia en otoño y en invierno donde ambos niveles presentan pendientes similares entre sí. El espesor positivo del índice meridional (negativo) indica aire más cálido (frío) en el Océano Pacífico que en el Atlántico.

En la Figura 1 sólo se muestran los campos medios anuales de alturas neopotenciales de 1000, 500 hPa y espesores 1000/500, de los dos períodos. En 1000 hPa, el más reciente presenta en las cuatro estaciones, anomalías positivas de alturas geopotenciales sobre el continente y el Atlántico (con mayor intensidad en el otoño), respecto al Pacífico, lo cual corresponde a $R < 0$. En el más antiguo, las anomalías sobre el continente son mayormente negativas y en el Pacífico se presentan positivas o con valor cero. Estos campos a excepción del invierno en que las anomalías en ambos océanos son muy similares, corresponden a $R > 0$.

En 500 hPa, la diferencia fundamental entre ambos períodos, es el aumento del signo positivo de las anomalías en el período nuevo, especialmente en otoño e invierno.

Respecto a los espesores 1000/500, en los campos del período 1992-2006, se advierte en general un aumento de las anomalías (se hacen más positivas), especialmente en el Pacífico, sur del territorio y Atlántico sur. En torno a los 40°S, el espesor disminuye en el Atlántico respecto al del Pacífico en verano y primavera con lo cual el espesor de R aumenta en este período. En cambio en invierno y otoño el espesor 1000/500 es prácticamente el mismo y la variación del espesor de R casi nula.

De igual manera que con R, se presentan en la Tabla 2 las tendencias de Z.

Nivel	1000 hPa	500 hPa	Esp. de R
Verano	0.79x-17.75	0.28x-6.40	-0.50x+11.36
Otoño	0.57x-12.90	0.07x-1.66	-0.50+11.22
Invierno	0.42x-9.37	-0.05x+1.00	-0.47x+10.47
Primavera	0.50x-8.40	0.85x-19.15	-0.02x+0.50
Anual	0.56x-13.48	0.20x-6.38	-0.46x+10.43

Tabla 2: Tendencias lineales de Z

En 500 y 1000 hPa, octubre, noviembre, diciembre y enero poseen valores de tendencias significativos y positivos. Las estacionales muestran valores positivos en 500 y 1000 hPa, a excepción del invierno en 500 hPa donde la tendencia es baja y negativa.

Los valores mensuales poseen tendencia negativa en la mayoría de los meses, reflejándose este signo en la anual y en las estacionarias.

Longitud	70°O	40°O
Nivel	500 hPa	
Verano	0.43x-10.1	-0.58x-13.6
Otoño	0.22x-5.1	0.33x-7.7
Invierno	-0.07x+2.4	-0.08x+1.8
Primavera	-0.15x+3.5	-0.10x+2.0
Anual	0.09x-2.2	0.18x-4.3

Tabla 3: Tendencias lineales de I.

A través de los valores de tendencia mensuales obtenidas en 500 y 1000 hPa, se observa en general que si las tendencias de Z en 500 hPa y en 1000 hPa son positivas, la tendencia del espesor de Z es positiva (negativa) si la tendencia de 1000 hPa es menor (mayor) que la de 500 hPa. Si en ambos niveles las tendencias son similares, entonces prácticamente no hay variación del espesor (diciembre). Se observa en general, que la tendencia de los espesores de Z es significativa, cuando es significativa la tendencia de uno de los dos niveles (Ej. octubre), pero no lo es cuando ambos niveles son significativos (Ej. marzo).

La disminución con el tiempo de las anomalías de los espesores de Z, implica una disminución de la baroclinicidad.

Alessandro (2007) demostró que la disminución con el tiempo del espesor de Z en la zona más austral de la región considerada, se debe esencialmente al aumento de la temperatura de la capa de aire que se extiende aproximadamente desde 850 hPa hasta 500 hPa.

En la Figura 1 c) se observa el aumento del espesor en el sur de Argentina en el período 1992-2006, lo cual representa una disminución del espesor de Z.

En la tabla 3 se muestran las tendencias del índice I

En ella se observa que la tendencia de I es positiva en verano y otoño, para ambas longitudes y negativa en invierno y primavera, superando en la anual el signo positivo.

