

ANÁLISIS GLOBAL DE LAS OBSERVACIONES ESPAÑOLAS DE LAS PERSEIDAS 2002.

Orlando Benítez Sánchez

Sociedad de Observadores de Meteoros y Cometas de España. Urb. El Pilar, Ptal. 20, 4º A 35012 Las Palmas de Gran Canaria. Correo electrónico: benor@navegalia.com, orbesa@teleline.es

Resumen. Este estudio analiza los resultados globales de las Perseidas del 2002 realizados con 2778 meteoros registrados en 93.70 horas de tiempo efectivo aportados por 24 observadores. La curva de la relación poblacional muestra una disminución desde valores de $r = 2.09$ a $r = 1.47$. La THZ máxima, de 84 ± 4 meteoros por hora se obtuvo en longitud solar 140.1°

Abstract. A global analysis of visual data collected from the 2002 Perseids is based on 2778 shower meteors recorded by 24 observers within 93.70 hours of effective observing time. The population index profile show a decrease from $r = 2.09$ to $r = 1.47$. The peak ZHR of 84 ± 4 occurred at solar longitude 140.1°

1. Los observadores.

Este año, la participación en la campaña ha sido de las mejores de los últimos años. En total 24 observadores han remitido reportes individuales, en las 93.70^h horas de observación, se han observado 2778 meteoros.

Las observaciones fueron realizadas desde la madrugada del 03 al 04 a la del 13 al 14 de agosto. En ese intervalo, la relación de Perseidas y meteoros de otras lluvias es la siguiente.

α -Capricornidas (CAP)	21
κ -Cygnidas (KCG)	17
δ -Auaridas Norte (NDA)	25
ι -Auarids Norte (NIA)	3
Piscis Aust (PAU)	4
Perseidas (PER)	1931
δ -Auaridas Sur (SDA)	23
ι -Auaridas Sur (SIA)	10
Sporadicos (SPO)	489
Total	2523

Tabla 1. Relación de meteoros observados para cada lluvia. Entre paréntesis se indica el código IMO.

La metodología empleada por todos los observadores es la standard de la Internacional Meteor Organization para el tipo de lluvias de actividad moderada o alta, consistente en el conteo de magnitudes y estelas a intervalos regulares. La gran mayoría de los reportes se enviaron reducidos, lo que facilitó en trabajo de clasificación. La relación de observadores participantes en este estudio es la siguiente:

N	Observador	IMO Code	Teff	N
1	Benítez Sánchez Orlando	(BENOR)	18.11	813
2	Masa Martín Edgardo Rubén	(MASED)	17.33	449
3	Serra Martín Miguel	(SERMI)	5.92	85
4	Millán José Carlos	(CARJO)	5.09	200
5	Gómez Benítez Cándido	(GOMCA)	3.78	96
6	Moreno González Manuela	(MORMA)	3.65	114
7	Benavides Palencia Rafaél	(BENRA)	3.53	29
8	Maestre José Luis	(MAEJO)	3.49	112
9	Porres Olivas Pedro	(PORPE)	3.34	129
10	González Nélida	(GONNE)	3.10	104
11	Ruiz Javier	(RUIJA)	2.73	83
12	González Hermenegildo	(GONHE)	2.67	35
13	Rodríguez Rodríguez Javier	(RODJA)	2.59	88
14	Ocaña González Francisco	(OCAFR)	2.56	143
15	Diéguez Hernández Manuel	(DIEMA)	2.44	40
15	Rodríguez Santana Orlando	(RODOR)	2.27	28
16	Pineda Ferre Carles	(PINCA)	2.16	55
17	Sánchez Cantó Carlos	(SANCQ)	2.00	48
18	López Hernández Enrique	(LOPEN)	1.98	25
19	Sabater Cantó José Ramón	(SABJQ)	1.80	23
20	Peñalosa Mauri Dionisio	(PENDI)	1.50	26
21	Rodríguez Ramírez Francisco	(RODFR)	1.00	27
22	Fdez. Arozena José Antonio	(FERJQ)	0.95	13
23	Díaz Parreño Valentín	(DIAVA)	0.95	23
24	Torregrosa Rafael Rubén	(TORRQ)	0.58	13

Tabla 2. Observadores participantes en la Campaña de las Perseidas del 2002. Entre todos registraron 2778 meteoros en 93.70 horas de tiempo efectivo de observación.

1. La relación poblacional.

Para el cálculo de la Relación Poblacional, r , se parten de las distribuciones de magnitudes que aportan los observadores. La primera fase del procesado consiste a hacer tantas distribuciones como sea posible, que contengan un mínimo de 15 a 20 meteoros. El cálculo realizado de esa manera es más exacto que si empleamos pocas distribuciones pero con muchos meteoros. Para realizar esta operación parte de los observadores usaron el programa MetRed (diseñado por Javier Sánchez Portero para SOMYCE), el cual facilita esta tarea. Es habitual que en ocasiones el perfil de r tenga menos precisión que el de la Tasa Horaria Zenital. Esto es debido a que los observadores solo registran la actividad a intervalos y no las magnitudes.

