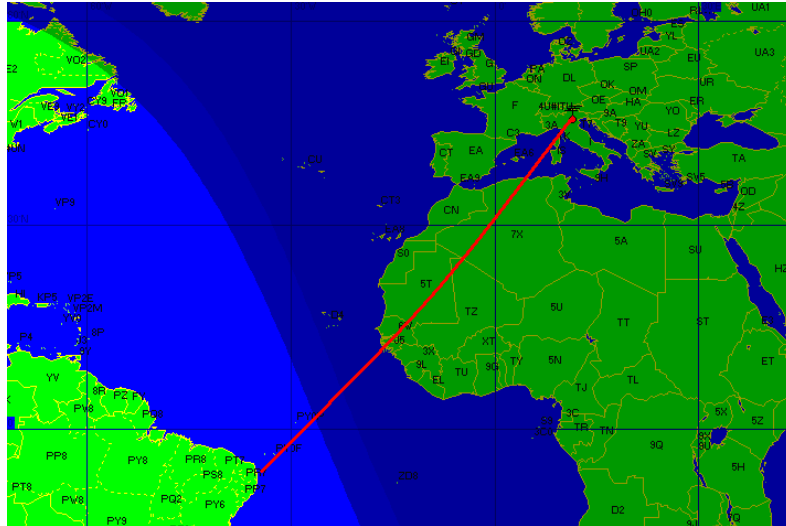


# Elementi di Radiopropagazione

## Considerazioni su alcune anomalie nella Propagazione HF e su alcuni interessanti collegamenti DX

### Anomalia 14 MHz PY7XC

Mercoledì 4 Dicembre 2002, ore 19.36 UTC, le bande alte, 20 metri compresi, sono già chiuse, l'ascolto sistematico dei beacons conferma la chiusura delle bande, le MUF sono scese al di sotto dei 10 Mhz. In 20 metri, alle 19.36 UTC ascolto un segnale forte 5/9 ma caratterizzato da molto fading proveniente dal Brasile, era la stazione PY7XC dall'Isola di Itamaracá (Iota SA-046) situata al largo di Recife'.

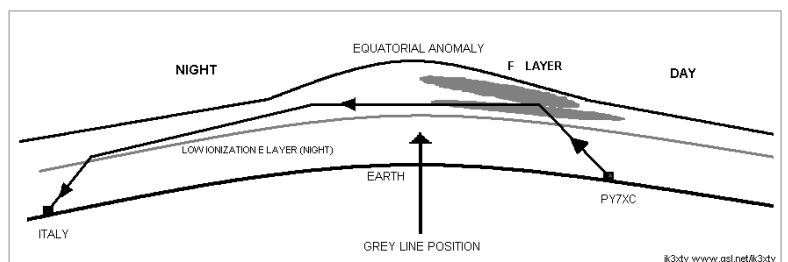
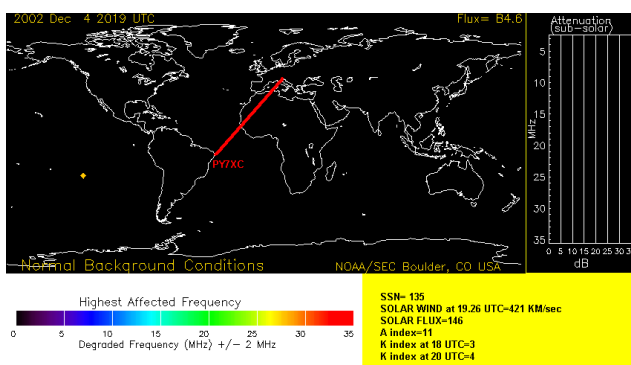