A resultados similares obtenidos para I se llegaron considerando las frecuencias de B mensuales, estacionales y anual en las dos longitudes.

El verano es el que presenta un mayor cambio, con tendencia significativa y es la estación que más incide sobre la tendencia positiva resultante anual. Justamente en verano según Alessandro (2003 a), utilizando estos índices encontró un mínimo de B. En la variación anual, la tendencia lineal es prácticamente despreciable, si bien se advierte un ligero aumento a partir de aproximadamente 1998 en 40 y 70°O.

En verano, en las dos longitudes se advierte un mayor número de B a partir de aproximadamente el año 90. Hasta esa fecha los bloqueos fueron de 0.96 y 0.60 bloques por año, y variaron a partir del 90 a 2.90 y 2.44 en 70 y 40 respectivamente.

En la Figura 2 se muestran las frecuencias de acciones bloqueantes durante todo el período de las dos estaciones de mayor tendencia.

En la Tabla 4, se transcriben los valores de las anomalías medias estacionales de los índices

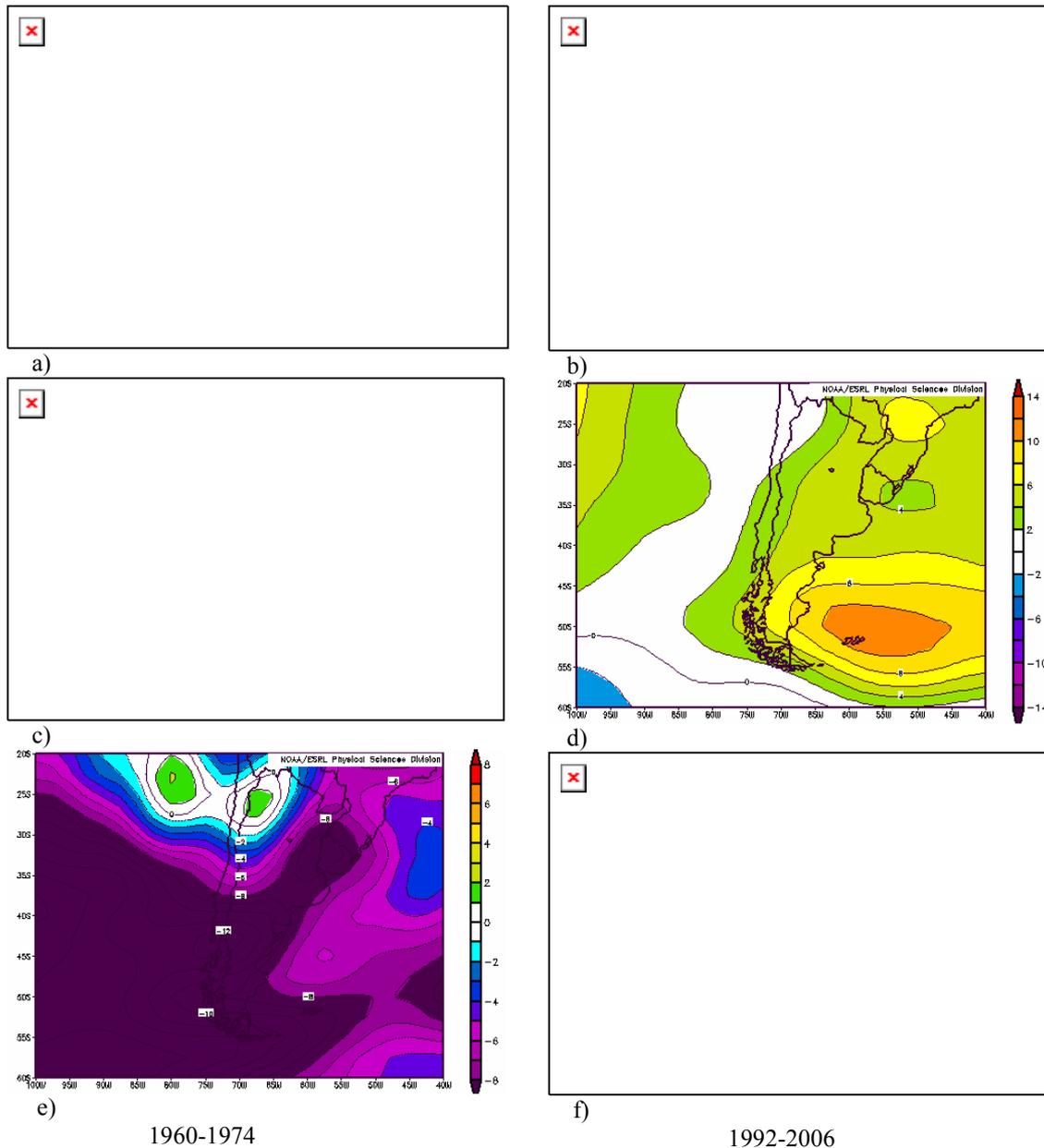


Figura 1: Campos medios anuales de altura geopotenciales en 1000 (a y b), 500 hPa (c y d) y espesores 1000/500 (e y f) en ambos periodos.

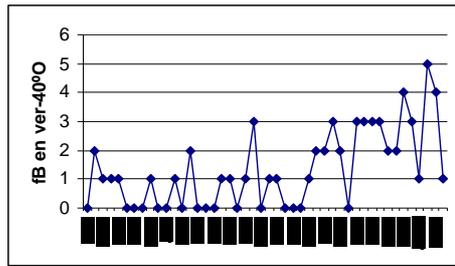
correspondientes a cada uno de los dos periodos.

