

Propagazione sui 20 metri

Dopo la serie di articoli precedentemente pubblicati, inizia qui una nuova collana dedicata allo studio della propagazione sulle gamme amatoriali più alte delle onde corte, questa ricerca si prefigge l'obiettivo di trattare nella maniera più completa ed esauriente possibile, i vari fenomeni che supportano la propagazione sui 20, 15, 10 metri e le bande Warc dei 12 e 17 metri.

Come sempre non vuole essere un manuale perché la natura imprevedibile e aleatoria della radio propagazione ionosferica non lo permette, ma il tutto è stato fatto confrontando le teorie esistenti e le nuove ipotesi scientifiche, con la mia osservazione pratica e con le esperienze di altri OM.

Caratteristiche generali

E' la gamma più usata per i collegamenti a grande distanza e quindi anche la banda più frequentata a livello internazionale.

L'influenza dello strato D comincia a diventare meno rilevante e la banda può essere aperta giorno e notte, soprattutto nei periodi di alta attività solare quando le aperture sono presso che continue. Quando il sole è tranquillo, le condizioni di propagazione sono favorevoli soprattutto durante le ore del giorno e il Dx va cercato sfruttando soprattutto la fascia crepuscolare. La zona di silenzio limita i collegamenti a distanze maggiori di 700 – 1000 Km. Possibili, soprattutto il mattino, collegamenti nazionali a Skip corto con Sud Italia e Sicilia e ovviamente con l'Europa e il Bacino del Mediterraneo. Ottime possibilità di collegamenti nel pomeriggio con i segnali che arrivano da Ovest, Nord America (Usa e Canada), possibili i collegamenti con la zona del Pacifico soprattutto il mattino. Tuttavia è molto difficile generalizzare poiché la propagazione, di per se' imprevedibile, varia con il variare delle stagioni e con l'attività solare. Le condizioni possono essere notevolmente differenti, ma anche questo contribuisce a rendere affascinante la nostra attività. Le gamme più alte delle HF hanno caratteristiche "diurne" ma con il ciclo solare al massimo le prestazioni possono essere eccezionali e le aperture presso che continue.

Nelle gamme HF, la propagazione sui 20 metri è probabilmente la più facile da prevedere, il fatto di essere una frequenza al centro dello spettro, ha comportamenti meno estremi e permette aperture più solide e durature, tutto questo concorre a rendere i 20 metri la frequenza principale per il dx.

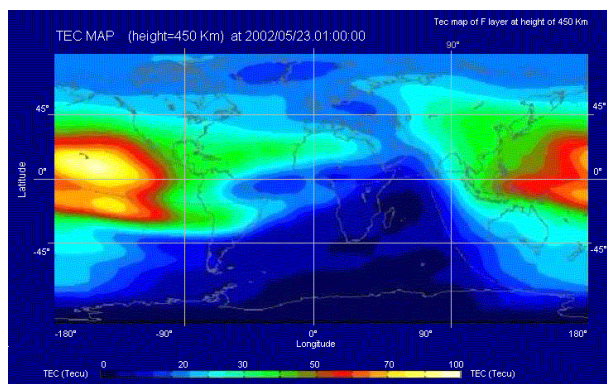


Fig.1: misurazione del contenuto elettronico totale, **TEC (1)** rilevato ad un'altezza di 450 Km (Regione F2), responsabile della propagazione sulla lunga distanza nella banda dei 20 metri. La maggior concentrazione è visibile (zone giallo-rosse) lungo la fascia equatoriale e nella parte illuminata del globo, si nota anche un residuo notturno nella fascia equatoriale e temperata, responsabile delle aperture notturne sui 20 metri. I dati si riferiscono ad un rilevamento di Maggio 2002 quindi in una fase alta del ciclo solare e durante la primavera/estate e dell'emisfero boreale, per questo motivo il residuo notturno è accentuato nell'emisfero nord.

