

# HB9ALO, la propagazione delle onde elettromagnetiche

## Indici di misura

- Sunspot number **SN** o indice **R** ( numero di Wolf )

**0 - > 200** numero macchie solari ( ciclo di 11 anni )

Nel massimo del ciclo beneficiano le bande di f alte (R=200 > MUF)

Nel minimo del ciclo beneficiano le bande di f basse (R= 0 > LUF)

(**Rmax HF**=10 12 15 17 20m **VHF**=6m) (**Rmin MF**=160m **HF**=30 40 60 80m)

- Solar Flux Index **SFI** (**1SFU =  $10^{-22} \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{Hz}^{-1}$** )

**60 - 300** flusso attività solare (misurato a 2.8 GHz  $\lambda = 10.7\text{cm}$ )

Con il flusso a livello 60 non ci sono macchie solari

Con il flusso a livello 300 si contano > 200 macchie

Il flusso solare è un indicatore della ionizzazione strato F2

La propagazione è favorita quando SFI è grande = >MUF

- Indice Geomagnetico **A** ( misurato in nT= 0 - >500 )

**0 - 400** misura attività geomagnetica (da quieta a severa)

Con valori bassi le condizioni di propagazione sono buone

Con valori alti le condizioni sono pessime >>assorbimento

- Indice Geomagnetico **K** ( misurato in nT= 0 - >500 )

**0 - 9** misura attività geomagnetica (da quieta a severa)

Come per indice A con valori bassi le condizioni sono buone

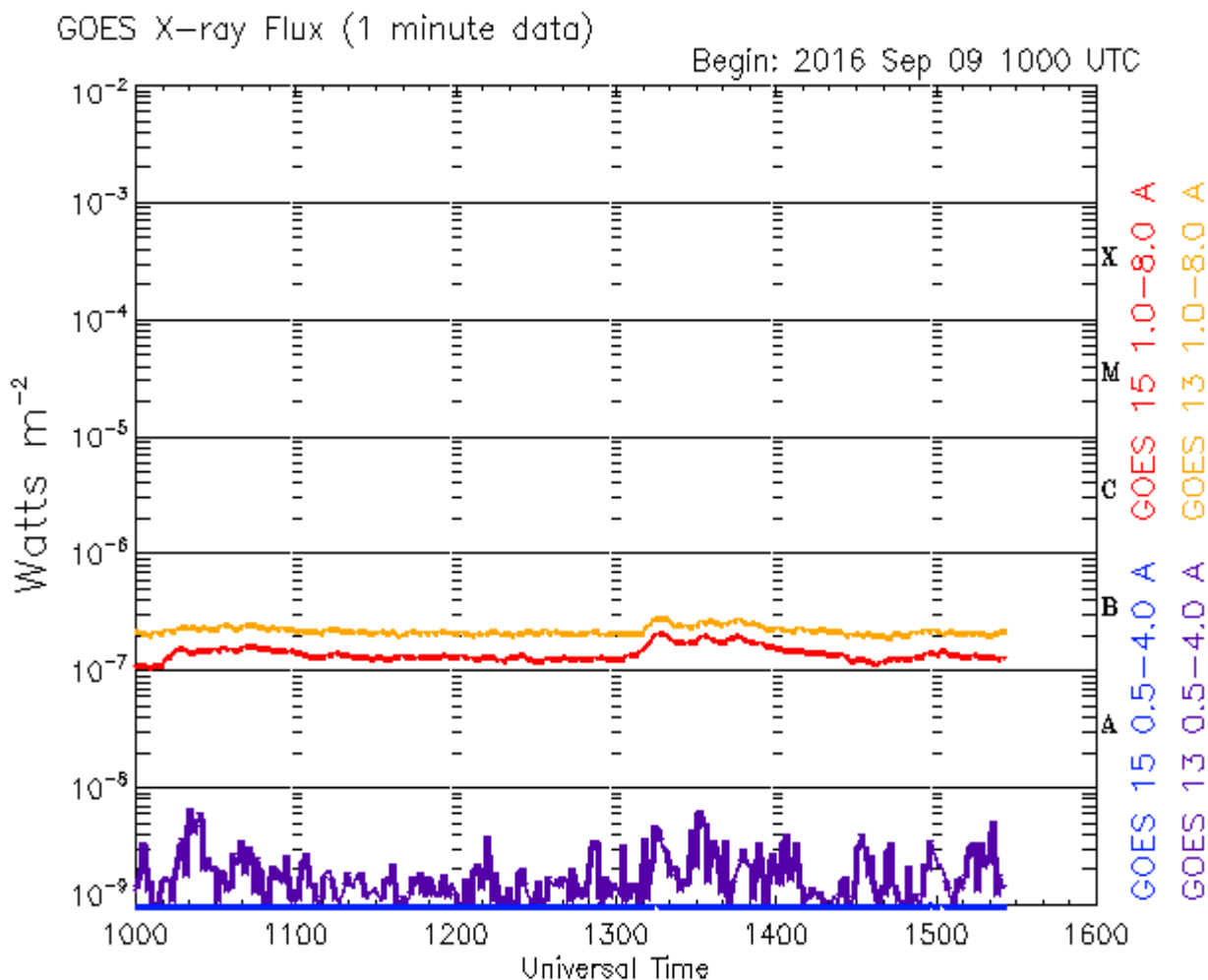
<b>K</b>	flusso (nT)		<b>A</b>
0-1	0-10	Quieta	0-7
2	10-20	Incerta	8-15
3	20-40	Attiva	16-29
4	40-70	Perturbazione minore	30-49
5	70-120	Perturbazione maggiore	50-99
6-9	120-500	Perturbazione severa	100-400