En el 2002 todas las observaciones son de alta calidad, de modo que los intervalos de error apenas son mayores de 0.2. La relación poblacional se calculó en tres intervalos de longitud solar (equivalente al tiempo): entre las longitudes 138.747° a 139.706° se empleó una ventana de 0.25° la cual fue promediada en un intervalos de 0.125° . Entre las longitudes solares de 139.706° a 140.666° la resolución fue del doble, con una ventana de 0.125° , promediada cada 0.0625° . En el último intervalo, de 140.666° a 142° la ventana y el promediado tuvieron el mismo valor que en el primero: 0.25° con promedio cada 0.125° .

El fin último de este proceso es suavizar la curva, ya que siempre los datos brutos muestran una gran dispersión.

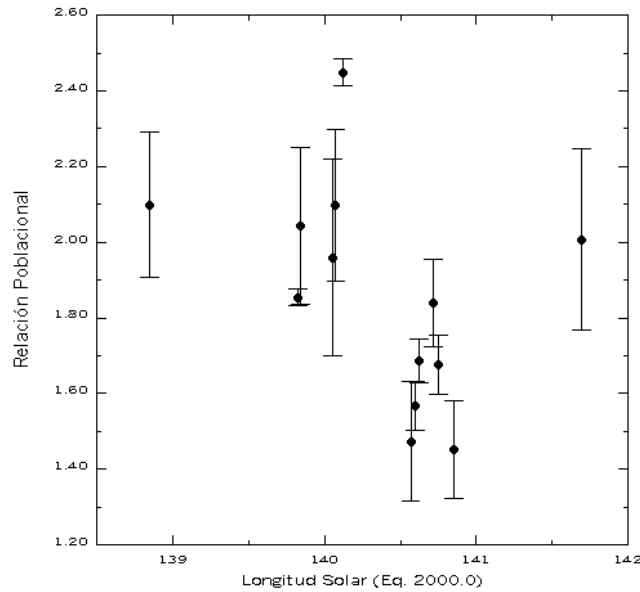


Figura 1. Curva de la elación poblacional de las Perseidas del 2002.

Se observa que las noches alejadas del máximo los valores de r son los típicos para las Perseidas $r \approx 2.0$. Según las previsiones de IMO dos de las máximos ocurrirían en la noche del 12 de agosto a las 20:25 y 22:30 TU. Los valores de r son mucho bajos a principios de la noche, pero aumentando a medida que avanza la madrugada. Esto es precisamente lo que debería ocurrir, ya que en los picos de actividad las partículas son más brillantes, y r alcanza los mínimos valores. En cualquier caso, es solo una conjetura ya que nos basamos en dos puntos de r con intervalos de error muy pequeños entre longitudes solares de 139.823° a 140.122° , teniendo los puntos intermedios mayor dispersión. La tabla 1 muestra los valores representados en la gráfica. Los denotados en cursiva no fueron representados dado el alto error por el escaso número de meteoros usados en el cálculo. El pico previsto para las 08:30 TU del día 13 de agosto puede verse claramente. Se observa como la relación poblacional aumenta tras los dos primeros máximos, pero luego cae nuevamente (los meteoros observados son más brillantes) a medida que amanece.

Longitud Solar	r	Error de r	MALE	N
138,850	2,098	0,192	5,22	51
<i>139,090</i>	<i>1,481</i>	<i>0,647</i>	<i>5,79</i>	<i>18</i>
<i>139,760</i>	<i>1,913</i>	<i>0,629</i>	<i>5,98</i>	<i>19</i>
139,823	1,854	0,022	6,02	121
139,839	2,043	0,209	6,12	125
140,055	1,959	0,260	5,71	193
140,074	2,098	0,201	5,67	247
140,122	2,448	0,036	5,58	54
140,569	1,473	0,158	5,85	38
140,596	1,568	0,064	5,86	102
140,626	1,687	0,057	5,94	95
<i>140,659</i>	<i>1,854</i>	<i>0,495</i>	<i>6,20</i>	<i>31</i>
140,718	1,839	0,116	6,13	253
140,752	1,676	0,079	6,29	343
140,850	1,451	0,130	6,81	120
141,694	2,007	0,240	6,40	82

Tabla 3. Valores de Relación Poblacional. La Longitud Solar se refiere al punto central del intervalo. El total representa el número de meteoros usados en el cálculo.

