

## Il fenomeno dell'Esploradico in gamma 2 metri.

---

Prima d'introdurre l'argomento del titolo ritengo opportuno richiamare alcuni concetti che saranno utili per uno svolgersi consapevole della discussione.

### Propagazione di un fronte d'onda a RF all'interno di un plasma e il fenomeno della Rifrazione.

Questo fenomeno nel campo della RF e' essenziale. Infatti e' alla base del funzionamento della Radio, senza di esso i nostri collegamenti non potrebbero verificarsi.

### DEFINIZIONI

#### Velocita' di FASE.

Se consideriamo un UNICO fronte d'onda a RF, rappresentato da una sinusoidale, vediamo che questo si propaga con una certa velocita' che viene misurata osservando come si sposta nello spazio uno dei suoi punti caratteristici, chiamati "fase", per esempio il picco positivo della sinusoidale stessa. La velocita' di fase, in particolari situazioni, puo' anche risultare maggiore della velocita' "c" della luce, ma dal momento che la sola onda NON trasporta energia non rappresenta un paradosso della Fisica.

Infatti considerando che :

$$\text{velocita' di fase} = \text{lunghezza d'onda} * \text{frequenza} \quad (1)$$

il significato fisico della velocita' di fase in realta' e' quello d'indicare che mantenendo costante la frequenza del fronte d'onda considerato la sua lunghezza d'onda  $\lambda$  puo' essere maggiore nel mezzo che nel vuoto.

#### Velocita' di GRUPPO.

Se invece osserviamo 3 sinusoidi come quelle emesse da una trasmissione a RF modulata in ampiezza da una nota di BF ( portante e le due bande laterali ) l'insieme di queste onde da' origine a quello che viene chiamato GRUPPO.

Il Gruppo trasporta l'energia che vogliamo trasferire e dunque NON puo' spostarsi a velocita' maggiori di "c".

La relazione che lega le varie velocita' e' la seguente :

$$c = ( \text{velocita' di gruppo} * \text{velocita' di fase} )^{1/2} \quad (2)$$

E' importante notare che essendo "c" costante se diminuisce la velocita' di gruppo deve aumentare quella di fase.

### Frequenza angolare del plasma.

Sappiamo che una nuvola di plasma e' formata dall'insieme di cariche elettriche positive ( ioni ) e negative ( elettroni ) tenute separate dalla elevata temperatura a cui sono sottoposte.

Sostanzialmente pero' la nube di plasma e' elettricamente neutra, ovvero al suo interno ci sono in egual misura ioni e elettroni liberi. Se ad un certo momento una qualche perturbazione esterna alla nube riesce, in una zona localizzata del plasma, a separare nettamente gli ioni da una parte e gli elettroni dall'altra si viene allora a generare una forza elettrostatica di attrazione che tendera' a ripristinare la neutralita' elettrica in quella zona.

L'alternarsi delle azioni ovvero la separazione delle cariche dovuta alla perturbazione e il ripristino della neutralita' dovuta alla forza elettrostatica generera' una instabilita' nella forma di una oscillazione ad una certa frequenza angolare il cui valore e' data da :

$$\omega_{\text{plasma}} = ( e^2 * N / m * \epsilon_0 )^{1/2} \text{ rad / secondo } ( 3 )$$

dove : e = carica elettrica dell'elettrone

N = densita' elettronica del plasma

m = massa dell'elettrone

$\epsilon_0$  = costante dielettrica del vuoto

Dunque la frequenza angolare del plasma e' funzione diretta della densita' elettronica "N" della nube, ovvero piu' la nube e' densa di elettroni piu' e' elevata la sua frequenza angolare.

Occorre precisare che questa oscillazione non irradia energia elettromagnetica perche' e' longitudinale rispetto alla propria direzione di propagazione, proprio come fanno le onde acustiche, e quindi non costituisce un campo elettromagnetico che si puo' irradiare nello spazio circostante.

Va ricordato che i campi elettrico e magnetico di una emissione radio, invece, oscillano trasversalmente al vettore di Poynting ( $W/m^2$ ) che rappresenta anche la loro direzione di propagazione.

### Indice di Rifrazione di Fase.

L'Indice di Rifrazione di fase in una zona della nuvola di plasma a cui e' soggetto un fronte d'onda a RF che l'attraversa e' espresso dalla seguente relazione :

$$n = ( 1 - ( \omega_{\text{plasma}} / \omega )^2 )^{1/2} \quad ( 4 )$$

dove : n = indice di rifrazione di fase

$\omega_{\text{plasma}}$  = frequenza angolare del plasma nella zona considerata

$\omega$  = frequenza angolare del fronte d'onda a RF usato

Questo indice "n" dipende dunque sia dal valore della densità elettronica "N" nella zona considerata della nube, sia dalla frequenza angolare omega del fronte d'onda a RF che stiamo utilizzando.

