Mario Sandri, *mario.sandri@gmail.com, www.astronomiavallidelnoce.it*

Analisi di sciami meteorici: correzione del background

IARA, Astronomia Valli del Noce, SdR RadioAstronomia UAI, IMO

Abstract
The Lyrids meteor stream has a medium activity and its origin is cometary. The stream occurs in the last days of April and the maximum of activity occurs in the days from 21 to 23 April. The radio data were obtained using the meteor scatter techniques. The data were taken from the Radio Meteor Observation Bullettins. The purpose of this analysis is the definition of main characteristics of the stream and the study of the meteor profile using two different technique of the background's correction.

Introduzione
Lo scopo del presente lavoro è quello di caratterizzare la procedura di analisi degli sciami meteorici in particolare la fase che riguarda la sottrazione del background che molto spesso viene trascurata nelle varie analisi.
Inoltre si cercherà di caratterizzare uno sciame meteorico utilizzando le informazioni di stazioni radio dalle medesime caratteristiche.
Attraverso dati radio verranno ricreati i profili di attività dello sciame dai quali verranno ricavate le principali caratteristiche dello sciame prima fra tutte la longitudine solare del massimo.
La procedura di analisi verrà proposta da un punto di vista matematico con una trattazione non tradizionale.
Per fare ciò si analizzeranno i dati dello sciame meteorico delle Liridi. Negli anni cosiddetti normali il massimo di attività si registra nel periodo dal 21 al 23 aprile con un tasso orario zenitale medio da 10 a 15 [1].
L'attività dello sciame copre un intervallo che va da circa il 14 al 26 aprile [2]. La posizione recente del radiante delle Liridi è pari a 272° in ascensione retta e 34° in declinazione [3].
La cometa progenitrice delle Liridi fu identificata nel 1867 e si tratta della cometa C/Thatcher 1861 G1 [4][5].
L'orbita ottenuta per la C/Thatcher 1861 G1 è molto simile a quella media ottenuta per le Liridi [3].

Procedura di analisi dei dati
I dati sono stati prelevati dall'archivio internet del Radio Meteor Observation Bullettins (RMOB). In questa ricerca è stato analizzato l'anno 2018.
Il metodo usuale per rivelare tracce meteoriche è il cosiddetto "forward scatter" (diffusione in avanti), esso consiste nell'usare un segnale del trasmettitore la cui frequenza e distanza siano selezionate in modo che il trasmettitore illumini l'orizzonte sopra il ricevitore, ma al ricevitore non arrivi nessun segnale (o comunque di entità irrilevante) tramite riflessione ionosferica, percorso di terra o per via diretta. In pratica se la geometria del sistema è ideale, una parte del segnale subirà uno scattering in avanti verso il ricevitore, solo quando una traccia meteorica (o un oggetto qualsiasi) comparirà nella zona di cielo illuminata dal trasmettitore, ecco che allora nel ricevitore si udirà il segnale del trasmettitore, in questo modo le meteore possono essere contate [6].
La stazione trasmittente è il radar Graves (Grand Réseau Adapté à la Veille Spatiale) nei pressi di Dijon [7]. Il radar trasmette sulla frequenza di 143.050 Mhz con una potenza dell'ordine di centinaia di kW. La potenza esatta non è conosciuta in quanto è coperta da segreto militare. Graves trasmette un segnale continuo utilizzando quattro antenne direttive che puntano il segnale verso lo spazio.

Procedura di analisi dei dati radio
La procedura di analisi di tali dati non è standardizzata. Per tale motivo si è cercato di uniformare tale metodo con quelli usualmente adottati in altri ambiti.
Innanzitutto per ogni anno sono stati selezionati solo gli osservatori che nel periodo di massima attività dello sciame delle Liridi presentassero un numero di dati sufficientemente adeguato. Successivamente è stato selezionato tutto il mese di aprile. I dati RMOB hanno la peculiarità di evidenziare i tassi orari HR in funzione del tempo universale UT.
I dati così ottenuti tuttavia non possono ancora essere manipolati in quanto è necessario effettuare ancora due fondamentali operazioni al fine di eliminare gli errori di contaminazione: la sottrazione dell'attività meteorica sporadica (background sporadico) e l'eliminazione dei dati in cui il radiante si trova sotto l'orizzonte [8].
Uno sciame meteorico è caratterizzato dal fatto che le meteore ad esso associate sembrano provenire da una medesima zona del cielo detta radiante. Tuttavia è presente un'attività di fondo caratterizzata da meteore sporadiche, le quali non presentano un radiante ben definito. Per eliminare la contaminazione di questi ultimi oggetti, in fase di analisi è opportuno sottrarre il contributo del fondo dall'attività dello sciame esaminato. La sottrazione del background è complicata ulteriormente dal fatto che l'attività sporadica non è costante nel tempo, in quanto presenta variazioni sia a breve periodo (variazione diurna) sia a lungo periodo (variazioni stagionali). Per minimizzare gli errori causati