2. La Tasa Horaria Zenital.

Para el cálculo de la Tasa Horaria Zenital dependemos de los valores de la Relación Poblacional computados previamente, ya que éstos se utilizan en la fórmula. Igual que para r , en que debíamos elaborar distribuciones de unos 15-25 meteoros, para la THZ, la limitación está en la duración de los intervalos. Esta duración se ha tomado lo más pequeña posible, pero nunca menor de 5 minutos. Esto es así porque en períodos de tiempo más pequeños, el número de Perseidas no es importante y esto introduce muchos errores en las THZ calculadas. Las THZ obtenidas a partir de intervalos de tiempo cortos, pero cuyos resultados se extrapolan a una hora se denomina Tasa Horaria Zenital Equivalente (ETHZ), para distinguirlas de las THZ obtenidas de un tiempo real de duración 1 hora o mayor. En la figura 2 se muestran todas las ETHZ individuales de todos los observadores. Como puede verse, la dispersión de valores para una misma noche es considerable. El perfil definitivo lo obtenemos aplicando una ventana de una cierta anchura en longitud solar (en grados), que vamos desplazando cada cierto intervalo. Cada vez que la desplazamos, obtenemos un valor promedio a partir de todos los puntos que contenga, y a partir de ahí es como obtenemos el perfil definitivo suavizado.

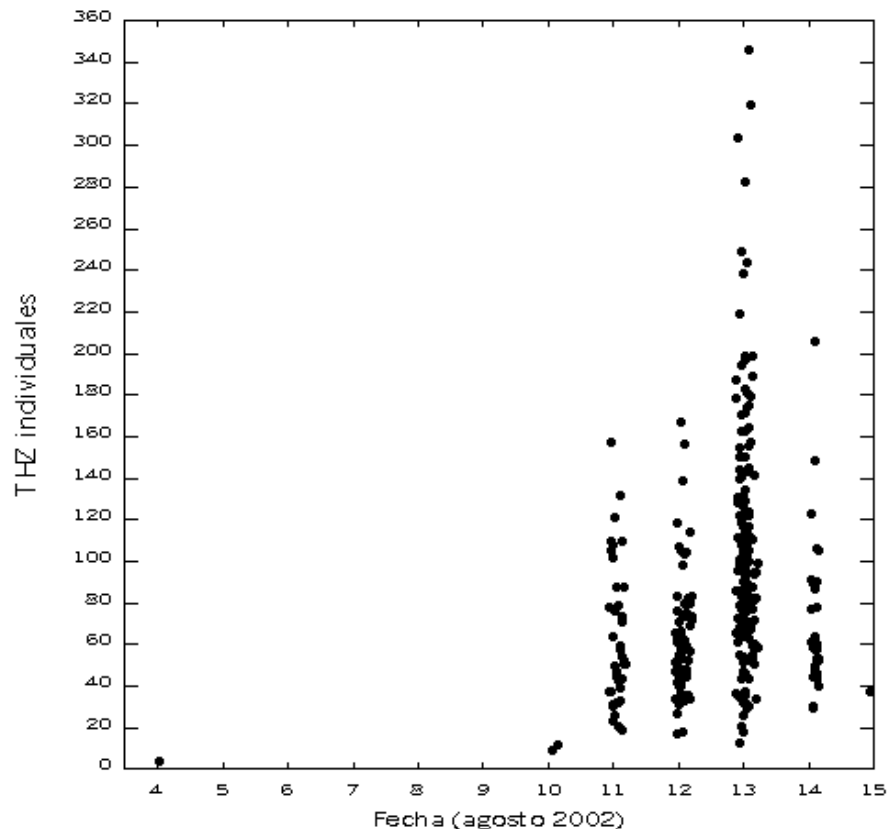


Figura 2. ETHZ individuales de todos los observadores participantes en la campaña.

La figura 3 muestra el perfil de THZ obtenido entre 130° y 137° , la ventana es de 1° (un día de duración) y se va desplazando 0.5° (medio día). Entre 135° y 142° grados en Longitud Solar la ventana tomada es de 0.125° con un desplazamiento de 0.0625° . La curva obtenida es la típica de la lluvia, y es una pena no tener más observaciones de días posteriores. El día 4 la THZ era de 3 meteoros por hora, casi en el límite de la detectabilidad visual. A partir del día 10 de agosto aumenta rápidamente hasta alcanzar el máximo valor de $THZ = 89 \pm 13$ meteoros en longitud

139.297°. De la curva se deduce que las observaciones comprendidas entre el 11 y 14 de agosto; la THZ nunca va a ser inferior a 50 meteoros por hora. Los cuatro puntos en la curva correspondientes a la madrugada del día 14 de agosto muestran claramente que la lluvia disminuye su actividad. De hecho, la caída es más brusca que la subida al máximo. La tabla 4 muestra los valores representados en la figura 4.

