

# Estensione Tropo del Meteor Scatter

Data: 29.08.2013 Autore: Flavio Egano, IK3XTV

[ik3xtv@gmail.com](mailto:ik3xtv@gmail.com) [www.qsl.net/ik3xtv](http://www.qsl.net/ik3xtv)

## Introduzione

Nel corso del Convegno ARI - VHF 2013, ho avuto modo di parlare della possibile estensione tropo del Meteor scatter che consente di allungare la distanza di collegamento fino a oltre 3000 Km. Durante lo sciame delle Perseidi di Agosto, sono stati realizzati alcuni eccezionali QSO Record che presentano queste caratteristiche.

Il 12 Agosto è stato realizzato il nuovo Record mondiale MS tra S50C in Slovenia (JN76JG) e EA8TJ (IL18RJ) nelle Isole Canarie, con un QRB di 3377 Km. Il giorno successivo 13 Agosto, I2FAK ha portato a termine un altro QSO (Record Italiano e 4° mondiale) sempre con EA8TJ (QRB 2929 Km). Proviamo a vedere un po' più da vicino che cosa ha permesso questi eccezionali risultati.

IARU Region 1 VHF/UHF/SHF/EHF DX Records									
Region 1 DX Records									
Band	Propagation	Station A	Locator A	Station B	Locator B	Mode	Date	Distance	Updated
144 MHz	MS	S50C	JN76JG	EA8TJ	IL18RJ	FSK441	12-08-2013	3377	14-08-2013 15:48:38
144 MHz	MS	GW4CQT	IO81LP	UW6MA	KN97VE	CW	12-08-1977	3101	
144 MHz	MS	G4SWX	J002RF	EA8TJ	IL18RJ	FSK441	15-08-2013	3029	15-08-2013 10:54:04
144 MHz	MS	I2FAK	JN45OB	EA8TJ	IL18RJ	FSK441	13-08-2013	2929	14-08-2013 17:10:19
144 MHz	MS	G4LOH	IO94EA	RW3PF	KO93CD	FSK441	09-08-2003	2605	

Fig.1 Tabella con i DX Record IARU Regione 1 riferita al Meteor Scatter in gamma 144 MHz.

Fonte: DX record co-ordinator Kjeld Thomsen OZ1FF - IARU Region 1 VHF/UHF/Microwave

## Meteor Scatter con estensione tropo

Siccome le riflessioni da meteora avvengono ad un'altezza approssimativa di 100 km, per un angolo di irradiazione prossimo a 0 gradi, il limite massimo teorico è di circa 2400 km. Quindi per poter arrivare a distanze superiori ai 3000 Km, con molta probabilità sono stati sfruttati dei condotti tropo sul mare che hanno esteso di altri 500 e più chilometri la tratta. Quindi il tratto principale e più lungo è stato fatto grazie alle riflessioni meteoriche delle Perseidi (all'incirca fino alla zona oltre lo stretto di Gibilterra) per sfruttare poi un condotto troposferico sull'Oceano, fino alle Isole Canarie. Come si vede dalla carta di previsione tropo di Fig.3, valida alle 18 UTC del 13 agosto, sopra l'area potenzialmente coinvolta c'erano delle ottime condizioni (macchia rossa). Dalle informazioni che ho, (fonte Dubus) questi esperimenti MS+tropo, erano stati fatti finora solo tra Australia e Nuova Zelanda e credo sia la prima volta in Europa.