#### Ipotesi

Il collegamento potrebbe aver goduto dell'effetto combinato dell'anomalia equatoriale e della Grey line, posizionata sopra l'Oceano Atlantico a cavallo dell'equatore geomagnetico. Il segnale di PY7XC potrebbe essere entrato all'interno della guida d'onda che si forma sopra l'equatore geomagnetico, indotta dalla pressione di radiazione equatoriale e convogliato poi per una serie di riflessioni multiple verso l'Europa, sfruttando le ionizzazioni residue della regione E. Il segnale era soggetto a forte evanescenza dovute alle riflessioni multiple provocate dal passaggio all'interno dell'anomalia equatoriale, dove gli ammassi sigariformi di elettroni sono in continuo movimento a causa della differente pressione di radiazione solare Tra la zona illuminata e la zona in oscurità. Il campo magnetico era in quiete, e come sappiamo questa è una condizione importante per la dinamica della propagazione in generale, e soprattutto via "Equatore". L'indice K alle 18 Utc era a 3 e anche se l'attività era in aumento, raggiungendo un valore di 4 alle 20 Utc, l'effetto alle basse latitudini è ritardato.

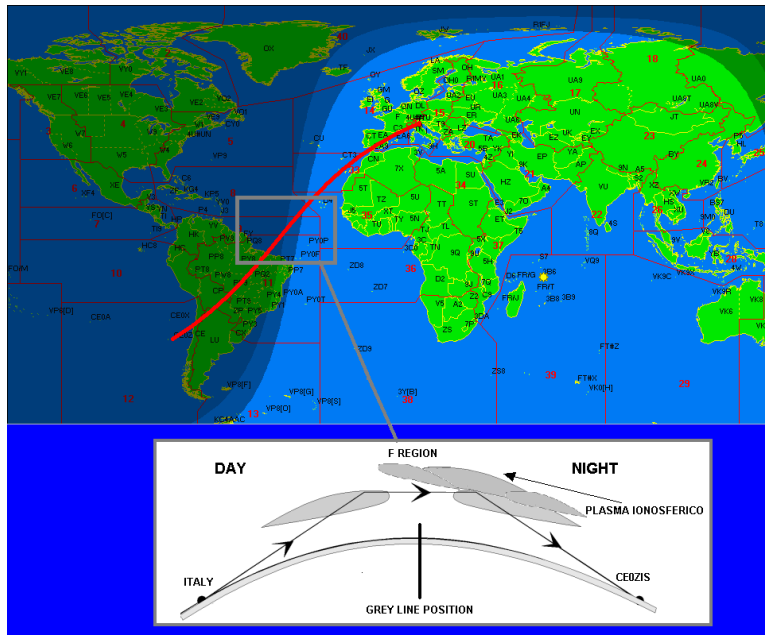
#### Ionizzazione residua dello strato E

Ritengo importante per la dinamica di molti collegamenti la ionizzazione residua dello strato E, che come sappiamo diminuisce progressivamente dopo il tramonto. Il livello di ionizzazione, comparato con il grado di opacità relativo a una determinata frequenza (sappiamo che la capacità riflessione dello strato E aumenta con il diminuire della frequenza), assume un ruolo importante per la diffusione dei segnali, trovandosi più in basso della regione F, si possono formare delle guide d'onda tra strato E e strato F capaci di trasportare i segnali, per riflessione multipla a grandi distanze. L'osservazione sistematica della propagazione utilizzando la catena dei beacons della NCDXF, mi induce a pensare che la propagazione avvenga in modo diverso da quanto la teoria classica insegna (ricordo a proposito un articolo di MARINO MICELI I4SN, dove sosteneva questa teoria) cioè una propagazione per salti multipli tra ionosfera-terra-ionosfera. Effetti combinati tra le varie regioni ionosferiche aventi gradienti di ionizzazione differenti, anomalie geomagnetiche, effetti della Grey line ecc. avvengono molto più spesso di quanto si possa pensare. Non si spiegherebbero altrimenti i collegamenti fatti per esempio da stazioni Qrp, dove la somma delle perdite e delle attenuazioni applicando la teoria classica dei salti multipli renderebbe impossibile sulla carta il collegamento.



