

# LA VARIABILIDAD INTERMENSUAL DE LA NAO Y SU INCIDENCIA EN EL NUMERO DE DÍAS DE LLUVIA EN LA COSTA CANTÁBRICA DEL PAÍS VASCO

Pablo FDEZ. DE ARRÓYABE HERNÁEZ

*Departamento de Geografía, Urbanismo y O.T. de la Universidad de Cantabria*

## RESUMEN

En el presente artículo se incide en la búsqueda de relaciones estadísticas entre la evolución de la variabilidad del índice NAO y la de la precipitación en el observatorio meteorológico de Sondica situado en la costa cantábrica del País Vasco. El análisis compara la evolución de la variabilidad de la oscilación del Atlántico Norte con la evolución de la variabilidad de diversos indicadores pluviométricos.

### **Palabras clave:**

Variabilidad, Oscilación del Atlántico Norte, Coeficientes de Variación.

## ABSTRACT

*The following article deals about the statistical relationships between the NAO index variability evolution and the variability evolution of several indicators of the precipitation in Sondica. There is no relation between the evolutive dynamics of variability but there is a relevant statistical relation for some pluviometric indicators.*

### **Key words:**

*North Atlantic Oscillation, Rainfall variability, Variation rate.*

## 1. INTRODUCCIÓN

La oscilación del Atlántico Norte (N.A.O.), así como otros indicadores globales del comportamiento atmosférico, parece tener, desde su carácter estructural, una incidencia clara sobre el comportamiento de los meteoros más cotidianos (precipitación, temperatura...). Tradicionalmente se han explicado los fenómenos atmosféricos desde planteamientos genéricos hacia situaciones particulares. Sería deseable la existencia de un mayor número de planteamientos inversos donde el modelo global fuera consecuencia de la suma de comportamientos físicos individuales dado que, en muchas ocasiones, las particularidades son realmente mucho más significativas que los mode-

los generales. Parece ser que el clima no solo cambia, sino que evoluciona hacia nuevos estados no previos. Las situaciones atmosféricas configuran de este modo el escenario donde los mismos interpretes meteorológicos representan una obra diaria, siendo el resultado de la interpretación distinto cada día.

## 2. ESTADO DE LA CUESTIÓN

Tal y como cuenta MORTON (1998) en su artículo “*The storm in the machine*” para la revista *New Scientist*, el índice NAO, en términos cuantitativos, es algo realmente simple. Se trata de la diferencia entre los valores de presión normalizados tomados en dos puntos geográficos que se sitúan, uno de ellos en la zona de las Azores y el otro en torno a la zona de Islandia.

Al igual que se crea este índice, se crearon otros muchos sobre todo a partir de la primera mitad del siglo XX. Detrás de ello se encontraba, entre otros muchos objetivos, la búsqueda de comportamientos atmosféricos estructurales que dieran explicación a la variabilidad natural del clima.

Cuando el valor del índice NAO resulta elevado se genera una zona de bajas presiones en Islandia mientras que en la zona de las Azores se localiza un anticiclón. En invierno aparecen, de acuerdo a los valores del índice, dos tipos de situaciones diferenciadas. Por un lado, fuertes vientos del Oeste que acercan a Europa masas de aire templadas oceánicas, cargadas de humedad. Esto sucede principalmente en los meses de invierno que es cuando la diferencia de presión entre ambos puntos es máxima. Por otro lado, un índice NAO bajo propiciaría la aparición de masa de aire europeas, de carácter continental, de procedencia Norte y Este, mucho más frías.

Sin embargo, las cosas no resultan tan simples ni las relaciones tan directas. Resulta conocido por todos que la atmósfera está compuesta por un conjunto de gases en continuo movimiento. Este conjunto de gases se ve sometido a una dinámica de cambio constante. Las diferencias de presión y temperatura existentes y los movimientos a que se encuentra sometida la tierra potencian la alternancia de distintos estados atmosféricos.

