

# Propagazione sui 6 metri

Doc. n.10.36.43 data: Aprile 2003

## Caratteristiche generali

La gamma dei sei metri associa le caratteristiche propagative delle HF e delle VHF e permette di sperimentare svariati modi di propagazione. Sono possibili collegamenti sfruttando la propagazione tropo, lo ionoscatteer oppure la propagazione via strato F. E' possibile sperimentare l'E sporadico, il meteor scatter, la riflessione via Aurora e per le stazioni meglio attrezzate persino l'EME (Earth-moon-Earth). Le caratteristiche della propagazione possono cambiare nel giro di pochi minuti, passando da una banda chiusa ad aperture sulle lunghe distanze o viceversa. Come per i 10 metri, la propagazione dx via strato F risente moltissimo dell'attività solare, ma nei momenti favorevoli grazie al minore assorbimento e alla possibilità di utilizzare efficienti antenne direttive permette meravigliosi collegamenti con tutti i continenti anche alle stazioni Qrp.

L'intenzione dell'autore è approfondire i vari fenomeni i che supportano la propagazione sui 50 Mhz, avvalendosi come sempre dell'esperienza pratica personale e d'altri OM , e dal confronto con le attuali teorie sulla propagazione.

## Propagazione troposferica (tropo-scatter)

Analogamente a quanto avviene per la gamma VHF dei 2 metri, è possibile utilizzare la troposfera per il supporto dei segnali. La distanza dei collegamenti è mediamente inferiore rispetto alla gamma dei 2 metri ma non piu' di tanto.

L'impressione generale fra gli OM è che la propagazione tropo non sia qualitativamente paragonabile alla gamma dei 144 Mhz. La mia esperienza tuttavia, è che se la stazione è ben attrezzata , collegamenti sui 700 chilometri sono possibili con una certa regolarità. Interessante la possibilità' di sfruttare i condotti troposferici che si possono formare in presenza di condizioni favorevoli soprattutto sopra il mare.

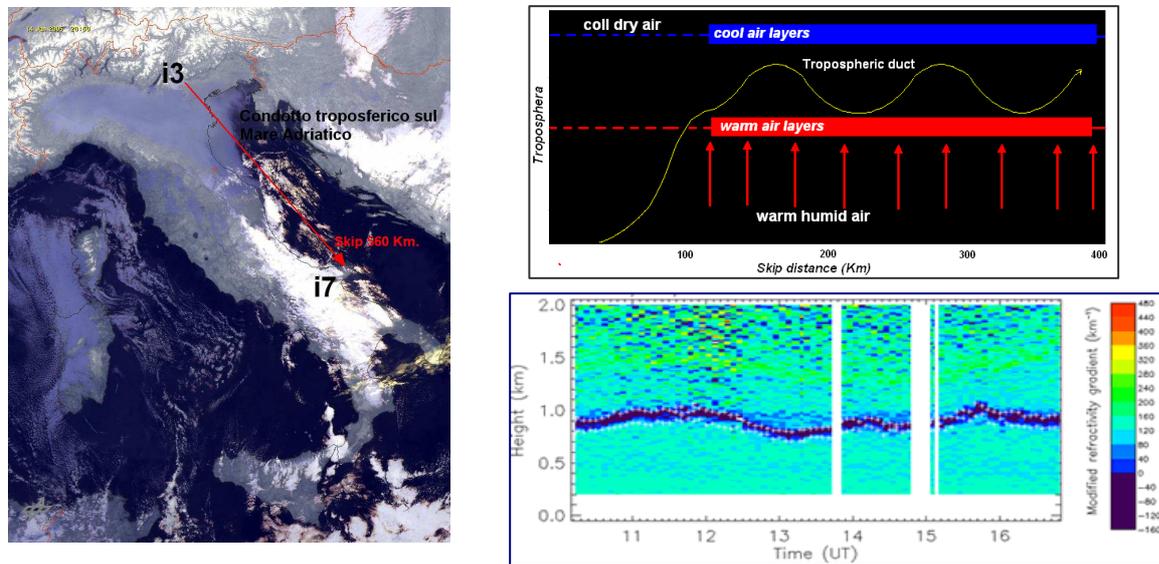
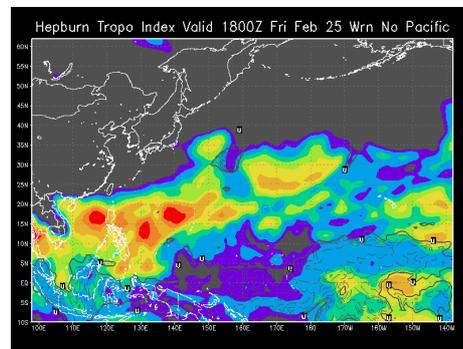
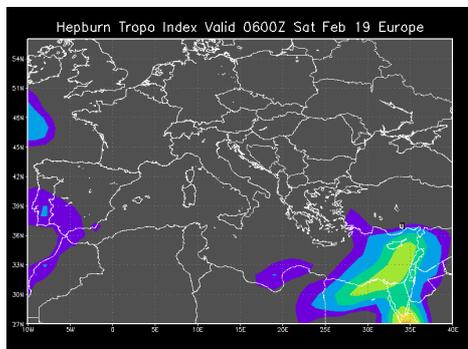