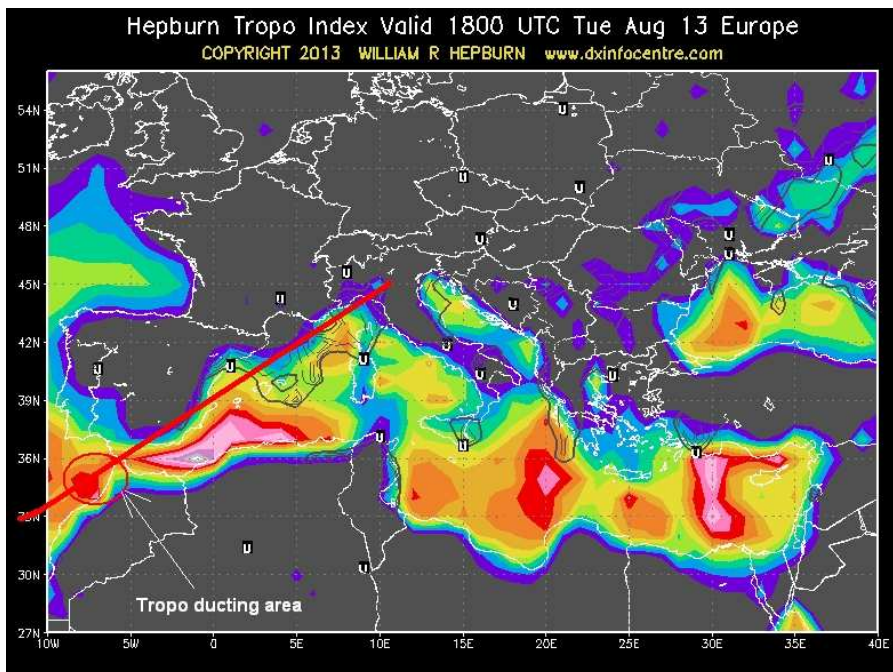


Fig.3 Carta tropo riferita al 13 Agosto 2013, al momento del QSO di I2FAK. Si vedono le ottime condizioni tropo nella zona di mare oltre lo stretto di Gibilterra, sull'oceano Atlantico al largo del Marocco. Credo che il segnale sia entrato nel condotto marino proprio in questa area.

C'è da considerare che nella zona di Atlantico tra la Spagna e le Isole Canarie, intensi strati di inversione si trovano tra i 1000 e 2000 m di altitudine indicando discontinuità significative nella temperatura dell'aria e, in particolare, di umidità dell'aria. Sono queste le condizioni meteorologiche più favorevoli per la formazione di condotti troposferici da inversione. Sono gli stessi che hanno permesso eccezionali QSO via tropo tra il Regno Unito e le Isole Canarie, e alcuni QSO record tra l'Inghilterra e Capo Verde (M0VRL - D44TD Tropo Dx Record 4106 Km). Questo tipo di condotto si forma talvolta anche tra le Hawaii e la California (4000 km), a quota superiore a 1000 metri lato Hawaii.

In questa area infatti le forti inversioni di temperatura credo create dall'aria calda che arriva dalla Penisola Iberica a Nord e dal Nord Africa con il deserto del Sahara più a Sud, che si vanno a sovrapporre ad un'enorme superficie marina con acqua piuttosto fredda come l'Oceano Atlantico.

Fonte immagine: William Hepburn's Worldwide Tropospheric Ducting Forecast [http://www.dxinfocentre.com/tropo\\_eur.html](http://www.dxinfocentre.com/tropo_eur.html)

## Tropo Ducting: Un po' di teoria

La temperatura normalmente diminuisce gradatamente con la quota. Se invece ad un certo punto si ha uno strato con temperatura crescente, questa si chiama inversione termica. Soprattutto sopra i mari si possono formare superfici con inversioni di temperatura molte estese. L'inversione di temperatura provoca una caduta del contenuto di umidità in quota (100- 2000m.) che porta ad una discontinuità nella temperatura dell'aria e in particolare, nel contenuto di umidità dell'aria.

Conseguentemente ci sono quindi delle notevoli discontinuità presenti nella distribuzione verticale della rifrazione atmosferica che permettono un incanalamento dell'onda radio. In altre parole, si verifica quindi una forte variazione dell'indice di rifrazione  $n$  (dovuto al diverso contenuto di umidità nei vari strati d'aria). La rifrazione è la deviazione subita da un'onda quando percorre uno strato con densità che decresce nella parte superiore, per cui subisce una curvatura progressiva e viene bloccata come dentro una guida d'onda, all'interno dello strato di inversione termica. La velocità della luce in un mezzo è leggermente inferiore a quella nel vuoto, tanto più quanto più il mezzo è denso. Quindi la velocità dell'onda che percorre la parte inferiore dello strato di inversione, quello più denso, è minore di quella dell'onda che percorre la parte superiore dello strato. Di qui l'incurvamento della traiettoria. A certi valori della variazione della densità corrisponde una curvatura esattamente pari alla curvatura terrestre, da cui la formazione del condotto troposferico. Le condizioni meteorologiche più favorevoli sono quando ampie masse di aria fredda vengono a scontrarsi con aria calda, quindi si verifica un'inversione di temperatura. Il margine tra queste due masse d'aria può estendersi per oltre 1000 Km. Lungo un fronte di alta pressione. Queste inversioni di temperatura si verificano più frequentemente sul mare.