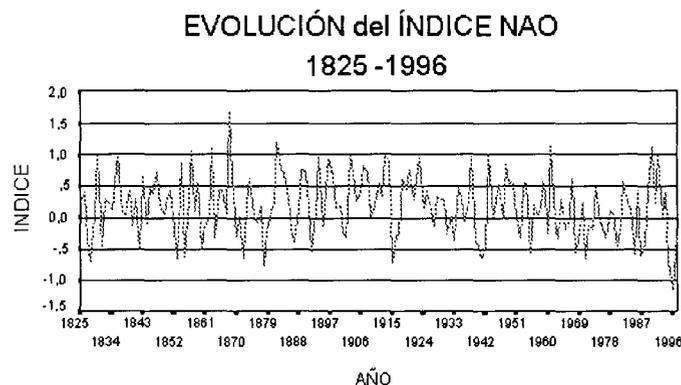


Fig. 1: Evolución del Índice NAO (1825-1996)

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de la Universidad de East Anglia

A lo largo de la historia los valores del índice NAO han estado sujetos a una dinámica de cambio relativamente coherente según los autores BARNSTON y LIVEZEY (1987) quienes consideran este índice como el más robusto de entre un total de trece modos de circulación atmosférica mundiales. ROGERS (1990) muestra a la NAO como responsable de la variabilidad interanual de la presión mensual (SLP) en todos los meses del año excepto en cuatro.

Dentro del comportamiento y la evolución histórica del índice NAO han sido diversos los autores que han intentado identificar periodos de recurrencia. COOK *et al.* (1993), al igual que HURRELL y VAN LOON (1997) han definido frecuencias de mayor intensidad del índice para periodos de 24, 8 y 2,1 años. También han considerado la existencia de una oscilación importante con una periodicidad de 70 años.

El verdadero interés de poder definir ciclos radica en su posible aplicación a la predicción de comportamientos futuros de la atmósfera en el Atlántico Norte y en otras partes del globo. Cada día que pasa se es más consciente de la necesidad de considerar la circulación de las corrientes marinas y otras variables como la salinidad y la temperatura del mar (SST) para poder explicar la variabilidad del índice NAO.

De este modo, en el artículo "*Climate: A new driver for the Atlantic's Moods and Europe's Weather?*" elaborado por Richard A. Kerr (1997) para la revista *Science* se recoge la opinión de Michael McCartney, perteneciente a la Woods Hole Oceanographic Institution (WHOI) de Massachusetts, quien expone claramente que a pesar de que los "*meteorólogos hayan descubierto la existencia de la variación propia del índice NAO y hayan señalado sus efectos, el origen de las mencionadas oscilaciones sigue siendo eludido*".

Además McCartney, con un acertado sentido crítico, plantea el hecho de que la NAO se balancea en periodos temporales largos y la atmósfera "*no puede recordar las cosas de año en año o década a década, sólo mes a mes*". Surge así un nuevo planteamiento del problema de la variabilidad de la NAO en términos de memoria. Para los oceanógrafos el origen de las oscilaciones a largo plazo del índice NAO se encuentra, evidentemente, en el océano.

La variabilidad del índice NAO a corto plazo facilita la configuración de "marcos contextuales" en los que puede darse una relación más directa entre el comportamiento del índice y la situación sinóptica previsible en breve.

Por contra, a medio y a largo plazo, el comportamiento de la atmósfera se ve afectado por otra serie de componente caóticas que lo desvían del molde sistémico que se elabora desde la ciencia para explicar su comportamiento.

La búsqueda de relaciones entre la variabilidad pluviométrica y el índice NAO ha dado sus frutos en estudios como el realizado por PITA, CAMARILLO y AGUILAR (1999) donde se muestra la existencia de una importante relación de dependencia entre el comportamiento temporal de la variabilidad pluviométrica en Andalucía y el comportamiento de los índices NAO.

Asimismo, MARTÍN VIDE, GÓMEZ NAVARRO y WANNER (1999) han verificado la existencia de una correlación negativa entre la cantidad de precipitación que se registra en la península ibérica en el mes de Diciembre y los valores del índice NAO. Esta relación disminuye según nos

desplazamos del Sur hacia el Norte peninsular. Resulta significativa la disposición espacial del grado de correlación para la zona vasco-navarra (Igeldo, Pamplona), donde la correlación, aunque pequeña ( $r = 0,2$ ), es ligeramente positiva a diferencia del resto de la península.