Fig.1: a titolo d'esempio, la carta mostra la geografia di un condotto troposferico che si forma frequentemente sul mare Adriatico e che permette ottimi collegamenti con segnali spesso eccezionali tra il Veneto e la Puglia, dal Gargano fino al Salento, talvolta il condotto si estende fino al Mar Ionio (Skip di circa 1000 Km.), consentendo di collegare l'Isola di Corfù e le coste della Grecia. La sperimentazione sul campo ha confermato che tale condotto troposferico è accessibile sia per le frequenze di 144 Mhz che di 50 Mhz , come ho potuto sperimentare personalmente nel corso dell'Estate 2003 collegando contemporaneamente il Gargano in 2 e 6 metri. Rimane aperto un interrogativo: potrebbe il condotto essere agibile anche per la gamma HF dei 10 metri? Le due figure a destra mostrano il principio di formazione del condotto troposferico innescato da una variazione repentina del gradiente di rifrazione come riportato nel diagramma dal quale si può dedurre che un'altezza di formazione del condotto attorno ai 1000 metri, i condotti che si formano sull'Adriatico, dovrebbero stazionare a quote inferiori, probabilmente attorno ai 400/500 metri ( questo diagramma è ricavato per mezzo di radiosondaggi verticali.)

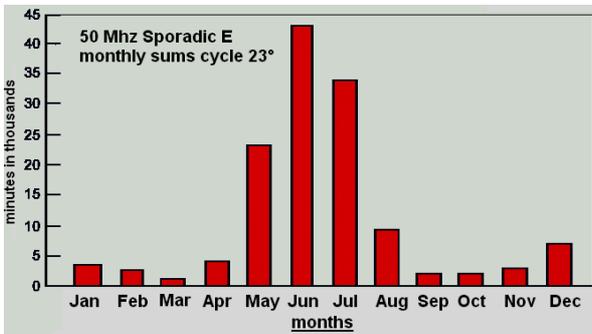


Sul sito di William Hepburn (VHF/UHF Tropospheric ducting Forecast del TV e Radio DX Information centre) è possibile consultare tutta una serie di mappe su scala internazionale che studiano la situazione troposferica ed elaborano una previsione in tempo reale sulla possibilità che si formino dei condotti troposferici l'indirizzo di quest'interessante portale è il seguente:

[http://home.cogeco.ca/~dxinfo/tropo\\_eur.html](http://home.cogeco.ca/~dxinfo/tropo_eur.html) .

## E sporadico

L'E sporadico è forse uno dei modi più diffusi di propagazione sulla gamma dei 6 metri. Del fenomeno ne abbiamo già parlato in modo ampio e articolato in un precedente articolo pubblicato su Radio Rivista, dove sono stati analizzati i meccanismi di formazione e discusse varie ipotesi scientifiche. Vorrei quindi approfondire altri aspetti e se possibile fornire ulteriori spunti di riflessione e stimoli per la ricerca. Sembra esista una relazione tra la formazione dell'Es e i temporali. Quest'ipotesi trova conferma anche da recenti studi condotti dal Dr. Volker Grassmann - DF5AI, il quale ha trovato una correlazione tra l'attività dei fulmini e le aperture propagative di Es in Europa. Nonostante non sia possibile affermarlo con certezza scientifica, appare probabile una correlazione con la formazione dell'Es. L'ipotesi si riferisce agli effetti convettivi di un temporale che genera onde gravitazionali (1) (Vedi note) che si propagano dalla bassa atmosfera all'atmosfera superiore innescando il fenomeno. E' possibile che avvenga un processo dinamico alle medie latitudini simile a quanto avviene nell'atmosfera tropicale dove alcuni fenomeni come TID (Disturbi ionosferici mobili) e spread F equatoriale sono davvero causati dai moti convettivi dei temporali. Si tratta di un'ipotesi che vorrei discutere ulteriormente e materia per pubblicazioni future. Com'è noto, l'E sporadico alle medie latitudini può accadere in qualsiasi momento, ma nel nostro emisfero, nella gamma dei 6 metri è più comune nei mesi di Maggio, Giugno e Luglio. Gli orari migliori sono dalle 9 alle 12 e soprattutto dalle 17 alle 20. Le aperture possono durare solo alcuni minuti oppure prolungarsi per parecchie ore. La caratteristica peculiare delle aperture in Vhf e quindi anche in 6 metri è che tendono ad essere molto selettive geograficamente. Spesso anche distanze di 20/30 Km. possono introdurre una certa differenza fra sentire una stazione molto bene o non sentirla affatto. Vediamo quindi alcuni possibili indicatori sulle aperture: il fenomeno si può verificare sulle gamme più alte delle HF (21/28 MHz) ed estendersi più o meno velocemente sulle frequenze più elevate. Un improvviso accorciamento dello skip sui 28 Mhz (400-500 Km) può essere un buon indicatore che le Muf Es hanno raggiunto i 50 Mhz, così come un improvviso accorciamento dello skip sui 50 Mhz (500/700 Km) può indicare una Muf in grado di sostenere la propagazione sui 144 Mhz. Un altro indicatore efficace è il comparire tra i 45 e i 70MHz di segnali televisivi, (sincronismi, audio e spesso addirittura immagini chiare e definite). E' possibile quindi dedurre verso quali direzioni s'indirizza l'apertura. Dopo anni di ricerca, ho sviluppato la convinzione che l'Es sia legato indissolubilmente alla meteorologia (2) e che la radiazione solare non abbia niente a che fare con la propagazione per E sporadico.



