

CONTENIDO: METEORS COUNTS

Sub contenido: Minor Shower Observations

Sub-sub contenido: CRITERIA FOR SHOWER ASSOCIATION

Observaciones de Lluvias Menores

Contenido de este documento

Criterio para asociación de una lluvia

1. Radiante y trayectoria
2. Velocidad angular
3. Longitud aparente de la trayectoria

Criterio para asociación de una lluvia

Generalmente las partículas en un enjambre de meteoroides se mueven en órbitas similares y por lo tanto entran a la atmósfera de forma paralela entre ellas y a prácticamente la misma velocidad, generando de ese modo una lluvia de meteoros. Esto brinda ciertas características muy útiles para poderlas distinguir de otros meteoros que no pertenecen a esa lluvia.

1. Radiante y Trayectoria

Como usted conoce las Observaciones de Lluvias importantes las lluvias de meteoros parecen proceder de un punto en el cielo llamado radiante. Para ganar un poco de conocimientos en este tema, vayan a las Figuras 8 y 9 las cuales enseñan como los observadores A, B, C, D y E proyectan un meteorito M hacia el hemisferio estelar, como secciones de arco. Estos grandes círculos, atañen a los meteoros que pertenecen al mismo radiante y que tienen dos polos o puntos de intersección en común: el radiante R arriba del horizonte y el anti radiante AR abajo. El plano perpendicular a los grandes círculos a través de O, marca los puntos a una distancia de 90° desde el radiante.

Cuando el centro de la carta P se sitúa a menos de 90° del radiante, puede ser marcado en el mismo plano que del mapa utilizando la formula de proyección usual. Las extensiones hacia atrás de los de los meteoros de la lluvia, están en el radiante. Para su conveniencia, el Calendario de Lluvias incluye una tabla indicando las posiciones y la dirección de los radiantes.

Cuando un radiante está a más de 90° del centro del mapa, no puede ser proyectado en la carta, pero si el anti radiante. Su posición resulta de:

$$\begin{aligned}\text{delta_AR} &= - \text{delta_R} \\ \text{alpha_AR} &= \text{alpha_R} \pm 180^\circ\end{aligned}$$

Ahora, la prolongación del trazo del meteoro cumple el anti radiante. Esto también se vuelve obvio de la figura 9.

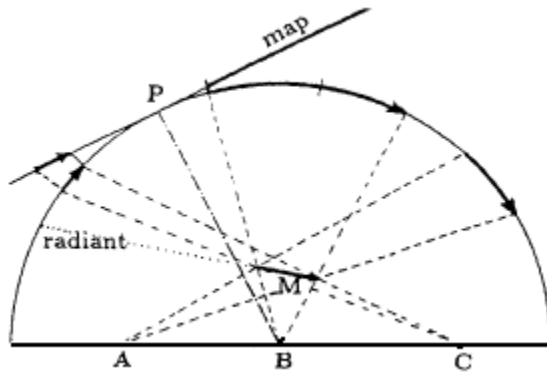


Figura 8: Vista de lado de la trayectoria proyectada en la esfera celeste y en el mapa. P denota el centro del mapa (centro de la proyección) y M es la trayectoria del meteoro

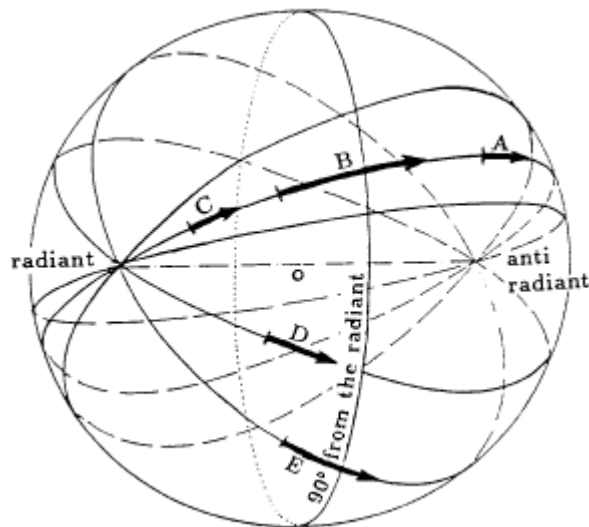


Figura 9: Vista de la esfera en la cual la trayectoria del meteoro es proyectada de diferentes lugares. . A, B y C se sitúan en el mismo meridiano (círculo grande). Otros observadores (D, E) pueden verlo en otros círculos grandes.

