

## La Propagazione sulle gamme Warc

Riporto di seguito alcune considerazioni sulle caratteristiche di propagazione delle bande dei 30, 17 e 12 metri. Si tratta delle gamme di più recente acquisizione per il servizio d'amatore, assegnate nel corso della conferenza WARC del 1979 (World Administrative Radio Conference).

### Propagazione sui 17 metri

#### Caratteristiche generali

Si tratta di una banda che può dare grandi soddisfazioni, come le altre bande WARC non è sede di contest e i collegamenti non sono validi per i diplomi, tuttavia si tratta di una frequenza molto interessante. Le caratteristiche sono abbastanza simili a quelle dei 15 metri ma con una dipendenza dal ciclo solare meno estrema, ma si tratta di una frequenza abbastanza imprevedibile, e a volte si possono trovare condizioni in pratica uguali ai 20 metri. Quando il ciclo solare è al massimo, le aperture sono presso che continue e la banda può essere aperta giorno e notte quasi tutti i giorni permettendo collegamenti in tutte le direzioni compresi i percorsi transpolari. La progressiva diminuzione del rumore atmosferico, che inizia a farsi sentire sensibilmente e la minor presenza di stazioni attive, contribuisce a dare l'impressione di una frequenza silenziosa e tranquilla.

Quando l'attività solare diminuisce la gamma chiude dopo il tramonto, durante il giorno la propagazione è aperta verso le medie e basse latitudini (zona equatoriale) permettendo collegamenti nella direttrice nord-sud, specie attorno al mezzo giorno locale.

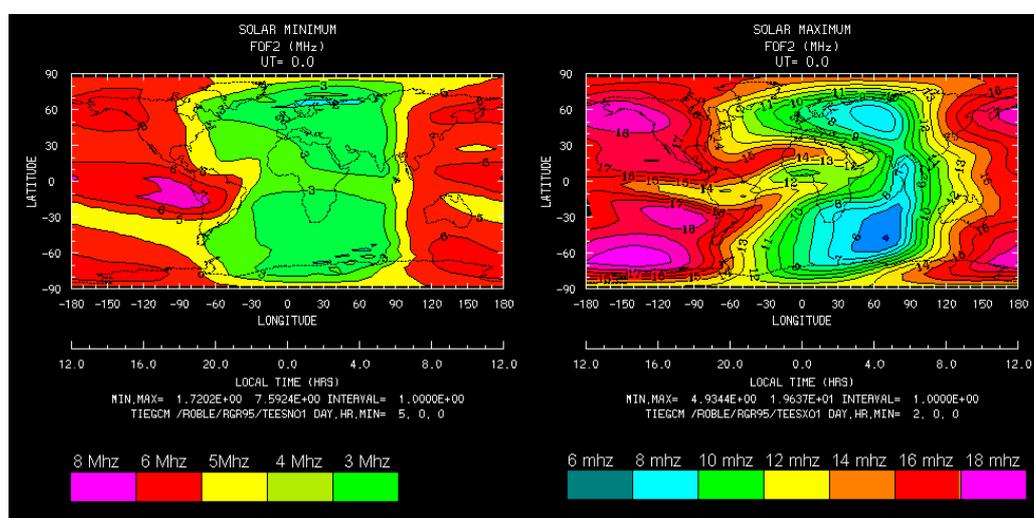


Fig.1: I due diagrammi rappresentano a titolo d'esempio le ampie variazioni della Frequenza critica nella regione F2 (foF2), legate alle fasi del ciclo solare, fase alta e fase bassa. Le variazioni sono notevoli com'è possibile notare passando dal pianisfero di sinistra (ciclo al minimo) a quello di destra (ciclo al massimo). Notare anche le variazioni legate all'ora locale.

#### Propagazione verso gli USA

Un discorso a parte lo merita la propagazione con gli Stati Uniti.

I Qso con la costa orientale sono facili, grazie all'elevato numero di stazioni attive e ad uno skip favorevole.

I segnali più forti arrivano dagli Stati affacciati all'Atlantico, mentre diminuiscono andando progressivamente verso l'interno.

Diventano invece abbastanza rari e sporadici i collegamenti con la costa occidentale, (California, Oregon) oppure con l'Alaska.