Finalmente, el estudio realizado por SÁENZ, ZUBILLAGA y RODRÍGUEZ-PUEBLA (1998) acerca de la variabilidad climática de la precipitación invernal del norte de la Península Ibérica arroja el significativo resultado de la inexistencia de relación entre los totales de precipitación registrados y el índice NAO. En segundo lugar, se entiende que hay vínculos significativos entre los valores del índice NAO y las diferencias de precipitación registradas entre las áreas costeras y las regiones continentales.

### 3. OBJETIVOS

El presente estudio trata de identificar la existencia de algún tipo de vínculo entre la evolución de la variabilidad experimentada por el índice NAO y la evolución de la variabilidad de la precipitación en forma de lluvia en la costa cantábrica del País Vasco en el periodo 1947-1996. Este fin genérico se ve concretado por medio de los siguientes objetivos:

- Estimar los coeficientes de variación mensuales, trimestrales y anuales de la NAO para el periodo mencionado.
- Verificar la falta de concordancia estadística entre la evolución de la variabilidad del índice NAO y la evolución de la variabilidad de la precipitación y del número de días de lluvia en el área señalada.
- Señalar la existencia de coincidencias significativas entre parámetros estadísticos del índice NAO y el número de días de lluvia.

### 4. FUENTES Y METODOLOGÍA

Para poder alcanzar los objetivos señalados se han empleado dos fuentes de datos diferenciadas.

En primer lugar, los datos referentes al índice NAO, cedidos por la Universidad de East Anglia, a través de la página Web ([www.cru.uea.ac.uk/ftpdata/nao.dat](http://www.cru.uea.ac.uk/ftpdata/nao.dat)). Se trata de datos que están basados en la diferencia de presión normalizada entre Gibraltar y Reykjavick.

De este modo se ha partido de los valores mensuales del índice NAO para el periodo 1821-1997, derivándose de estos datos iniciales, otras estimaciones necesarias.

El segundo tipo de datos empleados, referentes a la lluvia, ha sido obtenido a partir de los registros diarios de precipitación realizados por el Instituto Nacional de Meteorología, durante el periodo 1947 - 1996, en la estación meteorológica situada en Sondica (Cod. 1082) (Vizcaya). En ocasiones, se han despreciado los valores del primer y del último año dado su carácter incompleto.

A partir de la información recogida mediante estas dos fuentes se ha trabajado en tres escalas temporales distintas (mes, trimestre, año) incidiéndose, en los tres casos, en la evolución experimentada por la variación de la NAO y de la precipitación en Sondica.

En primer término, se han estimado los Coeficientes de Variación mensual del índice NAO, de las precipitaciones mensuales, de la precipitación máxima registrada cada mes y del número de días de lluvia. Seguidamente, se ha calculado una matriz de correlación, obteniéndose los Coeficientes de Correlación para todos estos Coeficientes de Variación entre sí y con respecto a otros parámetros pluviométricos como los valores extremos del índice NAO o el total de precipitación mensual para todo el periodo señalándose exclusivamente aquellas correlaciones más elevadas, con el fin de indicar coincidencias numéricas dentro de las variabilidades de los factores y del índice NAO.

En el segundo apartado se han elaborado los cálculos de la variabilidad para todo el conjunto de los datos propios de cada trimestre, poniéndose en relación variabilidades trimestrales de la NAO y de los principales indicadores de la precipitación.

Por último se ha tratado buscar algún nexo de dependencia entre la evolución de la variabilidad anual del índice NAO y la variabilidad experimentada por la precipitación y el número de días de lluvia.