- Indice di Flare Solare ( eruzione ) **X – Ray ( 100-800 pm )**

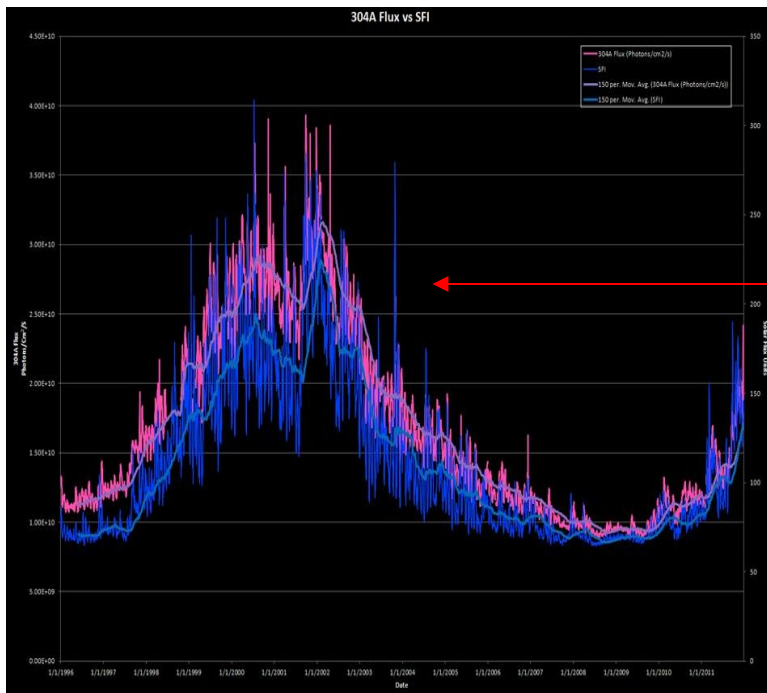
misura della radiazione **X** valutata su 5 scale da **A** a **X** con livelli che producono una diminuzione o un aumento dell'aurora ai poli terrestri, quindi da poca influenza sino al blocco totale delle radiocomunicazioni, spettro **MF HF**  
 La presenza di Flares ionizza fortemente lo strato **D**  
 Lo strato **E** invece é ionizzato da raggi **X** soft (1-10 nm), di notte la sua ionizzazione residua riflette le f **MF**

**Classificazione Flusso gamma (100-800 picometri) (watts/m2) (0.5-4 A e 1-8 Angstrom)**

<b>A</b>	$< 10^{-7}$	<b>Minore</b>
<b>B</b>	$10^{-7} - 10^{-6}$	<b>Moderata</b>
<b>C</b>	$10^{-6} - 10^{-5}$	<b>Forte</b>
<b>M</b>	$10^{-5} - 10^{-4}$	<b>Severa</b>
<b>X</b>	$> 10^{-4}$	<b>Estrema</b>