Ho cercato di spiegarvi questa cosa, che potrebbe essere dovuta, da una parte alla differenza sostanziale nel percorso che il segnale deve realizzare e dall'altra allo skip che è di circa 3000 km più lungo, quindi sostanzialmente serve un "rimbalzo" in più dell'onda elettromagnetica. Lo Skip con la costa est è di attorno ai 6500 km, mentre lo skip con la costa occidentale è di circa 9500 km.

A mio avviso in ogni caso, la rarità delle aperture con la California è principalmente dovuta alla diversità del percorso, che passa sopra la Groenlandia ad una latitudine attorno ai 70° Nord. Sappiamo come la propagazione alle alte latitudini non sia sempre favorevole poiché risente in maniera ancora più accentuata dell'attività solare, pertanto non sempre le condizioni possono essere ottimali per garantire una buona riflessione dell'onda elettromagnetica e l'attenuazione può essere notevole.

Viceversa, i percorsi destinati alla costa orientale Americana, passano notevolmente più a sud, sopra l'oceano Atlantico, indicativamente attorno ai 47° di latitudine Nord, quindi con riflessioni più favorevoli. Stesso discorso o forse anche più accentuato vale per il Canada e l'Alaska, però c'è da ricordare che le osservazioni diventano più difficili dato il minor numero di stazioni operanti da questi country.

#### La Ionosfera alle latitudini alte

La ionosfera alle alte latitudini (1) ha proprietà peculiari differenti, dovute al fatto che essa è più esposta all'effetto di perturbazioni la cui origine è nello spazio interplanetario e nella magnetosfera. All'interno della magnetosfera, il cui volume è modellato dal vento solare, le linee di forza del campo magnetico passano orizzontalmente al di sopra dell'equatore magnetico, ad una limitata distanza dalla terra. La situazione alle latitudini alte è diversa: le linee di forza, presso che verticali, si allontanano parecchio dalla terra, verso la magnetosfera esterna, mentre le particelle cariche del "vento" incapaci di penetrare trasversalmente questa cortina, scivolano senza difficoltà lungo le linee di forza allungate verso la coda. La magnetosfera esterna sottrae energia al vento solare cioè da luogo, alle alte latitudini, a deboli tempeste secondarie quotidiane, che mettono in agitazione la ionosfera di quelle aree.

Mentre la ionosfera alle latitudini elevate può dirsi in stato di permanente agitazione, con una regione F dinamica e molto variabile, la ionosfera alle basse latitudini è protetta da tali eventi. Noi tuttavia, ci troviamo in una fascia relativamente vicina all'area di quest'agitazione quasi permanente e ne siamo coinvolti indirettamente, ogni volta che il vento solare s'incrementa in conseguenza di un evento solare di media intensità. Interessante e utile il servizio fornito dal progetto Super DARN (Super dual Aurora Radar Network) una rete di radar ionosferici che ubicati nell'area polare, eseguono uno scanner continuo della ionosfera polare. I dati sono consultabili in tempo reale sul sito di PA1SIX : <http://home.planet.nl/~pa1six/pa1six.htm>, dai quali si possono dedurre Le MUF e da esse avere un'idea dell'agibilità dei percorsi polari, molto utile per quei collegamenti per esempio con l'Alaska o con il Pacifico, via polo Nord.