Debido a perturbaciones y diferentes condiciones de emisión de su cuerpo progenitor, las partículas individuales de una lluvia de meteoros no se mueven exactamente en la misma órbita. Por ello, no entran a la atmósfera exactamente paralelamente una de otra. El resultado es que el radiante no es un punto, sino un área de cierto tamaño cuyas dimensiones dependen en como se esparcen las órbitas individuales, y en las condiciones geométricas de cómo el enjambre encuentra a la Tierra, por lo que además, difiere de lluvia a lluvia (Kresák & Porubcan, 1970)

Si usted traza lluvias de meteoros, sus extensiones hacia atrás formarán el área del radiante considerablemente mayor al radio obtenido de observaciones fotográficas. Esto es debido a errores en el trazo. Estos errores se reducen al tener más experiencia en las observaciones, pero generalmente no pueden evitarse. Al decidir si un meteorito pertenece a una lluvia o no, la pregunta que resulta es que tan seguramente podemos asumir el área del radiante. Haciéndola muy grande, implica que la población de esporádicos se vuelve muy grande. Es decir varios meteoros esporádicos serán parte del radiante de una forma accidental. Si el área del radiante es muy pequeña, una cantidad pequeña de meteoros serán clasificados como esporádicos por problemas de trazo. Los diámetros óptimos de los raudientes para asociación de lluvias son dados en la [Tabla 6 y 7](#)

2. Velocidad Angular

Los meteoros de una lluvia específica comienzan a emitir luz a alturas similares arriba de la superficie de la Tierra. Sus velocidades también son similares, con pocas diferencias. La desaceleración de su trazo luminoso a través de la atmósfera puede ser confundida por meteoros ordinarios; su velocidad es reducida en un porcentaje únicamente. Para nuestros propósitos podemos asumir que los meteoros de lluvias se mueven paralelamente con una velocidad constante.

Hasta ahora, la velocidad angular aparente (ω) de un meteorito perteneciente a una lluvia (en grados por segundo) puede ser calculado por la fórmula indicada abajo dependiente de su velocidad preatmosférica V_{∞} (km/s), la elevación h_b (grados) y la altitud H_b (km) de su punto de partida, y la distancia angular entre su punto final y el radiante D_e (grados).

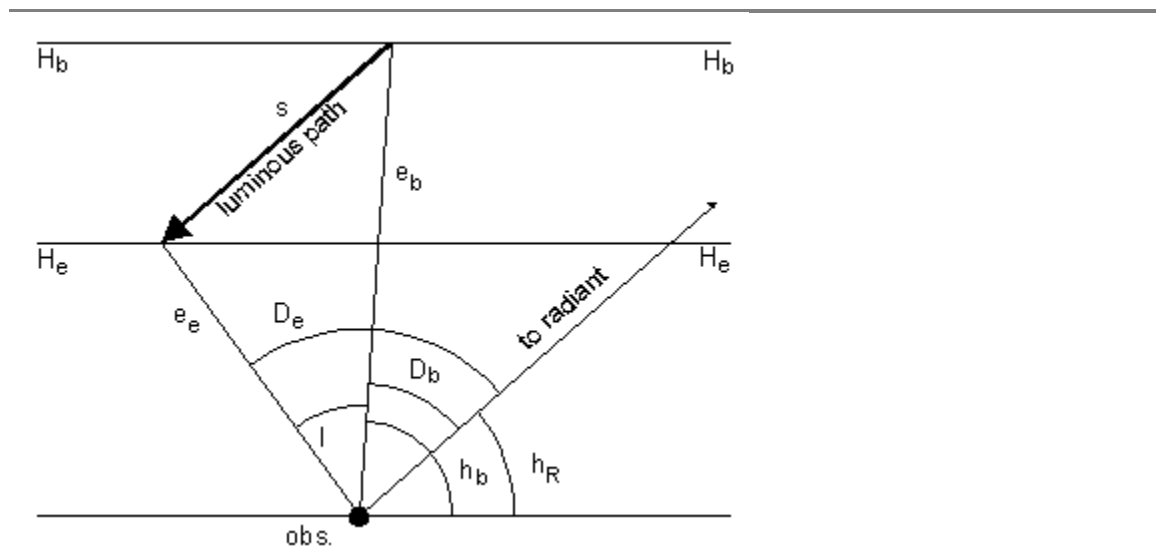


Figura 10: La trayectoria de un meteorito en la atmósfera. De esta situación geométrica podemos determinar la velocidad angular aparente (ω) de un meteorito perteneciente a una lluvia con una velocidad de entrada a la atmósfera conocida (V)