$$n = c / v$$

$n$  è l'indice di rifrazione

$c$  è la velocità delle onde e.m. nel vuoto (circa 300.000 km/s),

$v$  è la velocità dell'onda e.m. nel mezzo considerato

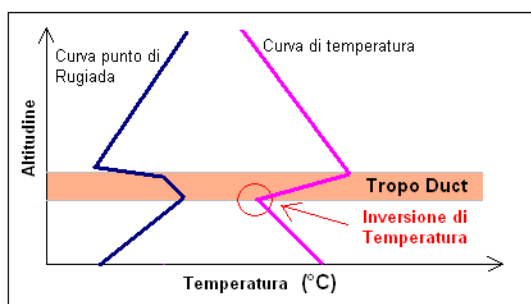


Fig.2a

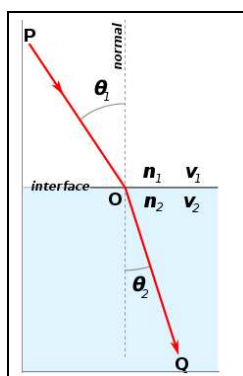


Fig.2b

Fig.2a Schema di massima sulla formazione di un condotto. Se guardiamo un profilo verticale dell'atmosfera possiamo vedere che vi è un forte aumento della temperatura (una inversione), associato ad una forte diminuzione della temperatura di rugiada (che indica una diminuzione di umidità). Il condotto si verifica in prossimità di questa inversione (nella zona ombreggiata marrone).

Fig.2b La rifrazione della luce (e per analogia di un'onda elettromagnetica) all'interfaccia tra due mezzi con indice di rifrazione diverso  $n_2 > n_1$ . Dal momento che la velocità nel secondo mezzo è più bassa, l'angolo di rifrazione  $\theta_2$  è minore dell'angolo di incidenza  $\theta_1$ . Si verifica quindi una curvatura del raggio. (Fonte Wikipedia)

## Caratteristiche dei condotti

In VHF l'altezza dell'inversione di temperatura deve avvenire ad una quota di circa 200/300 metri (circa 100 metri in UHF) per la formazione di un condotto. Le condizioni meteorologiche più favorevoli sono fronte di alta pressione accompagnati da area fredda. Vento marino, accompagnato da aria calda proveniente dalla terra ferma. Le aree più favorevoli sono sopra grandi superfici marine con acqua piuttosto fredda, percorse da fronti di aria secca sovrastanti.

## Gli indici troposferici

E' possibile consultare direttamente sul web il profilo verticale di temperatura e il punto di rugiada attraverso una rete di stazioni meteorologiche mondiali raccolte in un database dell'Università del Wyoming al seguente indirizzo:

<http://weather.uwyo.edu/upperair/sounding.html>. In modo da poter controllare in tempo quasi reale i profili verticali in varie località (Vedi figura 4).

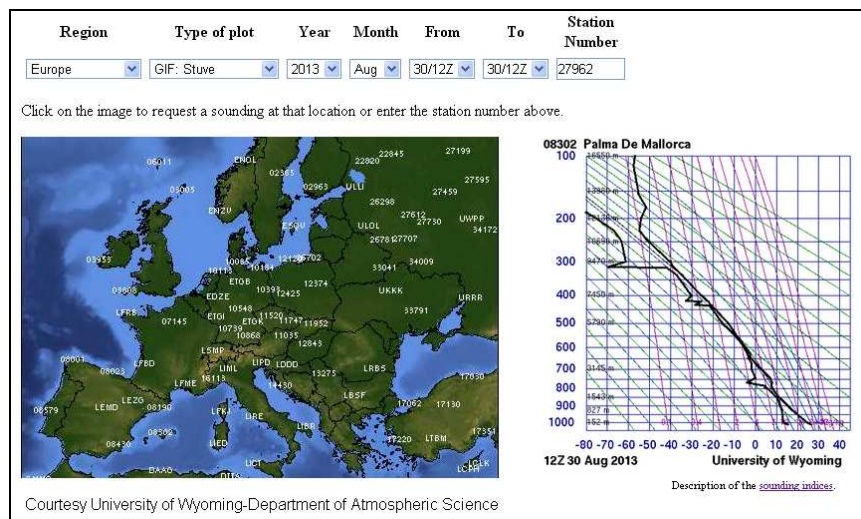


Fig.4 Interfaccia WEB dell'Università del Wyoming con esempio di mappa del profilo verticale (Courtesy University of Wyoming-Department of Atmospheric Science)