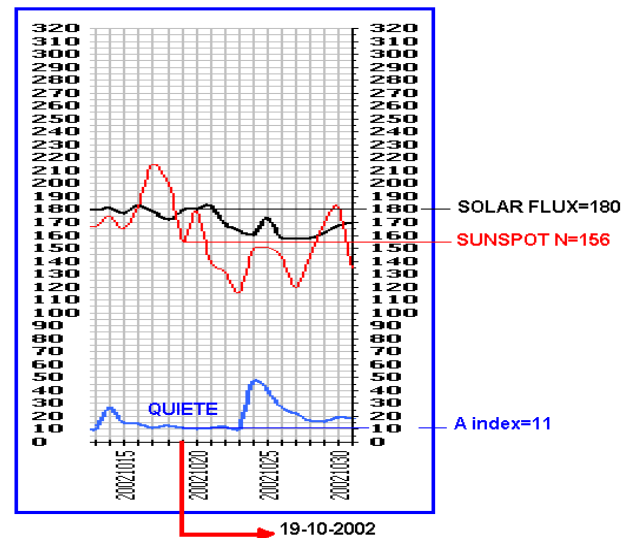
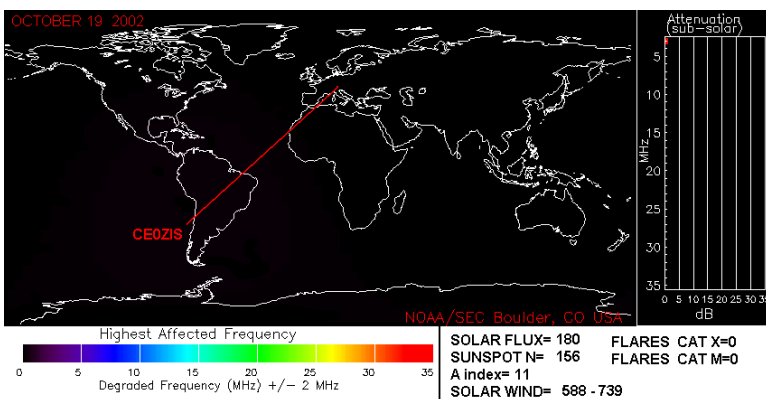
# 18 Mhz – Dx con Juan Fernandez Island - CE0Z

Sabato 18 Ottobre, 2002 mi metto presto in radio , fuori c'e' una bellissima giornata di sole, ma nonostante questo mi fermo ad ascoltare in banda 17 metri, provo a fare qualche chiamata con l'antenna verso Nord ma senza risposte, attorno alle 9 ora locale ascolto un tremendo pile - up a 18,138 Mhz , era l'amico Eliazar CE0ZIS che trasmetteva dall'arcipelago Juan Fernadez, Isola Robinson Crusoe, situata nell'oceano Pacifico al largo del Cile. Dopo molti tentativi (e con fatica) sono riuscito a "passare", Eliazar riceveva chiamate da tutta Europa e Giappone, mentre sembrava chiusa (per lui) la propagazione per il Nord America (infatti, il percorso si trovava in totale oscurita'). Per me si tratta, oltre che di un "New one" , anche di un bel collegamento Dx, poiché in direzione Cile e Sud America in generale , non ho mai avuto uno Skip favorevole. ( Le vicine montagne del Carega che sono proprio in quella direzione certamente non aiutano ), il segnale infatti non era fortissimo , massimo 5/7 e con molto fading, i collegamenti verso questa direzione per me non sono mai stati facili, anzi penso che il dx sia stato possibile perche' le condizioni di propagazione nelle bande erano generalmente buone , confermate anche dai dati relativi all'attiva' geomagnetica e solare.