Disturbi

Sulla banda dei 20 metri i disturbi assumono un ruolo meno importante rispetto alle bande basse. Tuttavia il **rumore (2)** non è trascurabile come illustrato nella tabella di fig.2, dalla quale si vede come il rumore più importante sia quello generato dalle attività umane (linea E), ho preso come riferimento un valore medio, che tuttavia può aumentare notevolmente secondo l'ubicazione della stazione, per esempio in grandi agglomerati urbani, zone industriali ecc. Per un buon traffico Dx le stazioni più avvantaggiate si trovano lontano dai grandi centri abitati, dove il rumore "cittadino" è quasi assente. Dalla curva A invece ricaviamo l'andamento del rumore atmosferico che è notevolmente meno importante rispetto alle frequenze più basse.

L'impiego di efficienti antenne direttive ha il vantaggio di poter attenuare l'impatto del rumore, potendo orientare il fascio e attuando per quanto possibile una certa selezione dei disturbi.

Propagazione e attività solare

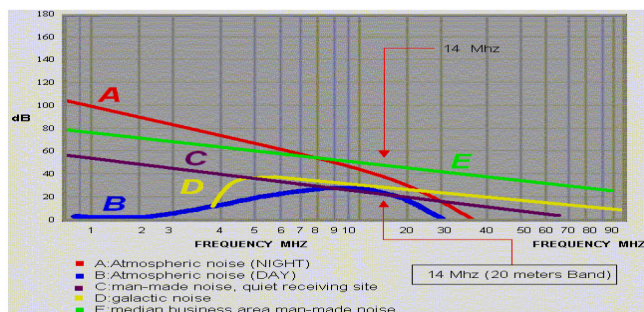


Fig.2 Diagramma del rumore, con evidenziata la situazione per la gamma dei 20 metri.

Come tutte le bande risente del ciclo solare, tuttavia l'influenza dell'attività del sole pur avendo un effetto importante ha un impatto meno estremo rispetto alle bande più alte. Nei periodi alti del ciclo, le aperture sono presso che continue per tutto l'arco delle 24 ore (come è stato confermato anche nel corso dell'ultimo picco), con periodi però più o meno intensi.

Nella fase calante o bassa del ciclo, le aperture si riducono e il dx va cercato nei periodi migliori della giornata, quando le condizioni sono più favorevoli (riduzione dell'assorbimento ionosferico, condizioni favorevoli sul percorso, focalizzazioni), quindi nelle ore che precedono e seguono l'alba e il tramonto del sole, sfruttando la propagazione crepuscolare.

Buone le condizioni anche nelle fasi intermedie del ciclo (prima fase calante e fase che precede il picco massimo).

Durante i massimi di macchie solari, la gamma dei 20 metri ha un andamento che combina le caratteristiche dei 40 e dei 15 metri, essendo aperta simultaneamente sia verso est che verso ovest per gran parte della giornata e diventando anche molto corta quasi come i 40 metri durante le ore diurne, aprendo per quei segnali che arrivano con un ampio angolo d'irradiazione. Per sfruttare al meglio queste peculiarità i migliori risultati si ottengono affiancando un semplice dipolo a mezz'onda ad un'antenna direttiva e gestendo la commutazione di entrambe. Durante la parte bassa del ciclo le aperture sono concentrate verso la parte ovest, verso quindi la parte illuminata del globo e una singola antenna direttiva è sufficiente.

Per quanto detto finora quindi, la banda dei 20 metri è la migliore per tutto il ciclo solare.

Variazioni stagionali e giornaliere

È cosa nota a tutti gli operatori Hf di come la propagazione è influenzata dal moto delle stagioni, noi sappiamo infatti che le condizioni di propagazione seguono un più o meno marcato andamento stagionale e giornaliero.

È difficile però schematizzare un andamento complessivo della propagazione e in questo caso della gamma dei 20 metri perché la propagazione ionosferica non consente certezze ma soprattutto perché le condizioni variano notevolmente da Inverno a Estate con incidenza differente secondo la fase alta o bassa del ciclo.

Vorrei provare tuttavia a fare una sintesi dei comportamenti:

- **Fase bassa del ciclo solare:** le aperture estive sono buone verso tutti i continenti, grazie al fatto che le MUF sono di poco sopra i 15 Mhz e quindi la gamma è aperta per lungo tempo, nonostante siano possibili aperture notturne, presenta caratteristiche prevalentemente diurne. Quando il ciclo è veramente basso, le aperture sono di solito diurne. In inverno il dx è da cercare nelle ore diurne, la gamma tende a chiudersi subito dopo il tramonto del sole.
- **Fase alta del ciclo solare:** d'estate specie nelle ore centrali della giornata le MUF tendono a salire troppo e quindi la propagazione sui 20 metri tende a chiudersi, le aperture sono concentrate nella prima mattinata e verso il tardo pomeriggio/sera. Con il sole in alta attività si hanno eccezionali aperture notturne, con basso assorbimento. In inverno la gamma tende a rimanere aperta per l'intera giornata.