dalla presenza del fondo sporadico si è andati a mediare i flussi sporadici in alcuni giorni in cui non vi era l'attività dello sciame, con l'accorgimento tuttavia di non selezionare giorni troppo lontani dal periodo di attività dello sciame considerato. Questa scelta è stata fatta per minimizzare eventuali fluttuazioni stagionali del background sporadico. Inoltre, il fondo è stato campionato ad intervalli orari e sottratto nelle ore in cui veniva investigato lo sciame per ridurre al minimo gli effetti dovuti alla variazione diurna [8].
L'attività meteorica di uno sciame può essere rilevata unicamente se il suo radiante si trova sopra l'orizzonte dell'osservatore. Per tale ragione è stato indispensabile valutare quando il radiante dello sciame meteorico delle Liridi fosse visibile [8]. Questa procedura sembrerebbe andare a discapito di una completa analisi dell'attività dello sciame in tutte le sue fasi giornaliere in quanto lo sciame potrebbe esibire peculiarità quando il suo radiante non è osservabile. Tuttavia è un'operazione indispensabile per osservare le caratteristiche dello sciame osservate dallo strumento. Come funzione di osservabilità del radiante *O(t)* è stata utilizzata la seguente formula:

$$O(t) = \frac{1}{sin(2h_r)}$$

dove h_r rappresenta l'altezza del radiante.
Dal profilo così ottenuto è stato ricavato il parametro ricercato in questa analisi: la longitudine del massimo con relativo errore.

Analisi
I set di dati che soddisfavano i requisiti richiesti sono risultati essere cinque. Per ognuno è stato ottenuto il profilo di attività

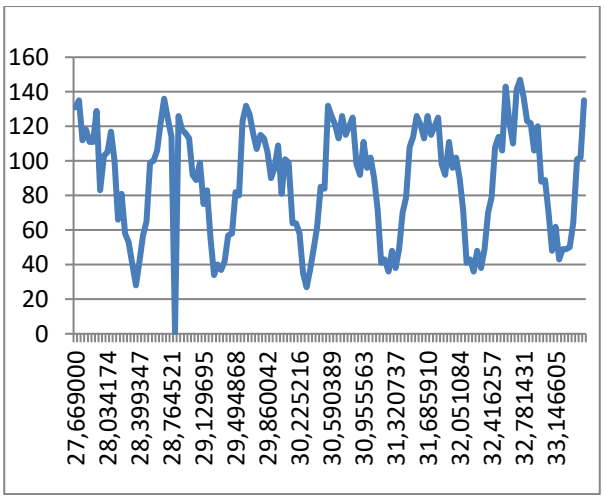

Figura 1. *Il grafico mostra il tasso orario in funzione della longitudine solare*

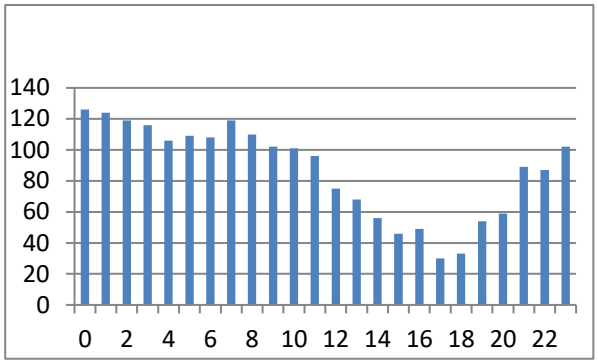

Figura 2. *I Il grafico mostra l'andamento previsto per l'attività sporadica in funzione delle ore*

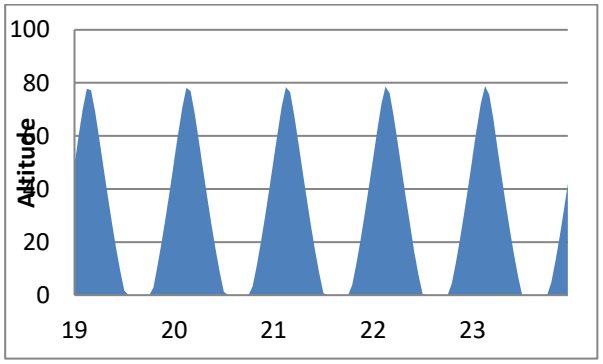

Figura 3. *Il grafico mostra l'andamento previsto per l'altezza del radiane in funzione dei giorni di indagine*