## 5. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

### 5.1. Presentación de resultados mensuales

#### 5.1.a. Coeficientes de variación mensuales

Tabla 1: COEFICIENTES DE VARIACIÓN DEL ÍNDICE NAO, DE LA PRECIPITACIÓN MENSUAL, DE LAS PRECIPITACIONES MÁXIMAS MENSUALES Y DEL NÚMERO DE DÍAS DE LLUVIA (PERIODO 1947 - 1996)

	DES_ST NAO	MEDIA NAO	CV NAO	CV PRE MEN	CV PREMAX	CV NDIAS
ENERO	2,04	0,51	4	0,57	0,41	0,35
FEBRERO	1,97	0,48	4,08	0,60	0,54	0,36
MARZO	1,81	0,34	5,18	0,51	0,56	0,37
ABRIL	1,9	0,19	9,71	0,58	0,63	0,35
MAYO	1,4	-0,34	-4,29	0,54	0,58	0,29
JUNIO	1,25	-0,08	-15,26	0,64	0,68	0,31
JULIO	1,42	-0,37	-3,85	0,67	0,72	0,33
AGOSTO	1,67	0,13	12,27	1,15	1,13	0,38
SEPTIEMBRE	1,51	-0,16	-9,21	0,71	0,85	0,41
OCTUBRE	1,58	-0,08	-18,75	0,74	0,63	0,42
NOVIEMBRE	1,83	0,10	16,96	0,56	0,44	0,33
DICIEMBRE	1,82	0,18	10,03	0,61	0,50	0,36

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de la Universidad de East Anglia y del INM

#### 5.1.b. Relación entre las evoluciones intermensuales de la variabilidad

CV\_PREMEN-CV\_NAO 0,02

CV\_PREMAX-CV\_NAO -0,12

CVNDIAS-CV\_NAO -0,15

## 5.1.c. Matriz de correlación

Tabla 2: ÍNDICES DE CORRELACIÓN ENTRE LA VARIABILIDAD DE LA NAO Y ALGUNOS INDICADORES PLUVIOMÉTRICOS

	r	ASE1	Val/ASE0	Significance
MAX_NAO / MED_NDIA	,67	,11	2,88	,016 *4
MAX_NAO / TOT_NDIA	,68	,11	2,95	,014 *4
CV_NAO / MED_NDIA	,54	,19	2,05	,066 *4
CV_NAO / TOT_NDIA	,53	,19	2,00	,073 *4
SD_NAO / MED_NDIA	,77	,14	3,81	,003 *4
SD_NAO / SD_NDIA	,80	,10	4,27	,001 *4
SD_NAO / TOT_NDIA	,74	,15	3,54	,005 *4
MIN_NAO / CV_NDIA	-,64	,14	-2,68	,022 *4
MED_NAO / SD_NDIA	,64	,12	2,68	,023 *4
MAX_NAO / MIN_PRE	,64	,12	2,64	,024 *4
SD_NAO / MED_PRE	,70	,13	3,16	,010 *4
SD_NAO / TOT_PRE	,71	,13	3,20	,009 *4

Tot\_Pre= Total de precipitación mensual. Med\_Pre = Precipitación media mensual. Sd\_Pre = Desviación típica de la precipitación mensual. Max\_Pre = Máxima precipitación mensual. Min\_Pre = Mínima precipitación mensual. CV\_Pre = Coeficiente de Variación mensual de la precipitación. Med\_Nao = Media mensual del índice Nao. Sd\_Nao = Desviación típica mensual del índice Nao. Max\_Nao = Valores máximos mensuales del índice Nao. Min\_Nao = Valores mínimos mensuales del índice Nao. CV\_Nao = Coeficiente de Variación mensual del índice Nao. Tot\_Ndía = Número absoluto de días de lluvia por mes. Med\_Ndía = Media de días de lluvia por mes. Sd\_Ndía = Desviación Típica del número de días de lluvia. Max\_Ndía = Máximo número de días de lluvia por mes. Min\_Ndía = Mínimo número de días de lluvia por mes. CV\_Ndía = Coeficiente de Variación del número de días de lluvia.