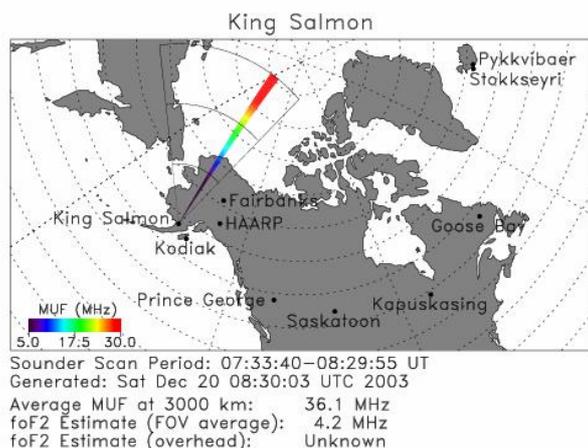


Fig.2: Esempio della mappa consultabile in tempo reale riferita ad una delle stazioni del progetto Super DARN dalla quale e' possibile dedurre le MUF. Si tratta di un esempio davvero significativo poiché riporta i dati di un collegamento realizzato nella gamma dei 17 metri con l'amico Alain - NL7KF, che ha collaborato con l'autore fornendo preziose informazioni sulla propagazione nel settore polare. Il grafico è stato scaricato in concomitanza con il qso realizzato il 20/12/2003 alle 07.55 utc e mostra delle MUF temporaneamente salite oltre i 30 Mhz nel settore dall'Alaska verso l'Europa, con propagazione trans-polare aperta.

### Skip corto

La propagazione con l'Europa è comunemente aperta durante le ore diurne, lo skip minimo è indicativamente attorno ai 1200 km. e questo, in condizioni normali, esclude qso con i paesi più vicini dell'Europa centrale, ma permette buoni collegamenti con Spagna, Regno Unito, Scandinavia, Grecia e Nord Africa. Ho notato uno skip molto favorevole verso il Regno Unito, i segnali sono molto forti ma ciò è favorito anche dal fatto che ci sono molte stazioni attive e ben attrezzate che operano dalla Gran Bretagna.

Da segnalare anche il fenomeno del back scatter riscontrabile abbastanza facilmente anche su questa gamma, si tratta di una diffusione dei segnali che dopo un percorso ionosferico sono sparpagliati dopo il contatto con il terreno.

Molto spesso le MUF sono favorevoli in certe direzioni propagando il segnale in una ben determinata area, succede quindi che il corrispondente è ricevuto orientando le antenne in quella direzione dove avviene il back scatter anziché direttamente.

Un altro fenomeno simile come meccanismo al back scatter ma differente nella causa, è quello che ho definito Propagazione riflessa. Si tratta di un'anomalia nella propagazione del segnale introdotta dalla diffusione del segnale dovuta a bolle ionosferiche molto riflettenti, come può avvenire per esempio lungo la linea del terminatore. Si tratta di un meccanismo riscontrato più volte attraverso la pratica operativa e applicabile a stazioni relativamente vicine. Per esempio mi è capitato di collegare una stazione dalla Repubblica Ceca che irradiava verso nord Ovest, puntando l'antenna in quella direzione, dove si trovava il terminatore e dove le MUF erano favorevoli. Il segnale è riconoscibile perché soggetto ad uno spiccato effetto eco, in maniera analoga a quanto avviene per il back scatter.

### Propagazione Tropo

Grazie ad alcuni esperimenti che ho effettuato sulla gamma, abbiamo la conferma della possibilità di effettuare dei collegamenti supportati dalla Troposfera analogamente a quanto avviene per la gamma più alta delle HF, i 10 metri o addirittura per la gamma VHF dei 2 metri. La qualità dei segnali tuttavia dipende moltissimo dai sistemi radianti anzi, le prove effettuate dimostrerebbero che il Dx via tropo è possibile solamente con sistemi di antenne efficienti e dedicati a questa frequenza.

A titolo di esempio vorrei riportare un qso realizzato il 14/05/2005 alle 07.00 Utc sulla frequenza di 18.144 Mhz con l'amico Santo, IK4UPI da Parma (skip di circa 150 chilometri). Caratteristica peculiare del segnale è che veniva ricevuto meglio mediante la riflessione sulle prealpi venete, tipico di quanto accade per quei segnali tropo che ricevo sulla gamma dei 2 metri.

La mia città si trova a pochi chilometri dalle prime pendici dell'arco alpino. Il segnale era abbastanza stabile ma con sporadici e rapidi incrementi (picchi positivi).