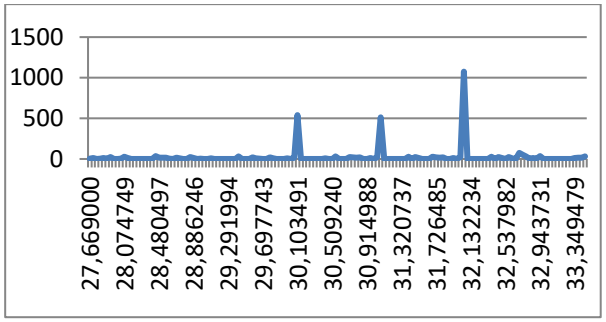

Figura 4. *Il grafico mostra il tasso orario in funzione della longitudine solare durante il periodo di massimo corretto per sottrazione del background sporadico*

Si è ottenuto il profilo dell'attività "vera" dello sciame. Non sono state eseguite normalizzazioni sul profilo di attività né sono state fatte valutazioni sul tasso orario. Sono stati calcolati successivamente i massimi di attività per i vari osservatori.

Tabella 1. *La tabella, per ogni anno considerato nell'analisi, evidenzia la longitudine solare del massimo di attività* λ_o *con relativo errore.*

Osservatore	**Massimo λ_o (°)**
Dipartimento Astronomia Padova	32,05° ± 0,02°
Moschini Fabio	32,05° ± 0,02°
Planetario di Venezia	32,05° ± 0,02°
Norton Philip	31,30° ± 0,02°
Steyaert Chris	32,10° ± 0,02°
Media	31,91° ± 0,02°

Per verificare l'attendibilità dei dati è stato fatto un confronto con i risultati preliminari ricavati dal sito dell'International Meteor Organization [9] da cui è risultato il massimo in corrispondenza alla longitudine solare 32.4° ± 0.2° con uno ZHR pari a 17. Benché i risultati radio e visuali siano non compatibili all'interno della barra d'errore, questo è plausibile in quanto le meteore visuali considerano solo una minima parte di tutte quelle che compongono lo sciame meteorico, escludendo le più piccole che sono osservabili unicamente con tecniche radio.
È stato inoltre fatto un confronto coi dati storici [10] e si vede come i risultati ottenuti siano compatibili con questi ultimi. Tutte queste conferme sono servite per evidenziare come l'analisi profusa per tutti gli osservatori fosse adeguata.

Valutazione del background

La tecnica convenzionale per la valutazione del background prevede di campionare tre giorni lontani dal massimo e di farne la media per intervalli orari. Si è voluto sperimentare una nuova procedura al fine di comprendere se l'usuale tecnica non tenda a sovrastimare le meteore sporadiche.
Si è deciso di selezionare sempre tre giorni, ma questa volta di andare a considerare per ogni fascia oraria il valore minimo di attività.
Sono stati considerati casi in cui il profilo di attività presentava molti dati e dove questi invece erano più scarsi.

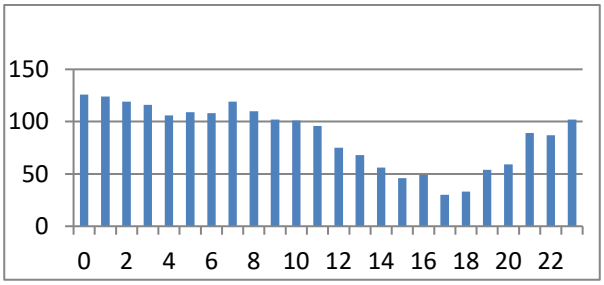

Figura 5. *I Il grafico mostra l'andamento previsto per l'attività sporadica in funzione delle ore nel caso di tanti dati utilizzando la tecnica delle medie*

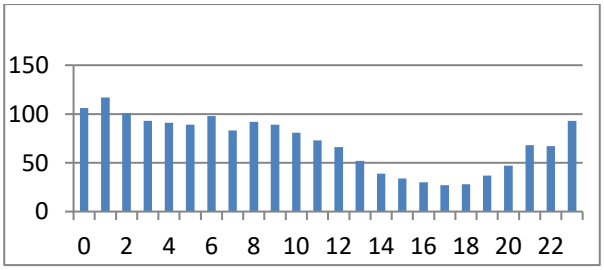

Figura 6. *I Il grafico mostra l'andamento previsto per l'attività sporadica in funzione delle ore nel caso di tanti dati utilizzando la tecnica dei minimi*