In ogni fase del ciclo solare quindi le condizioni dipendono dalle stagioni. In linea di massima le condizioni sono migliori d'inverno, questo perché d'estate si verifica il fenomeno della Depressione estiva (3) –vedi note (una volta il fenomeno era erroneamente chiamato winter anomaly).

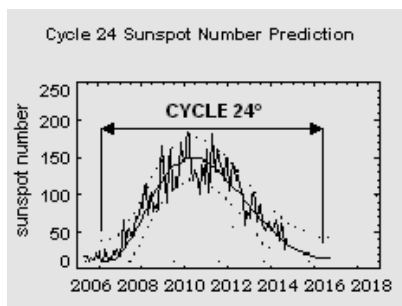
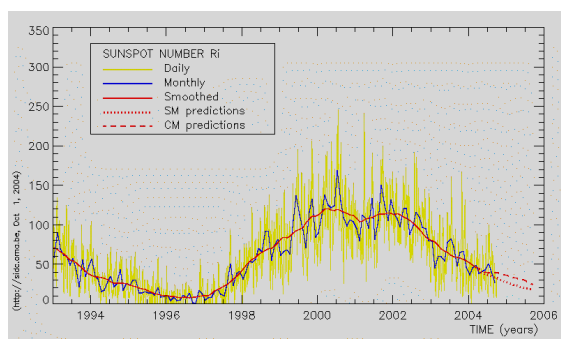


Fig.3: Previsioni per il 24° ciclo solare: Per il ciclo attuale, il 23°, il minimo è previsto per la fine del 2006, poi inizierà la risalita del nuovo ciclo e il numero di macchie tornerà ad aumentare. La fase massima del nuovo ciclo è prevista per il 2010. I fenomeni che regolano il ciclo undecennale del sole, lo sviluppo delle macchie solari e la causa delle stesse è ancora materia di studio. Una di queste ricerche è condotta dal Fisico solare Americano David Hathaway (NASA's Marshall Space Flight Center) uno degli scienziati più esperti nella previsione del ciclo solare. Nel 2004 ci sono stati tre giorni senza nessuna macchia, il 28 Gennaio, l'11 e il 12 di Ottobre. "Questo è un segno dice Hathaway, che il minimo solare è iniziato, ed è iniziato prima di quanto noi ci aspettassimo". Hathaway raccoglie tutti i dati relativi al numero di macchie e prevede con anni di anticipo quando si verificheranno i prossimi picchi massimi e minimi. Non è così facile: "Contrariamente alla credenza popolare" dice Hathaway, "Il ciclo solare non È lungo esattamente 11 anni", "La sua lunghezza, misurata da minimo a minimo, varia:" I cicli più corti sono lunghi 9 anni e i più lunghi circa 14 anni. "Cosa rende un ciclo lungo o corto? I ricercatori non sono sicuri. "Non sappiamo nemmeno se l'attuale ciclo sarà lungo o corto finché non sarà finito". Ma gli scienziati e i centri di studio stanno facendo progressi. Hathaway e il suo collega Bob Wilson, (entrambi lavorano al NASA's Marshall Space Flight Center), credono di avere trovato una semplice soluzione per prevedere la data del prossimo minimo solare. "Noi abbiamo esaminato i dati degli ultimi 8 cicli solari e scoperto che il minimo solare segue di 34 mesi il primo giorno senza macchie dopo il massimo solare" spiega Hathaway. Il più recente massimo solare si è verificato alla fine del 2000. Il primo giorno senza macchie si è verificato il 28 Gennaio 2004, così che applicando la semplice regola di Hathaway e Wilson, il minimo solare dovrebbe arrivare alla fine del 2006. Vale a dire circa 1 anno prima di quanto si pensasse precedentemente. Anche il prossimo massimo solare potrebbe arrivare prima, dice Hathaway. "L'attività solare si intensifica rapidamente dopo un minimo solare. Nei recenti cicli, il massimo solare ha seguito il minimo giusto di 4 anni." Basta fare l'addizione 2006+4=2010, per avere la data del prossimo massimo solare.