## 5.2. Interpretación de resultados mensuales

## 5.2.a. Coeficientes de variación

El rango de la variación mensual del índice NAO es amplio (Tabla 1). Desde un C.V. = 3,8 correspondiente a Julio, valor que lo acredita como mes más estable, hasta el extremo opuesto de un C.V.= 18,7 para el mes de octubre como máximo exponente de la variabilidad del índice. Le siguen de cerca los meses de junio, agosto y diciembre respectivamente en cuanto a grado de variación para los valores NAO.

Por otra parte encontramos que el C.V. de la precipitación mensual tiene sus mayores valores en agosto, septiembre y octubre. Destaca el estrecho rango de los valores de variación, todos con un C.V. entre 0,4 y 0,74 excepto en el mes de Agosto donde se deja influir claramente el evento torrencial de las inundaciones del año 1983 y la variabilidad de la precipitación se dispara hasta el valor de 1,15. Dentro de este umbral de la variación mensual de la precipitación sobresale el periodo de finales de verano (agosto, septiembre) y de comienzos de Otoño (octubre) como una época más variable.

Esta “mayor o menor amplitud del rango” tendrá gran importancia si entendemos esta amplitud como capacidad de memoria que posee la atmósfera para repetir su comportamiento mensual año tras año. Bajo esta premisa podríamos decir que la atmósfera tiene buena memoria mensual cuando el rango es pequeño y viceversa.

Cuando revisamos las variabilidades mensuales experimentadas por las precipitaciones máximas nos encontramos que los meses más variables en este sentido han sido Agosto, muy por encima del resto, seguido de Septiembre y Julio. Resulta significativo y coherente que las mayores variabilidades de las precipitaciones máximas se den a finales del verano. Es en esta época cuando se dan las condiciones básicas necesarias (mayor temperatura del agua del mar en el Golfo de Vizcaya) para que los eventos lluviosos adquieran la personalidad de episodios extremos.

El número de días de lluvia que se registran cada mes resulta ser un parámetro sujeto a pequeñas variaciones a lo largo de los años considerados. Los coeficientes se sitúan entre valores de 0,29 del mes de mayo al 0,42 de octubre ó septiembre.

#### 5.2.b. Estudio de las relaciones entre los coeficientes de variación

Una vez puestos en común todos los Coeficientes de Variación recién descritos se ha constatado la ausencia de relaciones relevantes entre la evolución intermensual de la variabilidad del índice NAO y la evolución intermensual de la variabilidad registrada tanto por el número de días de lluvia como por la precipitación mensual o por las máximas precipitaciones mensuales.

#### 5.2.c. Los C.V. y otros parámetros pluviométricos

Se ha observado la existencia de importantes “coincidencias numéricas” entre distintos indicadores pluviométricos y el índice NAO. Las más importantes se han producido entre estadísticos del índice NAO y del número de días de lluvia. Sin embargo estas coincidencias estadísticas no reflejan el hecho real de que un extremo de la NAO genere lluvia y el otro extremo no lo haga.

### 5.3. Presentación de resultados trimestrales

#### 5.3.a. Coeficientes de variación trimestral

Tabla 3: VALORES TRIMESTRALES DEL ÍNDICE NAO  
SONDICA (1947-1996)

	<b>MEDIA</b>	<b>SD</b>	<b>MAX</b>	<b>MIN</b>	<b>CV_NAO</b>
<b>1 TRI</b>	,45	1,93	5,22	-4,20	4,28
<b>2 TRI</b>	-,17	1,63	6,63	-3,82	-9,58
<b>3 TRI</b>	-,04	1,49	3,81	-4,19	-37,25
<b>4 TRI</b>	,07	1,74	4,57	-4,07	24,85

Fuente: Elaboración propia a partir de datos del I.N.M. y de la Universidad de East Anglia.

Tabla 4: PRECIPITACIÓN TRIMESTRAL  
SONDICA (1947-1996)

	<b>PRECIP.</b>	<b>Media mensual</b>	<b>SD</b>	<b>MAX. mensual</b>	<b>CV_PRE</b>
<b>1 TRI</b>	15456,90	104,44	60,92	324,80	,58
<b>2 TRI</b>	13350,40	89,60	55,98	259,90	,62
<b>3 TRI</b>	10947,60	74,47	69,98	627,00	,94
<b>4 TRI</b>	19246,10	130,93	83,54	432,20	,64

Fuente: Elaboración propia a partir de datos del I.N.M. y de la Universidad de East Anglia.