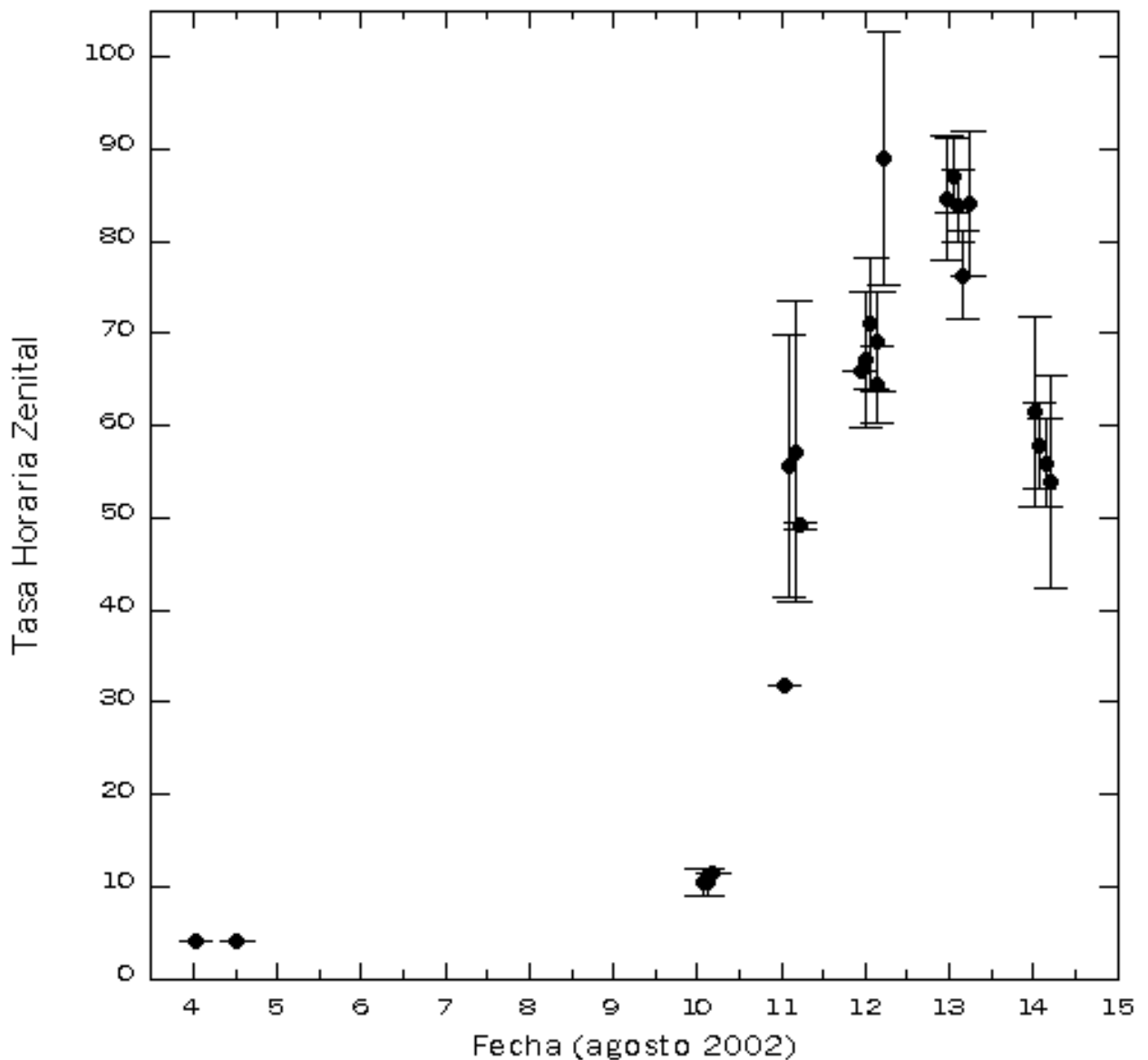


Figura 3. Perfil de THZ obtenido entre 130 y 137°, la ventana es de 1° y se va desplazando 0.5°. Entre 135° a 142 grados en longitud solar la ventana tomada es de 0.125° con un desplazamiento de 0.0625°.