Attività Geomagnetica

Rimane sempre valida la regola del campo geomagnetico calmo. L'uniformità degli strati, garantita da una situazione di quiete magnetica e' importante per supportare la propagazione sulle lunghe distanze anche sulla banda dei 20 metri.

Questo significa anche un livello di aurora basso che favorisce i collegamenti che sfruttano i percorsi vicini alle calotte Polari. Soprattutto alle alte latitudini, che per l'Europa corrispondono alle stazioni ubicate nella penisola Scandinava, assume una particolare importanza la situazione aurorale, come confermano i dati che mi hanno riportato alcuni OM attivi da tali settori e che riferiscono di riscontrare dei veri e propri black-out in concomitanza di fenomeni aurorali intensi anche per la banda dei 20 metri. Gli stessi OM scandinavi mi hanno confermato come in certi casi l'aurora è in grado di favorire i collegamenti a skip corto per effetto di riflessioni del segnale sulle cortine aurorali.

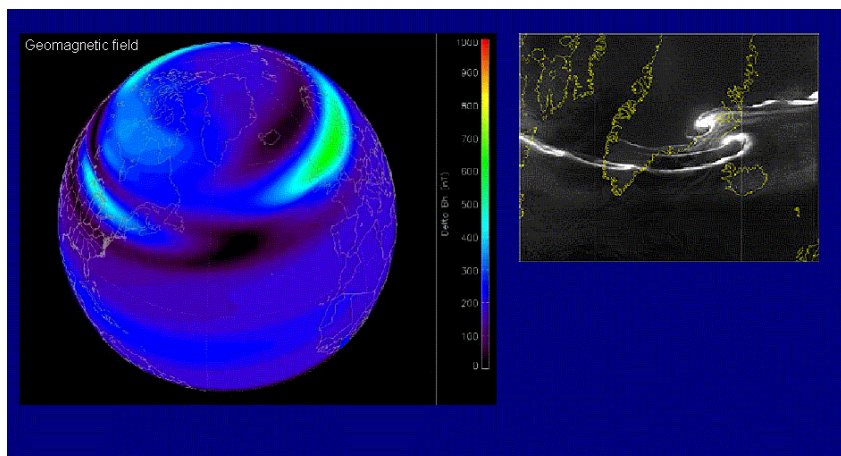


Fig.4: Misurazione satellitare delle variazioni del campo geomagnetico, (nelle zone giallo-verdi la variazione è più intensa) le variazioni più rilevanti hanno luogo alle latitudini più alte.

Come regola di carattere generale, alle alte latitudini la gamma apre dopo e chiude prima rispetto all'Italia, inoltre anche piccole variazioni magnetiche che alle nostre latitudini non hanno nessun impatto, influenzano negativamente la propagazione, questo è avvenuto anche nel corso dell'ultimo ciclo solare, come riportato da stazioni in Scandinavia e in Alaska.

Contributo dello strato E

Vale anche qui il discorso in parte già fatto per la propagazione sui 40 metri. Esiste un effetto simile anche se meno marcato di un contributo favorevole introdotto dalla ionizzazione residua della regione E, che potrebbe intrappolare il segnale in una sorta di condotto ionosferico formato tra lo strato E, e le ionizzazioni più elevate, all'altezza della regione F. Questo avviene spesso durante le ore crepuscolari e sembra si accentui agli equinozi.

Il segnale irradiato con angoli d'irradiazione inferiori almeno a 30° può entrare in questo condotto strato E-F e viaggiare con bassa attenuazione per lunghissime tratte.

La regione E, e' responsabile anche della propagazione corta durante il giorno soprattutto quando il flusso solare è elevato (Fase alta del ciclo). L'intensa attività solare è in grado di elevare la frequenza critica della regione E fino a frequenze vicine ai 14 Mhz, permettendone in sostanza il ritorno a terra a breve distanza.