## Propagazione sui 12 metri

### Caratteristiche generali

Si tratta di una gamma poco frequentata e quindi le caratteristiche della propagazione sono poco conosciute. Abbastanza simile ai 10 metri, presenta però il vantaggio di aperture più lunghe. Come i 10 metri risente molto dell'attività solare e del livello di ionizzazione

pertanto si tratta di una frequenza diurna. Alle nostre latitudini, nei periodi bassi del ciclo, la propagazione si chiude in prossimità del tramonto del sole, nella fase più alta del ciclo, la propagazione si protrae anche dopo il tramonto con possibilità anche di buone ma imprevedibili aperture notturne (specie nelle prime ore). Negli anni a cavallo con la fase più alta del ciclo permette collegamenti dx anche parecchie ore dopo il tramonto, anche con antenne a basso guadagno o poco efficienti. Possibilità di collegamenti via E sporadico a skip corto come avviene per la gamma dei 10 metri. Il rumore atmosferico quasi assente e l'attenuazione molto bassa consente di realizzare ottimi collegamenti anche con poca potenza e permette l'ascolto di segnali che su altre gamme sarebbero coperti dal rumore. Il vantaggio dei 12 metri è che combina il meglio dei 15 e 10 metri.

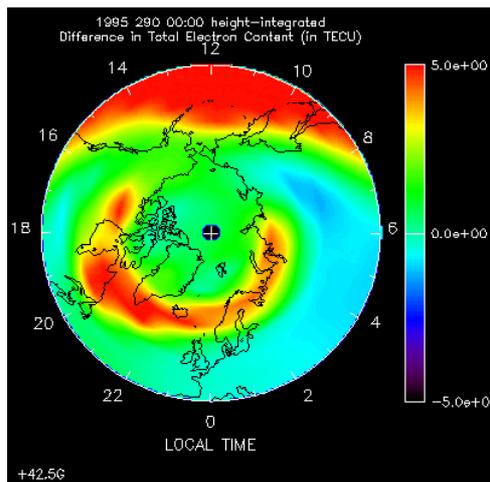


Fig.3: Differenza del contenuto Elettronico totale TEC, tra la parte illuminata e la parte oscura del globo, variazione che influenza in modo decisivo la propagazione sulla gamma dei 12 metri rendendola una frequenza prevalentemente diurna. Si nota l'elevato contenuto elettronico nella fascia attorno ai poli. Il contributo di questa ionizzazione aggiuntiva non è del tutto chiaro: in linea di massima si tratta di un'ulteriore fonte di attenuazione (specie per quei segnali che lambiscono i poli) ma in certi momenti può favorire la propagazione.

### Meteorologia spaziale e ciclo solare

Riporto di seguito un possibile modello di previsione che tiene conto dell'intensità del flusso solare abbinato al livello di attività geomagnetica, la propagazione è influenzata dal campo magnetico anche se in maniera meno sentita rispetto alle gamme inferiori dello spettro, quindi le condizioni migliori soprattutto per quei percorsi più esposti come quelli che attraversano le aree polari, si hanno con bassi indici K ed A.

- Indice K <3 (indice A <16) – SFI flusso solare da 150 a 200 -----> Propagazione da buona a ottima
- Indice K da 3 a 4 (indice A da 16 a 27) – SFI flusso solare da 120 a 150-----> Propagazione da sufficiente a buona
- Con indice K da 5 a 6 (indice A da 48 a 80) la propagazione inizia a deteriorarsi anche con elevati valori del flusso
- Indice K da 7 a 9 (indice A da 140 a 400) la propagazione è scadente o addirittura chiusa
- Fase massima del ciclo: Due anni prima e due anni dopo la fase culminante, sono possibili collegamenti verso tutte le direzioni con frequenti aperture anche parecchie ore dopo il tramonto.
- Fase intermedia del ciclo: La gamma è aperta alle medie e basse latitudini, ma solamente nelle ore di luce, con rare aperture dopo il tramonto.
- Fase minima del ciclo: In anni di attività calante le ore di apertura via F2 diminuiscono progressivamente e la propagazione quindi è spesso chiusa anche durante le ore del giorno, le aperture dopo il tramonto sono eccezionali e in corrispondenza con le condizioni migliori.

Tutte le osservazioni sono riferite ad una latitudine media come quella del Nord Italia e dell'Europa centrale, al variare della latitudine cambiano progressivamente le condizioni che migliorano andando verso sud e peggiorano andando verso Nord. (Le MUF salgono progressivamente andando verso l'equatore). Ho avuto modo di discutere di propagazione in svariate occasioni con OM situati alle alte latitudini, Scandinavia e perfino Alaska, e mi confermano che le gamme chiudono sempre molto prima, le finestre propagative sono sempre abbastanza ridotte e i segnali molto forti sono abbastanza rari. A queste latitudini la propagazione è più esposta al variare delle condizioni.