En ambos niveles, los valores de las anomalías de R y Z responden al signo de las tendencias obtenidas de los índices calculados. Lo mismo sucede con I aplicado en 40 y 70 °O y en 500 hPa.

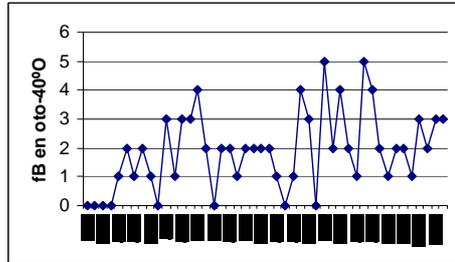
Con el mismo objetivo perseguido a través de la presentación de la Tabla 4, se transcribe en la 5, la frecuencia de acciones bloqueantes en ambas longitudes de ambos periodos. Se calcula además, la relación porcentual de aumento (rojo) o disminución (azul) entre ambos. El mismo criterio se aplica a las situaciones persistentes (Bp..). De acuerdo a los años adoptados para el conteo, sólo en la primavera el porcentaje de la variación de frecuencias difiere respecto al correspondiente para todas las situaciones bloqueantes

Ver.	Oto.	Inv.	Pri.	1000 hPa	R
7	3	1	8	V	
-3	-10	-5	-5	N	
Ver.	Oto.	Inv.	Pri.	500 hPa	R
-66	2	-53	32	V	
75	-183	-103	-35	N	
Ver.	Oto.	Inv.	Pri.	1000 hPa	Z
-7.1	0.1	-5.1	4	V	
11.9	9.2	7.6	14.2	N	
Ver.	Oto.	Inv.	Pri.	500 hPa	
-22.5	0.6	3	6.4	V	
-6.9	3.9	-5.1	23.4	N	
Ver.	Oto.	Inv.	Pri.	500 hPa	I
5.86	3.15	0.87	2.32	V	
8.89	4.00	-2.00	-2.89	N	
8.05	4.76	0.74	1.02	V	
11.0	6.20	-2.72	-1.84	N	

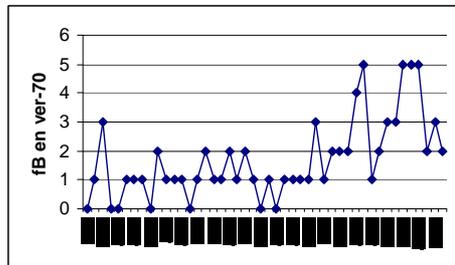
Tabla 4: Anomalia medias de los índices durante los periodos 1960-1974 (V) y 1992-2006 (N).