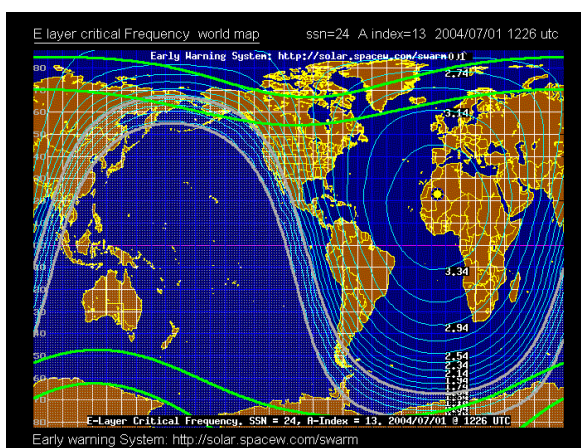


Fig.5. La figura mostra la situazione della Frequenza critica f_oE relativa alla regione E, esiste una relazione lineare tra la frequenza critica e la MUF e pertanto è possibile conoscere la frequenza utilizzabile. Inoltre viene evidenziata la posizione dell'ovale aurorale e la linea del terminatore alba-tramonto e la linea delle regioni del mondo dove il sole è 12 gradi sotto l'orizzonte, si tratta della fascia all'interno della quale si presume un miglioramento della propagazione Hf. Mappe come questa sono disponibili sulla rete web, come per esempio <http://www.spacew.com/www/foe.html> e forniscono un'indicazione attendibile sulla situazione della regione E, la consultazione di queste carte è importante per gli operatori delle bande basse, soprattutto dei 40 metri ma è utile anche per il traffico sui 20 metri.

Comportamento della Ionosfera

La Ionosfera è formata da tre strati principali denominati D, E ed F. Lo strato F è lo strato più in alto e in determinate condizioni è quello che maggiormente supporta la propagazione HF sulle lunghe distanze, ma come sappiamo essa è un mezzo molto selettivo. Gli elettroni liberi nella regione F interagiscono con il radio segnale, e l'effetto di quest'interazione è la curvatura verso terra del treno d'onde, gli elettroni reagiscono più facilmente con i segnali radio a frequenza più bassa.

Di conseguenza una leggera ionizzazione di F è sufficiente a propagare le onde a frequenza inferiore come avviene appunto nelle ore notturne, quando la ionizzazione residua della regione F è sufficiente a supportare la propagazione dx sulle gamme dai 160 fino ai 40 metri. Gli elettroni liberi non reagiscono così facilmente con le oscillazioni più veloci delle onde radio a frequenza più alta, così che per la propagazione dei segnali sulla gamma dei 20 metri è richiesta una densità elettronica maggiore e man mano che la frequenza aumenta, la densità elettronica necessaria diventa sempre più alta.

La ricombinazione elettronica si presenta più rapidamente nella regione E perché la densità è maggiore, è presente quasi esclusivamente durante le ore di luce e supporta la propagazione diurna e a salto corto nelle gamme dai 160 ai 40 metri, normalmente.

La densità elettronica dello strato E non è sufficiente a rimandare a terra le onde dei 20 metri e superiori.

Nello strato D (presente solo di giorno) la ricombinazione è ancora più rapida e la densità è ancora più grande, pertanto gli elettroni liberi sono pochissimi.

La regione D assorbe i segnali a frequenza più bassa specialmente nelle gamme 40-80-160 metri, le gamme degli 80 e dei 160 metri sono chiuse durante il giorno a causa dell'assorbimento.

La maggiore fonte di ionizzazione ionosferica è l'energia ultravioletta proveniente dal sole, e anche piccole variazioni del livello d'energia ricevuta, hanno un rilevante impatto sulla qualità della propagazione HF. Nei giorni in cui i livelli d'energia sono relativamente più alti, la ionizzazione dello strato F aumenta, migliorando le comunicazioni HF (le MUF salgono).

Viceversa se l'energia UVA diminuisce le comunicazioni HF si deteriorano, e le gamme superiori ai 15 metri diventano inutilizzabili.

La propagazione sui 20 metri risente meno di queste variazioni e in molti casi la gamma può essere l'unica agibile per i collegamenti a lunga distanza.

Ho intenzionalmente riportato questo modello propagativo in modo semplicistico e molto convenzionale, in realtà l'esperienza e l'osservazione pratica mi hanno confermato che la propagazione si sviluppa molto spesso in maniera del tutto diversa e imprevedibile rispetto a questo modello classico.

