

## INFLUENZA DEL SOLE SUI COLLEGAMENTI LOCALI

Prendendo spunto da un collegamento locale effettuato in banda 21 Mhz il giorno 22 Novembre 2002 con l'amica Gabriella IK3CXG Volevo analizzare l'influenza della ionosfera e quindi del sole anche per quei collegamenti su percorsi cortissimi.

La distanza tra Thiene e Piovene (dove si trova la stazione di Gabriella) e' di circa 7 chilometri.

In un collegamento su una distanza cosi' corta il segnale ricevuto non e' cosi' stabile come si potrebbe in un primo momento pensare.

Il segnale di IK3CXG alle 15.16 UTC era di 9+10 dB, alle 16.30, circa 50 minuti dopo il tramonto era sceso a 5/5 per scendere ulteriormente a 5/1 circa 15 minuti dopo.

Essendo rimasti costanti tutti i parametri in gioco, tranne uno ( l'irradiazione solare), il motivo della diminuzione dell'intensita' del segnale

### COLLEGAMENTO tra IK3CXG e IK3XTV su 21,255 MHz del 22/11/2002

UTC TIME	SEGNALE	INTENSITA'
15.16	5/9+10 dB	320 micro volt
16.30	5/5	6,25 micro volt
16.45	5/1	0,39 micro volt

E' da attribuirsi alla differente irradiazione del sole sull'atmosfera terrestre.

Analizzando la dinamica del segnale ricevuto si nota che partendo da un livello molto alto (ragionando sul valore dell'intensita' di campo ricevuto, espresso in micro- volt) di 320 micro-volt , l'intensita' di campo e' rimasta in pratica costante fino al tramonto del sole

Che in questa stagione a Thiene avviene alle 15.37 Utc, dopo il tramonto l'intensita' del campo ha iniziato a scendere per arrivare a 6,25 micro-volt alle 16.30 utc , per scendere molto rapidamente a 0,39 micro-volt 15 minuti dopo, alle 16.45 utc.

### ONDA DI SUPERFICIE

Le onde che si propagano dall'antenna e rimangono a contatto con il suolo sono dette onde di superficie, in onde corte, soprattutto per frequenze maggiori di 3 Mhz, l'attenuazione e' elevata, e l'intensita' di campo diminuisce rapidamente con la distanza dalla sorgente di emissione inoltre l'irradiazione piu' efficiente per l'onda di terra si ha con antenne a polarizzazione verticale.

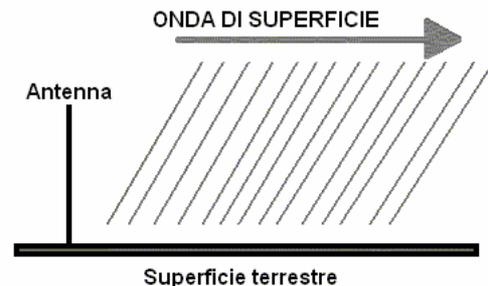
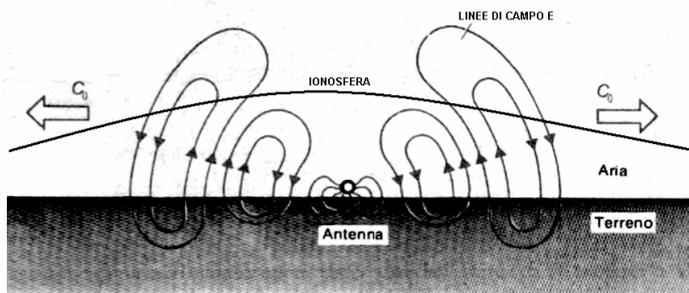
La superficie della terra vista elettromagneticamente e' un misto di cattivi conduttori e di cattivi non-conduttori (isolanti), pertanto la terra provoca perdite.

L'attenuazione e' funzione della frequenza e delle caratteristiche del terreno.

L'onda terrestre genera nel terreno, come in un qualsiasi conduttore, una tensione, e quindi in corrispondenza scorre una corrente la cui intensita' dipende dalla conducibilita' del terreno.

Il fatto che l'attenuazione cresca con la frequenza, si spiega con le correnti indotte disperse.

Pertanto l'onda terrestre nel campo delle HF , scompare gia' a brevi distanze dall'antenna.