Fecha	Longitud Solar	THZ	Error THZ	MALE	r	Error r
4,02	131,4530	4,0	0,0	5,80	2,04	0,12
4,52	131,4530	4,0	0,0	5,80	2,04	0,12
10,06	137,2790	10,4	1,4	6,73	2,04	0,12
10,12	137,2790	10,4	1,4	6,73	2,04	0,12
10,19	137,3100	11,5	0,0	6,66	2,04	0,12
11,03	138,2160	31,9	0,0	6,55	2,04	0,12
11,09	138,2704	55,6	14,2	6,17	2,04	0,12
11,16	138,2809	57,1	16,3	6,03	2,04	0,12
11,22	138,3083	49,1	0,3	5,22	2,04	0,12
11,94	139,1020	66,0	0,0	5,89	2,00	0,13
12,01	139,1409	67,1	7,4	5,98	1,99	0,13
12,07	139,1600	71,0	7,1	5,97	1,99	0,14
12,13	139,2469	64,5	4,2	6,10	1,98	0,14
12,15	139,2672	69,1	5,4	6,14	1,98	0,14
12,22	139,2977	89,0	13,7	6,34	1,97	0,14
12,97	140,0733	84,6	6,7	5,98	1,91	0,12
13,04	140,1009	87,1	4,1	6,06	1,90	0,12
13,10	140,1447	83,8	4,0	6,24	1,90	0,12
13,16	140,2186	76,3	4,7	6,56	1,90	0,11
13,23	140,2459	84,0	7,9	6,68	1,89	0,11
14,01	141,0683	61,4	10,3	6,40	1,93	0,14
14,07	141,1092	57,8	4,7	6,37	1,93	0,15
14,14	141,1359	55,9	4,8	6,29	1,94	0,15
14,20	141,1573	53,9	11,6	6,03	1,94	0,16

Tabla 4. THZ promediadas de todas las observaciones.

3. Comparación con los resultados preliminares de IMO.

Los datos preliminares se calcularon con todas aquellas observaciones con una elevación del radiante mayor de 10° y un factor de corrección de 8.0. Se utilizaron más de 140 observaciones provenientes de unos 100 países. El pico observado, de $THZ=90\pm 5$ entre las longitudes solares 139.9 a 140.6° , se encuentra en una zona de la gráfica que no tiene grandes variaciones. Este perfil calculado con una relación poblacional de $r = 2.0$

La similitud con la figura 4, obtenida con las aportaciones españolas, es evidente. Lástima de no tener observaciones posteriores al 14 de agosto, con lo cual la resolución de la curva hubiese sido completa.

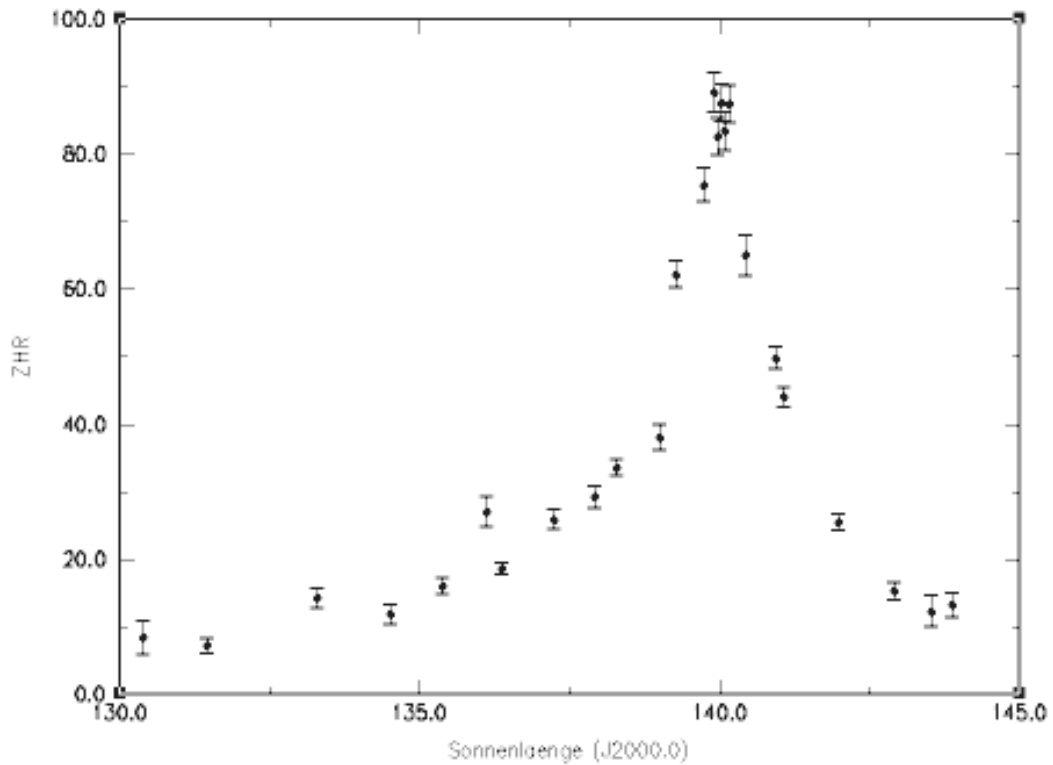


Figura 4. Datos preliminares de IMO para las Perseidas 2002.