Bastano piccole variazioni del livello d'energia per causare grandi variazioni nel comportamento del plasma ionosferico, le ricombinazioni elettroniche dei vari strati non sono così lineari, influenzando sia le riflessioni che gli assorbimenti e inoltre altri agenti, di natura meteorologica possono migliorare o peggiorare le condizioni.

La pratica mi ha insegnato che la gamma dei 20 metri, proprio forse per la sua posizione di mezzo, è quella che più si avvicina al modello tradizionale della propagazione HF e pur nella canonica difficoltà è forse la più facile da prevedere, anzi forse è meglio dire, come recentemente mi suggeriva un OM Americano, la meno difficile.

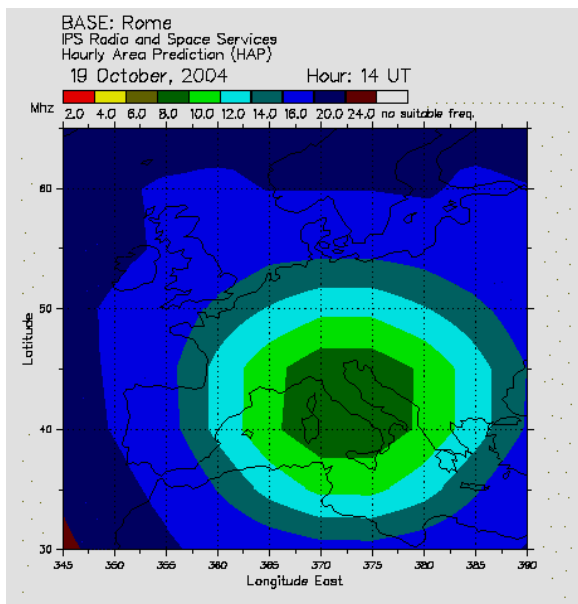


Fig.6: La rete web è uno strumento decisamente importante per chi si dedica allo studio della radio propagazione poiché permette di consultare tutta una serie di dati in tempo reale. Un portale web molto interessante è quello dell'Istituto Australiano di meteorologia spaziale IPS (www.ips.gov.au) perchè rende disponibili una notevole quantità di dati e varie mappe ionosferiche molto interessanti. Qui ho riportato una mappa HAP- (Hourly Area Prediction) si tratta di una mappa disponibile per varie aree geografiche, in questo caso centrata su Roma, che indica le condizioni della ionosfera aggiornate ogni ora e riporta le frequenze utilizzabili a seconda della distanza della stazione da collegare. Mappe come questa sono utili per capire le condizioni di propagazione.

Importanza del flusso solare

Pur essendoci una relazione abbastanza lineare tra il numero di macchie e il flusso solare (4), io preferisco basarmi sui valori del flusso poiché è una misura più diretta. Noi sappiamo infatti che la qualità della propagazione dipende dalla quantità e dall'intensità di radiazione solare che arriva dal sole, e il flusso solare è una misura di tale intensità.

I valori di flusso solare possono variare da un valore minimo di 50 a un valore massimo di 300. Durante i picchi più alti di macchie solari, il flusso è quasi sempre superiore a 200 permettendo eccellenti comunicazioni in tutto lo spettro alto delle HF, dai 20 ai 10 metri. Durante il periodo minimo di macchie solari, i valori di flusso variano da 50 a 80, rendendo le comunicazioni difficili nelle gamme superiori ai 40 metri.

Un aumento del flusso per un periodo di parecchi giorni indica generalmente un miglioramento nelle comunicazioni HF a lunga distanza. Per esempio, le MUF saliranno repentinamente se da valori di flusso di circa 110 si passa ad un valore di 130 persistente per parecchi giorni, viceversa, le MUF diminuiranno se il flusso scende sotto 90.

Riporto una tabella che mostra le condizioni di propagazione in base ai valori del flusso solare.