### Legge di Snell.

Il nostro fronte d'onda a RF sarà allora soggetto al fenomeno della rifrazione così come descritto dalla legge di Snell :

$$n_1 * \sin \alpha = n_2 * \sin \beta \quad ( 5 )$$

dove :

$n_1$  = indice di rifrazione di fase che il fronte d'onda a RF incontra nella sezione 1 di uno strato ionizzato.

$\sin \alpha$  = seno dell'angolo d'incidenza formato dalla direzione di propagazione del fronte d'onda a RF con la normale alla base della sezione 2

$n_2$  = indice di rifrazione di fase che il fronte d'onda a RF incontra nella sezione 2 dello stesso strato ionizzato.

$\sin \beta$  = seno dell'angolo di rifrazione che la NUOVA direzione di propagazione del fronte d'onda a RF forma con la normale di prima all'interno della sezione 2

Dalla legge di Snell deriva che se  $n_2$  è minore di  $n_1$  allora l'angolo di rifrazione che si otterrà sarà maggiore dell'angolo d'incidenza perché  $\sin \beta$  dovrà essere maggiore di  $\sin \alpha$  ( ricordo :  $\sin 0^\circ = 0$  ;  $\sin 90^\circ = 1$  ) per far sì che l'eguaglianza sia ancora valida.

### Fenomeno della Rifrazione del fronte d'onda a RF.

Vediamo ora quale sarà il percorso di un fronte d'onda a RF all'interno di uno strato della nostra ionosfera quando l'irraggiamento a RF è normale allo strato stesso ovvero con irraggiamento verticale.

Per semplificare il ragionamento supporremo la Terra piana e così pure lo strato ionizzato considerato che sarà anche parallelo alla Terra.

Sappiamo che la densità elettronica "N" di uno strato ionizzato, nel momento in cui lo prendiamo in considerazione, è comunque bassa in prossimità della sua superficie rivolta verso la Terra e che aumenta man mano che si sale di quota.

Almeno fino ad una certa altezza il " Profilo Verticale di Densità " ha questo andamento.

Per agevolare la descrizione immaginiamo lo strato ionizzato suddiviso in un certo numero di sezioni parallele fra di loro 1, 2, 3, e così via.

Il nostro fronte d'onda a RF parte dunque dalla superficie terrestre e viaggerà per un certo tratto all'interno di un mezzo non ionizzato, la nostra atmosfera, e dunque con "N" uguale a ZERO.

Dalla ( 3 ) si ricava allora che la frequenza angolare di plasma di questo mezzo, e' uguale a ZERO.

Sostituendo questo risultato nella ( 4 ) otteniamo percio' che l'indice di rifrazione di fase "n" che il nostro fronte d'onda a RF incontrera' sara' 1 perche' il rapporto al quadrato fra la frequenza angolare di plasma del mezzo e quella del nostro fronte d'onda a RF vale ZERO.

Poi il fronte d'onda a RF entra nella prima sezione dello strato ionizzato dove trovera' un indice di rifrazione di fase minore di 1 perche' il rapporto al quadrato fra le due frequenze angolari di prima comincera' ad essere maggiore di ZERO.

Dunque, applicando la legge di Snell, l'angolo di rifrazione sara' maggiore di quello d'incidenza e il nostro fronte d'onda a RF comincera' a piegare verso il basso.

Salendo di quota all'interno dello strato ionizzato il nostro fronte d'onda la RF trovera' densita' elettroniche "N" sempre maggiori nelle stratificazioni 2, 3 e successive e dunque indici di rifrazione di fase "n" sempre piu' bassi e quindi pieghera' la sua traiettoria sempre piu' verso Terra fino a quando trovera' una sezione dello strato ionizzato con una densita' "N" sufficientemente alta da renderne la frequenza angolare del plasma uguale a quella del nostro fronte d'onda a RF e il loro rapporto al quadrato diverra' uguale a 1. A questa quota allora la ( 4 ) diverra' uguale a ZERO.

#### Riflessione totale del fronte d'onda a RF.

Qual'e' il significato fisico di un indice di rifrazione di fase "n" uguale a ZERO ?

L'indice "n" a ZERO ci dice che a questa quota il nostro fronte d'onda a RF NON POTRA' PIU' essere rifratto verso l'alto e quindi non avra' altra scelta che essere RIFLESSO TOTALMENTE in basso e allora ce lo possiamo immaginare in viaggio verso la Terra permettendo il nostro collegamento radio e altro.

Ovviamente se la frequenza angolare del nostro fronte d'onda a RF e' sufficientemente elevata da non incontrare mai nel suo viaggio all'interno dell'intero strato ionizzato una frequenza angolare di plasma uguale, allora buchera' lo strato.

Questo e' proprio quello che avviene normalmente lavorando a 144 MHz.

Qualche volta pero', soprattutto nel periodo tarda primavera / estate di ogni anno, non e' cosi'.

#### Strato E sporadico "normale".

Il primo Strato ionizzato ad essere scoperto fu lo strato E ( da Electric layer ).