5. La madrugada del 12 al 13 de agosto.

La madrugada del 12 al 13 merece una mención especial, ya que por un lado las Perseidas ya habían tenido sus primeros máximos al anochecer e iba camino del tercero en horas la mañana del 13. En ambos casos las condiciones de observación eran malas para los observadores españoles. La gráfica de esa noche, obtenida entre longitudes Solares comprendidas entre 140.00° a 140.26° con una ventana de 0.8° desplazada 0.4° en cada paso, no muestra la esperada “U”, sino justo lo contrario, lo que es indicativo de que hubo un retraso en las efemérides. Las cruces de la gráfica indican la Tasa Horaria de los esporádicos. Como predice la teoría, aumenta a medida que avanza la noche, por efecto de la rotación terrestre.

Día	Longitud Solar	THZ	Error de THZ	MALE	<i>r</i>	Error de <i>r</i>
12,97	140,0594	74,6	7,6	6,01	1,91	0,13
13,01	140,0811	83,0	5,0	6,00	1,90	0,12
13,05	140,1125	89,4	4,7	6,06	1,90	0,12
13,09	140,1411	86,2	5,6	6,26	1,90	0,12
13,13	140,1972	72,3	4,1	6,49	1,90	0,11
13,18	140,2256	76,9	5,7	6,50	1,90	0,11
13,22	140,2472	76,1	12,6	6,68	1,89	0,11

Tabla 5. THZ representadas en la gráfica 4.

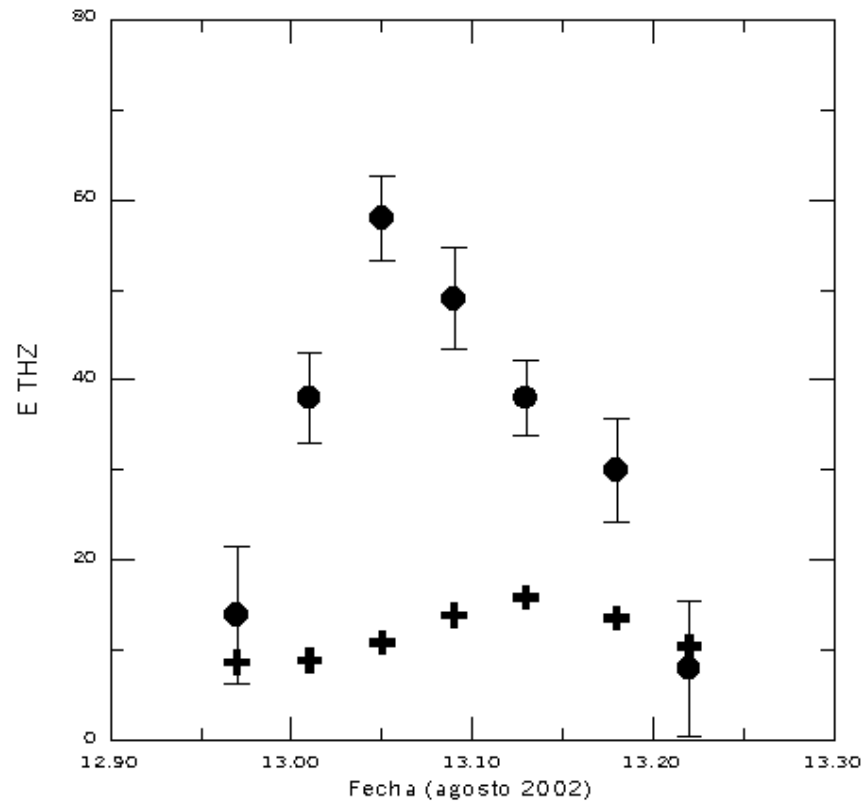


Figura 5. Curva de THZ en la madrugada del 12 a 13 de agosto de 2002. Longitudes solares comprendidas entre 140.00° a 140.26° con una ventana de 0.8° que se iba desplazando 0.4° en cada paso.