**La figura in alto a sinistra mostra le linee di campo che si propagano dall'antenna seguendo la superficie terrestre, per effetto dell'attenuazione geometrica e degli assorbimenti del terreno, l'intensita' di campo diminuisce rapidamente gia' a brevi distanze dalla sorgente di emissione.**

Viceversa, l'onda terrestre delle onde ultra lunghe, con lunghezze d'onda di qualche migliaio di metri, viene cosi' poco attenuata, che puo' estendersi lungo tutto il globo terrestre.

Le perdite per attenuazione nella propagazione di un'onda terrestre sono circa le stesse ad ogni ora del giorno o tempo dell'anno e per tutte le condizioni meteorologiche, la distanza che essa puo' raggiungere e' quindi molto costante nel tempo.

Le onde terrestri possono essere generate soltanto per mezzo di antenne polarizzate verticalmente e pertanto le antenne riceventi devono essere poste sullo stesso piano, per ottenere risultati ottimali.

Questo fatto deve essere sottolineato in modo particolare in quanto esso si distingue dalla propagazione delle onde spaziali che e' possibile con qualsiasi polarizzazione.

La potenza di emissione necessaria per i collegamenti quasi ottici e' molto bassa.

Per i collegamenti in cw e in fonìa fra stazioni poste sulla superficie terrestre e' sufficiente la potenza di trasmissione di pochi watt

Su un semplice dipolo per collegare un ricevitore di media qualita', anche se i raggi dei due orizzonti radio sono molto grandi.

Purtroppo pero' la cosa vale soltanto ad una condizione, le antenne corrispondenti devono trovarsi a 3 lunghezze d'onda o piu' sopra il terreno (e polarizzate verticalmente), quindi considerando i 15 metri le antenne per una irradiazione ideale dovrebbero trovarsi ad almeno 45 metri da terra.

Se l'altezza e' di una lunghezza d'onda e' necessaria una potenza 10 volte superiore.

Il motivo di questo fenomeno sta' nell'angolo di irradiazione dell'antenna, il quale risulta sempre piu' ripido con la diminuzione dell'altezza relativa dell'antenna, per cui esso tende a guardare oltre la zona di ricezione.

Mentre il motivo per cui la polarizzazione deve essere verticale sta' nel fatto che il suolo si comporta come un conduttore discreto particolarmente per le frequenze basse ed una delle leggi dell'elettromagnetismo richiede che le linee di campo elettriche che toccano

la superficie di un conduttore lo facciamo perpendicolarmente alla stessa, se la polarizzazione e' orizzontale, le linee di campo sono parallele al conduttore (terreno) e quindi si troverebbero dal terreno corto circuitate.

### ONDA SPAZIALE

L'onda spaziale e' quella parte del fronte d'onda irradiata dall'antenna che è riflessa dalla ionosfera.

Gli strati riflettenti della ionosfera non hanno caratteristiche costanti.

Essi variano in altezza, nel grado di ionizzazione e di intensità per effetto delle radiazioni solari, non solo con l'alternarsi del giorno e della notte e delle stagioni, ma anche in dipendenza del ciclo undecennale delle macchie solari.

Questa moltitudine di fattori influenti spiega come la propagazione dell'onda spaziale non sia costante.

La variabilità della propagazione per onda spaziale e' ancora più accentuata dal fatto che essa dipende pure dall'angolo di incidenza dell'onda spaziale riflessa, dalla sua frequenza e dal grado di ionizzazione (gradiente) dello strato riflettente.

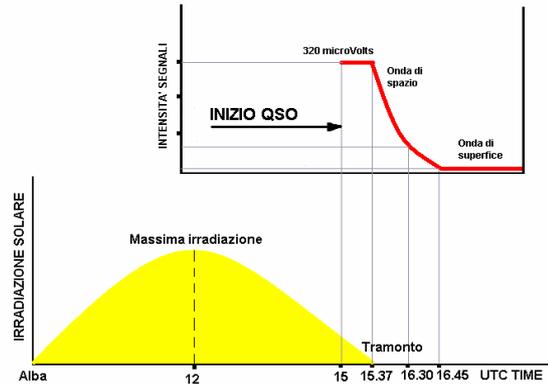
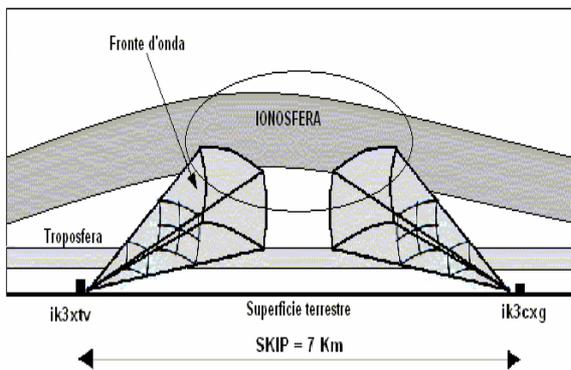
### INFLUENZA DELLA IONOSFERA