## Situazione Geomagnetica

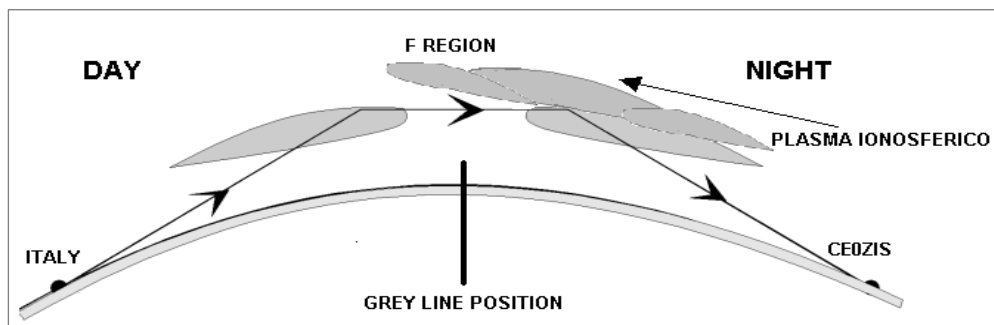
Nel grafico riportato sotto, ho estrapolato la situazione dei dati solari del 19 Ottobre e dei giorni precedenti, il campo geomagnetico come si vede dalla curva di colore azzurro era in quiete, con valori buoni anche per il flusso solare e il numero di macchie (rispettivamente 180 e 156), pertanto la situazione solare - geomagnetica era favorevole, c'e' da dire che questi dati sono confermati dal fatto che nessun flares di categoria M e X si e' verificato in questo periodo, a conferma del campo geomagnetico in quiete. (I flares, sono eventi solari che emettono una fortissima energia, che è irradiata verso la terra, con conseguenze negative sulle condizioni della propagazione , con forte aumento dell'assorbimento della regione D e tempeste geomagnetiche).



## Considerazioni

Il collegamento potrebbe aver goduto dei vantaggi derivati dall'insieme di due fattori : dell'Anomalia equatoriale , la stessa anomalia che s'incontra nei percorsi nord -sud (la TEP, propagazione transequatoriale si avvale di quest'anomalia) , come per esempio tra Italia e Sud Africa, ma che in determinate occasioni, potrebbe avvenire anche su percorsi per così dire "spostati" ma che attraversano sempre l'equatore geomagnetico, e dell'effetto positivo della gray line , la linea del terminatore infatti si trovava sopra l'oceano

Atlantico, quindi all'incirca alla meta' del percorso. I treni d'onde che arrivano al terminatore, soprattutto per la regione F, trovano una situazione di grande agitazione. In quest'area da una parte cessa la pressione di radiazione solare che invece e' accentuata nella parte illuminata. Il plasma ionosferico e' quindi spinto continuamente dalla parte in luce verso quella oscura. Si formano degli ammassi sigariformi orientati secondo le linee di forza del campo geomagnetico, queste strutture si estendono per circa 2000 km a nord e a sud dell'equatore magnetico, i raggi incidenti sono deviati a causa del differente gradiente che incontrano oltre alla possibilita' che si formino delle guide d'onda all'altezza della regione F. Anche se questo collegamento non puo' essere definito TEP (Propagazione transequatoriale), quando i percorsi sono a cavallo dell'equatore geomagnetico, e attraversati dal terminatore, possono comunque verificarsi queste situazioni, a condizione in genere che il campo geomagnetico sia in quiete. Come gia' si e' detto il segnale di CE0ZIS arrivava con molto fading, provocato dal passaggio dei treni d'onde a cavallo dell'equatore magnetico, dove il moto e il disordine degli ammassi sigariformi causano continue variazioni dell'indice di rifrazione.

