



**HAL**  
open science

## 30 Years of sfe in the Ebro Observatory

J.J. Curto, J.O. Cardus, J.M. Torta, Christine Mazaudier, M. Menvielle

► **To cite this version:**

J.J. Curto, J.O. Cardus, J.M. Torta, Christine Mazaudier, M. Menvielle. 30 Years of sfe in the Ebro Observatory. *Revista de Geofísica*, 1992, 48, pp.141-151. hal-00998510

**HAL Id: hal-00998510**

**<https://hal.science/hal-00998510>**

Submitted on 2 Jun 2014

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

# 30 años de Sfe en el observatorio del Ebro

## 30 Years of sfe in the Ebro Observatory

J. J. CURTO <sup>(1)</sup>, J. O. CARDÚS <sup>(1)</sup>, J. M. TORTA <sup>(1)</sup>, C. MAZAUDIER <sup>(2)</sup> y M. MENVIELLE<sup>(3)</sup>

<sup>(1)</sup> Observatori de l'Ebre. 43520 Roquetes (Tarragona)

<sup>(2)</sup> C.R.P.E.-C.N.R.S. Saint-Maur Cedex France

<sup>(3)</sup> Université d'Orsay. 91405 Orsay Cedex France

### RESUMEN

Los efectos magnéticos producidos por las fulguraciones cromosféricas, sfe, no son exactamente un incremento en amplitud de la variación diurna, Sq. En algunos casos llegan a ser una disminución.

En base a un estudio estadístico de los registros magnéticos del Ebro, sobre 30 años, hemos encontrado:

- a) una dependencia de la diferencia de fases entre los vectores sfe y Sq con el tiempo local. De hecho, las diferencias de fase mayores de 90°, *sfe inversos*, se concentran entre las 10 y las 12 horas;
- b) los *sfe inversos* tienen un carácter eminentemente equinoccial;
- c) existe una correlación más débil de la actividad solar con los *sfe inversos* que con los sfe regulares.

### ABSTRACT

The magnetic effect produced by chromospheric flares, sfe, are not a mere amplitude increase of the diurnal variation, Sq. In some cases they are a decrease.

In base of an statistic study over 30 years of magnetic records in Ebre, we have found:

- a) a dependence in phase lag of sfe and Sq vectors with local time. In fact, phase lag greater than 90°, *reversed sfe*, concentrate between 10 and 12 hours;
- b) the *reversed sfe* have an equinoctial character;
- c) It exists a weaker correlation of the solar activity with the *reversed sfe* than with the regular ones.

### 1. DEFINICION DE SFE. SFE INVERSO.

A pesar del tiempo ya relativamente largo desde que se indentificaron los primeros sfe como fenómenos individualizados (distintos de otras variaciones rápidas del campo geomagnético) y de los numerosos trabajos que han intentado desvelar su origen y manifestación, su estudio sigue tropezando con parecidas dificultades a las que teníamos en un principio.

Para empezar, tenemos una morfología cambiante que hace que el fenómeno se presente con aspectos distintos según las circunstancias (componente magnética o telúrica, momento de la variación diurna, altura del sol, intensidad, etc.).

Pero la principal dificultad es la ausencia de un aspecto característico que sirva para definirlos con **seguridad**, mientras que no conste su confirmación por la observación simultánea de una fulguración cromosférica o de sus efectos ionosféricos o radiosolares.

En el Simposium de Variaciones Rápidas que bajo el patrocinio de la IAGA se celebró en Copenhague (*IAGA, 1959*), encontramos la primera y única DEFINICION de los sfe (que es la que en la práctica ha usado posteriormente la asociación):

“Sfe... pequeña bahía diurna o corchete, de ordinario en el sentido de la variación diurna, que se supone causada por una erupción cromosférica. Estos fenómenos son provisionalmente sfe, hasta que han sido verificados como tales en varios observatorios o por datos solares o ionosféricos.”

Aunque no contamos con una definición formal de sfe inverso hay que tomarla como sfe que produce un decrecimiento o disminución de la variación diurna en una o en más componentes. Dado que estamos hablando de magnitudes vectoriales, podemos definir concretamente un sfe como inverso cuando esté defasado más de  $90^\circ$  del vector  $S_q$ .

En el mismo simposium de Copenhague, en lo que concierne a los sfe, la discusión se centró sobre la existencia de los sfe inversos. Como los datos de que se disponía no parecían suficientes para justificar un cambio, se decidió dejar por el momento (la definición) bajo la forma de su primera redacción.

Sin embargo, se propuso que se examinara con mayor concreción las palabras —de ordinario en el sentido de la variación diurna— y si había una distinción real entre los sfe regulares y los inversos.

Nuestro trabajo viene en la línea de aportar más datos que permitan dar contestación a una serie de preguntas que podríamos resumir en: ¿Se puede avanzar más en la definición de sfe? ¿Es el sfe inverso un fenómeno ocasional o permanente? ¿Bajo qué condiciones se da? ¿Por qué ocurre?

Los resultados de este estudio comprenden las siguientes secciones de este artículo.

## 2. SELECCION DE LOS EVENTOS. CALCULO DE LOS ELEMENTOS

Basándonos en los datos del Observatorio del Ebro, hemos realizado el estudio de los sfe registrados desde 1953 hasta 1985, lo cual representa 3 ciclos solares completos.