### Distanze di Propagazione via Es sui 50 mhz

Riporto di seguito una guida generale delle distanze possibili con Es, 2 Es a propagazione Es multisalto

#### Es singolo salto

distanza minima 500 – 650 chilometri  
 distanza ottimale 1500 – 2000 chilometri  
 distanza massima 2200 – 2400 chilometri

#### Es doppio salto

distanza minima 2800 – 3000 chilometri  
 distanza ottimale 3200 – 4000 chilometri  
 distanza massima 4400 – 5000 chilometri

#### Es triplo salto

distanza ottimale 4800 – 6400 chilometri  
 distanza massima 6900 chilometri

#### Es multi salto

Massima distanza record: ~ 12,500 km - 48.2597 chE2 Iran ricevuto via multi-salto sporadic E, da N5HV New Mexico - USA

Fig.2 Il diagramma in alto riporta l'incidenza delle aperture d'Es in gamma 6 metri nel corso dell'ultimo ciclo solare (23°) e dal quale si può dedurre come i mesi migliori siano Maggio, Giugno e Luglio. Nella tabella a destra invece ho riportato le distanze indicative dei collegamenti via Es in gamma 6 metri

## Propagazione via Aurora

Le zone aurorali hanno una considerevole influenza sulla propagazione radio nella gamma VHF perché quando l'attività aurorale è elevata, è possibile utilizzare la cortina aurorale come diffusore del segnale. Gli orari migliori vanno dalle 16 alle 20 locali e possono essere previsti controllando gli indici dell'attività geomagnetica: un incremento improvviso dell'indice K può essere un segnale importante di possibile attività aurorale, anche se sulla rete web sono presenti dei portali specifici dedicati all'osservazione dell'Aurora che consentono un monitoraggio perfetto in tempo reale. Generalmente l'aurora attiva tende a degradare i segnali in gamma HF ma può supportare collegamenti emozionanti per gli operatori delle VHF con qso anche di 2000 Km. Sui 6 metri eventi eccezionali hanno portato a collegamenti oltre i 2200 km. L'impiego d'antenne direttive è essenziale perché c'è la necessità di irradiare verso l'attività aurorale, nonostante questo la qualità del segnale aurorale è notevolmente degradato per effetto dello scintillamento provocato dalla natura instabile e disturbata delle particelle aurorali. I segnali sono quindi distorti e più larghi del normale. Le comunicazioni sono più facili quando l'attività aurorale è bassa e visibile sul radio orizzonte, tuttavia sono possibili collegamenti anche quando l'attività aurorale dista anche 1000 km e quindi ben sotto l'orizzonte visibile. Questo significa che dall'Italia settentrionale le occasioni sono superiori di quanto si pensi, anche se richiede circostanze speciali. Gli orari migliori sono verso la fine del pomeriggio e le prime ore della sera. Le occasioni migliori invece si hanno attorno alla mezzanotte locale durante le tempeste geomagnetiche importanti.

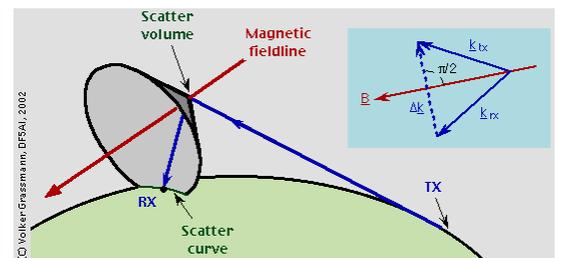
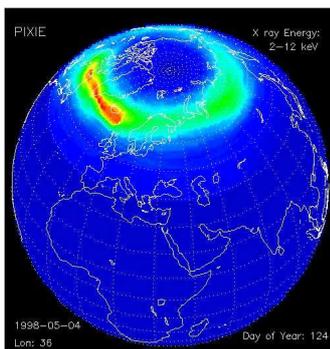
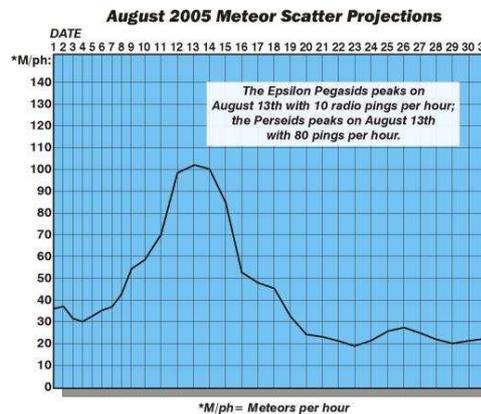
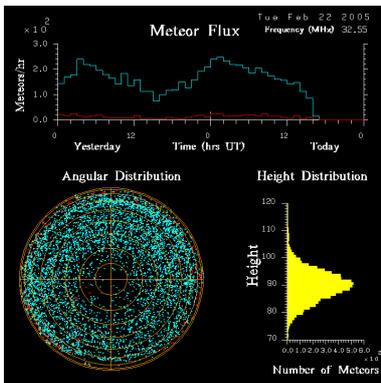


Fig. 3 Cartina elaborata grazie al programma di DF5AI, e centrata sul nostro paese che raffigura geometricamente le possibilità di collegamenti via Aurora. In verde e' raffigurato l'area di diffusione e in blu il raggio all'interno del quale e' possibile il dx nella propagazione via Aurora. Si consideri che il colore verde corrisponde ad una localizzazione nella Ionosfera ad un'altezza di 105 Km, mentre il blu si localizza al suolo.