Heaviside ne suggerì l'esistenza e Kennelly la verificò e lo strato e' anche conosciuto con questi due nomi.

Si tratta di uno strato ionizzato diurno che si forma intorno ai 90 / 100 km di quota.

All'interno di esso, nei mesi che vanno da aprile a settembre, puo' formarsi un altro strato, molto piu' denso del primo, che in virtu' delle sue improvvise apparizioni e altrettanto rapide scomparse, prende il nome di Strato E Sporadico.

Decisi di aggiungere al suo nome ufficiale anche l'aggettivo "NORMALE" per non confonderlo con quella serie di fenomeni che compaiono in gamma 2 metri e che noi tutti chiamiamo, in modo inappropriato, E sporadico.

Questo strato E sporadico "normale" e' quello che permette agli appassionati dei 50 e 70 MHz di fare i loro collegamenti, mentre per noi interessati alla gamma dei 2 metri rappresenta l'INCUBATRICE dei fenomeni che ci interessano.

Insomma senza la presenza dell'E sporadico "normale" con la sua elevata densita' di cariche elettriche libere non ci sarebbero le aperture di E sporadico in 2 metri, almeno non tutte quelle che invece si manifestano, e questa e' la mia esperienza.

In bibliografia l'E sporadico "normale" e' associato alla polvere meteoritica che raccolta e compattata dai venti neutri presenti a quelle quote e dalle ONDE GRAVITAZIONALI da' origine a sottili nubi lenticolari.

In rete e' possibile avere a disposizione alcuni interessanti scritti su questo argomento e particolarmente elegante e' quello che racconta come il campo magnetico terrestre riesce a separare i pesanti ioni dai molto piu' leggeri elettroni permettendo la formazione della nube.

### Correlazione Es "normale" con le Nubi nottilucenti.

Posso ancora aggiungere che da alcuni anni sto' cercando di capire se effettivamente esiste una correlazione fra l'Esporadico "normale" e le nubi nottilucenti.

In bibliografia non sono riuscito a trovare nulla ma alcuni fatti mi fanno pensare che questa correlazione esista.

Infatti anche la nube nottilucente appare dalla tarda primavera fino all'estate inoltrata, si forma intorno agli 85 km di quota, dunque molto vicino alla quota dell'E sporadico "normale", e i suoi aghi di ghiaccio si condensano intorno al granulo di polvere meteoritica.

Poi i venti neutri raggruppano gli aghi di ghiaccio a formare la nube nottilucente aiutati in questo anche dalle Onde Gravitazionali come appare evidente in molte fotografie rintracciabili in rete.

Forse questo fenomeno meteorologico ci permette di vedere come e' fatto lo strato E sporadico "normale" per alcuni minuti subito dopo il tramonto del Sole ma, in ogni caso, le Radiosonde ci permettono di stabilirne la presenza al di sopra del loro sito per 24 ore al giorno come vedremo piu' avanti.

### **I fenomeni di Esporadico in gamma 2 metri.**

Strategia adottata per la raccolta dati.

Il primo evento di Esporadico in 2 metri lo lavorai nel luglio del 1977 e ogni anno successivo continuai a fare collegamenti con questo tipo di fenomeno, salvo nel 1982 che conclusi senza aver incontrato nessun evento.

Fin da questi primi anni mi resi conto che per portare avanti una casistica utile per lo studio del fenomeno dovevo abbandonare non solo l'idea di affidarmi al conteggio dei collegamenti effettuati ma anche a quello del numero di aperture di Esporadico in 2 metri che avevo intercettato.

Contare il numero di collegamenti effettuati non sarebbe servito a nulla per il mio scopo perche', per esempio, in un'ora di apertura verso la Russia io avrei potuto fare non piu' di cinque / sei collegamenti, mentre una stazione russa nella stessa ora di apertura verso il centro Europa avrebbe lavorato decine e decine di stazioni.

I due bacini di raccolta delle stazioni erano troppo diversi tra loro per permettere al semplice conteggio del numero dei collegamenti di stabilire l'importanza degli eventi.

D'altra parte anche il conteggio degli eventi di Esporadico lavorati in 2 metri durante una stagione avrebbe dato sicuramente origine a notevoli incertezze.

Infatti nella stessa giornata si possono manifestare 2, 3 e anche 4 aperture a distanza di tempo ma, salvo rari casi, e' difficile poter stabilire con certezza se si tratta di vere singole aperture oppure se e' sempre la solita che presenta alti e bassi.

#### Caratteristica peculiare dell'Es in 2 metri.

Ma il fenomeno dell'Esporadico in 2 metri presenta una caratteristica unica che ci viene in aiuto, ovvero si manifesta SEMPRE durante le ore diurne, al massimo entro la mezzanotte locale.

Solo in una occasione, infatti, ebbi modo d'intercettare una apertura intorno alla mezzanotte locale italiana verso i paesi baltici.