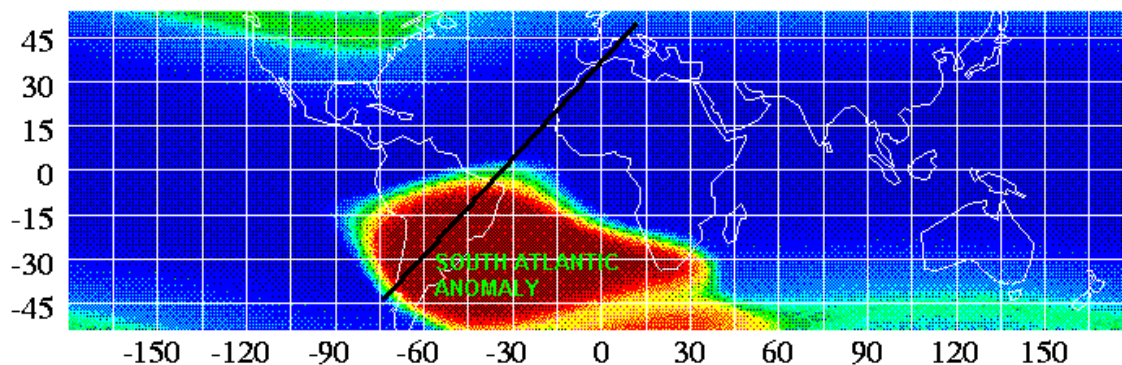


### Anomalia Equatoriale

Una delle piu' interessanti caratteristiche della ionosfera tropicale e' l'anomalia equatoriale e consiste nel fatto che nelle zone comprese tra 20 e 30 gradi, sia a Nord che a Sud dell'equatore geomagnetico, l'influenza della distanza zenitale del sole sulla concentrazione elettronica dello strato F2 e' notevolmente diversa da quella che ci si aspetta. La radiazione solare, specialmente raggi ultra-violetti, provocano la ionizzazione dell'aria rarefatta e quindi troviamo una grande densita' elettronica nella regione tropicale e un'elevata quantita' di elettroni liberi provocati dal vento solare che si allineano seguendo le linee di forza del campo magnetico terrestre. Si formano quindi delle masse sigariformi allineate secondo il campo geomagnetico. Se l'attivita' solare e' relativamente alte, queste masse sigariformi hanno una densita' di ionizzazione piu' elevata dello strato F ordinario e si comportano come le pareti di una gigantesca guida d'onda in grado di convogliare per circa 4000 Km. (a cavallo dell'equatore geomagnetico) i segnali. Le discontinuita' presenti poi ai bordi permettono ai treni d'onde di entrare ed uscire dalla guida.

### Anomalia Sud Atlantica

Quindi i percorsi lambiscono la zona del sud Atlantico potrebbero esserci delle influenze da parte dell'anomalia Sud Atlantica, anche se PY7XC si trova piu' a nord rispetto all'area geografica interessata dall'anomalia, quest'ultima lambisce la zona dell'equatore geomagnetico, (come si vede dalla figura sotto), pertanto l'ipotesi di una interazione tra SAA (South Atlantic Anomaly) e anomalia equatoriale non e' da trascurare. Quando i percorsi dei segnali toccano questa zona della terra, non trascuro mai l'effetto che la SAA potrebbe indurre sui treni d'onde incidenti, ricordo che in certe condizioni geomagnetiche, la SAA si avvicina molto alla terra (200 Km) e praticamente arriva a toccare la regione F



### Guide d'onda

Talvolta la regione F2 si presenta, in certe particolari condizioni, come una gigantesca guida d'onda che intrappola i fasci incidenti e li fa tornare a terra a distanze grandissime; questo si puo' verificare specialmente quando i fasci lambiscono la zona crepuscolare tra notte e giorno, dove la ionosfera, al comparire del sole, subisce repentini cambiamenti; fenomeni analoghi si possono avere per quei treni d'onde che lambiscono la zona del polo nord, in coincidenza con aurore boreali, allora si hanno collegamenti eccezionali con potenze piccolissime.