$h_b =$	10°	20°	40°	60°	90°		10°	20°	40°	60°
90°										
$D= 5^\circ$	0.2	0.3	0.6	0.9	1.0		0.2	0.4	0.8	1.1 1.3
10°	0.3	0.7	1.3	1.7	2.0		0.4	0.9	1.6	2.2 2.5
20°	0.7	1.3	2.5	3.4	3.9		0.9	1.7	3.2	4.3 4.9
40°	1.3	2.5	4.7	6.3	7.3		1.6	3.2	5.9	8.0 9.3
60°	1.7	3.4	6.3	8.5	9.8		2.2	4.3	8.0	11 13
90°	2.0	3.9	7.3	9.8	11		2.5	4.9	9.3	13 14

$h_b =$	10°	V=30 km/s $H_b=100$ km					V=35 km/s $H_b=100$ km				
		20°	40°	60°	90°		10°	20°	40°	60°	90°
$D= 5^\circ$	0.3	0.5	1.0	1.4	1.6		0.3	0.6	1.1	1.5	1.7
10°	0.5	1.1	2.0	2.7	3.1		0.6	1.2	2.2	3.0	3.4
20°	1.1	2.1	4.0	5.3	6.2		1.2	2.3	4.3	5.8	6.7
40°	2.0	4.0	7.4	10	12		2.2	4.3	8.2	11	13
60°	2.7	5.3	10	14	16		3.0	5.8	11	15	17
90°	3.1	6.2	12	16	18		3.4	6.7	13	17	20

$h_b =$	10°	V=40 km/s $H_b=100$ km					V=50 km/s $H_b=110$ km				
		20°	40°	60°	90°		10°	20°	40°	60°	90°
$D= 5^\circ$	0.3	0.7	1.3	1.7	2.0		0.4	0.8	1.5	2.0	2.3
10°	0.7	1.4	2.6	3.5	4.0		0.8	1.6	2.9	3.9	4.6
20°	1.4	2.7	5.0	6.8	7.9		1.6	3.1	5.8	7.8	9.0
40°	2.6	5.0	9.5	13	15		2.9	5.8	11	15	17
60°	3.5	6.8	13	17	20		3.9	7.8	15	20	23
90°	4.0	7.9	15	20	23		4.6	9.0	17	23	26

$h_b =$	10°	V=60 km/s $H_b=115$ km					V=66 km/s $H_b=115$ km				
		20°	40°	60°	90°		10°	20°	40°	60°	90°
$D= 5^\circ$	0.5	0.9	1.7	2.3	2.6		0.5	1.0	1.9	2.5	2.9
10°	0.9	1.8	3.4	4.5	5.2		1.0	2.0	3.7	5.0	5.8
20°	1.8	3.5	6.7	9.0	10		2.0	3.9	7.3	10	11
40°	3.7	6.7	13	17	20		3.7	7.3	14	18	21
60°	4.6	9.0	17	23	26		5.0	10	18	25	29
90°	5.3	10	20	26	30		5.8	11	21	29	33

$h_b =$	10°	V=70 km/s $H_b=126$ km			
		20°	40°	60°	90°
$D=5^\circ$	0.5	0.9	1.8	2.4	2.8
10°	1.0	1.9	3.6	4.8	5.5
20°	1.9	3.7	7.0	9.4	11
40°	3.6	7.0	13	18	21
60°	4.8	9.4	18	24	28
90°	5.5	11	21	28	32

Ejemplos:

1. Virginidas $V=35$ km/s $h_b=60^\circ$ $D_e=40^\circ$ $\omega=11^\circ/s$

2. Orionidas	V=66 km/s	$h_b=30^\circ$	$D_e=60^\circ$	$\omega \sim 14^\circ/s$
3. Ursidas	V=33 km/s	$h_b=50^\circ$	$D_e=30^\circ$	$\omega \sim 7^\circ/s$

3. Longitud aparente de la trayectoria

Asumiendo altitudes constantes de inicio y fin (H_b, H_e) para meteoros pertenecientes a cierta lluvia, se puede calcular la longitud aparente del trazo esperada l para miembros de la lluvia dependiendo de la elevación del radiante (h_R), la elevación del punto de inicio (h_b) y la distancia angular entre el radiante y el punto de inicio (D_b):

$$s = \frac{H_b - H_e}{\sin h_R}$$

$$e_b = \frac{H_b}{\sin h_b}$$

$$e_a = \sqrt{e_b^2 + s^2 - 2e_b s \cos D_b}$$

$$l = \arcsin \left(\frac{s \sin D_b}{e_a} \right)$$

Para altitudes dadas de inicio y fin, l depende de tres cantidades: h_R, h_b y D_b . Para visualizar esta dependencia, deberíamos construir un diagrama de 4 dimensiones, lo cual es imposible. Esto significa que el criterio es muy difícil de manejar. Pero, calculando l por diferentes combinaciones de altitudes de inicio/fin, se encuentra:

$D_b / l \sim \text{constante para } D_b < 30^\circ$

Esto significa que el criterio l puede ser utilizado favorablemente en la vecindad del radiante. En esta región, los meteoros pertenecientes a una lluvia se distinguen de los esporádicos por sus trazos cortos. Tomando en cuenta que la altitud final depende de la masa de la partícula y del material que la compone, es oportuno asumir que l es considerada el límite superior de la pertenencia de una lluvia. Hasta ahora se asumía que $H_b = 100\text{km}$ y $H_e = 80\text{km}$. El resultado se muestra en la figura 11.

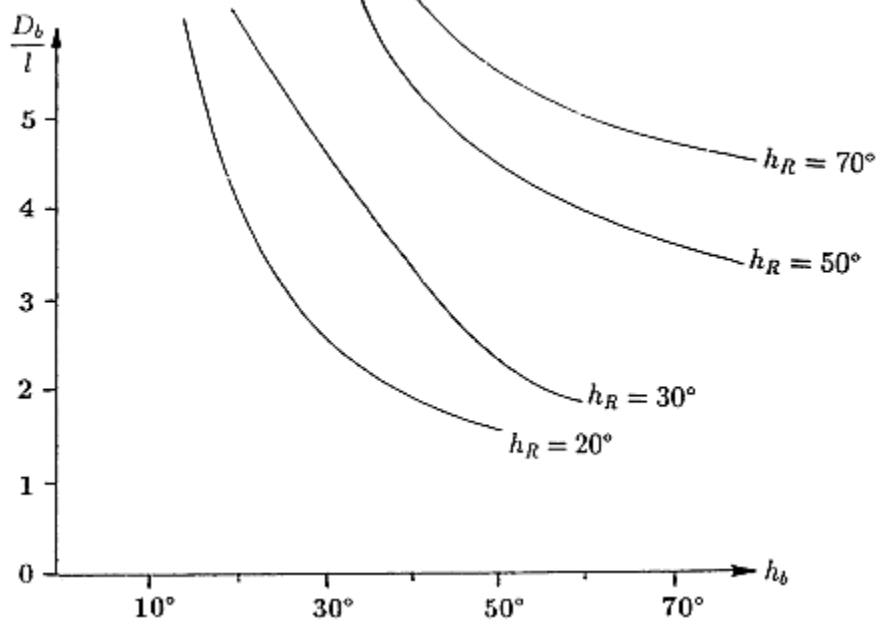


Figura 11: El cociente D_b/l para $D_b < 30^\circ$ como una función de h_b para varias elevaciones del radiante h_R . Los cálculos fueron realizados utilizando $H_b = 100$ km, y $H_e = 80$ km

Puede darse que los radiantes que tengan poca elevación produzcan trazos meteóricos largos (valor pequeño de D_b/l). Cuanto más alto aparezca un meteoro en el cielo más cerca estará del observador, y por ende, la longitud del trazo se verá través de un ángulo mayor (longitud de trazo aparente l). La aplicación de las cantidades ilustradas en la Figura 11 para asociación de lluvias, es problemática ya que las altitudes finales pueden variar grandemente y la longitud del trazo sale mucho más afectada trazando errores que en la dirección. Por lo que solo podemos establecer una regla general:

Para radiantes que se encuentran a una altura mayor que 30° , la longitud del trazo aparente l de un meteoro perteneciente a una lluvia totaliza casi la mitad de la distancia del radiante al punto de inicio.

Consecuentemente, la distancia entre el radiante y el punto de inicio de un meteoro trazado en la carta, debe de ser por lo menos el doble de largo que el trazo del meteoro en sí, si se sospecha que el meteoro pertenece a una lluvia. Esta regla no es válida para bólidos los que generalmente penetran más profundo en la atmósfera y por ende producen trazos más largos.

Revisando la Figura 11, la formulación de la regla aparenta ser bastante débil, ya que los factores de 3-5 serían válidos para muchos meteoros, pero si se fortalece la regla, existe el peligro de clasificar un número considerable de meteoros de lluvia en las vecindades del radiante como esporádicas, debido a trayectorias cortas que se trazan como muy largas. La experiencia indica que un factor de dos es considerablemente suficiente para distinguir meteoros esporádicos cumpliendo con el criterio de dirección de trazo y

velocidad angular, entre algunos límites de error, de meteoros reales pertenecientes a lluvias.