Le ore notturne dunque introducono una interruzione netta al manifestarsi del fenomeno.

Questa caratteristica l'ho vista confermata successivamente anche dalle radiosonde che certificano l'assenza dello strato Esporadico "normale" durante le ore notturne.

#### Conteggio delle giornate di Es in 2 metri.

Così, per poter costruire istogrammi in grado di evidenziare il vero andamento del fenomeno non mi restava che il conteggio delle giornate in cui avevo intercettato almeno 1 evento di Esporadico in gamma 2 metri.

Questa strategia risolveva tutti i problemi, dal rendere nulla sia l'importanza dei bacini di raccolta delle stazioni sia la difficoltà del conteggio del vero numero di aperture giornaliere.

Inoltre rendeva giustizia alle brevi aperture, che ho sempre chiamato "micro aperture", dove si collegano anche solo una o due stazioni rispetto alle aperture che invece durano ore con decine di collegamenti effettuati. In effetti durante una stagione di Esporadico in 2 metri le micro aperture sono la maggioranza degli eventi che si possono intercettare e dunque hanno agli effetti statistici per lo studio del fenomeno una importanza ben maggiore delle aperture che durano a lungo, le cosiddette big one che con una traduzione molto personale le definisco : una all'anno e basta, se va bene !

Ovviamente sono le più difficili da rilevare perche' la loro durata e' solo di qualche minuto e se non si ha l'antenna puntata nella direzione giusta al momento giusto si perdono, ma e' fuori discussione che la loro importanza e' enorme.

Occorre, allora, adottare le migliori strategie per la loro scoperta.

## **I precursori dell'Esporadico in gamma 2 metri.**

### Le Radiosonde.

Fin da quando fui in grado di dedicare alla ricerca dell'Esporadico in 2 metri tutto il tempo necessario e cioè dalla stagione del 2004 in poi, mi affidai alle Radiosonde.

Questo strumento è davvero insostituibile per cercare di capire dove convenga puntare la propria antenna in un certo momento della giornata.

Le Radiosonde europee non sono distribuite nel modo ottimale per i nostri scopi ma, soprattutto per le stazioni del centro / nord dell'Italia, lo sono in modo sufficiente a tenere sotto controllo la situazione dell'Esporadico "normale" in tutte le direzioni, salvo quella verso l'est dell'Europa e cioè a causa della mancanza di questo tipo di strumento in quelle zone.

### Funzionamento della Radiosonda.

Il funzionamento di questo strumento è concettualmente molto semplice.

Un trasmettitore emette un impulso a RF su una certa frequenza che viene irradiato verticalmente da un opportuno sistema di antenna.

Al termine dell'impulso parte un cronometro che misura l'intervallo di tempo necessario a riceverne l'eco che, riflesso dallo strato ionizzato incontrato, torna a Terra e viene rilevato da un ricevitore sintonizzato sulla frequenza di emissione di quel momento.

Questo tempo diviso per 2, il fronte d'onda a RF emesso deve percorrere due volte lo spazio che lo separa dallo strato ionizzato, e moltiplicato in prima approssimazione per "c" ci fornisce l'altezza "virtuale" alla quale è stato riflesso dallo strato ionizzato che ha incontrato.

Poi si cambia frequenza di emissione e si ripete la misura e così via fino alla massima frequenza di emissione di cui è dotato lo strumento.

Le varie altezze così misurate vengono riportate sulle ordinate di un sistema di assi cartesiani, mentre sulle ascisse sono presenti le rispettive frequenze.

In realtà le "cose" non sono affatto così semplici come le ho descritte e sia il funzionamento della radiosonda che la "lettura" degli ionogrammi è complessa ma per il nostro scopo attuale quanto ho raccontato è sufficiente.

### Tipi di radiosonde.

Esistono due tipi di radiosonde.

La prima, che e' la piu' diffusa, e' costruita dalla Lowel e fornisce ionogrammi degli strati ionizzati dove le tracce degli strati sono di colore rosso seguite da altre di colore verde.

Il secondo strumento, invece, e' un progetto interamente italiano sviluppato dai ricercatori dell'INGV di Roma.

Si tratta di uno strumento molto evoluto che spinge l'analisi degli strati ionizzati fino alla frequenza di 16 MHz, cambia la scala delle ascisse in modo automatico a seconda della necessita' ed e' molto piu' preciso nella indicazione dei vari parametri delle radiosonde Lowel.

In Europa e' installato a Roma, a Gibilmanna e in Russia.

Gli ionogrammi sono riportati in colore bianco su sfondo nero.

Perche' il colore verde e rosso degli ionogrammi Lowel ?

Il motivo va ricercato nel comportamento del fenomeno della rifrazione all'interno di uno strato ionizzato permeato PERO' da un campo magnetico.

La presenza del campo magnetico rende lo strato ionizzato birifrangente con il significato che a seconda della polarizzazione del fronte d'onda a RF che lo attraversa il valore della frequenza a cui il fronte buca lo strato cambia.