### Meteor scatter

I collegamenti meteor scatter sfruttano la traccia ionizzata formata dall'ablazione delle meteoriti che entrano nell'atmosfera terrestre alla velocità di 100.000 Km/orari. Questo fenomeno avviene soprattutto nella regione E, dove le possibilità di collisione con le molecole dei gas sono maggiori. Questa traccia ionizzata anche se il corpo che l'ha generata e' piccolo, al momento della formazione e' un cilindro dal diametro di 20 cm. E al suo interno la densità d'elettroni liberi e' molto più elevata che nell'atmosfera circostante, nella dispersione successiva diminuisce il valore d'elettroni liberi ma per tempi più o meno lunghi un treno d'onde in vhf indirizzato verso la traccia subisce una riflessione non speculare (scatter) in grado di supportare collegamenti ben oltre l'orizzonte ottico. La natura diffusa della riflessione fa' sì che il segnale sia notevolmente distorto.



Sul sito di Jim Thomas e' possibile consultare un grafico aggiornato mensilmente che riporta l'attività meteorica e che fornisce quindi un'utile indicazione su come pianificare l'attività per quest'affascinante modo di propagazione. L'indirizzo web e' il seguente: <http://members.cox.net/fmdxweb/thomas.html>. E' possibile anche consultare il calendario meteorico sul seguente sito web: <http://www.amsmeteors.org/imo-mirror/calendar/cal05.html>.

### Caratteristiche del METEOR SCATTER / METEOR SKIP

- Periodo migliore: Agosto e da Ottobre fino ai primi di Gennaio
- Picco giornaliero: dalle 0500 alle 1200 ora locale (per sciami notturni)
- Distanza di ricezione: da 1000 a 2000 km.
- Puntamento antenne: E / NE (sebbene qualsiasi direzione sia possibile)
- Durata del segnale: micro-scatter, 1 sec., Generale, 2-3 sec, Elapsed scatter, 10-20 sec, scatter maggiori, da 30 sec a 1 min.

### EME

I collegamenti di tipo EME (Earth-moon-earth) sfruttano la superficie del nostro satellite per la riflessione del segnale. Il percorso terra-luna-terra, consente portate paragonabili ai collegamenti via regione F ionosferica, ma e' realizzabile solamente da stazioni d'elevatissima efficienza e dotate di notevole potenza. Il tragitto del segnale di oltre 700.000 km. assorbe tantissima energia. Lo scatter lunare poi introduce un'altra fonte d'ulteriore dispersione, anche se il disco lunare visibile presenta delle differenti proprietà di diffusione.

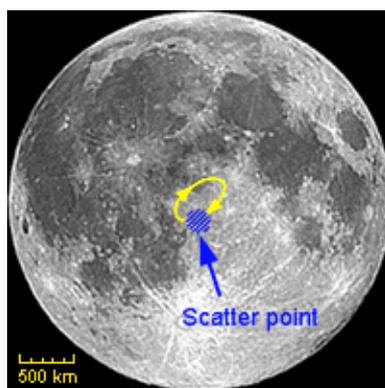


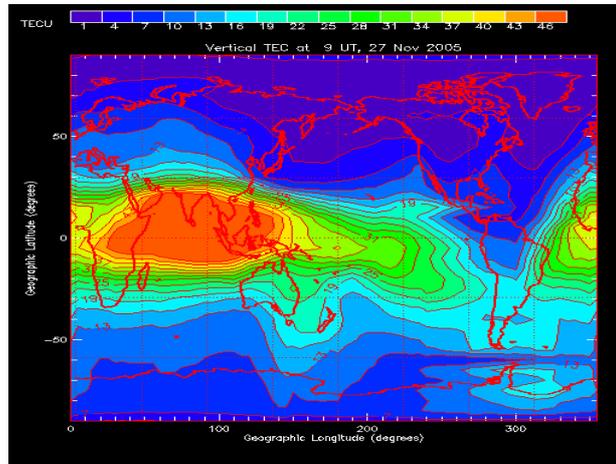
IMAGE: Courtesy DF5AI Propagation studies.

Negli anni 50 infatti e' stato scoperto che le onde radio, così come la luce visibile e le radiazioni infrarosse Sono riflesse indietro verso la terra, principalmente da piccole regioni localizzate al centro del disco visibile. La luna infatti sembra avere un comportamento differente per le onde radio rispetto alla luce visibile.

### Propagazione e attività solare

Le aperture convenzionali via regione F sono concentrate nel periodo d'alta attività solare. Nella fase bassa del ciclo la Rispondenza propagativa e' deludente. Tuttavia eventi solari di una certa importanza, collegati di solito a perturbazioni geomagnetiche, causano un'improvviso rialzo della frequenza critica Fc anche se le probabilità che la gamma apra sono scarse. Abbiamo già visto come, quantomeno nella prima fase d'eventi solari importanti, si possano verificare le circostanze per un'improvviso miglioramento su tutte le gamme e questo e' vale anche per i 6 metri. Mentre le gamme più basse poi vengono penalizzate

dall'aumentare dell'assorbimento, i 50 Mhz sono pressoché immuni dai fenomeni dell'assorbimento ionosferico, anche quando nella parte alta della ionosfera si riscontra una fortissima ionizzazione. Assume un ruolo importante la quiete magnetica. Soprattutto quando si opera con segnali di debole potenza come le stazioni amatoriali. La ionosfera è un magnetoplasma, ovvero un plasma immerso nel campo geomagnetico, quindi la sorte di un segnale che penetra in uno strato dipende e non poco, dall'attività magnetica.