Il fronte d'onda emesso dall'antenna e' amplissimo e, soprattutto nel mio caso a polarizzazione Orizzontale (dipolo rotativo)

Le condizioni di emissione dell'onda di terra sono le peggiori possibili.

Come già detto il fronte d'onda amplissimo e polarizzato orizzontalmente si propaga nello spazio circostante (che e' la ionosfera curva) La frangia principale del fronte d'onda entra nella ionosfera terrestre e per riflessioni diffuse viene curvato progressivamente anche a migliaia di chilometri di distanza.

Per una comprensione della propagazione dobbiamo immaginarci il radio segnale non come un raggio distinto (una linea retta) ma come una sfera di energia che avvolge lo spazio circostante compresa la ionosfera in alto.



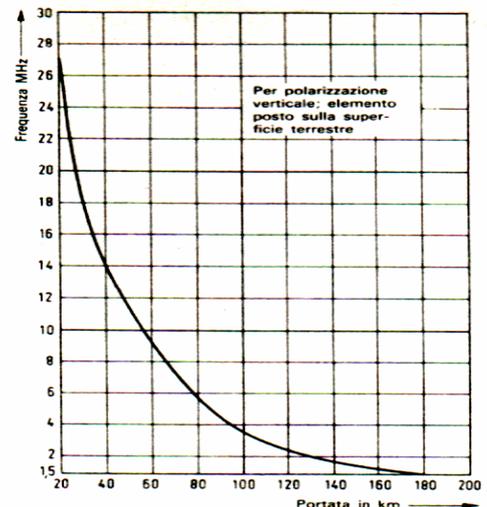
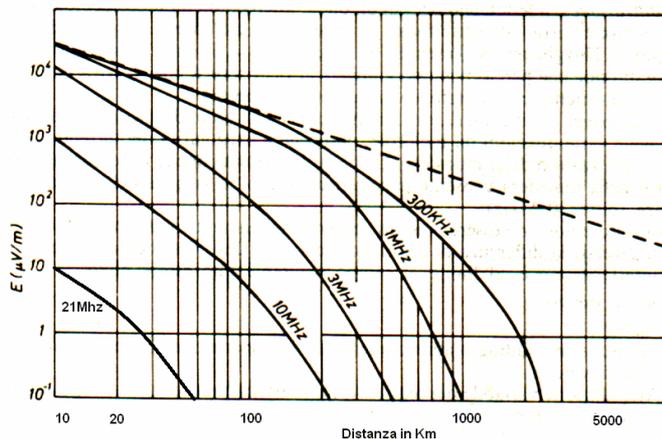
La figura in alto a sinistra (le proporzioni non sono esatte, ma solo esplicative) vuole evidenziare l'emissione del fronte d'onda che entrando in contatto con gli strati attivi della ionosfera terrestre viene riflesso verso terra rendendo l'onda spaziale dominante anche per collegamenti a brevissima distanza.

Mentre la figura di destra illustra l'andamento dell'intensità del segnale in relazione all'irradiazione solare.

C'è da considerare che il segnale è proporzionale all'irraggiamento del sole ma per l'influenza sulla propagazione c'è una sorta di isteresi dovuta alla non immediata deionizzazione della ionosfera dopo il tramonto.

Una parte dell'energia di questa sfera, quando nel mezzo trova le condizioni ideali per una riflessione (nella ionosfera ionizzata), viene curvata verso terra e quindi captata dal ricevitore, avviene a mio avviso una riflessione diffusa favorita dagli strati ionosferici in alto, anche se la distanza tra le due stazioni è piccola.

Un altro aspetto importante da considerare è il take-off del segnale (l'angolo di irradiazione), nel mio caso irradiando con un dipolo rotativo, il take off è alto e quindi essendo la componente verticale del fronte d'onda importante, "migliora" la riflessione da parte della ionosfera soprastante spargendo il segnale per così dire attorno al qth, viceversa bassi angoli di irradiazione, consentono una irradiazione del fronte d'onda più basso sull'orizzonte e quindi migliore per la lunga distanza, in altre parole c'è una minore dispersione di energia verso l'alto.