De entrada, sólo hemos utilizado los sfe clasificados como seguros (tipo S) en las listas de la IAGA (servicio de variaciones magnéticas rápidas). Además, sólo hemos elegido aquellos sfe vistos como claros (tipo B) o muy claros (tipo A) en el Observatorio del

Ebro. Sólo en casos excepcionales hemos incluido casos con movimiento débil (tipo C). Al final hemos obtenido un total de 140 eventos. En la tabla 1 se da una lista de los eventos con referencia de la fecha y hora de comienzo de cada uno. También se han especificado sus respectivos tiempos de subida (o establecimiento),  $T_1$ , que es el tiempo transcurrido desde el comienzo del fenómeno hasta el máximo, y tiempos de bajada (o decaimiento),  $T_2$ , que es el tiempo transcurrido desde el máximo hasta su final. Los resultados pueden verse en la misma tabla 1. Finalmente hemos incluido los caracteres siguientes: 1) apreciación del observatorio (A/B/C = Muy claro/Claro/Débil), 2) catalogación IAGA (S/D = Seguro/Dudoso), 3) confirmación solar y/o ionosférica (C/N = Confirmado/No confirmado) y 4) magnitud magnética (G/P = Grande/Pequeño).

Para cada evento, además de  $T_1$  y  $T_2$ , hemos realizado medidas directas sobre los magnetogramas del Ebro, de los tres elementos (D, H y Z). Sin embargo, faltan los valores de Z a partir de 1974 pues a raíz de la electrificación de la vía férrea, los registros de la componente Z quedaron seriamente perturbados.

Para hallar la línea de base de la variación diurna regular, hemos tomado los valores de las horas de medianoche (valor medio de la curva entre las 22 h. y las 2 h. en tiempo local) anterior y posterior al evento. Sin embargo, no hemos realizado medidas en aquellos casos en que las horas nocturnas estaban demasiado perturbadas. Para encontrar el verdadero nivel de base, hemos corregido la variación no cíclica; esta se produce, por ejemplo, cuando el evento está dentro de la fase de recuperación de una tempestad magnética por disminución de las corrientes de anillo. Ya que la mayoría de nuestros casos están en días de calma (índice planetario  $K_p < 2$ ) la aproximación lineal ha sido suficiente y no hemos tenido que recurrir a la corrección con los índices planetarios Dst (*Mayaud, 1980*).

El vector perturbación sfe ha sido calculado midiendo la máxima desviación del elemento en cuestión con respecto a la traza no perturbada interpolada.

El estudio final se ha realizado tomando en consideración las desviaciones de las componentes en el plano horizontal. Hemos transformado los vectores magnéticos incrementales del sistema de coordenadas D-H al cartesiano X-Y y de allí hemos obtenido el módulo y el argumento (fase), en una representación polar, más apropiada para el tipo de trabajo que queríamos realizar.

Tabla 1: EVENTOS SELECCIONADOS Y CARACTERISTICAS ASOCIADAS

N.º de Evento	Fecha	Hora de Comienzo (T.U.)	Tiempos subida/descenso	Carácter
1	14 octubre 1953	9 h 50 m	5 19	A S N G
2	14 octubre 1953	14 h 23 m	5 11	A S N P
3	2 marzo 1954	10 h 40 m	4 12	A S N P
4	12 noviembre 1955	11 h 28 m	10 20	B S C G
5	8 mayo 1956	13 h 10 m	5 27	A S C G
6	30 mayo 1956	9 h 30 m	7 34	A S C G
7	31 mayo 1956	7 h 50 m	5 23	A S C G
8	16 abril 1957	10 h 43 m	9 42	C S C G
9	14 mayo 1957	14 h 35 m	2 9	A S C P
10	16 mayo 1957	12 h 43 m	4 26	A S C P
11	18 mayo 1957	8 h 10 m	3 16	A S C P
12	21 julio 1957	13 h 34 m	6 6	C S C P
13	7 septiembre 1957	8 h 10 m	4 8	B S N G
14	12 septiembre 1957	15 h 14 m	4 13	A S C G
15	6 noviembre 1957	8 h 38 m	3 10	C S C G
16	23 marzo 1958	9 h 52 m	21 48	A S C G
17	29 marzo 1958	13 h 41 m	6 16	A S C G
18	3 junio 1958	15 h 10 m	1 12	B S C G
19	6 junio 1958	9 h 19 m	4 3	B S C G
20	19 junio 1958	14 h 39 m	3 22	C S C P
21	7 agosto 1958	15 h 1 m	8 8	B S C G
22	1 septiembre 1958	10 h 40 m	2 4	B S C G
23	14 septiembre 1958	8 h 51 m	6 15	B S C P
24	5 noviembre 1958	10 h 15 m	4 14	B S C G
25	12 diciembre 1958	12 h 57 m	4 21	A S C G
26	24 diciembre 1958	9 h 47 m	3 6	C S C G
27	24 marzo 1959	10 h 3 m	8 20	B S C G
28	16 junio 1959	6 h 23 m	4 22	B S C G
29	18 junio 1959	11 h 39 m	4 26	B S C G
30	18 agosto 1959	10 h 25 m	6 22	C S C G
31	1 febrero 1960	12 h 59 m	11 18	B S C G
32	6 abril 1960	11 h 32 m	3 6	C S C G
33	6 agosto 1960	13 h 10 m	5 8	C S C P
34	14 agosto 1960	13 h 8 m	5 10	B S C G
35	21 septiembre 1960	8 h 28 m	3 6	C S C P
36	11 octubre 1960	11 h 12 m	3 4	B S C P
37	26 marzo 1961	10 h 21 m	19 46	A S C G
38	12 julio 1961	10 h 21 m	12 44	C S C P
39	2 marzo 1962	12 h 20 m	4 8	C S N P
40	4 marzo 1962	10 h 25 m	6 20	C S N P
41	27 abril 1962	14 h 13 m	8 8	B S C G
42	24 junio 1962	13 h 34 m	4 20	C S N P
43	20 enero 1963	9 h 35 m	1 16	C S N P
44	15 abril 1963	16 h 14 m	3 5	C S C P
45	23 mayo 1963	12 h 34 m	6 18	B S C P
46	16 septiembre 1963	13 h 4 m	2 9	B S C P
47	22 octubre 1963	13 h 35 m	14 46	B S C P
48	26 octubre 1963	8 h 5 m	6 12	C S C P
49	3 abril 1965	14 h 11 m	5 7	B S N P
50	17 julio 1965	18 h 6 m	14 28	B S N P
51	20 marzo 1966	9 h 54 m	8 12	A S C G
52	29 marzo 1966	10 h 55 m	4 12	A S C P
53	30 marzo 1966	12 h 46 m	8 40	A S C P