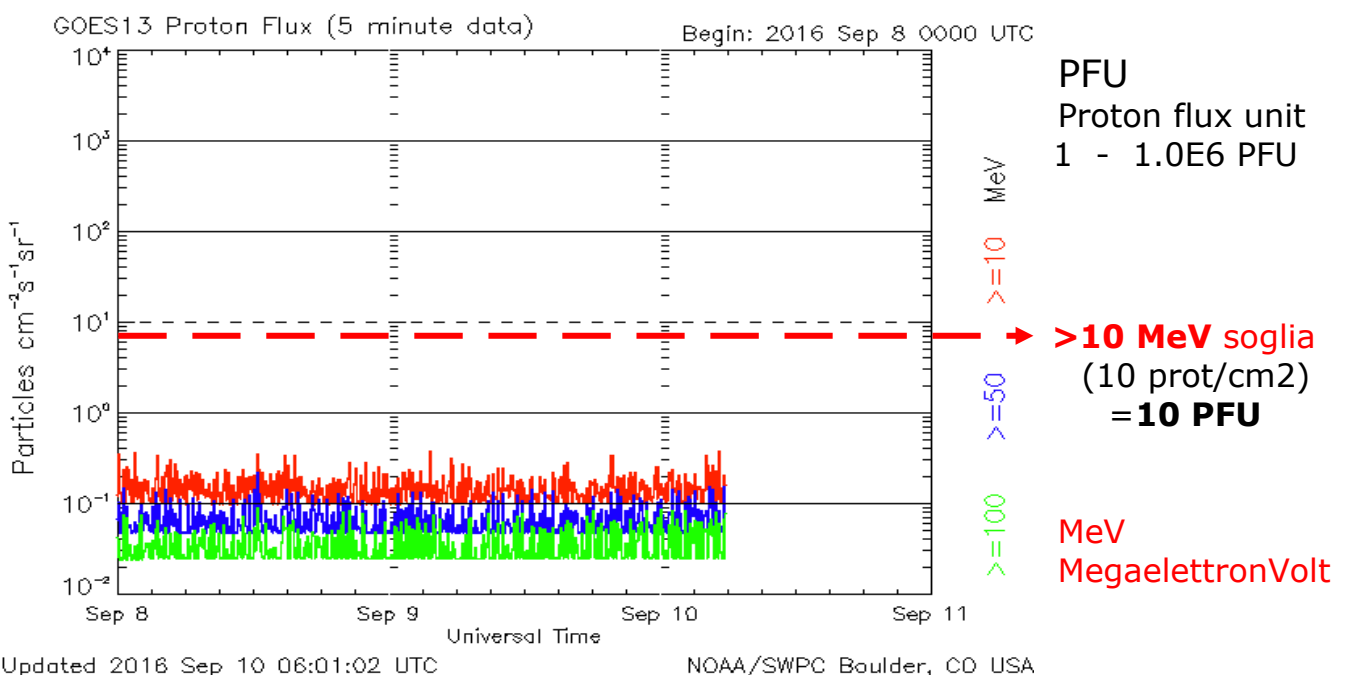
- Indice di misura della radiazione solare **304 A (30.4nm)**  
misura della radiazione **UV** nella scala da **100 - >250**  
( con livello solare al minimo  $\sim 100$  e al massimo  $> 250$  )



Flusso **EUV** misurato a **30.4 nm**  
equivalenti a **304 Angstrom**  
**Estreme UV (10-200 nm)**  
Relazione tra flusso **SFI** e **304A**

Responsabile ionizzazione **F1 F2**  
Comportamento simile a  $\sim$ **SFI**  
Lo strato **E** ( HEAVISIDE )  
invece viene ionizzato con raggi  
**UV** normali (**200-400 nm**)

- Indice di misura del flusso solare di protoni **Pf ( MeV )**  
misura il flusso (generato da Flares) nella scala da **1 - 1.0E6**