Il diagramma in alto a sinistra raffigura i valori del campo elettrico per diverse frequenze, rapportate alla distanza dalla sorgente di emissione, mentre il diagramma a destra mostra la portata (per polarizzazione verticale) in base alla Frequenza utilizzata. Si tratta comunque di diagrammi indicativi.

#### CONSIDERAZIONI

Dall'analisi della dinamica dei segnali rapportati all'irradiazione del sole (come riportato nelle mappe in basso) si può vedere come l'intensità del campo sia massima quando il sole è ancora alto e quindi gli strati ionosferici sono fortemente ionizzati, inoltre l'intensità di campo è rimasta praticamente costante fino a quando il sole non è tramontato (15.37 utc), anzi poiché il livello di ionizzazione scende progressivamente dopo il tramonto ma non immediatamente (ionizzazione residua), il livello di intensità di campo è sceso drasticamente circa 50 minuti dopo il tramonto (valore di 6,25 micro-volt), per scendere ancora a 0,39 micro-volt, 15 minuti dopo, quando probabilmente la ionizzazione non era più sufficiente a diffondere il segnale e il valore del campo elettrico era determinato dalla sola onda di superficie.

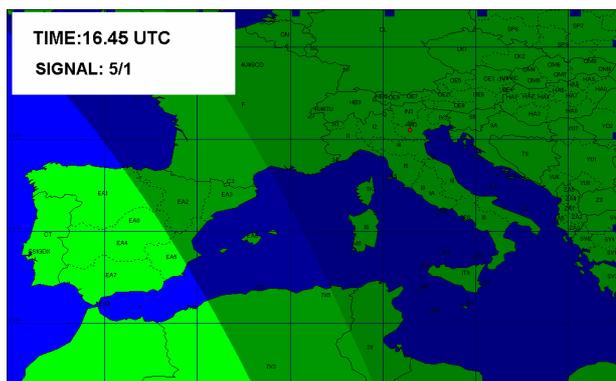
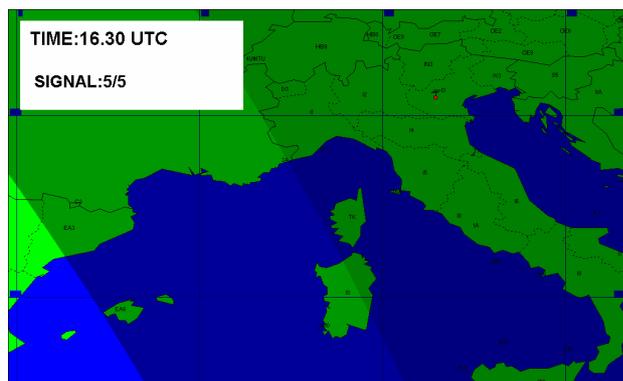
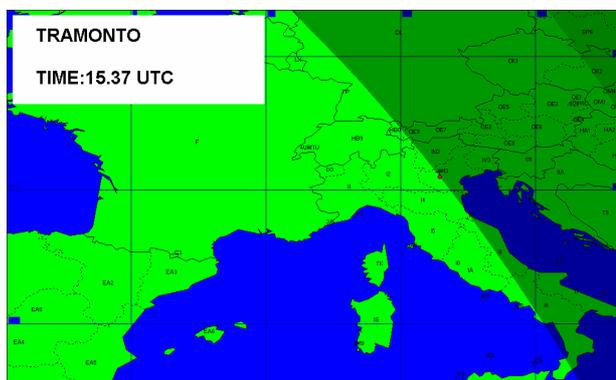
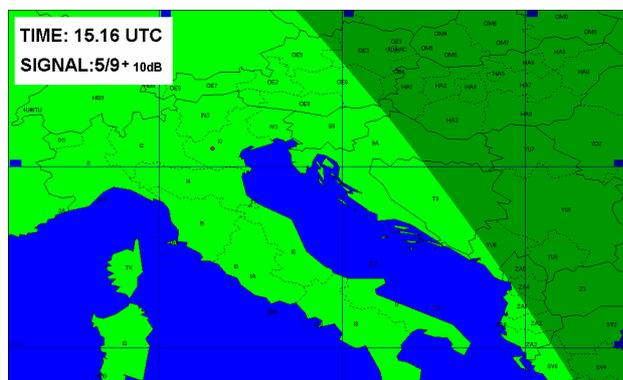
Inoltre bisogna considerare che gli strati riflettenti essendo più in alto, "vedono" il sole per un periodo più lungo rispetto al suolo. Quindi esiste una sorta di isteresi sulla ionizzazione degli strati dopo il tramonto, anche se in ogni caso l'impressione è che si tratti di una deionizzazione rapida (almeno su questa frequenza di 21 MHz) poiché la progressiva diminuzione dell'intensità di campo, dopo il tramonto è stata molto rapida.