6. Las estelas en los meteoros “débiles” y bólidos.

Muchos observadores indicaron la duración en segundos de las estelas. Este dato, en apariencia sin importancia es muy útil para conocer los efectos disipativos de la alta atmósfera, así como algunos fenómenos relacionados con procesos de luminiscencia. Podemos hablar de una “relación poblacional”, τ , para las distribuciones de estelas. Con pequeñas variaciones el cálculo es análogo al de la relación poblacional. La máxima duración para iniciar los cálculos fue de 32 segundos para los bólidos de las Perseidas (entre magnitudes -2^m y -7^m), aunque en los ajustes que se hicieron a posteriori se eliminó este último dato por no tener relevancia estadística. Para los meteoros de la lluvia con magnitudes comprendidas entre $+2^m$ y $+6^m$ los cálculos comenzaron en la estela de mayor duración: 8 segundos. Para los esporádicos, se hizo globalmente, con una duración máxima de 6 segundos. Luego, se fue calculando el número cumulativo de las estelas desde las de menor a mayor duración, ya que el número de estelas de larga duración va disminuyendo. La forma en que viene dada la τ es la siguiente, donde $\Phi(T)$ toma la forma :

$$\frac{\Phi(T+1)}{\Phi(T)} = \tau$$

Donde $\Phi(T)$ toma la forma:

$$\Phi(T) = 10^{bT+a} \quad [1]$$

Siendo :

- $\Phi(T)$ el número cumulativo de estelas hasta el intervalo de T segundos.
- b la pendiente de la recta.
- a el punto de corte con el eje 0Y.

Aplicando logaritmos en [1] obtenemos :

$$\log \Phi(T) = \log C + T \log (T)$$

Donde:

- $\log (C) = a$
- $\log (T) = b$

Así, el índice poblacional, τ , viene dado por $\tau = 10^b = 10^{\log(T)}$

Los valores de τ pueden ser mayores que 1 si hay mayor número de estelas persistentes que de estelas débiles. Lo normal es que esté comprendida entre $0 \leq \tau \leq 1$.

La representación gráfica en doble eje logarítmico nos va a dar a conocer los intervalos de relación lineal. Los valores, al estar normalizados (es decir, comprendidos entre 0 y 1) permitirán ser comparados con los de otras lluvias en un futuro.

La figura 5 representa el número cumulativo de los meteoros esporádicos (cruces) frente a las Perseidas (puntos negros). La regresión lineal se hace a dos tramos para las Perseidas, dado que es evidente un distinto comportamiento. Para los esporádicos, solo tenemos un primer tramo, que es muy similar al de las Perseidas, de modo que podemos concluir que los efectos disipativos afectan por igual a ambos grupos de meteoros cuando las estelas son de corta duración.

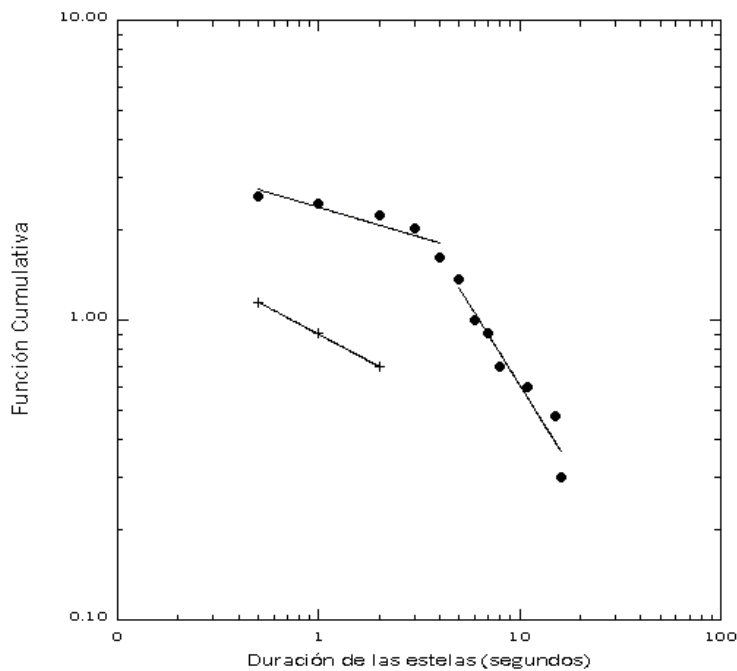


Figura 5. Representación gráfica de del número cumulativo de las estelas de los meteoros esporádicos y de las Perseidas.