## Propagazione verso il Giappone in 18 Mhz

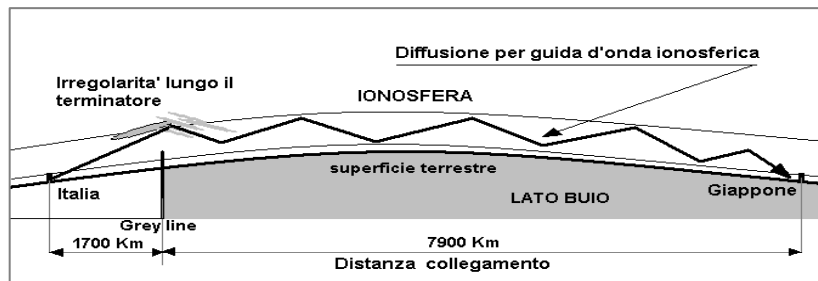
Il giorno 12 Marzo 2003, alle ore 16 Utc, si e' verificata un'eccezionale apertura di propagazione sulla banda dei 17 metri, tra il nostro paese e il Giappone. (Short path) Ho ascoltato con segnali stabili (non soggetti a scintillamento) e oltre l'S 9 le stazioni **JK1UVP**, **JR2BJE**, **J11TMH**, l'intensita' del segnale ha raggiunto picchi di 20 dB oltre il 9. Vediamo un po' piu' da vicino la propagazione.

### Campo Geomagnetico

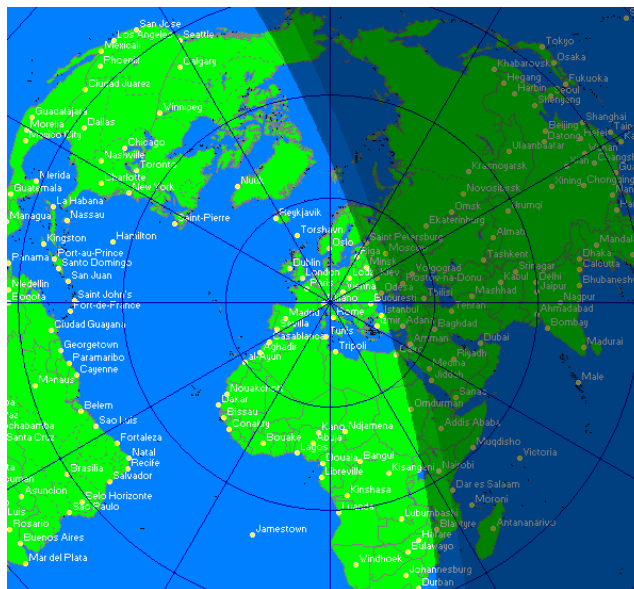
Ancora una volta abbiamo la conferma che la buona propagazione e' legata ad un campo geomagnetico in quiete, l'indice dell'attivita' geomagnetica K era pari a 2, quindi in una situazione molto tranquilla, confermato anche dal basso valore del vento solare. Un campo geomagnetico in quiete significa, una regione F priva di forti turbolenze, e questa e' una condizione importante per avere una buona rifrazione e riflessione dei treni d'onde all'interno degli strati. Infatti, quando la regione F si presenta uniforme le condizioni di propagazione sulle lunghe distanze sono migliori.

### Guide d'onda

L'impressione e' che si formino delle guide d'onda, capaci di trasportare i segnali a distanze grandissime e con poca attenuazione. Le aperture che avvengono spesso al mattino per la stessa area geografica, pero' nella direzione opposta (via long path) Rafforzano ulteriormente questa teoria. E' possibile che avvengano fenomeni di focalizzazione lungo il percorso, analogamente a quanto avviene alle emissioni di luce visibile, in grado di focalizzare e quindi abbassare fortemente le attenuazioni. Le guide d'onda, sono governate dal livello di attivita' geomagnetica e dal grado di ionizzazione degli strati ionosferici all'interno dei quali avvengono delle riflessioni diffuse, tuttavia la guida d'onda potrebbe formarsi tra lo strato ionosferico riflettente in alto e la superficie terrestre in basso, anche se sono piu' propenso per la prima ipotesi.