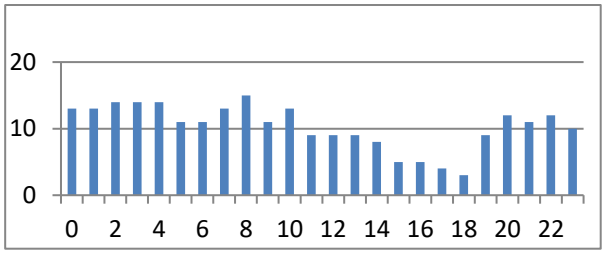

Figura 7. *I Il grafico mostra l'andamento previsto per l'attività sporadica in funzione delle ore nel caso di pochi dati utilizzando la tecnica delle medie*

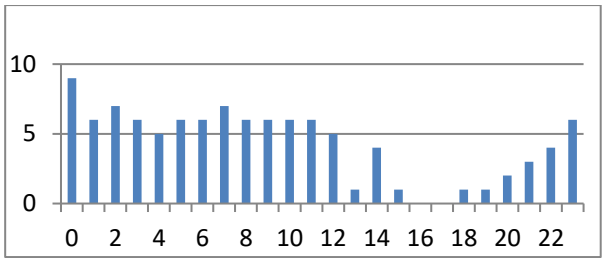

Figura 8. *I Il grafico mostra l'andamento previsto per l'attività sporadica in funzione delle ore nel caso di pochi dati utilizzando la tecnica dei minimi*

Come si evidenzia dai grafici, nel caso di molti dati i profili sono molto simili. Discorso diverso invece per quanto riguarda la situazione con pochi dati a disposizione per l'analisi.
Per valutare l'impatto che queste due procedure hanno sul profilo di attività dello sciame, si è rifatta l'analisi completa utilizzando la correzione del background ottenuta con la tecnica dei minimi.
Nel caso in cui vi erano a disposizione molti dati, i profili sono risultati pressoché identici, situazione diversa invece nel caso di pochi echi.

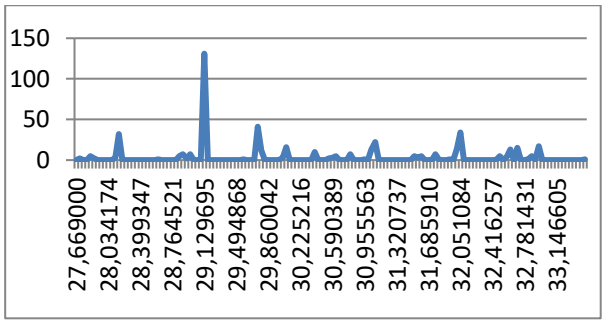

Figura 9. *Il grafico mostra il tasso orario in funzione della longitudine solare durante il periodo di massimo corretto per sottrazione del background sporadico utilizzando la tecnica delle medie e avendo pochi dati a disposizione*

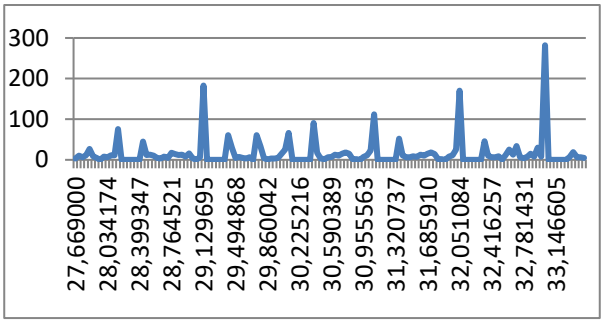

Figura 10. *Il grafico mostra il tasso orario in funzione della longitudine solare durante il periodo di massimo corretto per sottrazione del background sporadico utilizzando la tecnica dei minimi e avendo pochi dati a disposizione*

La posizione dei massimi non varia con nessuna delle due tecniche. Cambiano invece le intensità relative dei vari picchi e anche la posizione del picco principale.

Conclusioni

La tecnica del background può portare a considerare in maniera errata la presenza di picchi di sciami nel caso il sistema riveli poche meteore.

La soglia potrebbe attestarsi intorno ad un HR massimo di 100. Dei cinque set analizzati solo quelli con tale valore superiore non hanno manifestato sensibili differenze.