N.º de Evento	Fecha	Hora de Comienzo (T.U.)	Tiempos subida/descenso	Carácter
54	2 abril 1966	11 h 35 m	4 2	A S C P
55	11 abril 1966	10 h 2 m	5 14	A S C P
56	28 agosto 1966	15 h 24 m	8 16	P S C G
57	18 septiembre 1966	14 h 54 m	8 8	B S C G
58	21 septiembre 1966	9 h 31 m	3 12	B S C G
59	21 mayo 1967	13 h 2 m	5 5	B S C P
60	21 mayo 1967	15 h 35 m	6 12	B S C P
61	25 julio 1967	14 h 27 m	2 20	B S C P
62	31 julio 1967	12 h 24 m	1 11	B S C P
63	6 julio 1968	9 h 44 m	7 37	B S C G
64	21 octubre 1968	6 h 5 m	5 6	B S C P
65	27 diciembre 1968	10 h 53 m	8 18	A S C G
66	6 enero 1969	9 h 7 m	4 6	B S C P
67	25 febrero 1969	9 h 9 m	10 44	A S C G
68	27 marzo 1969	13 h 28 m	18 22	B S N P
69	29 mayo 1969	4 h 7 m	4 8	B S C P
70	5 junio 1969	9 h 54 m	12 30	A S C G
71	24 noviembre 1969	9 h 13 m	7 24	A S C P
72	9 mayo 1970	16 h 0 m	3 3	B S C P
73	26 mayo 1970	11 h 23 m	2 6	A S C G
74	14 junio 1970	5 h 6 m	3 10	B S C G
75	14 junio 1970	13 h 22 m	6 13	B S C G
76	14 junio 1970	14 h 24 m	3 9	B S C P
77	14 junio 1970	17 h 0 m	9 9	B S C G
78	15 junio 1970	13 h 17 m	5 9	A S C P
79	19 agosto 1970	11 h 13 m	3 19	B S C G
80	28 octubre 1970	12 h 49 m	7 18	B S C G
81	16 noviembre 1970	9 h 51 m	4 11	B S C P
82	17 noviembre 1970	7 h 34 m	7 11	B S C P
83	11 diciembre 1970	10 h 27 m	2 10	B S C G
84	5 mayo 1971	12 h 11 m	6 18	B S C P
85	21 agosto 1971	9 h 34 m	1 3	B S C P
86	5 marzo 1972	8 h 14 m	3 8	A S C G
87	6 marzo 1972	11 h 16 m	4 19	A S C P
88	12 junio 1972	13 h 25 m	11 14	A S C G
89	7 agosto 1972	15 h 13 m	13 41	A S C G
90	25 octubre 1972	10 h 3 m	1 7	A S C P
91	10 abril 1973	12 h 24 m	7 13	B S C G
92	3 mayo 1973	8 h 32 m	16 14	A S C G
93	5 mayo 1973	17 h 15 m	8 15	B S C G
94	16 abril 1974	7 h 37 m	11 22	B S C P
95	3 julio 1974	8 h 31 m	9 24	B S C G
96	4 julio 1974	6 h 47 m	1 8	B S C G
97	9 septiembre 1974	14 h 13 m	8 10	B S N G
98	9 septiembre 1974	14 h 36 m	9 5	C S N G
99	12 abril 1977	9 h 46 m	6 12	B S C P
100	22 noviembre 1977	10 h 0 m	4 8	B S C P
101	28 abril 1978	13 h 15 m	26 42	B S C P
102	11 julio 1978	10 h 51 m	6 34	A S C G
103	16 febrero 1979	11 h 6 m	9 27	B S C P
104	1 marzo 1979	10 h 15 m	5 7	B S C G
105	18 agosto 1979	13 h 47 m	8 12	B S C G
106	18 agosto 1979	14 h 3 m	14 20	A S C G
107	13 septiembre 1979	13 h 10 m	8 20	A S C G
108	16 septiembre 1979	9 h 39 m	5 9	A S C G

N.º de Evento	Fecha	Hora de Comienzo (T.U.)	Tiempos subida/descenso	Carácter
109	19 octubre 1979	11 h 55 m	1 6	B S C G
110	8 febrero 1980	9 h 4 m	2 2	A S C P
111	19 febrero 1980	8 h 26 m	4 8	B S C P
112	13 marzo 1980	6 h 56 m	20 18	B S C P
113	15 abril 1980	15 h 8 m	2 9	B S C P
114	26 mayo 1980	11 h 36 m	10 7	B S C P
115	1 julio 1980	16 h 27 m	1 6	B S C P
116	14 julio 1980	8 h 23 m	4 5	B S C P
117	3 septiembre 1980	13 h 34 m	5 12	A S N P
118	25 octubre 1980	9 h 48 m	6 16	B S C P
119	5 noviembre 1980	13 h 44 m	12 22	B S C P
120	8 noviembre 1980	13 h 35 m	2 24	A S C P
121	15 noviembre 1980	7 h 11 m	15 16	B S N P
122	26 enero 1981	12 h 34 m	8 14	A S C P
123	23 marzo 1981	12 h 3 m	7 14	B S C P
124	2 abril 1981	11 h 3 m	6 23	A S C P
125	24 abril 1981	13 h 49 m	12 14	A S C P
126	5 mayo 1981	14 h 8 m	2 19	A S C P
127	30 agosto 1981	10 h 29 m	6 28	A S C P
128	26 septiembre 1981	13 h 0 m	11 22	A S C P
129	29 abril 1982	11 h 10 m	1 1	B S C P
130	3 junio 1982	11 h 42 m	3 50	A S C P
131	4 junio 1982	13 h 26 m	12 20	A S C P
132	6 junio 1982	16 h 31 m	5 24	A S C P
133	12 junio 1982	5 h 15 m	2 2	B S C P
134	20 junio 1982	1 h 49 m	8 20	A S C P
135	9 julio 1982	7 h 32 m	8 12	B S C P
136	17 marzo 1983	9 h 10 m	5 9	B S C P
137	10 mayo 1983	12 h 8 m	5 16	B S C P
138	16 junio 1983	15 h 34 m	4 8	B S C P
139	26 junio 1983	14 h 7 m	11 36	A S C P
140	24 abril 1985	9 h 25 m	12 32	A S C P

### 3. ESTUDIO ESTADÍSTICO

#### 3.1. Tiempos de establecimiento y decaimiento.

Con estos 140 casos de sfe hemos realizado un estudio estadístico.