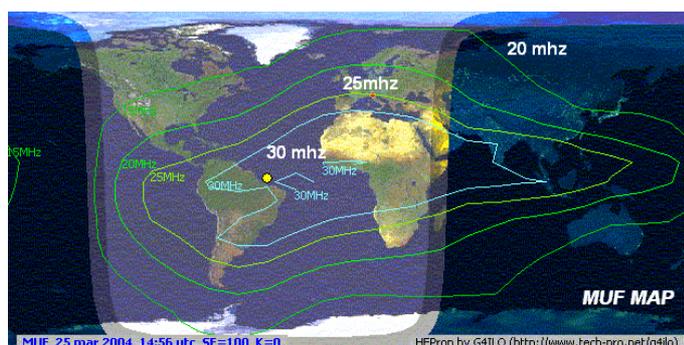


Fig.4: Grazie al programma HFPROP di G4ILO, ho elaborato questa carta indicativa con un flusso solare pari a 100 e calma geomagnetica, ricavata in uno dei momenti stagionalmente migliori per il DX, cioè a cavallo degli equinozi. In Estate per esempio, il sole più alto per molte ore al giorno è causa di maggiori attenuazioni, le regioni D ed E presentano una densità più alta, con la conseguenza che la gamma (il discorso vale anche per i 10 metri) nei pomeriggi estivi è migliore dei 17 e 20 metri. La mappa riassume parzialmente i discorsi fatti precedentemente, in altre parole delle MUF progressivamente decrescenti dai poli all'equatore, le MUF sull'Italia stazionano attorno ai 25 Mhz, rendendo teoricamente agibile la gamma dei 12 metri.

### Zona d'ombra

Vorrei approfondire in quest'occasione il concetto di zona d'ombra ossia della distanza limite entro la quale il segnale non è ricevibile, distanza che dipende oltre che dalla frequenza, dall'intensità del flusso solare e del valore del campo geomagnetico Deducibile dall'indice K. Essa aumenta con la frequenza e diminuisce con alti valori del flusso solare SFI, perché il punto di riflessione ionosferica si abbassa progressivamente. La zona d'ombra sui 12 metri è piuttosto ampia e in ogni caso comunemente superiore ai 1000 Km, lo skip aumenta per la propagazione in direzione nord e tende a diminuire verso sud.

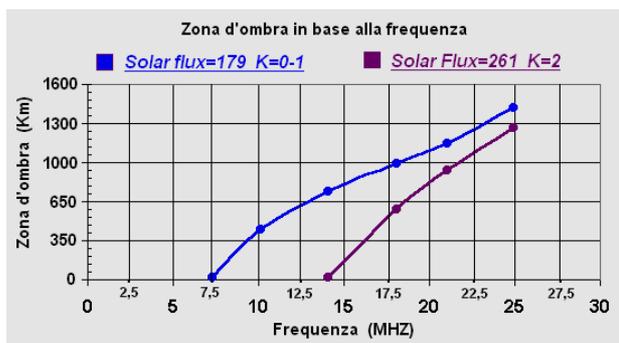


Fig.5: Il diagramma riporta la relazione della zona d'ombra con la frequenza e mostra come le distanze possono variare notevolmente in base ai valori del flusso solare. Si tratta lo stesso di curve riferite a valori elevati di flusso solare.

### Grey Line

Allo stesso modo di quanto avviene per le gamme più basse, è possibile sfruttare il positivo effetto della grey line, contrariamente però a quanto avviene nella parte bassa dello spettro HF, dove le condizioni migliori per lavorare lungo il terminatore si hanno in genere passando dalla notte al giorno e quindi di primo mattino, sulle gamme più alte come i 12 metri, le condizioni favorevoli si hanno sul lato illuminato che si va oscurando con la sera. Il "tempo utile" è legato al momento del ciclo solare.