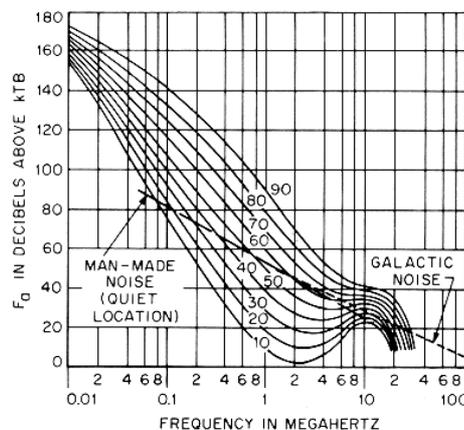


### Angoli d'irradiazione dell'antenna

Un altro aspetto fondamentale circa la possibilità di effettuare il collegamento riguarda l'angolo di irradiazione dell'antenna. Soprattutto in una gamma come i 6 metri quando le condizioni del mezzo ionosferico sono spesso al limite e un basso angolo verticale di irradiazione diventa importante per sfruttare le aperture via F2.

### Rumore

Il livello del rumore atmosferico è molto più alto sui 50 megahertz che sui 144 megahertz. Sui 50 megahertz, una stazione ubicata in posizione tranquilla ha una temperatura di rumore forse di 4.000 K = dB 12 confrontata con 1.000 K = dB 6 sulla gamma dei 144 megahertz. In città, il rumore artificiale è più alto a 50 megahertz. La situazione è tuttavia sempre migliore rispetto alle gamme HF poiché sui 50 mhz il rumore dominante è quello galattico.



### Propagazione via strato F2

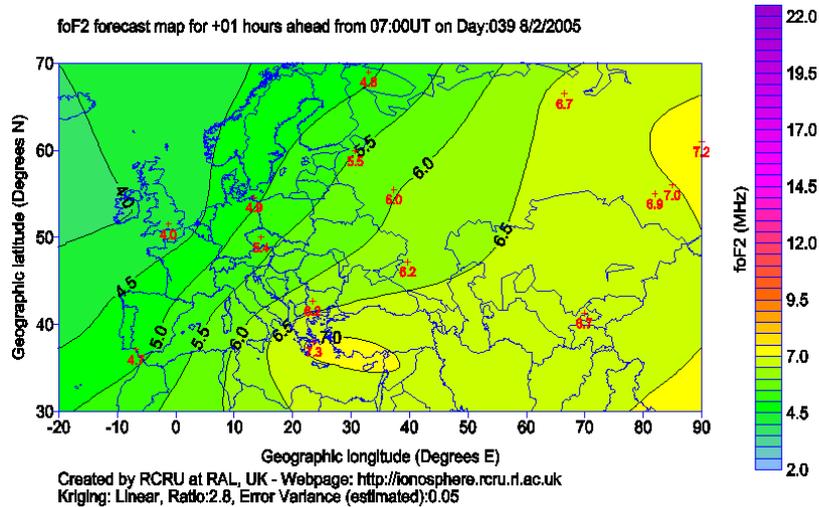
Nella fase alta del ciclo solare, le MUF ionosferiche possono salire oltre i 50 mhz rendendo agibile la propagazione sulle lunghe distanze anche per la gamma dei 6 metri. Sono possibili quindi fantastici collegamenti intercontinentali caratterizzati da ottimi segnali, così come avviene per la gamma Hf dei 10 metri. La possibilità di propagazione in tutto il mondo via regione F è particolarmente affascinante da studiare. Anche chi si avvicina per la prima volta ai 6 metri, noterà presto che le aperture sono imprevedibili anche se un'osservazione più approfondita porta poi a ipotizzare un certo numero di modelli prevalenti. Tuttavia è molto difficile predire quando la gamma si aprirà, in particolare modo per la previsione sul corto termine (previsione giornaliera). Purtroppo, non ci sono risposte semplici a questo dilemma, ci sono alcune parti della propagazione via F2 che sono conosciute e capite e ad alcuni fenomeni rimangono davvero misteriosi. Per capire quando la gamma si aprirà, è essenziale soprattutto comprendere perché la propagazione si apre via F2. Una discussione sul perché i segnali si propagano, deve cominciare con alcune considerazioni di base su come le onde radio si comportano nella ionosfera. Gli elementi di base sono tre:

1. La quantità di ionizzazione presente
2. L'angolo di irradiazione del segnale
3. La presenza di grandi o piccole irregolarità nella ionizzazione

Si tratta di parametri chiave nel processo di propagazione via strato F e anche se ci sono molte cose esterne che influenzano la condizione di questi 3 termini, alla fine, la propagazione è una combinazione di questi tre fattori.