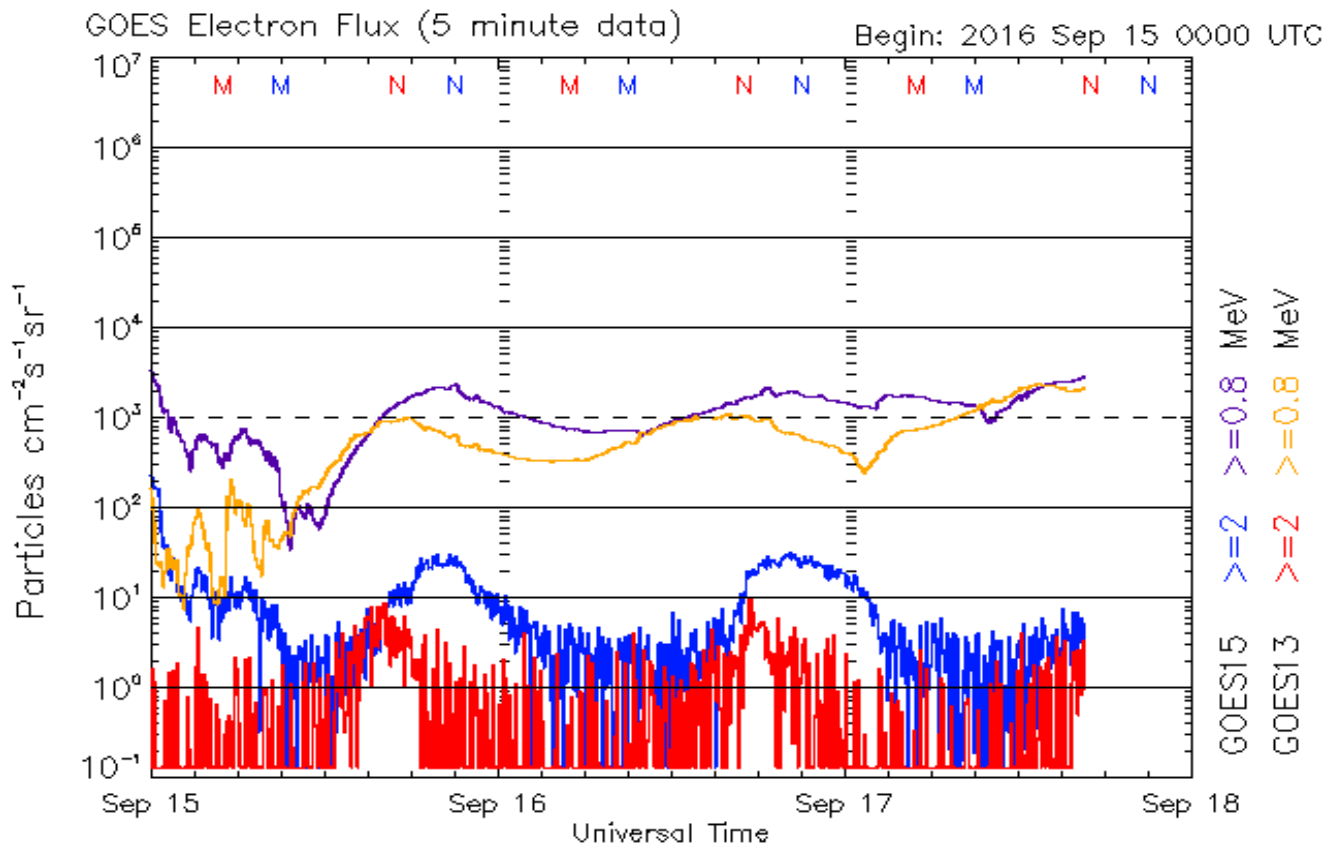


Un aumento **>10** produce un anomalo assorbimento sino black out delle f **MF HF**  
Il flusso ionizza lo strato **D** con conseguente  $>>$  assorbimento e attenuazione  
In questa condizione riflette invece le f **VLF** e lo spettro basso delle **LF** ( SID )

( Sudden Ionospheric Disturbance, disturbo improvviso o effetto MÖGEL-DELLINGER )

- Indice di misura del flusso di elettroni **Ef** ( MeV )