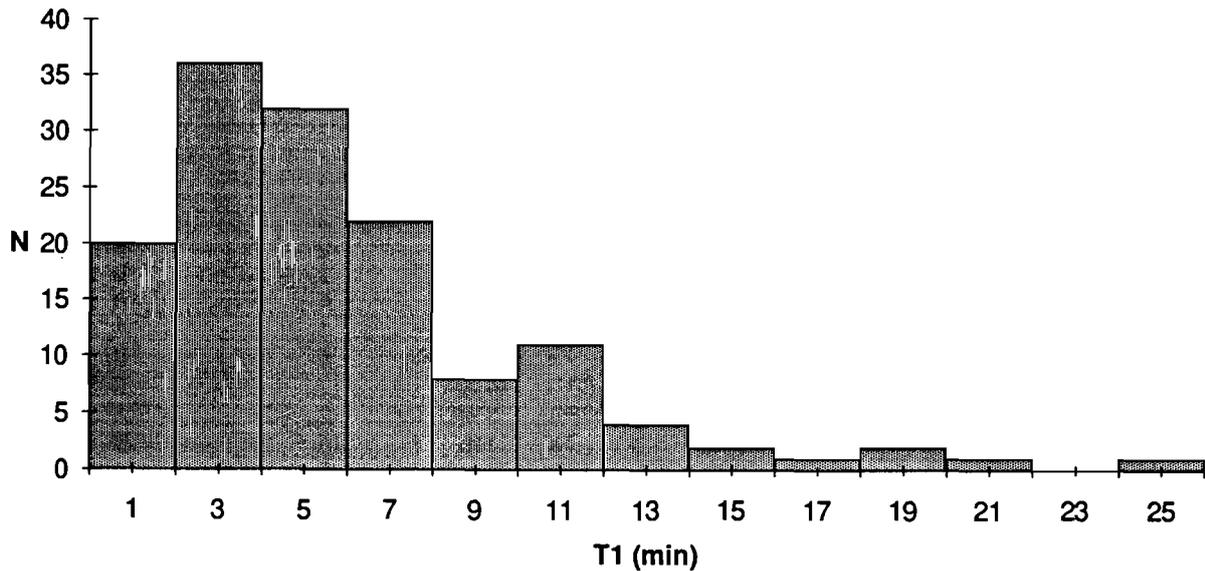
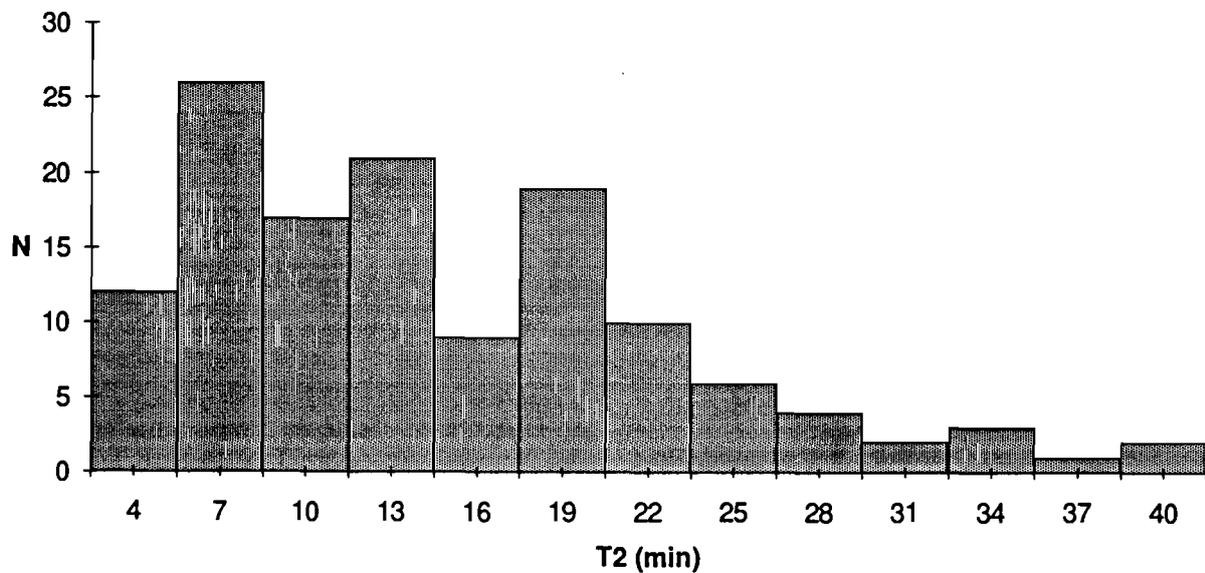
Hemos estudiado la distribución de los tiempos de establecimiento y de decaimiento (subida y bajada) de la tabla 1. Las figuras 1a y 1b muestran los histogramas de la probabilidad de ocurrencia de  $T_1$  y  $T_2$ . Hemos encontrado que el valor más probable de ocurrencia de  $T_1$  está sobre los 4 min. y el valor medio en 6,4 min. Para  $T_2$  el valor más probable está entre los 7 min. y los 13 min. y el valor medio es de 16,3 min. La determinación de  $T_2$  es menos precisa a la vista de la distribución de frecuencias.