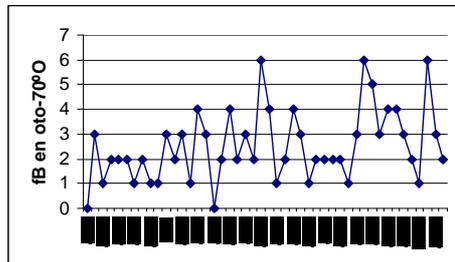
a)



b)



c)



d)

Figura 2: Frecuencias de acciones bloqueantes en 40 (a y b) y 70°O (c y d) en verano y otoño durante 1960-2006.

Est	Pri		Ver		Oto		Inv	
	40°	70°	40°	70°	40°	70°	40°	70°
L	30	53	9	13	32	42	27	28
	28	30	39	46	25	41	37	47
	3.4	26.5	81.2	56	12.2	1.2	15.6	22.5
Bp	4	20	1	1	6	9	2	1
	7	4	6	11	2	2	8	6
	26	58.3	71	83	50	63	60	71

Tabla 5: Frecuencias estacionales de acciones bloqueantes durante los períodos 1960-1974 (V) y 1992-2006 (N) en 40 y 70°O.y porcentajes.

B- Relación entre la temperatura y los índices

Para cada uno de los períodos considerados se calculan las temperaturas medias estacionales y anuales. Se restan a las del período más reciente las del más antiguo. Las diferencias anuales entre ambas

resultaron positivas en casi todo el país, con excepción de parte del centro del país y una pequeña región de la Patagonia, como se advierte en el campo de la Figura 3. Los valores medios anuales representan un incremento entre el 0.16 y en 15%.

Respecto a las estacionales en verano y otoño se presentan algunos valores negativos en el centro del país, mientras que en invierno y primavera, toda las estaciones presentan valores positivos.

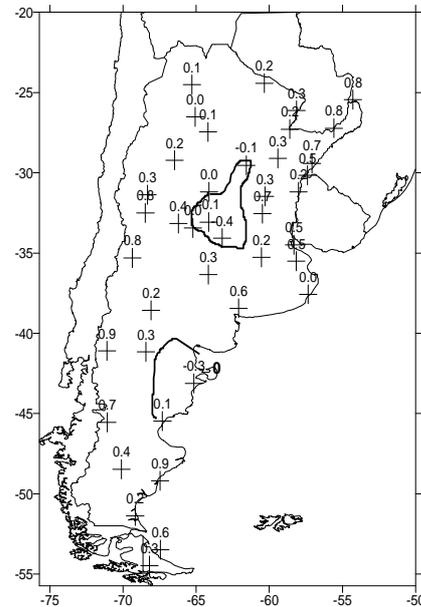
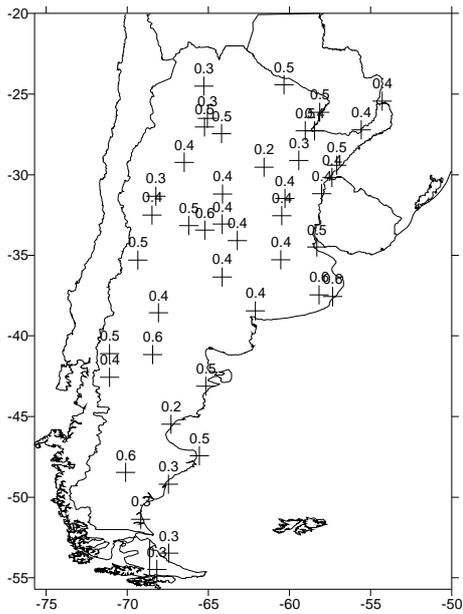


Figura 3: Diferencia de temperaturas anuales entre el período 1992-2006 y 1960-1974