Tabla 5: NÚMERO DE DÍAS DE LLUVIA POR TRIMESTRE  
A PARTIR DE DATOS MENSUALES EN SONDICA (1947-1996)

	N_días lluvia	Media	Des. Tip.	C.V.
1 TRI	2158	43,16	12,72	0,294
2 TRI	2102	42,04	9,19	0,218
3 TRI	1655	33,78	7,66	0,226
4 TRI	2078	42,41	10,42	0,245

Fuente: Elaboración propia a partir de datos del I.N.M. y de la Universidad de East Anglia.

### 5.3.b. Relación entre la variabilidad trimestral

La relación existente entre el C.V. del número de días por trimestre y el C.V. de la NAO es de  $r = 0,446$  según Pearson. Los coeficientes de correlación resultantes entre el CV\_NAO y CV\_PRE se corresponden la siguiente gráfica. Coef. Correlación = 0,794

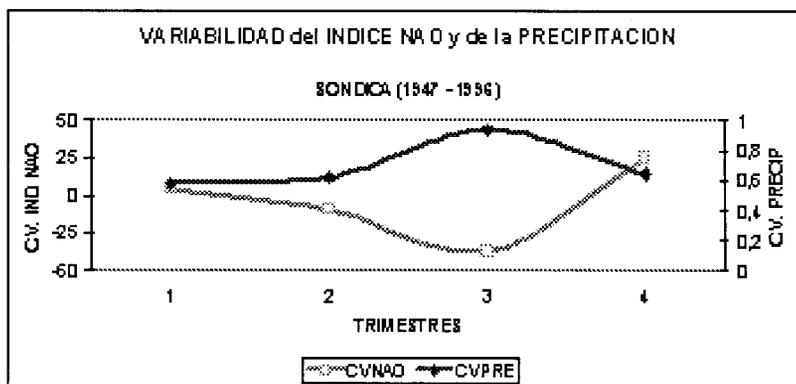


Figura 2: Variabilidad del Índice NAO y de la precipitación en Sondica (1947-1996).

Fuente: Elaboración propia a partir de datos del I.N.M. y de la Universidad de East Anglia.

## 5.4. Interpretación de resultados trimestrales

### 5.4.a. Coeficientes de variación trimestral

Las mayores variabilidades del índice NAO se registran en verano y otoño principalmente a causa de la existencia de valores medio muy pequeños. Con respecto a la precipitación registrada en cada uno de los trimestres del año es destacable la mayor variabilidad existente en el trimestre de verano y en el de otoño, en consonancia con los coeficientes de variación trimestral del índice NAO. En cuanto a la variabilidad trimestral del número de días de lluvia no existen grandes diferencias. Solo sobresale mínimamente el periodo invernal.

### 5.4.b. Relación entre la variabilidad trimestral

Se ha detectado una importante relación estadística entre la variabilidad trimestral del índice NAO y la variabilidad trimestral de la precipitación en Sondica, si bien, debemos entender esta relación

como el reflejo del carácter estacional de nuestro clima y no confundirla con la existencia de una dependencia directa entre los valores que toma el índice NAO y las cantidades de precipitación que son registradas.

La existencia de un factor de correlación tan elevado entre el CV del índice NAO y el CV de la precipitación es bastante significativa pero su incidencia real no lo es tanto, dado que, a pesar de que podemos decir que la variabilidad trimestral del índice NAO condiciona la variabilidad de las precipitaciones trimestrales en esa zona, no somos capaces de determinar en que modo lo hace. Esta relación pone de manifiesto el carácter estacional de nuestro clima.