Dal punto di vista statistico le aperture via F2 sono molto improbabili e se da una parte questo può sembrare evidente, dall'altra ha una conseguenza molto importante. Gli eventi improbabili nei sistemi fisici complessi sono spesso il risultato di una combinazione di fattori, alcuni dei quali possono anche essere ragionevolmente improbabili. Questo è certamente il caso delle aperture F2 sui 6 metri, dove la

propagazione è quasi sempre molto vicina al limite possibile. In sintesi possiamo affermare che non conosciamo ancora bene tutti i fattori e conosciamo ancora meno come loro interagiscono. Nonostante lo strato F2 mantenga una debole ionizzazione notturna, la propagazione via F2 sui 6 metri è circoscritta alle ore diurne. C'è una buona correlazione tra la media sul lungo termine del flusso solare (10 cm radio-flux) e la propagazione F2 (per effetto del numero di macchie, conteggio dei flare e molte altre misurazioni dell'attività solare). Se il flusso solare si mantiene come media elevato mese dopo mese, la propagazione sarà probabilmente buona. Tuttavia, gli ionogrammi a incidenza verticale non mostrano una correlazione giorno per giorno tra le fluttuazioni del flusso e la frequenza critica misurata ( $f_c$ ) che fissa la MUF corrispondente. Con questo non si vuole ridimensionare il ruolo del flusso solare, esso è un indicatore molto importante dell'attività solare. È certamente vero che lunghi periodi con valori elevati del flusso solare implicano buona propagazione ma è molto difficile stabilire le aperture di un determinato giorno quando il flusso è a 300 oppure un giorno quando il flusso è a 150. Dei singoli giorni con un elevato valore sono meno importanti di molti giorni con elevati valori circoscritti negli ultimi 30, 40 giorni.



### Anomalia invernale

L'anomalia invernale introduce le maggiori fluttuazioni stagionali in prossimità del massimo solare, dove possiamo rilevare MUF giornaliere invernali anche due volte maggiori delle rispettive MUF giornaliere estive. Questo significa che in media, la propagazione F2 tra due stazioni dello stesso emisfero risulta migliore in Inverno e durante il massimo solare. Nel caso di collegamenti multi salto nella direttrice nord-sud, l'anomalia invernale gioca un ruolo differente. In un emisfero è estate mentre è inverno nell'altro. Questo penalizza i collegamenti tanto che il periodo migliore per questa direttrice è la Primavera e l'autunno quando gli effetti dell'anomalia invernale sono omogeneamente distribuiti nei due emisferi (miglioramento equinoziale della propagazione). L'anomalia invernale non è l'unico effetto stagionale.

### Propagazione Transequatoriale (TEP)

Nelle zone comprese tra 20 e 30 gradi, sia a Nord che a Sud dell'equatore, l'influenza della distanza zenitale del sole sulla concentrazione elettronica dello strato F2 è notevolmente diversa da quella che ci si aspetta, si tratta dell'anomalia equatoriale. In quest'area la ionosfera assume una forma cupolare. Per effetto di un'azione combinata tra i campi elettrici east-ovest nella regione E equatoriale e dei venti ionosferici, ci troviamo di fronte ad un'iniezione di elettroni dalla regione E alla regione F. Questo implica un aumento della densità elettronica nello strato F2. Questo fenomeno è più marcato nel pomeriggio e nelle prime ore della sera. La struttura cupolare equatoriale produce due regioni, una a nord e l'altra a sud dell'equatore geomagnetico dove la ionosfera è sistematicamente inclinata e dove si formano delle aree allineate secondo le linee di forza del campo magnetico terrestre che soprattutto se questo è in quiete presentano una densità di ionizzazione più elevata dello strato F ordinario e si comportano come le pareti di una gigantesca guida d'onda in grado di convogliare per circa 4000 km. (meta' a nord e meta' a sud dell'equatore) segnali di frequenza più alta della MUF ordinaria. Perché questo meccanismo funzioni è necessario che le regioni cupolari localizzate a Nord e a sud dell'equatore abbiano un grado di ionizzazione sufficientemente alto, se per esempio il livello di ionizzazione su un versante dell'equatore non è abbastanza elevato, la guida d'onda può risultare inagibile. In HF la cosa è molto più semplice e il margine è maggiore. Soprattutto nel tardo pomeriggio-sera, la gamma dei 17/15 metri HF, risultano sistematicamente aperte su questo percorso. In gamma 6 metri la situazione è decisamente più critica e la ionosfera è più esigente. Le occasioni migliori si hanno quando entrambi gli emisferi ricevono la stessa radiazione solare e questo avviene durante gli equinozi d'autunno e primavera, quando il sole è più vicino sopra l'equatore, e quindi fine marzo e fine settembre. Tuttavia il campo magnetico è inclinato rispetto alle coordinate geografiche, come evidenziato nella mappa mondiale rettangolare in basso. Nell'emisfero occidentale, l'equatore magnetico è 11° più a sud dell'equatore geografico. La situazione migliore per la TEP è campo geomagnetico in quiete, buone condizioni meteo supportate da estesi fronti di alta pressione in entrambi i lati della guida d'onda e stagionalmente essere nei periodi equinoziali. A causa quindi della declinazione magnetica, "l'equinozio magnetico" si verifica circa 1 mese prima (Febbraio e Agosto) per collegamenti tra il Nord e sud America. Per noi in Europa questo aspetto non ha un grande significato. Per le stazioni in Nord America invece, c'è da considerare che anche per percorsi spostati verso est o verso ovest gli equinozi magnetici si verificano prima di quelli geografici, di conseguenza la data dell'equinozio magnetico dipende dallo scostamento rispetto l'asse nord-sud della componente est-ovest. C'è anche da tenere presente un'interazione tra l'effetto degli equinozi magnetici e l'effetto dell'anomalia invernale (che è geografica e non magnetica). Per esempio, se si considera un percorso tra il nord e il sud America, si registra che in parte come conseguenza della posizione dell'equatore magnetico, le MUF sono frequentemente in sud America che in America del nord.