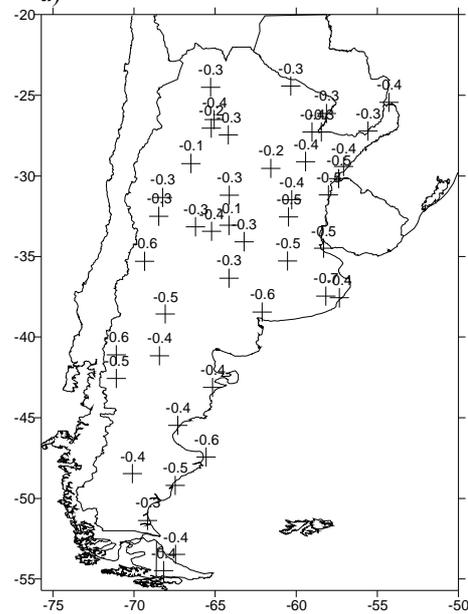
Se calculan por un lado los valores medios estacionales de temperatura correspondientes a todos los casos en que $R > R + \sigma$ y por otro los casos en que $R < R - \sigma$ en 1000 hPa (σ es la desviación estándar de la serie de R). En la Figura 4, se representan solo los campos medios anuales de anomalías de temperatura correspondientes a dichos valores. En otoño, primavera e invierno los valores son prácticamente todos negativos para $R > R + \sigma$ y positivos en caso contrario. Aunque en el verano se presentan valores negativos en una región al norte de los 35°S, los valores positivos superan en los valores de las anomalías anuales.

En la Figura 5 se ha representado el campo medio anual de anomalías de temperatura considerando por un lado los meses en que en ambos niveles los Z son menores a $Z - \sigma$ y por otro a aquellos en que $Z > Z + \sigma$. Se observan prácticamente anomalías positivas en todo el país en cuando $Z < Z - \sigma$ (Fig. 5a) y en negativas cuando $Z > Z + \sigma$ (Fig. 5b).

En un trabajo anterior (Alessandro, 2003 b) encontró una buena correlación entre las temperaturas de superficie del centro norte y noreste de Argentina y los I tomados en 40°O, así también como con los I tomados en 70°O en el centro oeste del país hasta los 45°S. Para estas regiones los valores de las anomalías obtenidas en todos los días del año en que se producen bloqueos aportan valores negativos.



a)

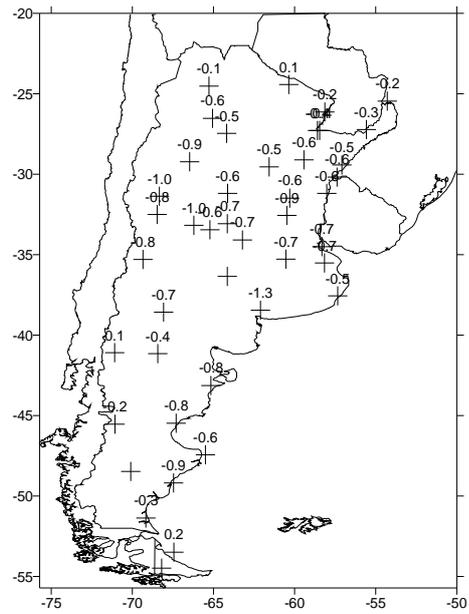


b)

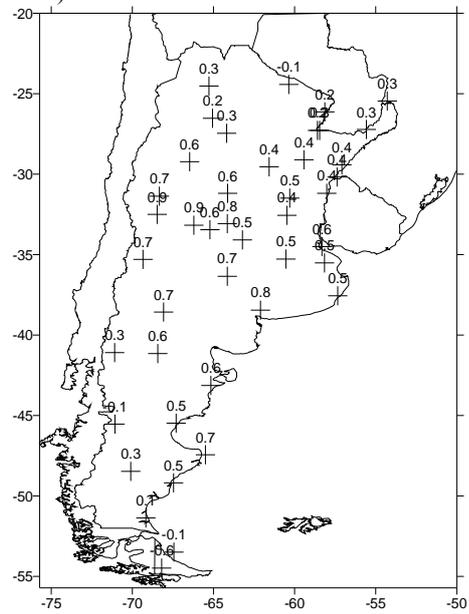
Figura 4 :Anomías anuales de temperatura para los casos en que a) $R < R - \sigma$ y b) $R > R + \sigma$

Tomando ahora un periodo mayor (1960-2006) se identificaron en 40 y 70 °O los casos de acciones bloqueantes, sin discriminar por época o estación del año, y se obtuvieron los valores medios de las temperaturas diarias correspondientes a cada estación meteorológica. De éstas últimas se obtuvieron también las temperaturas medias de los días en que no se produjeron las mencionadas situaciones, y se halló la diferencia térmica entre ambos valores medios

En la Figura 6, se muestran las diferencias térmicas entre ambas. Como se puede apreciar en las dos longitudes tomadas, los valores son negativos en todo el país y más aún en 70°O. Lo que implica una disminución de la temperatura durante la existencia de B.



a)



b)

Figura 5:Anomías de temperaturas anuales para casos en que a) $Z < z - g$ y b) $Z > z + g$, para casos en que los Z en 500 y 1000 hPa coinciden.