Estos valores concuerdan muy bien con los resultados obtenidos por Nagata (1952) en Huancayo

y Kakioka, Grafe (1958) en Niemegek y Pintér (1967) en Hurbanovo. Grafe da 5 min. para  $T_1$  y 12 para  $T_2$ , Nagata 6 min. para  $T_1$  y 14 para  $T_2$  y Pintér 4 min. para  $T_1$  y 13 para  $T_2$ . Además se confirma el hecho de que el período de establecimiento y decaimiento de la intensidad del campo magnético en los corchetes es asimétrica y se confirma que  $T_1 < T_2$ . La duración media de los corchetes es de 22,7 min. Es decir, estamos en fenómenos de corta duración (variaciones rápidas).

#### 3.2 Amplitudes.

Hemos estudiado la variación diurna de las amplitudes del vector sfe (fig. 2a). El valor más probable es de 10 nT y su valor medio es de 14,2 nT. Estamos pues ante un fenómeno de pequeña amplitud comparado con otras variaciones rápidas

Fig. 1a.—Probabilidad de ocurrencia de T<sub>1</sub>.Fig. 1b.—Probabilidad de ocurrencia de T<sub>2</sub>.

como pueden ser las bahías magnéticas o las tormentas magnéticas aunque grande comparado con las pulsaciones magnéticas. Los valores mayores tienden a darse en las horas centrales del día. Ya cabía esperar este resultado pues la amplitud del vector del vector  $sfe$  es directamente proporcional a la intensidad de las corrientes ionosféricas, estas, a su vez, a la conductividad del plasma ionosférico y esta conductividad es proporcional a la energía

ionizante que llega a la alta atmósfera. Esta energía es máxima cuando el ángulo zenital de los rayos solares es mínimo y esto, dentro de un mismo día, ocurre a las doce horas locales.

Hemos buscado la distribución de la relación de módulos  $A_{sfe}/A_{Sq}$  (fig. 2b). El valor más probable está entre 0,2 y 0,3 es decir 1/4 de la Sq media (coherente con el 30% encontrado por Nagata (1952)).

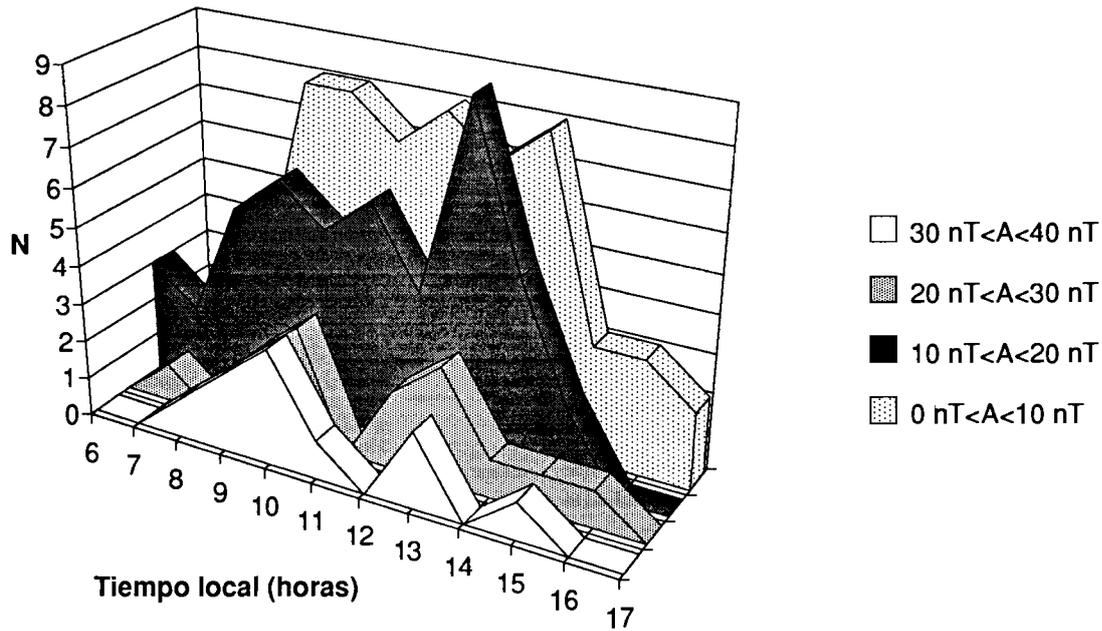


Fig. 2a.—Distribución diurna de las amplitudes del vector sfe.