Una conferma alle considerazioni appena fatte viene anche dal fatto che alcune volte ho collegato in 15 e 17 metri, la stazione IN3LQB Da Rovereto, durante le ore del giorno e con segnale presso che simile a quello di Gabriella (5/9+)

Rovereto, rispetto a Thiene, si trova ad una distanza di circa 50 chilometri ma soprattutto nel fondo valle dietro alle montagne del Pasubio alte 2300 metri, la propagazione per onda di superficie in questo caso distanza a parte, è impossibile, è evidente quindi che il meccanismo di propagazione che entra in gioco è lo stesso di quello appena descritto.

L'influenza della ionosfera e quindi del sole (soprattutto sulle frequenze più alte dello spettro HF) è determinante anche sui collegamenti vicinissimi, e l'onda spaziale è praticamente la sola componente importante.

Le variazioni di intensità di campo si sono rivelate elevatissime (maggiori a 300 micro volt).



Le cartine in alto mostrano cronologicamente l'andamento del sole e l'evoluzione del segnale ricevuto. L'assorbimento degli strati inferiori della ionosfera (regione D) in 21 Mhz è trascurabile, pertanto le differenze di intensità sono dovute alla maggiore o minore ionizzazione degli strati riflettenti della ionosfera, attivati dal flusso solare. Per completezza di informazione gli indici solari del 22-12-2002 sono i seguenti:

A index=25

Sunspot number=125

Solar flux=150

Riporto di seguito le considerazioni di un caro amico OM, Tony De Longhi, IZ3ESV, a seguito della nostra discussione sull'argomento, le osservazioni fatte da Tony mi trovano perfettamente d'accordo.

## Propagazione HF a cortissima distanza: fuori dalla “zona d’ombra”?

(Di IZ3ESV Tony De Longhi)

I percorsi delle onde radio, condotte, riflesse e veicolate verso zone più o meno distanti del globo terrestre, sono un aspetto dell’attività radioamatoriale che di speculativo hanno davvero poco; lo studio della propagazione e dei comportamenti stagionali della ionosfera è la chiave di volta dell’attività DX, e non solo, tanto da essere oggetto di una vasta letteratura specializzata.

Storicamente quindi la propagazione delle onde radio è diventata sinonimo di grandi distanze, di collegamenti antipodali, di *long* e *short path*. In realtà nella pratica comune di noi radioamatori possono capitare fenomeni propagativi a breve distanza, nel raggio di circa 200-500 Km, dovuti essenzialmente a riflessioni da E sporadico e anomalie ad esso collegate. Tali fenomeni, associati il più delle volte a segnali straordinariamente forti, si hanno prevalentemente in estate e qualche volta anche durante la stagione invernale, nelle ore che seguono il tramonto e che precedono la chiusura della banda. Si devono infatti considerare, nel nostro discorso, solo le gamme “alte” delle HF, dai Venti ai Dieci metri, poiché nelle bande più basse la propagazione a breve distanza ha una costanza e una consistenza diverse, tale da consentire collegamenti a livello nazionale lungo tutto l’arco della giornata.