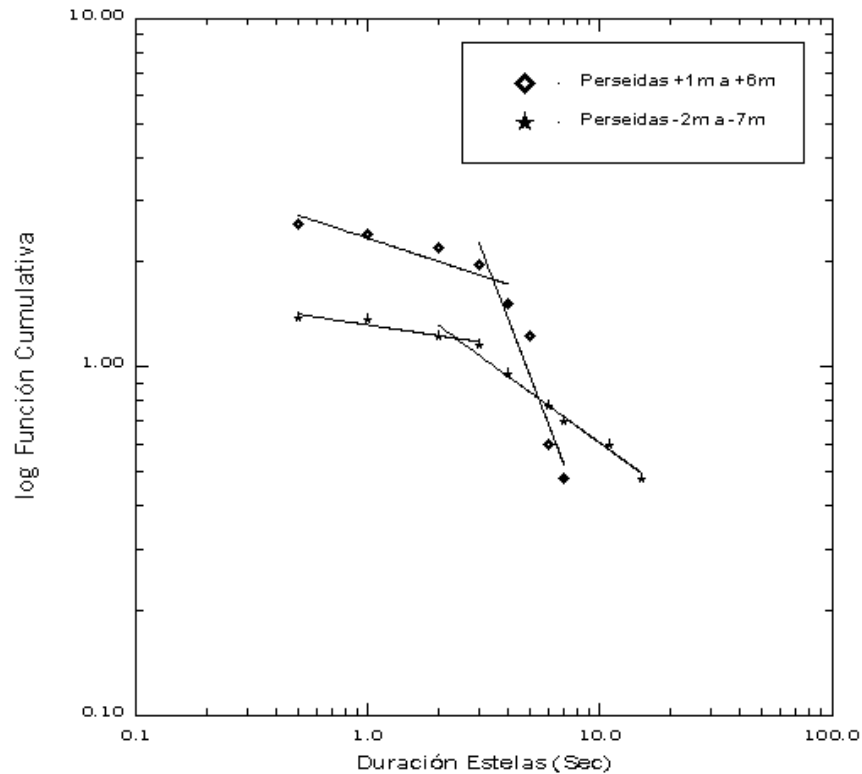


Figura 6. Comparación de la relación poblacional de las estelas para bólidos y meteoros débiles en las Perseidas del 2002.

Cuando hacemos un estudio más detallado de las Perseidas y consideramos por separado los bólidos (meteoros más brillantes de magnitud -2^m) de los meteoros “débiles”, se aprecia claramente que las estelas de los bólidos son más persistentes, ya que la pendiente del segundo tramo tiene una caída menos atenuada. Esto se ha justificado en la literatura debido al proceso catalítico del Na. El primer tramo de la regresión, en ambos casos muestra otros procesos más corta duración temporal, como es la recombinación del Oxígeno atmosférico. Los valores de τ obtenidos para diferentes intervalos de duraciones y magnitudes se muestran en la tabla 6.

Intervalos de calculo	pendiente	correlación	corte eje	$\tau \pm$ error
Todas las Perseidas	-0,145	0,846	2,303	0.72 ± 0.33
Perseidas [0.5s, 4s]	-0,262	0,979	2,737	0.55 ± 0.06
Perseidas [5s, 16s]	-0,090	0,930	1,619	0.58 ± 0.017
Perseidas $[-1^m, +6^m]$ en [0.5s, 3s]	-0,234	0,997	2,664	$0.81 \pm 0,13$
Perseidas entre $[-1^m, +6^m]$ en [1s, 6s]	-0,321	0,983	2,777	0.47 ± 0.158
Perseidas $[-1^m, +6^m]$ en [3s a 7s]	-0,332	0,963	2,846	0.8 ± 0.025
Perseidas $[-2^m, -7^m]$ en [0.5s, 3s]	-0,095	0,964	1,441	0.48 ± 0.13
Perseidas entre $[-2^m, -7^m]$ en [0.5s, 32s]	-0,062	0,714	1,207	0.88 ± 0.114
Perseidas $[-2^m, -7^m]$ en [2s, 15s]	-0,056	0,864	1,229	0.87 ± 0.22
Perseidas $[-1^m, +6^m]$ en [0.5s, 3s]	-0,095	0,964	1,441	0.58 ± 0.01
Sporadicos $[-5^m, +6^m]$	-0,432	0,942	1,388	0.37 ± 0.15

Tabla 6. Tabla resumen de las relaciones poblacionales para las Perseidas en distintos intervalos de magnitud y duraciones de estelas.

7. Conclusiones

En retorno de las Perseidas de este año se muestra en detalle no solo en las noches cercanas al máximo, gracias el gran número de observaciones aportados en esta campaña. La mayor actividad se mostró en la madrugada del 12 al 13 de agosto con una THZ de 89.4 en longitud solar 140,112°. Se aprecia que la subida al máximo es más pausada, y que tras el día 13, la pendiente en la curva es más brusca. Las observaciones del máximo indican que uno de los picos de actividad se retrasó unas horas.

Los meteoros, predominantemente brillantes, indican que la relación poblacional se mantiene en torno a valores de 2.0 en las noches alejadas del pico de máxima actividad, pero que disminuye en las madrugadas del 12 y 13 de agosto. El mínimo valor encontrado es de 1.47 en longitud solar de 140.57°.

Las estelas muestran claramente los procesos disipativos y química de la alta atmósfera, a intervalos cuando clasificamos las poblaciones de meteoros en bólidos y “meteoros débiles”, cuyos valores son siempre menores que en los bólidos.

Referencias

[1] Rainer Arlt. Perseids 2001. <http://www.imo.net/news/news.html>