### Posizione geografica

Sulle frequenze più elevate e in particolare per il Dx, assume una particolare importanza la posizione geografica. Con un'orizzonte coperto anche di pochi gradi i collegamenti via F2 su gamme come i 12 e i 10 metri sulla lunga distanza, diventano difficili, (per i collegamenti a skip corto i problemi diminuiscono notevolmente, così come diminuiscono notevolmente per il dx nelle gamme inferiori delle onde corte, le gamme basse infatti, sono meno penalizzanti a livello di posizione geografica). Mi ha colpito e condivido un articolo pubblicato su Radio Rivista molti anni orsono, scritto da Edo Bini, i2bat, che grazie a delle intelligenti considerazioni e a dei calcoli trigonometrici, riferiva come il dx diventi davvero proibitivo per quelle stazioni che hanno l'orizzonte coperto e andando anche oltre fornisce dei limiti critici che dovrebbero essere i seguenti:

- 6° per i 10 metri
- 7° per i 12 metri
- 8° per i 15 metri
- 15° per i 20 metri

A conferma di tutto questo vorrei sottolineare il fatto che alcuni OM che abitano in prossimità delle Alpi mi hanno riferito della grande difficoltà a collegare stazioni dx in direzione Nord (west Coast del Nord America e soprattutto l'Alaska), nonostante l'utilizzo di stazioni efficienti.

## Propagazione sui 30 metri

### Caratteristiche generali

La propagazione di questa gamma presenta delle caratteristiche davvero interessanti soprattutto per il fatto di essere meno influenzata dal ciclo solare e perché unisce contemporaneamente le caratteristiche delle gamme diurne e notturne. Le tipiche variazioni stagionali e giornaliere sono meno marcate e permette ottimi collegamenti dx in quasi tutti i periodi, si tratta però di una gamma poco conosciuta e poco studiata anche perché si può trasmettere solo in telegrafia e questo ne limita il bacino d'utenza, e contribuisce a diminuire l'interesse per lo studio. Le condizioni sono simili ai 40 metri ma soprattutto nel periodo estivo possiamo riscontrare molte delle caratteristiche della gamma dei 20 metri, durante il giorno si riscontra uno skip compreso tra i 600 e i 2000 Km. che si allunga progressivamente verso le ore notturne dove è possibile cercare il dx verso l'emisfero buio, la gamma quindi è aperta 24 ore al giorno. Tuttavia la banda è soggetta al livello di ionizzazione della regione E e F e alla notte negli anni di ciclo solare al minimo è

spesso sopra le MUF per molti percorsi Dx, mentre durante il giorno, nella fase più bassa del ciclo, è spesso la più alta frequenza utilizzabile.

### Assorbimento

L'assorbimento gioca ancora un ruolo importante, i collegamenti dx vanno cercati sempre sui percorsi prevalentemente crepuscolari. Rispetto ai 40 metri però le aperture possono essere più lunghe e il dx favorito dal livello di rumore sia atmosferico sia locale, notevolmente più basso, anche per questo la gamma è ottima per il qrp.

Sono favorite le direzioni con il percorso prevalentemente in ombra, quindi alla sera verso est, e nella direzione opposta al primo mattino.

### Meteorologia spaziale e Propagazione

La gamma non è eccessivamente sensibile al flusso solare, però ha bisogno di indici geomagnetici bassi. La propagazione anche qui necessita di bassi valori degli indicatori Geomagnetici K ed A i soprattutto per i collegamenti sulle distanze più lunghe e tra i due emisferi, quando il segnale necessita di transitare sull'equatore. Valori elevati del campo geomagnetico ostacolano la propagazione soprattutto su percorsi polari e inibiscono parzialmente o totalmente l'effetto positivo della propagazione crepuscolare (importante anche per la gamma dei 30 metri). Noi sappiamo che quando gli indici sono molto alti, si ha un progressivo deterioramento della regione D con conseguente incremento dell'assorbimento, la gamma infatti risente ancora in modo importante dell'attenuazione D. La regola generale è sempre la stessa: le condizioni sono migliori quando l'attività geomagnetica è bassa anche nelle 24/36 ore precedenti e il valore del flusso solare SFI si mantiene, questo perché a causa della costante di tempo, gli effetti di un rialzo dell'attività si risentono dopo qualche giorno, pertanto per una previsione più attendibile, è consigliato un monitoraggio sul medio-lungo periodo.