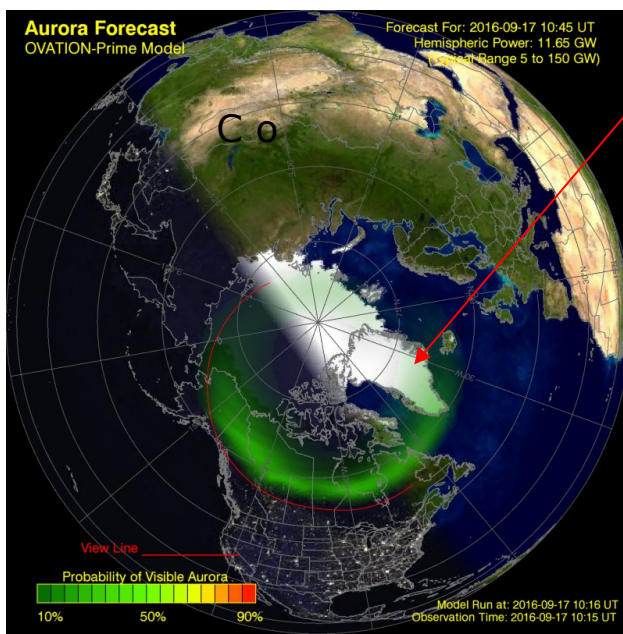
misura il flusso (generato da Flares) nella scala da **<1 - >1.0E3**



Updated 2016 Sep 17 16:46:02 UTC

NOAA/SWPC Boulder, CO USA

Valori nella scala da **0.8 MeV** corrispondenti a  $<1$  particella/cm<sup>2</sup>/s-1 fino ad un valore massimo di **>2 MeV** corrispondenti  $>1.0E3$  particelle. Flusso basso la radiazione di particelle è normale, in presenza di flare il flusso Pf e Ef incrementano (**vento solare di protoni e di elettroni**). Le onde HF sono assorbite o riflesse dalla ionosfera = f. (vento solare). Con valori piccoli si hanno condizioni DX senza nessun impatto, mentre per valori alti si arriva al completo black out delle HF nelle regioni polari.



Influenza della

concentrazione di elettroni **Ef**

sul campo geomagnetico

e sull'ovale aurorale ( **Au** )