### Grey line

Appare evidente che per avere una buona propagazione dx sulla gamma dei 6 metri dobbiamo avere delle condizioni particolari in grado di innalzare le MUF, ma il margine degli strati ionosferici è critico per produrre aperture propagative interessanti.

Un altro modo per avere uno strato ionosferico attivo è semplicemente l'effetto del sorgere o tramontare del sole che aumenta la ionizzazione della regione F. Nel lato notturno lungo il terminatore, il livello di riflessione per una determinata frequenza tende ad aumentare, la densità particellare è bassa e le collisioni sono meno frequenti. Abbiamo quindi una situazione dove la ionizzazione rimane più a lungo senza l'effetto del sole. Nell'altro lato, quello illuminato, l'azione dei raggi solari attiva gli ioni attivando gli strati

anche a quote relativamente basse. L'effetto e' di avere due strati curvi che costantemente si muovono attorno alla terra. Grazie a queste regioni ionosferiche curve si innescano fenomeni di focalizzazione che si ripercuotono sui segnali creando anche fenomeni di super propagazione come per esempio delle guide d'onda ionosferiche che trattengono il segnale all'interno di un condotto ionosferico, rimandandolo a terra a qualche migliaio di km. Questo fenomeno noto anche come chordal-hop supporta la propagazione per molti dei percorsi che superano l'equatore magnetico o lungo la grey line.

### Scatter

Irregolarità' su piccola scala e condotti ionosferici sono chiaramente delle irregolarità' nella ionosfera che come e' noto possono supportare la propagazione in maniera più' complessa di una semplice riflessione ionosferica. In effetti delle irregolarità' locali possono produrre interessanti effetti soprattutto quando si verificano in grande quantità'. La propagazione sulla lunga distanza nella gamma dei 6 metri e' spesso il risultato di un insieme di fattori. Lo scatter ionosferico gioca un ruolo in molti percorsi, molti effetti sono positivi, altri negativi. Per capire come avviene il fenomeno dello scatter dobbiamo immaginare la situazione differente dalla rappresentazione canonica dove l'intera sezione orizzontale della ionosfera contribuisce alla riflessione. Lo scatter ionosferico ha uno skip differente supportato da una moltitudine di strati riflettivi o rifrattivi normalmente molto piccoli. Il fenomeno quindi si verifica quando il segnale incontra una grande quantità' di celle. Questo meccanismo può' essere pensato come la rifrazione di una bolla di gas ionizzato, la taglia di queste celle può' variare dalla decina di metri a parecchie centinaia di km. Quando un'onda incontra una di queste bolle viene sparpagliata in tutte le direzioni da questo deriva la parola scatter. Poiché' le celle si possono trovare a distanze differenti dal punto di trasmissione o ricezione, il segnale arriva con percorsi differenti e quindi con fase differente e siccome normalmente le celle si muovono nella ionosfera, si aggiunge anche un'effetto doppler. Ci sono due regioni magneto-geografiche dove lo scatter ionosferico e' più' comune. Una nei tropici magnetici e l'altra vicino ai poli magnetici. Ai tropici il fenomeno e' associato all'anomalia equatoriale. La forte corrente che muove elettroni dalla regione E ed F1 alla regione F2, produce enormi agglomerati di plasma turbolento che si allineano con le linee del campo magnetico. Questi agglomerati sono composti da un notevole numero di celle di plasma che producono significativi fenomeni di scatter. Nel caso della ionosfera testata da ionosonde per misurare la frequenza critica, anziché' visualizzare un singolo strato F, gli echi di ritorno evidenziano una diffusa zona di echi che partendo dalle normali quote della regione F si estendono fino a 800 km di altezza: questa condizione e' conosciuta come "Spread F". Lo scatter supportato dallo spread F equatoriale si intensifica stagionalmente in occasione degli equinozi e viene quasi annullato quando il campo geomagnetico e' disturbato. Abbiamo precedentemente parlato della presenza di strati anomali vicino ai poli simili ai rigonfiamenti ionosferici equatoriali, anche se l'allineamento in questo caso anziché' orizzontale è posizionato verticalmente lungo le linee del campo magnetico. Ci troviamo anche in questo caso in presenza di regioni di scatter supportate da spread F, anche in questo caso si registra un'intensificazione durante gli equinozi con un decadimento nei mesi estivi e invernali. Sembra anche che il fenomeno s'intensifichi nei periodi di massima attività' solare. L'effetto è responsabile della modulazione metallica che spesso affligge i segnali che attraversano le aree polari.