Nella figura sopra ho ricostruito la dinamica del percorso dei segnali verso il Giappone, rispettando la geometria terrestre e l'altezza ipotetica dello strato ionosferico riflettente, che ho stimato attorno ai 200 Km, ho riportato quindi il disegno in scala tenendo presente il raggio terrestre di circa 6300 chilometri. La reale dimensione della terra e degli strati ionosferici sono importanti per raffigurare e comprendere l'ipotesi di propagazione Dx per guide d'onda ionosferiche. Si tratta di una teoria divergente dalla classica raffigurazione della propagazione per salti ionosferici, ma ipotizzata da altri Om soprattutto Nord Americani e dallo stesso Marino Miceli.

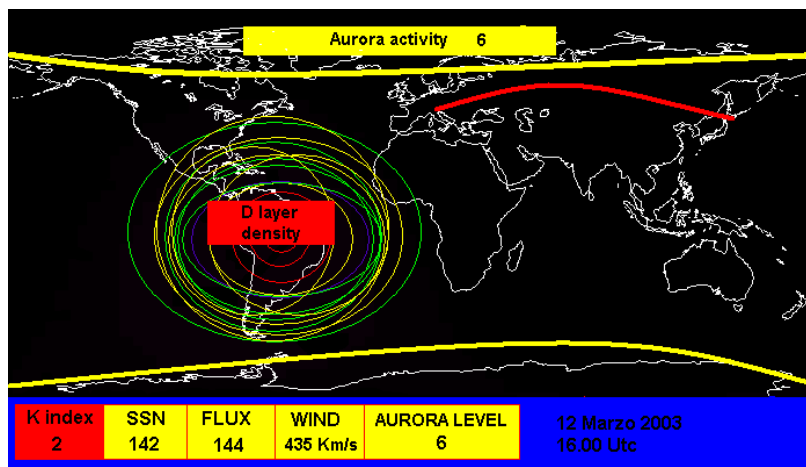


La carta azimutale in alto mostra la posizione del terminatore alle 16 utc del 12/03/2003, il percorso dei segnali e' prevalentemente in oscurita', la distanza complessiva (short path) per il Giappone e' di circa 9600 chilometri, la tratta si trova per circa 1700 chilometri sulla ionosfera illuminata e per i rimanenti 7900 chilometri sul lato buio.

### Considerazioni

I segnali dal Giappone arrivavano per la via breve su una distanza di circa 9600 chilometri, principalmente sul lato oscuro. Questo significa uno scarso assorbimento poiche' non era presente la regione attenuante D, come riportato nella figura sotto. Lo strato D presenta il massimo del picco nel punto di massima irradiazione, quindi centrato sopra l'America del sud. La linea grigia congiungeva la Finlandia, la Bielorussia, l'Ucraina, passando sopra il Mar Nero fino alla parte Asiatica della

Turchia, il segnale giunto all'incirca all'altezza della Bielorussia incontra l'area del terminatore, dove per effetto del repentino cambiamento del gradiente ionosferico causato dalla differente pressione di radiazione solare, entra in questa ipotetica guida d'onda e , dopo aver attraversato tutta la Siberia, giunge fino all'estremo Oriente.



I percorsi favorevoli quindi dipendono da un insieme di variabili, che interagiscono tra loro.

Le condizioni importanti da verificare sono, secondo le mie osservazioni , le seguenti:

basso valore dell'attività geomagnetica, quindi valori dell'indice K molto bassi , basso assorbimento della regione D, quindi la posizione del terminatore e del cono di radiazione solare in generale assumono un'importanza fondamentale poiché è il livello dell'irradiazione solare a determinare le condizioni degli strati, e qui entrano in gioco gli indici solari capaci di ionizzare l'atmosfera per attivare le possibili guide d'onda. Quindi la propagazione è possibile in una determinata direzione solamente solo quando certi parametri sono soddisfatti, assumendo valori sempre più selettivi all'aumentare della distanza dei collegamenti e quindi dei percorsi ionosferici.

#### 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

<http://hfradio.org/propagation.html>

Flavio Egano IK3XTV

[www.qsl.net/ik3xtv](http://www.qsl.net/ik3xtv) Propagation Studies