Ecco, allora, che la Frequenza a cui il Modo ORDINARIO di propagazione del nostro fronte a RF all'interno dello strato, traccia rossa, buca lo strato stesso e' inferiore al valore a cui e' bucato invece dal Modo STRAORDINARIO di propagazione, traccia verde.

La massima frequenza che il Modo Ordinario di propagazione all'interno dello strato Esporadico "normale" riesce a supportare e' indicata con FoEs, massimo valore in frequenza della traccia rossa, mentre con FtEs s'indica la massima frequenza raggiunta dal Modo Straordinario di propagazione, traccia verde, che comunque non viene mai indicata a lato degli ionogrammi Lowel ma che e' fondamentale per le nostre previsioni di una apertura di Esporadico in 2 metri.

Gli ionogrammi dell'INGV non riportano la FoEs ma ci forniscono direttamente la FtEs.

### Legge della Secante.

Applicando la legge della SECANTE al valore della FtEs si puo' "stimare" la MUF sulla verticale della Radiosonda per collegamenti obliqui prossimi alla radenza.

L'espressione di questa legge e' la seguente :

$$\text{Massima Frequenza obliqua utilizzabile} = \text{Frequenza plasma} / \cos \alpha \quad (6)$$

dove alfa e' l'angolo formato dalla direzione di propagazione del fronte d'onda a RF con la verticale alla base dello strato ionizzato.

Se, per esempio, la FtEs di Roma fosse di 15 MHz e da casa mia illuminassi quello strato di Es "normale" con un angolo di 84 gradi potrei sperare di fargli riflettere il mio fronte d'onda a RF emesso a 144 MHz.

Infatti se lo strato RIFLETTE a Terra una FtEs di 15 MHz vuol dire che questa frequenza coincide con quella che il plasma ha a quella certa quota come abbiamo gia' visto in precedenza, allora la massima frequenza utilizzabile ad incidenza obliqua che avremmo sarebbe :

$$\text{Massima Frequenza obliqua utilizzabile} = 15 / 0.104 = 144.2 \text{ MHz}$$

dove  $\cos 84 = 0.104$



Dunque il mio fronte d'onda tornerebbe a Terra dalle parti della costa ionica della Calabria.

Tutto questo funziona ovviamente supponendo che lo scatter point sia grosso modo a meta' strada fra le due stazioni interessate ma non dobbiamo dimenticare che la geometria della tratta non sempre e' questa, anzi quasi mai, e allora puo' capitare di effettuare collegamenti grazie a scatter point molto vicini ad una delle due stazioni sfruttando la minore attenuazione di tratta che questa configurazione permette rispetto a quella presente con lo scatter point a meta' strada fra le due stazioni.

Questa minore attenuazione e' teorizzata dalla Legge del Quadrato delle distanze fra le due stazioni e lo stesso Scatter Point.

### Interpretazione degli Ionogrammi.

L'asse delle ordinate, all'origine del sistema di assi, parte normalmente dalla quota di 80 km.

Dunque il primo strato ionizzato terrestre che possiamo ritrovare nello ionogramma e' l'Esplorativo "normale" alla quota intorno ai 100 / 110 km che e', d'altra parte, proprio lo strato che ci interessa perche', come gia' detto, e' l'incubatrice dei fenomeni che poi si manifestano nella gamma dei 2 metri.

Occorre comunque INTERPRETARE la traccia che indica la presenza di questo strato nel migliore dei modi per le nostre esigenze, altrimenti perderemmo molte informazioni utili.

Vi racconterò, allora, la mia esperienza interpretativa che mi ha permesso di farmi trovare preparato ad intercettare soprattutto le microaperture di Esplorativo in 2 metri.

Nel periodo autunno, inverno e prima primavera di ogni anno ben difficilmente potrete trovare traccia di Esplorativo "normale" negli ionogrammi, poi dal mese di maggio e fino ad agosto sarà praticamente sempre presente ma a diversi livelli d'intensità'.

All'inizio, e alla fine, della stagione la sua presenza sarà comunque limitata a valori di FtEs che difficilmente raggiungeranno i 6 / 7 MHz.

In questi momenti saranno anche presenti le tracce dello strato F e ciò significa che la densità' dell'Esplorativo "normale" e' bassa e quindi con poche, nulle, probabilità' di dare origine ai fenomeni in gamma 2 metri che ci interessano.

Altre volte la sua densità' sarà piu' cospicua e allora non si vedranno piu' le tracce dello strato F.

### Ionogrammi particolari.

Ma per sperare ragionevolmente in qualcosa di buono in gamma 2 metri dovremo aspettare di vedere una traccia di Es "normale" che arrivi almeno a 12 / 13 MHz o piu'.