### Considerazioni finali

Le tre condizioni basilari per un'apertura propagativa sono: ionizzazione, angolo d'irradiazione e la presenza d'irregolarità' ionosferiche, il tutto nella giusta combinazione. Ma la comprensione di molti fenomeni ionosferici è ancora lontana, per esempio non conosciamo il comportamento delle distorsioni su media scala della regione F. La ionosfera è idealmente rappresentata come una superficie completamente sferica. Si tratta di una visione assai lontana dalla situazione reale. In effetti gli strati sono superfici complesse, soggette alla pressione della radiazione solare, attraversati da forti venti e correnti ionosferiche e soggetti all'influenza degli eventi meteorologici nella troposfera. Esistono parecchie strutture di disturbi mobili che possono causare l'ondulazione del plasma e produrre inclinazioni in grado di interagire con l'angolo d'irradiazione e quindi di riflettere i segnali in transito e innalzare localmente le MUF. Un ruolo importante è svolto a mio parere dalle onde gravitazionali atmosferiche associate soprattutto ai fenomeni meteorologici. La radiazione ultravioletta solare è la fonte principale di ionizzazione, di conseguenza il sole è la sorgente principale di molti di questi fattori, tuttavia l'intera scala di fattori e soprattutto il modo in cui interagiscono tra loro non è conosciuto. Le variazioni diurne, il ciclo solare, la rotazione solare, i brillamenti, l'anomalia equatoriale e tutta una varietà' d'effetti meteorologici sappiamo che apportano il loro contributo. La prevedibilità' delle aperture rimane ancora un sogno.

### In linea di principio le situazioni migliori per una stazione localizzata alle medie latitudini sono:

#### Stesso emisfero (Nord-sud)

Dal sorgere al tramonto del sole, inverno locale (Da Novembre a Maggio nell'emisfero nord), vicino al massimo solare, durante il picco di due settimane del ciclo 27 giorni di rotazione solare, più' una serie di fattori sconosciuti

#### Percorsi trans-equatoriali

Dal sorgere al tramonto del sole, Ottobre-novembre e Marzo Aprile, vicino al massimo solare, durante il picco di due settimane del ciclo di 27 giorni di rotazione solare, più' una serie di fattori sconosciuti.

### NOTE:

#### 1- Onde gravitazionali atmosferiche

Le onde di gravità' atmosferiche sono oscillazioni di tipo elastico che si propagano nell'atmosfera per effetto della sua stratificazione termica. La lunghezza d'onda varia da poche centinaia di metri a centinaia di chilometri, con periodi che vanno da pochi minuti ad alcune ore. Le oscillazioni dell'aria che ne derivano causano piccole fluttuazioni della variabili atmosferiche (pressione, temperatura, umidità...) ma hanno un notevole impatto sulla struttura della ionosfera. Negli ultimi anni, la ricerca scientifica sulla ionosfera e sulla radiopropagazione ha dato grande risalto al ruolo delle onde gravitazionali in quanto hanno un ruolo determinante nell'assetto della ionosfera e quindi nella propagazione delle onde radio. Le o.g. interagiscono con: Formazione dell'E sporadico - Propagazione troposferica - influenza sulla regione F - Disturbi ionosferici - Assorbimento ionosferico Regione D - Ammassamento/spostamento di ioni all'interno della ionosfera. L'influenza delle o.g. sembra più' marcata nella formazione dello strato F2 notturno, dove contribuirebbero a fornire una piccola ma continua sorgente di nuova ionizzazione, contribuendo al mantenimento della ionizzazione residua notturna.

#### 2-Meteorologia

Le recenti ricerche sulla radio propagazione stanno focalizzando l'attenzione sull'influenza delle meteorologia sulla ionosfera.

L'influenza avviene sia su piccola scala (variazioni locali) per esempio formazioni temporalesche, che su larga scala (variazioni globali), come per esempio El-Nino, le correnti a getto, gli anticicloni e le grandi aree di alta o bassa pressione. E' probabile che parecchi modi di propagazione sui 50 Mhz e 144 Mhz, siano indotti dalla troposfera e dagli eventi meteorologici eccetto per Aurora e F2.

F.Egano – Amateur radio propagation studies [www.qsl.net/ik3xtv](http://www.qsl.net/ik3xtv) ik3xtv@gmail.com

Un particolare ringraziamento al Dr. Volker Grassmann, DF5AI per aver consentito la pubblicazione di alcuni studi e per la preziosa consulenza.

### Bibliografia

Propagation studies – DF5AI Dr. Volker Grassmann

Articoli vari di Marino Miceli, i4sn - Radio Rivista

Troposcatter a 50 megahertz - 700 chilometri QSOs in qualunque momento - Palle Preben-Hansen, © OZ1RH

A Seven Year Study of 50 MHz Sporadic-E Propagation BY PAT DYER,\* WA5IYX  
Ionospheric Radio, Kenneth Davies, Peter Peregrinus Ltd., London, 1990  
Introduction to Ionospheric Physics, Henry Risbeth and Owen K. Garriott, Academic Press, New York, 1969  
Ionospheric Radio Waves, Kenneth Davies, Blaisdell Publishing Company, Waltham MA, 1969  
Estimated range of distances for sporadic E propagation modes Todd Emslie  
50 MHz F2 Propagation Mechanisms by J. R. Kennedy K6MIO/KH6, Gemini Observatory\*, Hilo, Hawaii  
Comitato studi sulla propagazione del RSGB  
Mappe realizzate con il programma DX ATLAS