### 5.5. Presentación de resultados anuales

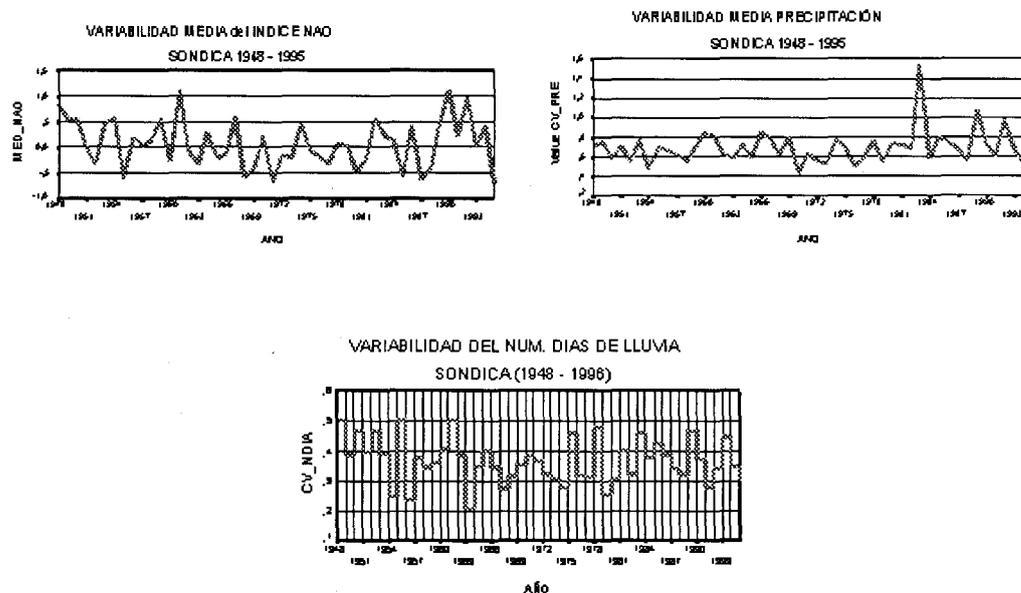


Fig. 3: Variabilidad media del índice NAO, de la precipitación y del número de días de lluvia en Sondica.  
Fuente: Elaboración propia a partir de datos del I.N.M. y de la Universidad de East Anglia.

### 5.6. Interpretación de resultados anuales

#### 5.6.a. Coeficientes de variación del índice NAO

La diferencia de presión se ha mantenido dentro de unos umbrales máximos y mínimos. Debemos de considerar que los valores representados en el gráfico son valores medios lo que otorga a los mismos cierto grado de homogeneidad. Se observa como la diferencia media de presión a nivel del mar entre Gibraltar y Reykjavick ha experimentado un descenso relativo de su valor durante las décadas de los 60, 70 y 80 sin llegar a ser realmente significativo con respecto al comportamiento general del índice en este periodo

#### 5.6.b. Coeficientes de variación de la precipitación

En relación con la precipitación encontramos dos años (1983 y 1989) dentro de la serie, en los que la distribución de la lluvias fue muy poco homogénea. Le sigue muy cerca en cuanto a variabili-

dad el año 1992. Puede percibirse en la gráfica cómo desde el año 1981 se mantenía cierta uniformidad en el coeficiente de variación dentro de su propia fluctuación. A partir de 1983 aparecen tres picos, relativamente próximos, que vienen explicados por la presencia de eventos lluviosos extremos (inundaciones de 1983) o por tratarse de años muy lluviosos con gran irregularidad en la distribución mensual de la precipitación.

#### 5.6.c. Relación entre variabilidades

No existe ningún tipo de relación entre los coeficientes de variabilidad anuales del índice NAO y los de la precipitación. Por lo tanto podemos decir que en el escenario temporal estudiado, no hay relación alguna entre la evolución que experimenta la variación de la lluvia a lo largo de los años del periodo y la evolución de la variabilidad que ha experimentado en esos mismos años el índice NAO. Tampoco se ha encontrado ninguna relación significativa entre el coeficiente de variación anual de la NAO y el la variación anual en el número de días de lluvia.