Tuttavia possono verificarsi condizioni particolari per cui ci si riesca ad ascoltare anche tra stazioni poste nel raggio di una decina di chilometri, collegamenti spesso tra stazioni nella stessa provincia o regione, con segnali decisamente buoni, spesso associati alla cosiddetta “portata ottica”, ossia al collegamento per via diretta, senza cioè alcun ruolo svolto da parte della propagazione più “classica”. Questo punto di vista deriva, come diceva il buon Marino Miceli, da un condizionamento puramente didattico: la schematizzazione secondo cui la componente principale dell’energia irradiata dall’antenna vada, secondo un angolo di uscita più o meno basso, a rimbalzare nella ionosfera verso lidi più esotici e che una componente inferiore vada a irradiare un’area poco estesa nelle vicinanze della stazione trasmittente, permettendo quindi il contatto per via diretta, a prescindere dalla propagazione stessa. Una serie di osservazioni ci ha permesso invece di osservare come in realtà ci siano degli indizi consistenti a carico della ionosfera anche nei collegamenti ad un range di una decina o poco più di chilometri. Queste osservazioni hanno messo in luce come il segnale di una stazione (Gabriella, IK3CXG) posta a circa 10 Km dall’osservatore (Flavio, IK3XTV) avesse una consistenza decrescente col progredire dell’oscurità, tanto da perdere quel carattere di “località” mano a mano che la gray line sopraggiungeva determinando l’impoverimento della banda, nello specifico i 15 metri. In sostanza, il segnale calava di intensità in maniera proporzionale al calo di intensità dei segnali a media e lunga distanza, rimanendo comunque intellegibile e comprensibile, ma tuttavia senza quel vigore che l’aveva caratterizzato in precedenza. Una condizione di osservazione del tutto particolare, poiché il QSO si era protratto per gran parte del pomeriggio, permettendo quindi un monitoraggio pressoché costante dell’intensità dei segnali.

Essendo quindi Flavio un buon osservatore, un curioso per natura e un grande appassionato di propagazione, la nostra attenzione si è spostata su quale sia la relazione tra il fenomeno osservato e la propagazione delle onde radio per via ionosferica. Se esiste una relazione, infatti, la stessa fenomenologia dovrebbe essere osservata anche da altri colleghi, e questo è un invito a tutti per raccogliere delle esperienze significative.

A nostro avviso, infatti, quella che viene comunemente definita “zona d’ombra”, non ha un carattere totale di oscurità del segnale, proprio per quel valore puramente didattico e scarsamente pratico che ha la propagazione vista come un percorso a rimbalzo unidirezionale. Abbiamo ipotizzato dunque che esista una buona componente dell’energia irradiata che non segua un percorso a lunga distanza, ma che per vari fattori, tra cui le caratteristiche dell’antenna e il suo take off, vada a irradiare per via diretta aree più o meno vicine e che vada a colpire strati più o meno perpendicolari alla sorgente del segnale (dove il segnale tende a non essere riflesso del tutto). Va da sé che per la rotondità della sfera terrestre e della volta che racchiude l’atmosfera, questi segnali tendano ad essere rispediti con minore intensità verso terra, ma a distanze decisamente minori rispetto alle distanze coperte durante un’apertura DX determinando comunque una propagazione di tipo ionosferico. Con il venire meno dunque dello strato ionizzato (chiusura della banda, tramonto del sole) anche la componente ionosferica del segnale a breve distanza lascerebbe il posto alla sola irradiazione per via diretta, che non avrebbe mai cessato di esistere ma che sarebbe stata sostenuta e accresciuta in intensità grazie alle componenti riflesse di cui si ipotizza l’esistenza. In pratica si deve immaginare l’antenna come una sorgente di energia che irradia:

**per una percentuale piuttosto elevata verso quegli strati della ionosfera responsabili del DX (segnali a takeoff basso);**

**per una percentuale minore direttamente nell’area circostante, favorendo la via diretta indipendente da ogni ingerenza propagativa;**

**per una percentuale più o meno equivalente alla precedente diretta invece ad un angolo molto elevato (tra i 70° e i 90°, segnali ad alto takeoff) verso gli strati ionosferici soprastanti, e da qui riflessa verso aree vicine alla stazione trasmittente con intensità inferiore a causa della non totale riflessione delle onde incidenti ad angolo molto elevato nella ionosfera;**

Per queste tre ragioni, un segnale a breve distanza avrebbe un’intensità direttamente proporzionale alla “quantità” di propagazione presente in un determinato momento in una determinata banda. In sostanza, un segnale HF, a partire dai 20 metri in su, ha un destino scritto nel momento in cui nasce, un destino fatto di riflessioni ad alta quota!