Flusso solare	Condizioni di propagazione previste
50 - 70	Gamme superiori ai 40 metri inutilizzabili
70 - 90	Da scadente a sufficiente propagazione sui 20 metri e gamme inferiori
90 - 120	Propagazione sufficiente fino ai 15 metri
120 - 150	Da sufficienti a buone condizioni su tutte le gamme fino ai 10 metri
150 - 200	Eccellenti condizioni fino ai 10 metri con possibili aperture via F2 sui 6 metri
> 200	Propagazione aperta su tutte le gamme fino ai 6 metri

I dati in tempo reale del Flusso solare sono consultabili su: <http://hfradio.org/propagation.html>

Note:

(1) TEC: Total Electron Content (Contenuto elettronico totale)

Il numero d' elettroni lungo il percorso dell' onda elettromagnetica misurato in elettroni/cm quadrato, Il TEC è usato per determinare il ritardo e i cambiamenti di direzione dell' onda che si propaga nella ionosfera, si tratta quindi di un valore di riferimento importante per quantificare il livello di ionizzazione della ionosfera terrestre e di conseguenza della qualità della propagazione.

(2) Rumore

Rumore Atmosferico

Il rumore atmosferico è causato principalmente dalle scariche elettriche temporalesche.

Quindi dipende dalla frequenza di ricezione, dall'ora e dalle condizioni atmosferiche, dalla stagione e dalla posizione geografica. Nella fascia di HF, questo rumore è caratterizzato da impulsi corti ascoltabili sopra il rumore di fondo.

Rumore Artificiale

L'ampiezza del rumore artificiale diminuisce con l'aumento della frequenza e varia considerevolmente da posizione a posizione. Il rumore proviene dai motori elettrici, dalle insegne al neon, dalle linee elettriche e dai sistemi d'accensione localizzati ad alcune centinaia di metri dall' antenna di ricezione. Si propagano solitamente lungo la rete elettrica e sfruttando l' onda di terra, tuttavia, per le frequenze inferiori ai 20 Mhz, la propagazione può avvenire anche attraverso la riflessione ionosferica.

Rumore Galattico

Questa forma di rumore ha origine fuori della terra e dalla relativa atmosfera. Il rumore che raggiunge la superficie terrestre si estende da ~15 MHz fino a 100 GHz (per le frequenze più basse è limitato dall' assorbimento ionosferico e per le altre dall' assorbimento atmosferico). Il rumore galattico è dominante nella gamma di frequenza da 40 a 250 megahertz, oltre i 250 megahertz, predomina il rumore interno del ricevitore, sotto i 40 megahertz, invece si deve considerare il rumore atmosferico e artificiale.

(3) Depressione estiva

La forte radiazione solare estiva fa espandere la ionosfera (la ionosfera è un gas che quando viene riscaldato si espande) e provoca una maggiore rarefazione degli atomi ionizzati, la densità elettronica N per metro cubo diminuisce e poiché le condizioni di propagazione sono fortemente legate alla ionizzazione della Ionosfera (indice N), le condizioni risultano deteriorate. Questo fenomeno un tempo era anche chiamato anomalia Invernale.

(4) Flusso solare

Un' importante indicatore del livello dell' attività solare è il flusso di radio emissioni dal sole alla lunghezza d' onda di 10.7 cm (Frequenza di 2.8 Ghz). Il flusso viene misurato quotidianamente dal 1947 ed è un indicatore molto importante perché tende a seguire i cambiamenti dell' intensità della radiazione ultravioletta del sole che influenza l' alta atmosfera e la ionosfera.

Noi sappiamo che l' energia ultravioletta è la più importante fonte di ionizzazione degli strati ionosferici.

F.Egano – ik3xtv

Amateur Radio Propagation Studies www.qs1.net/ik3xtv

Bibliografia:

IPS Radio & Space Service-Australia

Articoli vari tratti da Radio Rivista di Marino Miceli, i4sn

Long path and skewed propagation in the lower shortwave frequencies by B.Tippett, w4zv

Long term trends in the lower ionosphere by J.Lastovicka - Institute of Atmospheric Physics, Prague-Czech Republic

Skewed paths to Europe on the low bands by C.Luetzeschwab, k9la

NOAA National Oceanic and Atmospheric Administration

NASA National Aeronautics and Space Administration
RadioAstrolab di Flavio Falcinelli
Solar physicist David Hathaway - (*NASA's Marshall Space Flight Center*)
Hathaway, Wilson, and Reichmann *J. Geophys. Res.* 104, 22,375-22,388 (1999)
<http://hfradio.org/propagation.html>