La differenza di sensibilità potrebbe essere imputabile all'antenna. Coloro che hanno usato una Yagi a 4 elementi hanno avuto difficoltà a rilevare profili significativi.

Tabella 2. *La tabella evidenzia per ogni osservatore il tipo di antenna utilizzata e il tasso orario del massimo di attività.*

Osservatore	**Antenna**	**HR_{MAX}**
Dip. Astronomia Padova	Yagi 4 elementi	31
Moschini Fabio	Yagi 4 elementi	73
Planetario di Venezia	Yagi 6 elementi	159
Norton Philip	Yagi 4 elementi	36
Steyaert Chris	HB9CV	103

Tuttavia i fattori in gioco che concorrono al processo osservativo degli echi meteorici sono molteplici: posizione dell'osservatore, direzione di osservazione, sistema di acquisizione, etc.

Si è deciso di soffermarsi sugli osservatori italiani che presentano strumentazione di acquisizione alquanto simile cui caratteristiche osservative sono riassunte in tabella.

Tabella 3. *La tabella evidenzia per ogni osservatore le coordinate di installazione della stazione ricevente.*

Osservatore	**Longitudine - Latitudine**
Dip. Astronomia Padova	011°5206 E - 045°2407 N
Moschini Fabio	011°0027 E - 045°5152 N
Planetario di Venezia	012°2235 E - 045°2500 N

Tabella 4. *La tabella evidenzia per ogni osservatore il puntamento dell'antenna.*

Osservatore	**Azimut - Elevazione**
Dip. Astronomia Padova	290° - 19°
Moschini Fabio	290° - 19°
Planetario di Venezia	290° - 20°

Gli osservatori italiani selezionati sono geograficamente vicini e stanno guardando sostanzialmente nella stessa direzione; dunque, le differenze sono dovute all'apparato ricettivo. Questo significa che non è solo l'antenna a determinare differenze nel numero di echi osservati.

Alla luce di queste informazioni si è deciso di valutare quale potesse essere il profilo di attività dello sciame considerando i tre profili. L'analisi ha previsto di normalizzare i profili di ogni osservatore al valore massimo, di fare una media per ogni fascia oraria e per ogni giorno.

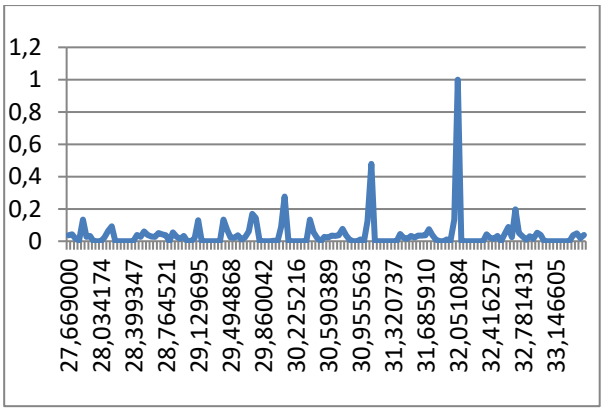

Figura 11. *Il grafico mostra il tasso orario normalizzato in funzione della longitudine solare mediato per i tre osservatori*

Si evidenzia la presenza del massimo assoluto come da singola analisi. Il profilo dei picchi è molto più omogeneo e corrispondente alle attese e si evidenzia in maniera molto migliore l'andamento dell'attività dello sciame.

È evidente come per poter svolgere un'analisi accurata sia necessario disporre di molti dati. Tuttavia la mancanza di questi può essere sopperita dall'avere parecchi osservatori che hanno la caratteristica di osservare da posizioni molto simili e di guardare nella medesima direzione.

Bibliografia

[1] Sandri M., *Astronomia UAI*, **4**, 21-27 (novembre-dicembre 2006)

[2] Denning W.F., *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, **84**, 46 (1923)

[3] Lindblad B.A., Porubcan V., *Bulletin of the Astronomical Institute of Czechoslovakia*, **42**, 354-359 (1991)

[4] Weiss E., *Astronomische Nachrichten*, **68**, 382 (1867)

[5] Galle J.G., *Astronomische Nachrichten*, **69**, 33 (1867)

[6] Sandri M., *Astronomia UAI*, **6**, 21-27 (novembre-dicembre 2006)

[7] http://www.itr-datanet.com/~pe1itr/graves/

[8] Sandri M., *Astronomia UAI*, **6**, 26-29 (luglio-agosto 2007)
[9] http://www.imo.net
[10] Sandri M., *Astronomia UAI*, **5**, 12-15 (settembre-ottobre 2008)