Da questo punto di vista la cosiddetta “zona d’ombra” non sarebbe del tutto in ombra, ammettendo l’ipotetica esistenza quindi di una “zona di penombra” o di “visibilità ionosferica” vicina alla sorgente trasmittente la cui presenza sarebbe direttamente correlata alla presenza di strati ionizzati. E in questa area, non più ampia di qualche decina di chilometri, i segnali arriverebbero sia per via diretta che per via ionosferica; e questo potrebbe spiegare, oltretutto, quella sorta di eco che si ha nei collegamenti tra stazioni distanti al massimo 200 Km, molto simile allo scintillamento (fluttering) proprio dei segnali transpolari e spesso imputata a non meglio precisate “riflessioni”. Il condizionale in sostanza è d’obbligo, le nostre sono solo osservazioni e supposizioni, tentativi di soluzione a quesiti che incuriosiscono e che rendono la nostra attività estremamente affascinante. La ionosfera riserva sempre delle sorprese, e il suo studio sistematico ha permesso nel corso degli anni di arrivare a tracciare un quadro dettagliato e tuttavia incompleto a causa della enorme serie di variabili che si presentano nella nostra pratica quotidiana, rendendo ogni schematizzazione troppo rigida per poter assurgere al ruolo di teorema. Il nostro sia quindi considerato come un invito ad osservare non solo questi fenomeni che abbiamo tentato di spiegare, ma anche sia un invito a registrare sempre tutto quello che stimola la nostra curiosità e la nostra fantasia, convinti del fatto che mille esperienze fanno conoscenza, e che mille conoscenze fanno scienza.

**FADING SUI COLLEGAMENTI LOCALI**

Un altro contributo interessante per la comprensione del comportamento delle onde corte sui collegamenti locali e' quello che ho riscontrato nel corso di un collegamento con l'amico Loris, IK3PCZ.

Vorrei quindi analizzare questo strano fenomeno riscontrato sulla frequenza di 18Mhz nel corso collegamento realizzato la mattina di Domenica 16 Marzo 2003, con IK3PCZ.

Loris irradiava con un'antenna verticale posta sul tetto della propria abitazione mentre il sottoscritto operava con la solita Yagi 2 elementi per i 17 metri.

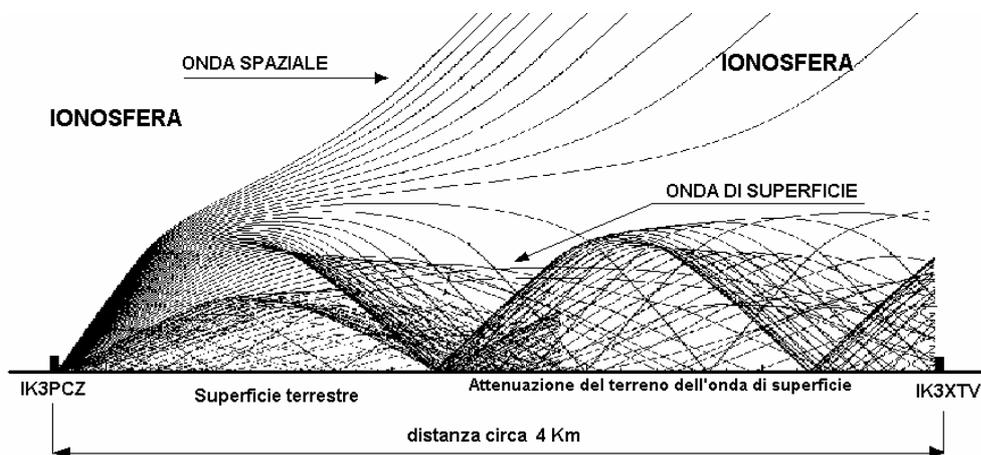
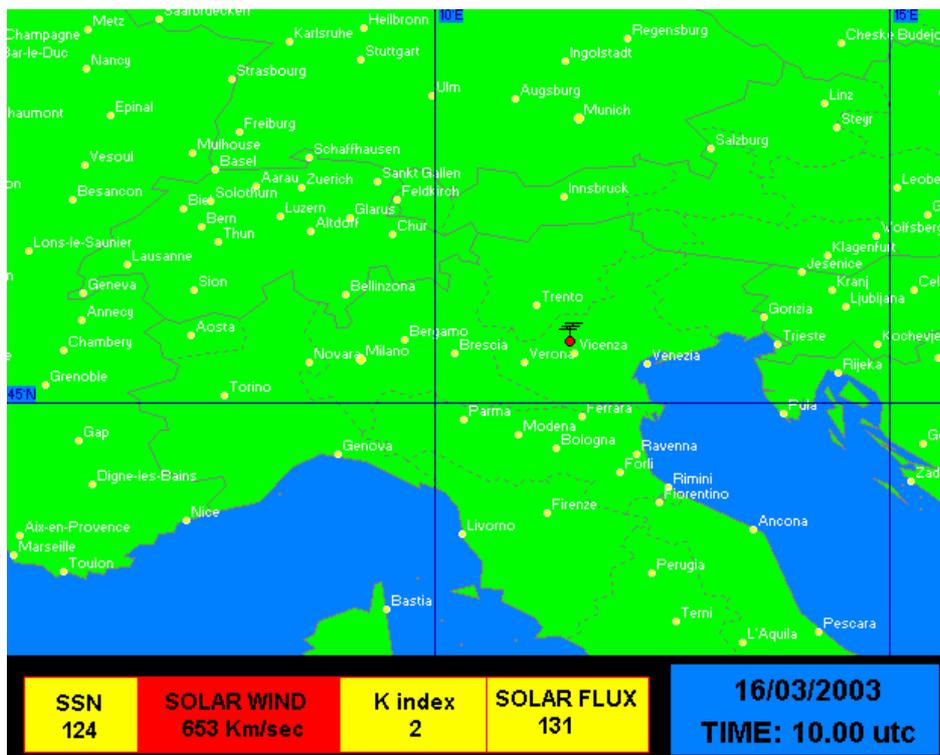
La stranezza del fenomeno si riferisce al fatto che il segnale emesso da Loris con la sua verticale era soggetto ad un profondo fading, (da S1 fino a S9) in termini di intensita' di campo la variazione e' molto elevata, variabile da 0,2 a 50 micro volt.