Di seguito riporto alcuni dati indicativi sulle condizioni degli indici relativi alla gamma dei 30 metri:

- Indice K <1 (indice A <4) – SFI flusso solare da 120 a 150 -----à Propagazione ottima
- Indice K da 2 a 3 (indice A da 7 a 16) – SFI flusso solare da 90 a 120-----à Propagazione buona
- Indice K >3 (indice A > 27) – SFI flusso solare da 70 a 90-----à Propagazione normale
- Con indici K>4 e A >48 e valori di SFI flusso solare < 70 -----à Propagazione scadente

Abbiamo fin qui parlato di fase alta e bassa del ciclo, poiché però questo non è un valore numerico quantificabile, riporto di seguito una situazione oggettiva e quantificata numericamente di come sia considerata la situazione del ciclo solare in base ai valori del numero di macchie e del Flusso solare:

- Numero di macchie SSN < 50 – Flusso solare SFI < 100 -----à Fase bassa del ciclo
- Numero di macchie SSN da 50 a 90 – Flusso solare SFI da 100 a 140 -----à Fase media del ciclo
- Numero di macchie SSN da 90 a 120 – Flusso solare SFI da 140 a 170 -----à Fase medio alta del ciclo
- Numero di macchie SSN >120 – Flusso solare SFI >180 -----à Fase alta del ciclo

Ricordo che la relazione tra numero di macchie e flusso solare, anche se proporzionale non segue una legge lineare

L'indici di flusso parte da un valore minimo di 67, mentre il valore massimo è stato fissato a 300, perché è il valore più alto registrato e finora mai superato.

### Propagazione via strato E

La regione E si trova compresa tra i 90 e i 130 km di quota e tende a sparire durante la notte, la ionizzazione più intensa, infatti, si riscontra qualche ora dopo la levata del sole e diminuisce progressivamente dopo il tramonto, rimane però un più o meno denso livello di ionizzazione residua che talvolta influenza anche la propagazione notturna. In linea di massima questo strato supporta la propagazione diurna nella gamma dei 30 metri, mentre il residuo notturno può favorire concorrere alla propagazione sulle lunghe distanze analogamente a quanto avviene nella bande più basse per la formazione delle guide d'onda ionosferiche.

### Conclusioni

Si conclude qui la serie di articoli dedicata allo studio della propagazione su tutte le gamme amatoriali delle HF che è stata realizzata Abbinando la parte teorica all'esperienza operativa dell'autore e di altri OM. La vasta letteratura dedicata alla propagazione Ionosferica ed HF, si limita a fare dei brevi cenni sulle caratteristiche della propagazione su ogni singola gamma, l'obiettivo di questa ricerca è quello di approfondire ulteriormente la materia e di stimolare l'interesse alla ricerca e allo studio sulla propagazione HF. Per chi interessa la serie è così composta:

- Propagazione sui 160 metri
- Propagazione sugli 80 metri
- Propagazione sui 40 metri
- Aurora sui 40 metri
- Propagazione sui 20 metri
- Propagazione sui 15 metri
- Propagazione sui 10 metri
- Propagazione sulle bande WARC 30, 17 e 12 metri

### Note:

(1) Riporto di seguito una tabella che riassume, in base ai gradi di latitudine, le tre fasce che convenzionalmente vengono distinte. Quando si parla di propagazione.

Scala latitudine geomagnetica:

- Alte latitudini: 0-20 gradi
- Medie latitudini: 20-60 gradi
- Basse latitudini: 60-90 gradi

F.Egano, ik3xtv Amateur Radio Propagation studies web: [www.qsl.net/ik3xtv](http://www.qsl.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>

Indagine sulla propagazione - Skip corto e concentrazioni ionosferiche sulle varie bande. E.Bini, i2bat – Radio Rivista

Arrl - American radio relay league

Luxorion project [www.astrosurf.com](http://www.astrosurf.com)

Ionospheric Physics of Radio Wave Propagation Edwin C. Jones, MD, PhD (AE4TM) Department of Physics and Astronomy, University of Tennessee

Elaborazione mappe propagative con il programma HFPROP di J.Moss, g4ilo.