In queste condizioni possono apparire gli "echi" dello strato a quote multiple intere dei 100 / 110 km, ovvero le tracce dell'impulso a RF che riflesso una prima volta dallo strato Es "normale" subisce la riflessione della superficie terrestre per tornare in alto e così via.

Non solo il primo eco, ma anche il dodicesimo !

Questo significa che la densità dello strato è davvero molto elevata e dunque propizia per il verificarsi di qualche fenomeno di nostro interesse in gamma 2 metri nella direzione della Radiosonda.

Quindi gireremo l'antenna in quella direzione cominciando le nostre brevissime chiamate, intervallate da relativi lunghi periodi di ascolto, a 144.300 MHz.

Non dimenticate mai che questa frequenza appartiene a tutti noi e che non siamo mai soli, neanche quando non ascoltiamo nessuno, a volerla usare.

Semplicemente gli altri stanno ascoltando, ma non per sentirci chiaccherare con il nostro vicino di casa, bensì in attesa di qualche apertura di Es !

Normalmente la traccia Es "normale" riportata sullo ionogramma è sottile e molto ben definita. Ma ci sono situazioni in cui la traccia appare "spessa" alcune decine di km oppure "sfrangiata" ovvero lo spessore varia a seconda della frequenza di sondaggio.

Il sistema di antenna della Radiosonda alla sua massima frequenza di scansione illumina, alla quota dell'Es "normale", una superficie di circa 100 km quadrati.

Dunque una zona limitata per i nostri scopi perché non ci permette di aprire quello che sta succedendo intorno alla verticale della radiosonda.

Invece la spiegazione che mi sono dato per spiegare lo "spessore" e la "sfrangiatura" della traccia è che la Radiosonda in questi momenti non sta solo ricevendo il segnale di ritorno della sua irradiazione verticale, ma anche le riflessioni di uno strato Es "normale" presente ad alcune decine di km di distanza dal proprio sito, strato che deve essere molto denso per riuscire a farsi vedere.

Questo significa che lo strato Es "normale" nei dintorni della Radiosonda è presente in una vasta zona con un grado di ionizzazione elevato e costante aumentando così le nostre possibilità di intercettare un evento di Es in 2 metri nella direzione della Radiosonda.

Inoltre non va dimenticato che proprio a causa della limitata area esplorata dal sistema di antenna quando lo ionogramma dell'Es "normale" sparisce dal grafico è ancora possibile che lo strato si sia solo spostato di zona intorno alla Radiosonda, quindi mai perdere immediatamente le speranze di una apertura ma perseverare ancora per qualche tempo.

### I VOR ( Vhf Omnidirectional Range ).

Questi radiofari aeronautici sono un ottimo precursore dell'Es sporadico in 2 metri.

La loro banda di emissione si estende dalla fine delle emittenti BC in modulazione di frequenza fino a circa 118 MHz. Si tratta delle emissioni da noi utilizzabili per i nostri scopi più vicine alla gamma dei 2 metri e sono distribuite in modo capillare su tutto il territorio europeo.

Per questo il loro ascolto ci permette di capire in quale direzione sono massime le probabilità di una apertura di Es in 2 metri.

È possibile riceverli anche solo con un ricevitore SDR e un'antenna direttiva per i 2 metri.

### Rumore a "ONDE".

Talvolta capita di ascoltare questo rumore che si presenta come il suono della risacca del mare ( da cui il nome che gli ho dato ).

Tipicamente lo ascolto quando le condizioni ionosferiche sono favorevoli al manifestarsi di un evento di Es in 2 metri.

Non ha una elevata intensita' di segnale ma e' perfettamente udibile con l'antenna girata nella giusta direzione.

### Rumore bianco.

Questo rumore di fondo della gamma ho notato che talvolta compare immediatamente prima di un evento di Esporadico in 2 metri e che si mantiene costante durante tutto il tempo dell'apertura.

Puo' avere una intensita' relativamente elevata intorno ai 5 / 6 dB al di sopra del normale soffio della gamma.

### Stazioni OIRT.

Quando i radioamatori europei non avevano ancora a disposizione la gamma dei 70 MHz l'ascolto di queste BC dell'EST aiutava, purtroppo solo psicologicamente, a convincerci che forse era opportuno tenere l'antenna a Est.

Invece quando intorno ai 71 / 73 MHz si ascoltavano i taxi inglesi era davvero il caso di puntare verso l'Inghilterra.

### Annunci di MUF sul cluster.

Questo tipo di annuncio, in particolare quelli fatti da ben determinate stazioni dell'Est che occorre imparare a riconoscere, e che normalmente si rifa' all'ascolto di stazioni BC in modulazione di frequenza nella gamma europea 100 / 108 MHz, permette di avere una buona guida per eventuali aperture di Es in 2 metri verso est.

## **Descrizione di un fenomeno di Esporadico in gamma 2 metri.**

### Il Coppo.

Questo tipo di fenomeno e' quello che normalmente origina una micro apertura di Es sporadico in 2 metri per le ragioni che vedremo.