CONCLUSIONES

El análisis de la tendencia lineal de los índices del periodo 1960-2006 determinó:

* El índice R presenta una tendencia negativa en el nivel del 95%. Lo que implica un fortalecimiento del Anticiclón del Atlántico ($R < 0$) o una mayor actividad ciclónica en el Pacífico.

* El aumento de la tendencia positiva del espesor positivo de R indica aire más cálido en el Océano Pacífico que en el Atlántico.

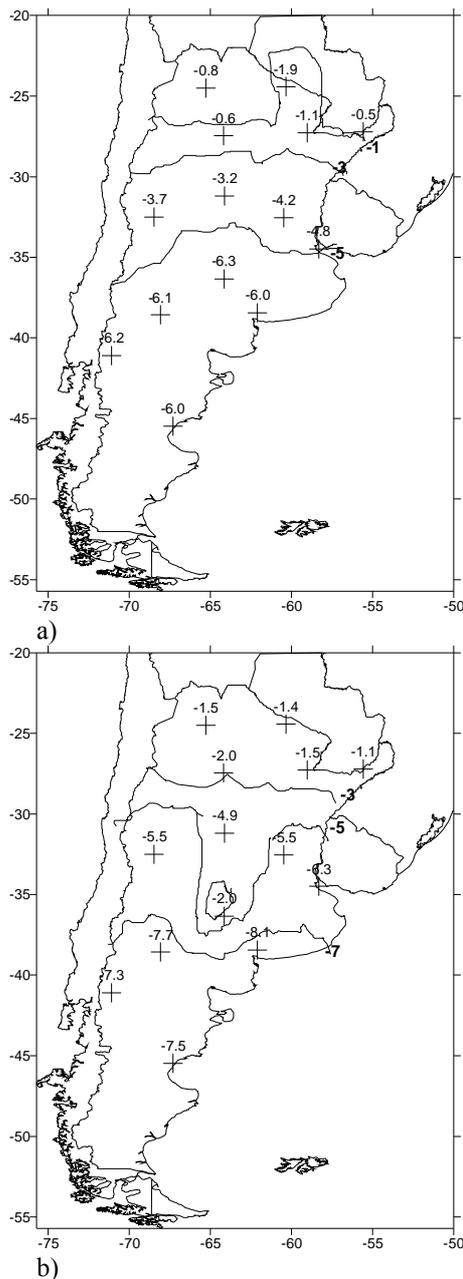


Figura 6: Diferencia de anomalías medias de temperatura de días donde se produjeron acciones bloqueantes y aquéllos donde no se produjeron, entre casos de bloqueo y sin bloqueo en a) 40° y b) 70°O

* El aumento de la tendencia negativa de R en 1000 hPa se asocia al aumento de las temperaturas al norte de aproximadamente los 40°S, como consecuencia de la advección de aire cálido provocada por el borde occidental del anticiclón del Atlántico.

* El índice Z presenta en 1000 hPa y en 500 hPa, a excepción de la primavera en este último nivel, una tendencia positiva y significativa.

* La relación entre ambos niveles dada por el espesor de Z presenta una tendencia negativa, lo que implica un aumento del espesor en la zona sur del continente y el consecuente aumento de la temperatura.

* En verano y otoño el índice I aplicado en 40 y 70°O, presenta una tendencia positiva y significativa, lo que

implica una intensificación de los sistemas de alta presión alrededor de los 45°O. En invierno y primavera la tendencia es opuesta con una intensificación de la circulación de los oeste.

* Las acciones bloqueantes y las bloqueantes persistentes aumentan en verano y otoño y disminuyen en invierno y primavera en 40° y 70°O.

* El aumento de las situaciones bloqueantes, se asocian al descenso de la temperatura en superficie.