**Riflessioni a lunga durata**

Soprattutto il QSO di I2FAK ma in parte anche quello di S50C evidenziano alcune tracce persistenti . (Vedi figura 6, con una riflessione di oltre 20 secondi). Esistono dei rari eventi di echi di lunga durata che vanno da alcuni secondi a qualche minuto. Sono stati osservati in HF (15 MHz) e VHF (50 MHz). Ma sono possibili anche in VHF (144 MHz). Sono state registrate tracce di durata fino a 160 secondi, associate agli sciami meteorici piu' intensi, come nel caso delle Perseidi di Agosto.

Fonte: Journal of Geophysical Research: Space Physics

Ma perché queste riflessioni durano così a lungo? Purtroppo, la risposta non è facile. Le riflessioni di lunga durata restano un mistero da molti anni. Queste riflessioni dovrebbero essere causate dalla frammentazione della scia dal wind shear verticale. Si ipotizza quindi che la ionizzazione potrebbe essere mantenuta dalla convergenza di elettroni liberi da parte dei venti zonali inversi che con l'aiuto della Forza di Lorentz convergono elettroni verso la scia ionizzata e quindi allungano i tempi di ricombinazione. Si tratta dello stesso principio che è alla base della formazione dello strato E sporadico.

**Considerazioni**

E' utile fare alcune considerazioni sulle modalità di propagazione. Per un ingresso efficiente nel condotto troposferico il segnale deve arrivare con un angolo molto basso. Quindi dovrebbe essere necessario un tratto di percorso dovuto alla componente meteorica molto lungo, almeno sopra i 1800, 2000 Km. Sembra sia quanto è accaduto in questi eccezionali QSO. Sono stati rilevati condotti troposferici di qualche migliaio di Km. Quindi teoricamente, una volta che il segnale ha agganciato il condotto, sarebbero possibili anche collegamenti su distanze addirittura più grandi, il problema è la mancanza di altre stazioni lungo la tratta. Da notare che tra il nord ovest della Spagna e le Isole Canarie, intensi strati di inversione si trovano spesso tra i 1000 e 2000 m di altitudine indicando discontinuità significative nella temperatura dell'aria e, in particolare, di umidità dell'aria. (Forte variazione dell'indice di rifrazione n).

Per ulteriori informazioni sul Meteor scatter vedi anche la mia precedente pubblicazione su Radio Rivista 7/8-2013, "Meteor Scatter nelle VHF".

DX record mondiale in 144 MHz - MS tra S50C in Slovenia (JN76JG) e EA8TJ (IL18RJ) nelle Isole Canarie, con un QRB di 3377 chilometri.