Supponiamo che in quello che abbiamo chiamato Strato E sporadico "normale" si possa originare un addensamento di cariche elettriche che assuma la forma di un "COPPO", il coppo e' il laterizio di copertura dei tetti delle case che ha grossomodo la forma di un semicilindro, di una certa lunghezza e orientato in una certa direzione e con la sua parte convessa rivolta verso la superficie terrestre, ecco che tutte le caratteristiche di uno dei fenomeni che chiamiamo "Es in due metri", almeno tutte quelle che sono a mia conoscenza, vengono spiegate.

Ovvero :

#### La rarita' dell'Es 2 metri rispetto all'Es normale.

All'interno dell'Es normale devono verificarsi le condizioni per la formazione del "coppo" che, evidentemente, non sempre si presentano.

#### L'estrema direttivita' point to point dell'Es 2 metri.

Infatti il "coppo" ha una entrata e una uscita in vista delle quali devono trovarsi le stazioni per essere in grado di percorrerne l'intera lunghezza e di stabilire il collegamento.

Quante volte mi e' successo di non ascoltare nulla mentre stazioni distanti anche solo 10 km dalla mia antenna lavoravano via Es due metri !

Le antenne che vedono il coppo normalmente, o quasi, alla sua direzione lo illuminano infatti sulla sua superficie concava e i relativi fronti d'onda sono rifratti fuori dalla ionosfera.

#### L'elevata intensita' dei segnali in alcune circostanze.

Puo' capitare che le stazioni arrivino al nostro ricevitore con livelli molto elevati raggiungendo anche i 50 / 60 dB al di sopra del Rumore presente in gamma in quel momento.

Normalmente il Rumore, prima e durante un evento di Es, e' piu' intenso del normale e non dimentichiamo che questo soffio e' uno dei precursori dell'apertura via Es.

I segnali fortissimi ed estremamente localizzati che ascoltiamo fanno allora pensare che le stazioni si trovino nei fuochi di un particolare "agente" ionosferico, il "coppo" appunto.

#### L'improvvisa comparsa del fenomeno.

Spesso l'Es si comporta come il MS, un attimo prima non c'e' nulla e un secondo dopo arrivano le stazioni.

Occorre evidentemente aspettare non solo che si formi il "coppo", ma anche che il suo asse si venga a trovare allineato con le stazioni che verranno interessate dal fenomeno.

#### Indicazioni.

Sono 37 anni che mi dedico all'osservazione del fenomeno "Es 2 metri" ed ho una notevole raccolta di eventi, ovvero 269 giorni in cui ho lavorato almeno una apertura di Es, e su questa quantità di dati e sulle circostanze che li hanno permessi, accuratamente raccolte nei miei "diari di bordo", mi sono ritrovato spesso a ragionare giungendo ad alcune congetture.

Il COPPO era quella che piu' mi soddisfa per spiegare il fenomeno delle micro aperture, ma aspettavo di avere a mia disposizione qualcosa in piu' prima di divulgarla.

Poi la mattina del 5 giugno 2013 sul sito SPACEWEATHER.COM ho trovato una animazione fatta con fotografie scattate nel tempo di NUBI NOTTILUCENTI

Sito web

In questa animazione si vedono onde successive di nubi molto rettilinee e parallele che si muovono velocemente da destra a sinistra fino a quando colpiscono una STRUTTURA inclinata di 45 gradi rispetto alla loro direzione di moto e praticamente IMMOBILE nello spazio, almeno nel breve periodo, dove "depositano" i loro aghi di ghiaccio con la conseguenza che la struttura s'ingrossa come dimensione e soprattutto come densita' di materia assumendo la forma del "coppo" con la sua convessita' rivolta verso la Terra.

Allora le onde di nubi nottilucenti in movimento e parallele fra di loro sono l'equivalente del nostro strato di Es "normale" mentre la STRUTTURA che vi si forma rappresenta l'"agente" che permette i collegamenti via Es in 2 metri, il nostro coppo.

#### Altri fenomeni di Es in 2 metri.

Rimangono almeno altri due fenomeni che danno origine all'Es in 2 metri e che ancora presentano a mio avviso degli aspetti da chiarire, da qui l'invito a studiarli.

#### Le aperture denominate Big One.

Si tratta degli eventi piu' appariscenti di Es in 2 metri che una volta o due a stagione permettono un notevole numero di collegamenti praticamente in tutte le direzioni, anche se non proprio contemporaneamente, e della durata di ore.

L'ipotesi piu' plausibile apparirebbe quella di uno Strato di Es "normale" talmente denso da originare MUF oltre i 150 MHz anche con angoli d'impatto relativamente bassi.

Ma mi sono trovato, spesso, nella situazione di non ascoltare nulla nelle varie direzioni, compresa quella piu' favorevole alla mia posizione rispetto al presunto scatter point, e questo per tutta la durata dell'apertura cioe' per ore.