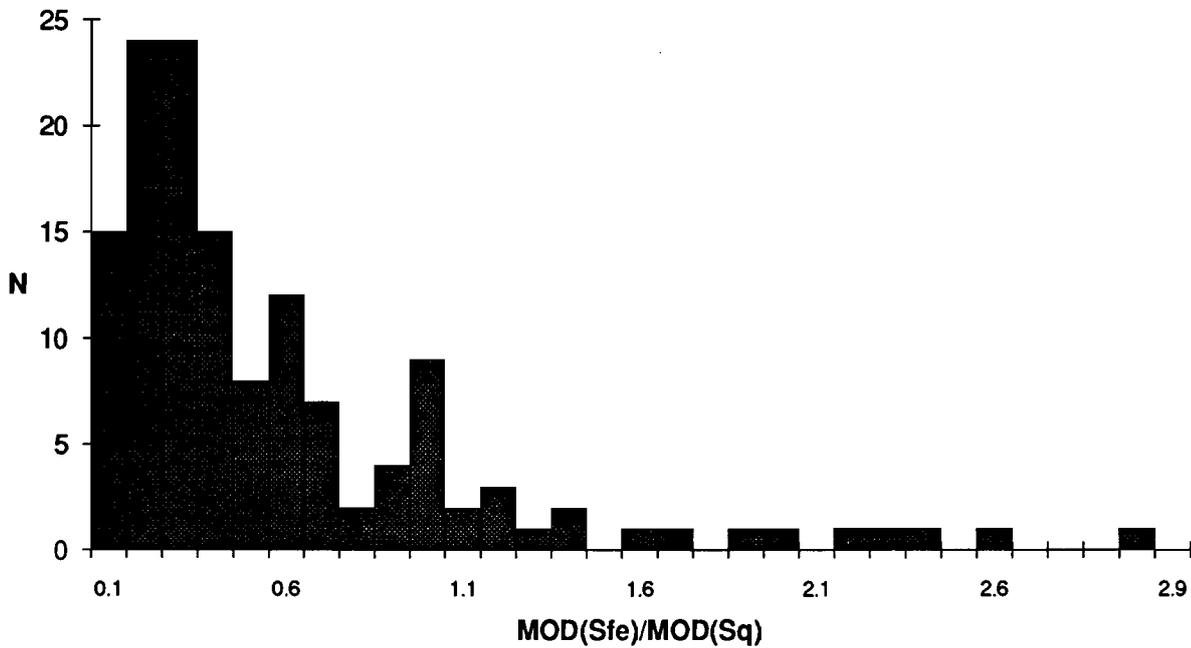


Fig. 2b.—Distribución de la relación de módulos  $A_{sfe} / A_{Sq}$ .

3.3 Fases.

Hemos empezado estudiando la variación diurna del defasaje entre los vectores  $S_{fe}$  y  $S_q$ :

Hemos encontrado una fuerte dependencia del defasaje con el tiempo local (fig. 3a). De entrada ya

vemos que no tenemos una línea recta y centrada en  $0^\circ$  como sería de esperar si el sfe fuera un mero incremento de  $S_q$ . Las horas de la mañana son ligeramente positivas y las de la tarde ligeramente negativas. Sobre el mediodía se dan los defasajes mayores. De hecho de los 16 casos con defasaje

mayor que  $90^\circ$  (sfe inversos), 12 se concentran entre las 10 y las 12 horas.

En la fig. 3b se tienen los mismos datos pero presentados en forma de histograma de frecuencias acumuladas para cada media hora. En blanco se representan los sfe regulares y en negro los inversos.

### 3.4 Ocurrencia de sfe regulares y sfe inversos.

En la fig. 4 se puede ver la variación diurna del número de sfe. Con diferentes sombreados se destacan las distribuciones de los sfe inversos, de los regulares y la de la suma de todos (ver leyenda). Las horas están dadas en tiempo local. La mayoría de los sfe inversos se concentran dentro de las 10 y las 11 horas como ya habíamos dicho en el apartado anterior. Los regulares presentan un máximo absoluto sobre las 13 horas y otro secundario sobre las 10 horas. En general los sfe son más numerosos (o más visibles) en las horas centrales del día a

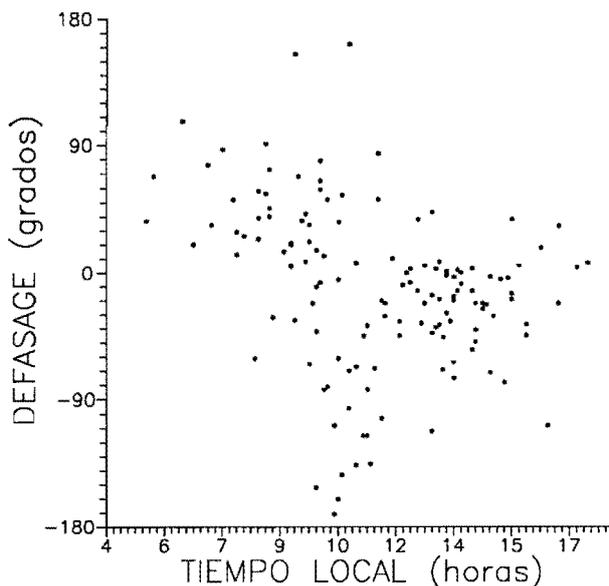


Fig. 3a.—Distribución diurna del defasaje entre los vectores sfe y Sq.

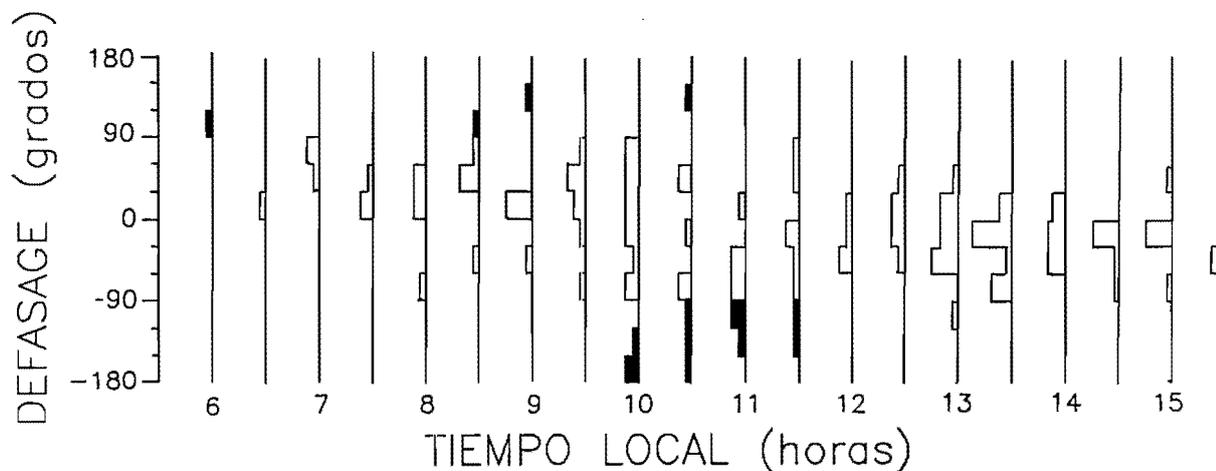


Fig. 3b.—Histograma del defasaje entre los vectores sfe y Sq.

excepción del mediodía en donde aparece una sensible disminución.