Abbiamo provato con un'antenna diversa (Rombica 2 elementi) e il segnale era stabile.

La potenza di emissione (mantenuta sempre costante) per entrambi era pari a 10 watts, quindi molto bassa.

Quindi ci deve essere un'interazione (particolare e anomala) con l'emissione elettromagnetica capace di rendere instabile l'intensita' di campo.

La stazione di IK3PCZ si trova a Marano Vicentino, ad una distanza approssimativa di circa 4 chilometri dalla mia abitazione di Thiene.



La figura in alto mostra le due componenti dell'onda radio, spaziale che viene diffusa dalla ionosfera e di superficie che giungono entrambe alla stazione ricevente dopo percorsi pero' differenti.

## **FADING**

Si definisce come fading o affievolimento la fluttuazione casuale del segnale ricevuto.

Il fading e' dovuto a:

-Interferenza fra le onde che arrivano al ricevitore seguendo percorsi diversi.

Si tratta di variazioni rapide che influiscono sul segnale sia in ampiezza che in frequenza.

-Attenuazione variabile del segnale a causa delle variazioni temporali delle caratteristiche del mezzo dove avviene la propagazione delle onde.

Questa attenuazione e' molto lenta nel tempo.

### **Considerazioni sul fading del segnale**

A mio parere il rapido fading dei segnali di IK3PCZ, potrebbe essere causato dal fatto che le onde elettromagnetiche che giungono al ricevitore possono aver seguito percorsi differenti.

Poiche' Loris irradiava con un antenna verticale, l'onda di superficie era dominante e anche se in 18 Mhz le attenuazioni sono elevate, la lunghezza molto limitata della tratta non e' tale da introdurre attenuazioni eccessive.

Tuttavia, oltre alla componente superficiale e' presente anche una onda di spazio (in questo caso secondaria), la quale diffusa dalla ionosfera, segue quindi un percorso diverso.

Generalmente l'energia proveniente secondo un percorso e' dominante nel nostro caso e' dominante la componente di superficie, pero' gli altri contributi possono provocare affievolimenti (fading) di durata breve o lunga, a seconda delle caratteristiche dei diversi modi di propagazione, nel nostro caso il fading e' rapido probabilmente perche' gli effetti aleatori si sommano e le variazioni sono repentine.

La contro prova e' data dal fatto che quando IK3PCZ irradiava con antenna a polarizzazione orizzontale, quindi l'onda di superficie era quasi irrilevante, il segnale non era afflitto da fluttuazione.

- *Un ringraziamento a Gabriella Mollura, ik3cxg, a Tony de Longhi, iz3esv, e a Loris Ik3pcz, per la preziosa collaborazione.*

### **Bibliografia:**

Antenne linee e propagazione di Nerio Neri

ARRL Handbook

Collaborazione di Tony de Longhi - Iz3esv