Da qui i miei dubbi circa la vera causa di questo tipo di fenomeno.

#### Le aperture nelle direzioni dove sono presenti temporali.

Il 13 maggio di quest'anno alle 16.36 locale italiana si e' verificato un evento di Es in 2 metri fra una stazione RZ6 e alcune stazioni OH.

Allineato, e quasi perfettamente sovrapposto a quella direzione, era attivo in quel momento un grosso fronte temporalesco lungo piu' di un migliaio di km.

E' una situazione che ho avuto modo di osservare alcune volte, non molte, anche negli scorsi anni.

In quei momenti mi viene spontaneo allora pensare ai "fulmini al contrario", quelli cioè che "scoocano" nella Mesosfera e nelle vicinanze di grossi cumulonembi sottostanti per poi propagarsi sia verso il basso che in alto alle quote dove è presente lo strato Es normale, come possibile causa del fenomeno.

Mi riferisco agli SPRITES dei quali in rete è possibile trovare molte informazioni e fotografie.

Il meccanismo che ipotizzo per collegare gli Sprites all'E Sporadico in 2 metri è lo stesso che permise a Oersted di collegare la Corrente Elettrica al Magnetismo.

Ricorderete come il fisico avvicinando una bussola ad un sottile filo RETTILINEO percorso da impulsi di corrente elettrica osservo' che l'ago magnetico della bussola oscillava ottenendo così la prova che la corrente elettrica rettilinea si contornava di un campo magnetico circolare.

Allora lo Sprite è a tutti gli effetti una corrente elettrica quasi perfettamente rettilinea, quindi si circonda di un campo magnetico ad andamento circolare impulsivo che alla quota dove è presente lo strato E Sporadico Normale, se quest'ultimo è sufficientemente denso, "costringerà" gli elettroni liberi ad addensarsi formando una seconda corrente elettrica. In altre parole sto parlando di un trasformatore elettrico dove lo Sprite è la corrente del primario che genera un campo magnetico il quale a sua volta genera una corrente secondaria all'interno dello strato E Sporadico Normale.

Questa CORRENTE SECONDARIA è il nostro E Sporadico in gamma 2 metri.

Che questa corrente secondaria si formi è confermato dal fatto che alla sommità dello Sprite è stato fotografato il fenomeno ELVES che è l'acronimo di EMISSION of LIGHT and VERY LOW FREQUENCY perturbations due to ELECTROMAGNETIC PULSE SOURCE.

D'altra parte quando negli anni 60 e 70 andavo sulle cime di montagne per partecipare a contest in gamma 2 metri mi ricordo perfettamente dei burst che si ascoltavano sulle stazioni che arrivavano bassissime via tropo e che all'improvviso si incrementavano il loro segnale di decine di dB grazie ai fulmini normali.

### Riepilogo

A questo punto Carlo I5TWK mi ha fatto giustamente notare che sarebbe stato interessante avere informazioni su quali erano le zone europee privilegiate dagli eventi di Es in 2 metri che avevo intercettato nel corso degli anni.

Tale indagine mi è risultata facilitata dal fatto che svolgo la mia attività dal centro del quadrato JN e che mediamente le distanze coperte da un collegamento via Es cadono nelle zone centrali, e comunque all'interno, dei quadrati che circondano il mio.

La mia antenna è posta sulla cima di una collinotta alta 322 metri sul livello del mare, dal bellissimo nome di "Bricco Cielo", in posizione dominante sul circondario e con un orizzonte radio libero da ostacoli di qualsiasi tipo per 360 gradi. Si trova, dunque, anche all'interno della "prima inversione termica" che talvolta è presente nella mia zona.

Ho allora provveduto a ordinare per quadrati gli eventi di Es in 2 metri che ho intercettato giorno per giorno nelle stagioni dal 2004 al 2013 ed il risultato è riportato nella seguente tabella :

Quadrato      Numero totale di giornate in cui è stato lavorato

IM	48
KM	37
IN	20
IO	17
KO	15
IL	10

A commento del contenuto della tabella posso solo affermare che la presenza nei quadratoni KN e IM di alcune ( le solite ) stazioni particolarmente attive ha contribuito sicuramente a raggiungere i numeri riportati, infatti il numero di micro aperture con queste stazioni e' consistente.

E' mia opinione, pero', che i motivi "profondi" siano altri e tutti da individuare.

In ultimo ritengo interessante far notare l'esiguo numero di giornate in cui ho lavorato il quadratone JO, solo 2 giorni in 10 anni, fatto certamente non dovuto alla mancanza di corrispondenti in quella zona.

### Conclusione.

Non credo di poterne indicare nessuna, ma solo far presente che la gamma dei 2 metri e' l'unica, fra quelle che abbiamo a disposizione, dove TUTTI i fenomeni della ionosfera possono essere studiati INDIPENDENTEMENTE uno dall'altro rendendo questo studio il piu' semplice possibile.

Da qui l'invito : approfittiamone.