También hemos buscado la variación anual del número de sfe (fig. 5). Se tiene idéntica asignación de sombreados que en el caso de la variación diurna. El carácter equinoccial de los sfe inversos (80%) es muy marcado. Sorprende también el mínimo secundario que tienen el conjunto de los sfe en el solsticio de verano, precisamente cuando el punto subsolar está más cercano a Ebro.

Finalmente hemos estudiado la distribución de los sfe con el ciclo solar (fig. 6). Los sombreados están asignados igual que en los dibujos precedentes. El perfil superior adicional representa los números de Wolf (medias anuales) como índice de la actividad solar para el período estudiado.

Hemos encontrado una correlación menor de la actividad solar con el número de los sfe inversos ( $r=0,47$ ) que con el de los sfe normales ( $r=0,68$ ). Este resultado sugiere la existencia de otros factores

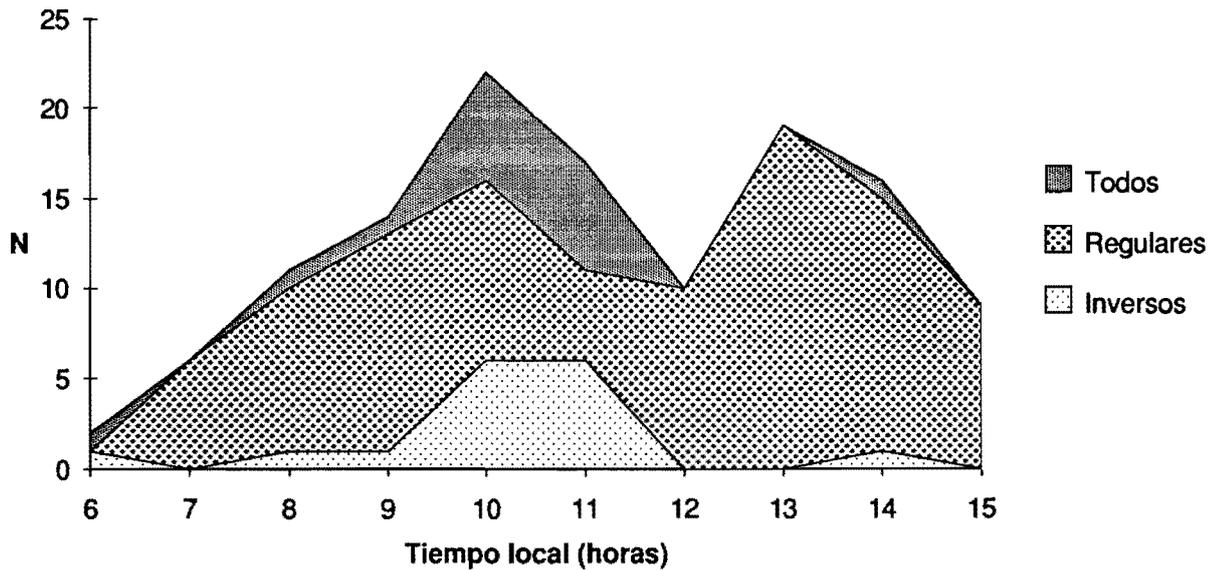


Fig. 4.—Variación diurna del número de sfe.

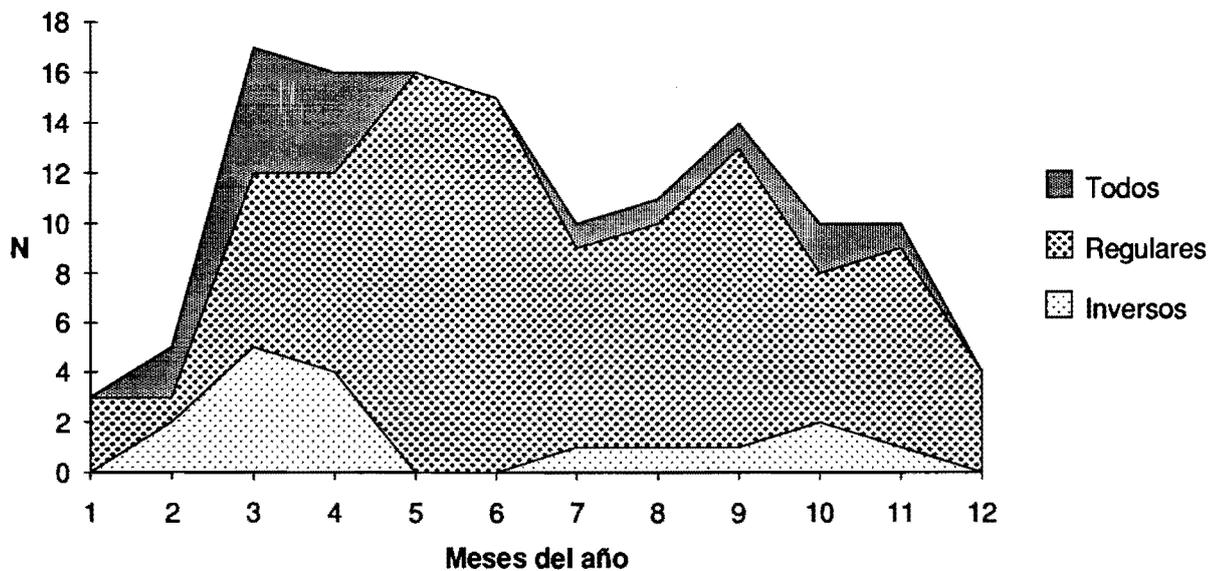


Fig. 5.—Variación anual del número de sfe.

diferentes de la mera radiación solar que modulan la aparición de los sfe inversos.