## 6. CONCLUSIONES

Mientras en zonas del Sur de la Península Ibérica la relación lluvia-NAO tiene una clara representatividad en el Norte peninsular en general y en la depresión vasco cantábrica no lo es tanto. Los efectos de la variación de presión en la zona del Atlántico Norte, como subsistema climático, tienen un carácter estructurante de la disposición de las precipitaciones en la península ibérica por el hecho de definir un campo de juego para los meteoros atmosféricos. Sin embargo, en la zona de la costa vizcaína no es un elemento definitorio de las cantidades de precipitación que se registran.

A pesar de no existir relaciones de dependencia entre la evolución de las variabilidades en la escala mensual, se considera significativa la relación existente entre el número de días de lluvia (en sus valores medios y en términos absolutos) y los valores máximos de la NAO, y especialmente significativo el vínculo existente entre la dispersión (desviación típica) de los valores mensuales de la NAO y el número de días de lluvia en sus distintas formas de expresión.

La evolución de las variabilidades anuales no recoge relaciones significativas y su interés se centra más en el análisis de los cambios históricos de las variabilidades que en la relación entre ellas.

Los resultados estadísticos obtenidos en el análisis trimestral nos hacen concluir que la mejor forma de entender el fenómeno NAO en la zona del Cantábrico oriental consiste en considerar el fenómeno NAO como un marco estructural donde otras muchas variables y elementos coyunturales concretan de manera explícita las relaciones implícitas que aquí se ha expuesto.

## 7. REFERENCIAS

- BARNSTON, A.G. y LIVEZEY, R.E. (1987): "Classification, seasonability and persistence of flow frequency atmospheric circulation patterns". *Mon. Wea. Rev.*, 115, pp.1083-1126.
- COOK, E.R., D'ARRIGO, R.D., JACOBY, G.C. y BRIFFA, K.R. (1993): "NAO and sea surface temperature signatures in tree-ring records from the North Atlantic sector". *Quaternary Science Reviews*, 12, 431-440.

HURREL, J.V.W. y VAN LOON, H. (1997): "Decadal variations in climate associated with the North Atlantic Oscillation". *Workshop in climatic change at high elevation sites*, Wengen, Switzerland.

KERR, R.A. (1997): "Climate: a new driver for the Atlantic's moods and Europe's weather". *Sciences*, Vol. 275, pp.754-755.

MARTÍN VIDE, J., GÓMEZ NAVARRO, L. y WANNER, H. (1999): "Influencia de la NAO en la precipitación y en la probabilidad de días lluviosos de diciembre en la España peninsular (1941-1994)". En RASO, J.M. y MARTIN VIDE, J. (Eds.), "*La Climatología española en los albores del siglo XXI*", Publicaciones de la Asociación Española de Climatología (AEC), Serie A, nº1, pp.217-226.

MORTON, O. (1998): "The storm in the machine". *New Scientist*, 31 Jan., [www.newscientist.com/ns/980131/features.html](http://www.newscientist.com/ns/980131/features.html).

PITA, M.F., CAMARILLO J.M., y AGUILAR, M. (1999): "La evolución de la variabilidad pluviométrica en Andalucía y sus relaciones con el índice de la NAO". En RASO, J.M. y MARTIN VIDE, J. (Eds.), "*La Climatología española en los albores del siglo XXI. Publicaciones de la Asociación Española de Climatología (AEC)*", Serie A, nº1, pp.399-408.

ROGERS, J.C. (1990): "Patterns of low frequency monthly sealevel pressure variability (1899-1986) and associated wave cyclone frequencies". *Journal of Climate*, 3, pp.1364-1379.

SÁENZ, J., ZUBILLAGA, J. y RODRÍGUEZ PUEBLA, C. (1998): "Interannual Variability of winter precipitation in northern Spain". Estudio desarrollado por el Grupo de Física de la Atmósfera de la Facultad de Ciencias del País Vasco y el Departamento de Física General y de la Atmósfera de la Universidad de Salamanca, pp.1-18.

RASO, J.M. y MARTIN-VIDE, J. (Eds.), "*La Climatología española en los albores del siglo XXI*", Publicaciones de la Asociación Española de Climatología (AEC), Serie A, nº1.