* La disminución de R y del espesor de Z en el sur de América del sur se asocian al aumento de la temperatura de superficie. El aumento de acciones bloqueantes especialmente en verano y en menor escala en otoño contribuyen a atenuarla, mientras en invierno y primavera en menor escala tienden a aumentarla.

* * La aplicación de estos índices de fácil aplicación contribuyeron a detectar ciertas variaciones de la circulación atmosférica y vincularlas con los cambios de temperaturas medias sobre la temperatura del territorio argentino.

Agradecimientos: Al proyecto PICT N° 38277 de AGENCIA y al X234 de la UBA, por financiar los gastos de este trabajo.

Referencias bibliográficas

- Alessandro A. P. 1998 a: Contribuciones al estudio de la climatología sinóptica en la Argentina. Tesis Doctoral de la Universidad de Bs As. Capítulos, 3, 5 y 6
- Alessandro A. P., 1998 b: A meridional circulation index and the precipitation in Argentina. *Austr. Met. Mag.* 47. 167-170.
- Alessandro A. P., 2003 a: Blocking action situations in the south of South America during the 1990s. *Meteorologica*. 18. 23-37. ISSN 0325-187X.
- Alessandro A. P., 2003 b: Influence of blocking on temperature and precipitation in Argentina during the 90's decade. *Meteorologica*. 18. 39-52. ISSN 0325-
- Alessandro A. P., 2005 a: Bloqueos simultáneos en el Atlántico y Pacífico sur y sus influencias sobre la República Argentina. *Revista Brasileira de Meteorología*. 20, N°2, 277-300.
- Alessandro A. P., 2005 b: Acciones bloqueantes alrededor de los setenta grados oeste en el sur de sud América. *Meteorológica* 30. N° 1 y 2. 3-25. ISSN 0325-187X.
- Alessandro A. P., 2007: Variación de la circulación atmosférica en el sur de Sudamérica en el período 1960-2006. *Anales del XVI Congreso Mexicano de Meteorología*. Realizado del 12 al 16 de noviembre en Veracruz. México.
- Brooks C. E. P. and N. Carruthers, 1953: *Handbook of statistical methods in meteorology*. 323-325
- Fernandez A., G. Necco, 1982: Característica del Campo del viento en la Atmósfera libre en estaciones argentinas. *Meteorológica* 13, 2.
- Jones P. D, M. J. Salinger and A. B. Mullan, 1999: *Extratropical circulation indices in the Southern*

hemisphere based on station data International Journal of Climatology. 19: 1301-1317.

- Jones Julie M. and Martin Widmann, 2003: Instrument- and Tree-Ring-Based Estimates of the Antarctic Oscillation. Journal of Climate . Volume 16, Issue 21 (November 2003) pp. 3511–3524
- Kinter III J. L, K. Miyakoda , 2002: Recent Change in the Connection from the Asian Monsoon to ENSO. Journal of Climate, may 2002. 1203-1215.
- Lee Eun-Jeong, Jong-Ghap Jhun and Chung-Kyu Park, 2005: Remote Connection of the Northeast Asian Summer Rainfall Variation Revealed by a Newly Defined Monsoon Index . Journal of Climate 18(21)- 4381-4393.
- Lichtenstein E. R, 1976: Variabilidad interdiurna de la presión en el entorno de la depresión del Noroeste Argentino. Meteorológica 6 y 7.
- Minetti J. L y W. M. Vargas, 1983: Comportamiento del borde anticiclónico subtropical en Sudamérica I Parte. Meteorológica 14, 1 y 2. 645-655.
- Minetti J. L. , E. M. Sierra, Poblete A. G. ,1987: Las fluctuaciones de la circulación regional en Sudamérica. Anales. II Congreso Interamericano de Meteorología, V Congreso Argentino de Meteorología, 12.3.1-12.3.6.
- Namias J. ,Clapp P. F. , 1951: Observational studies of general circulation patterns. Compendium of Meteorology. The American Meteorological Society. 551-568.
- Prohaska F. J., 1952: Regímenes estacionales de la precipitación de Sudamérica y mares vecinos (desde 15°S hasta Antártida). Meteoros . Año II, 1 y 2, 66-100.
- Trenberth K. E. , 1986: The signature of a blocking Episode on the General Circulation in the Southern Hemisphere. Journal of the atmospheric sciences. 43. 19. 2061-2069.