#### 4. CONCLUSIONES

Después de este estudio se puede concluir que:

Los sfe en Ebro tienen duración media de 22 min. con tiempos medios de crecimiento de 6 min. y de decaimiento de 16 min. La amplitud media se sitúa sobre las 14 nT.

La aparición de un sfe inverso en Ebro no se trata de un hecho esporádico sino que ocurre con frecuencia (relativamente a la aparición de sfe). Es más, cuando aparece, lo hace prioritariamente en las horas precedentes al mediodía local y especialmente en los equinoccios.

La ocurrencia de los sfe inversos, además de la radiación solar, está fuertemente determinada por otras variables no dependientes directamente de la actividad solar.

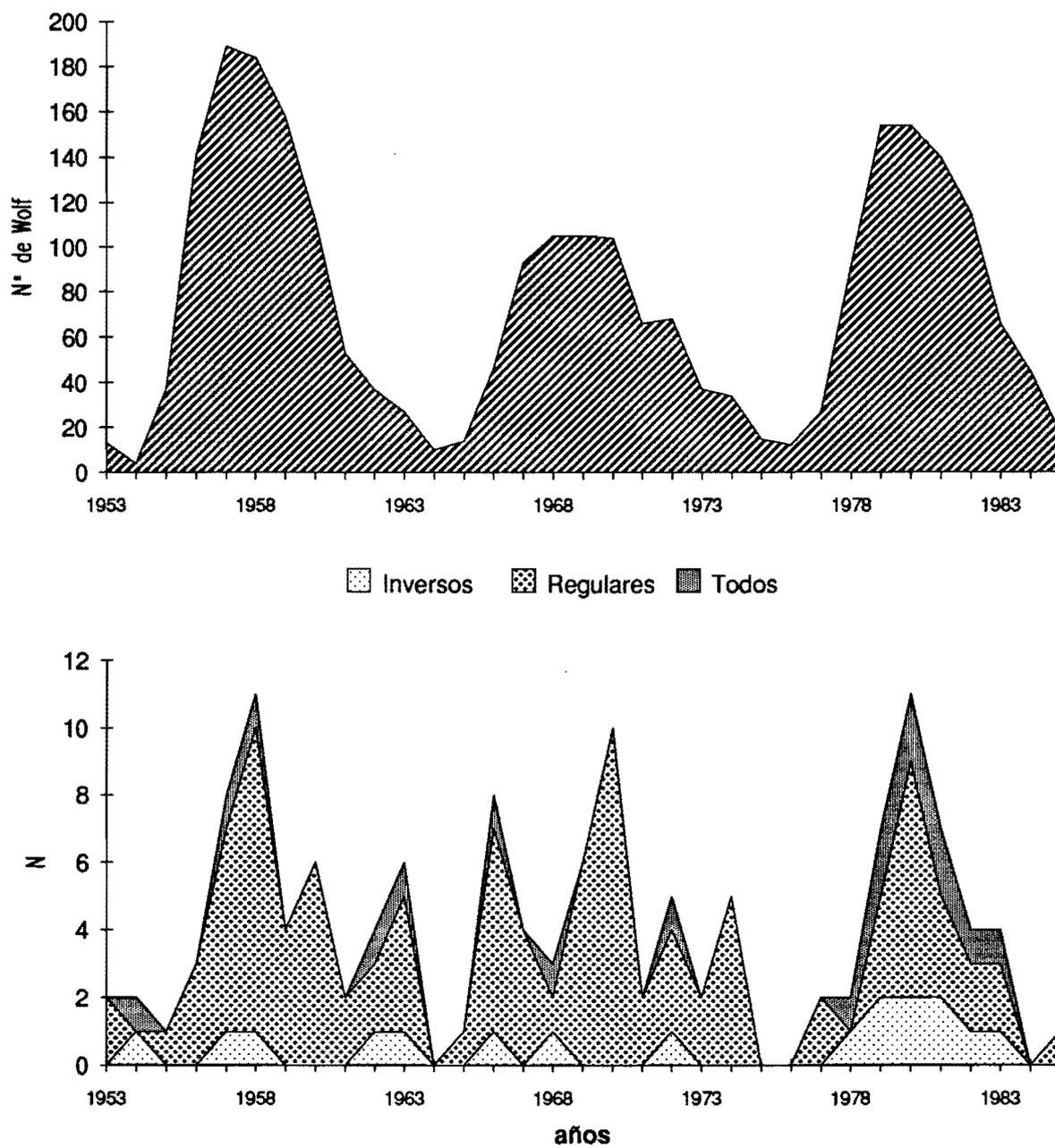


Fig. 6.—Variación del número de sfe con el ciclo solar.

Actualmente estamos trabajando en la etapa de modelización de las corrientes ionosféricas equivalentes de los fenómenos sfe, que esperamos puedan aparecer en próximos artículos.

#### AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido parcialmente financiado por un proyecto de Colaboración CSIC-CNRS. También se ha contado con ayuda de la CIRIT.

#### REFERENCIAS

- GRAFE, A. (1958): Untersuchungen über die geomagnetischen Sonneneruptionseffekte von Potsdam-Niemegk für die periode 1890-1956, *Abhandlung*, 21, 9-21.
- I.A.G.A. (1959): Annals of the international geophysical year, vol. II, B, 668-709.
- MAYAUD, P. N. (1980): *Derivation, meaning and use of geomagnetic indices*, Amer. Geophys. Un., Geophys. Monograph 22, Washington; American Geophysical Union, 154 pp.
- NAGATA, T. (1952): «Characteristics of solar flare effects (Sqa) on geomagnetic field at Huancayo (Perú) and at Kakioka (Japan)». *J. Geophys. Res.*, 57, 1-14.
- PINTER, S. (1967): «Geomagnetic crochets of solar flares observed in Hurbanovo». *Bull. Astron. Inst. Czech.*, 19, 97-99.

Recibido: 27 marzo 1992