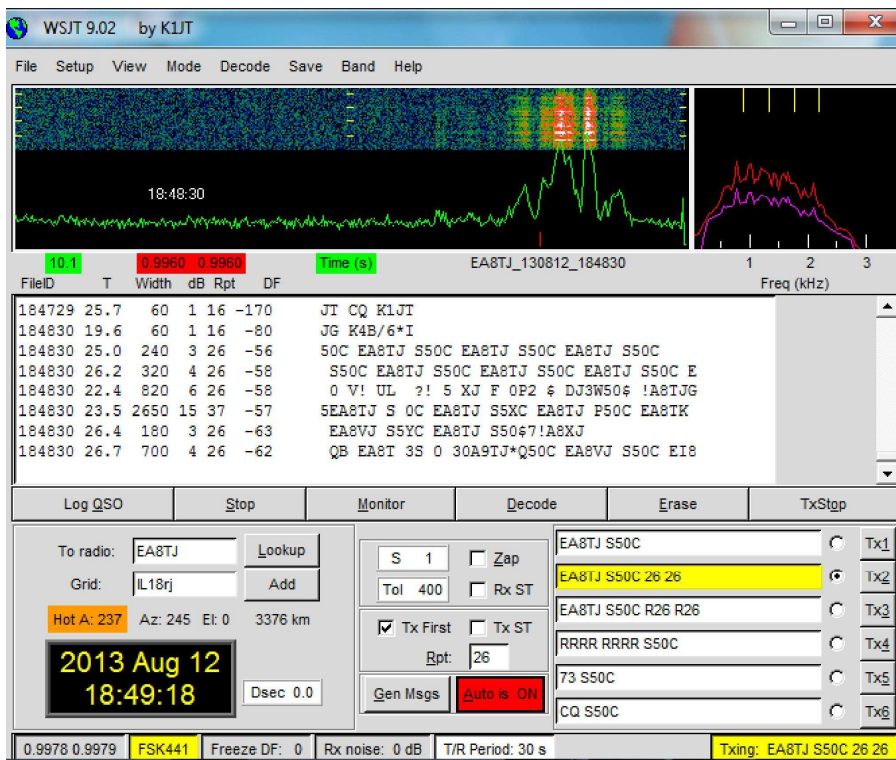


Fig.5 Alcune riflessioni meteor scatter del qso Record tra S50C e EA8TJ (condizioni di lavoro S50C: Ants: 4x18el, 1x20el, 2x15el, 2x15el, 6x5el for 2m Rig: Ft1000mp + Javornik transverter) (Credits Radio Club Domzale)

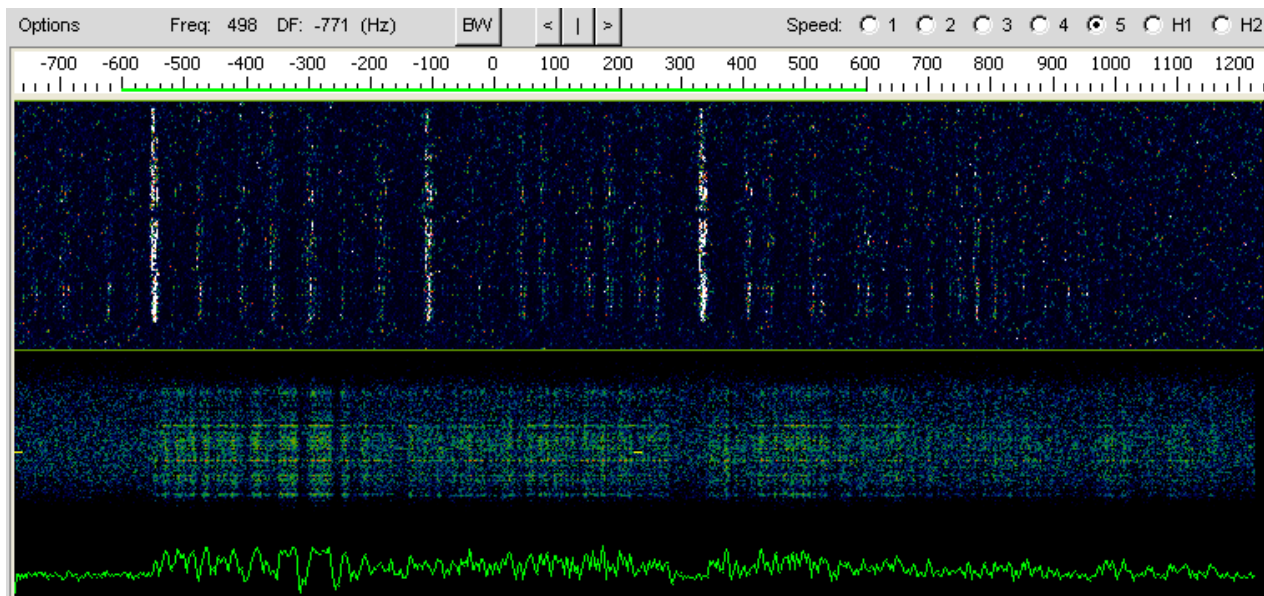


Fig.6 Immagine della eccezionale riflessione di oltre 20 secondi di uno dei segnali ricevuti da Franco, I2FAK nel corso del QSO con EA8TJ.  
 (Condizioni di lavoro I2FAK: 2 x 19 Log Loop Yagi)  
 (Credits I2FAK)

**Collaborazione**

Giorgio Marchi, IK1UWL

**Referenze**

- DF5AI -Amateur Radio Propagation Studies Science, research, engineering, operating
- Articoli vari di Marino Miceli, I4SN (Radio Rivista)
- Journal of Geophysical Research: Space Physics
- Wikipedia