Il flusso **Pf** ha la stessa influenza

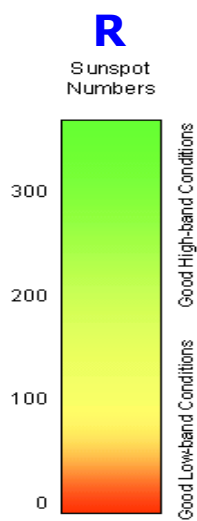
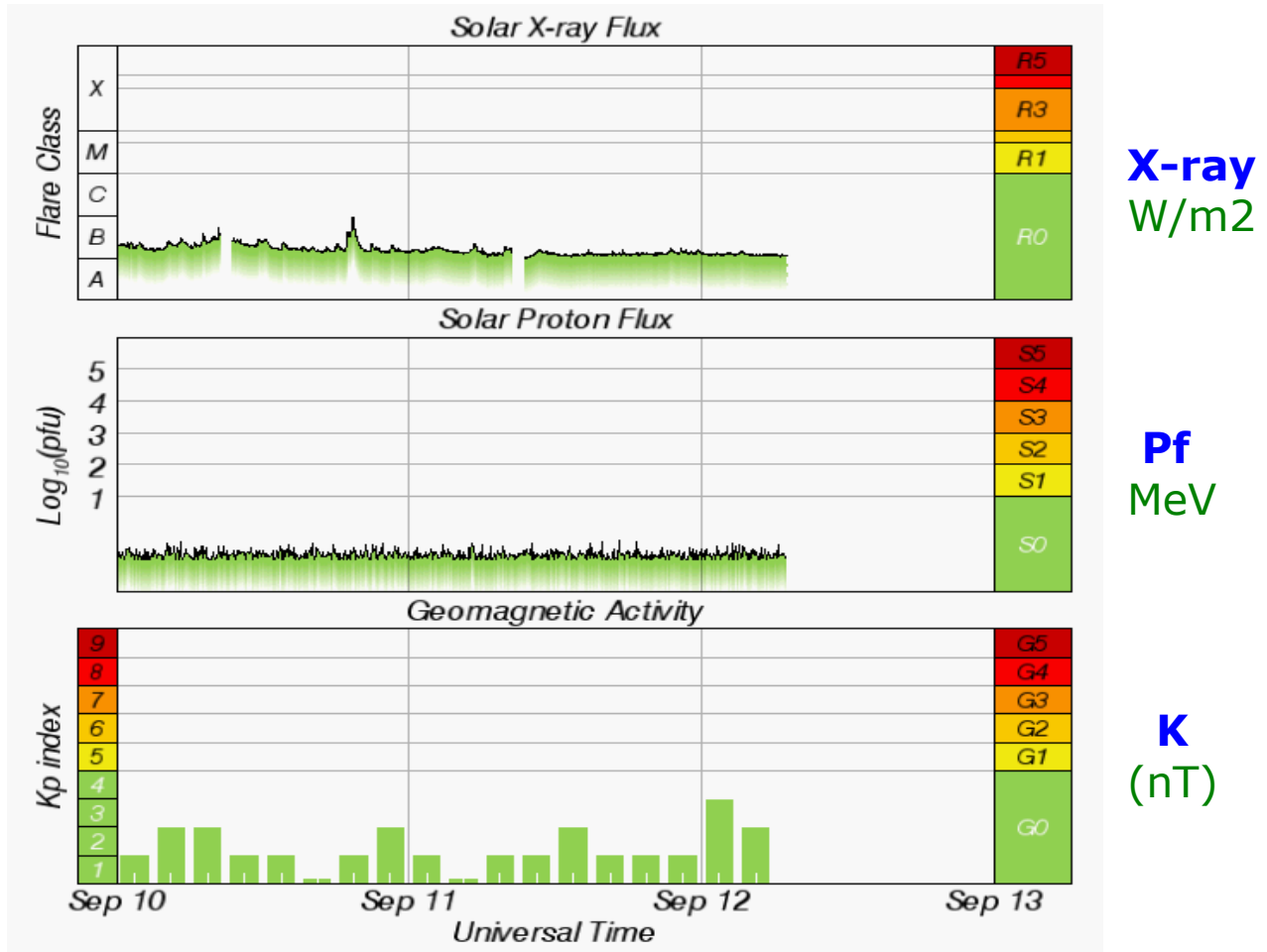
- con **indice Au**  $>7$  = attiva si ascoltano segnali con **flutter** e **ripple**

( valori scala **Au** da **<5** fino **>10** )

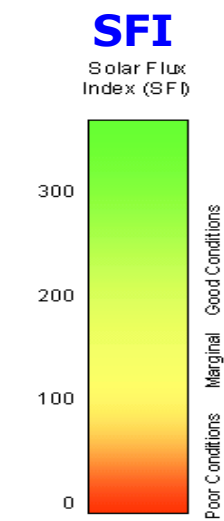
- Tabelle comparative degli **Indici principali**

in estrema sintesi possiamo affermare:

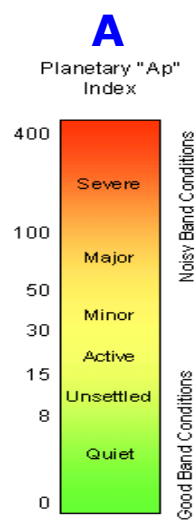
**condizioni buone** = Indici **R** e **SFI** alti, **A K Xr Pf** bassi  
**condizioni cattive** = Indici **R** e **SFI** bassi, **A K Xr Pf** alti



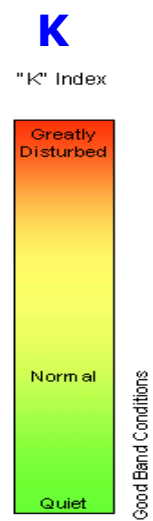
The number of sunspots is a measure of magnetic activity on the sun's surface, which roughly correlates to the ionization of the ionosphere. More is better.



Solar Flux Index (SFI) is a gauge of solar particles and magnetic fields (solar wind) reaching Earth's atmosphere. Higher numbers are better.



The A index (linear scale) is published daily, and is made up of the eight K indices over 24 hours. The Planetary A index is the average over several locations on Earth.



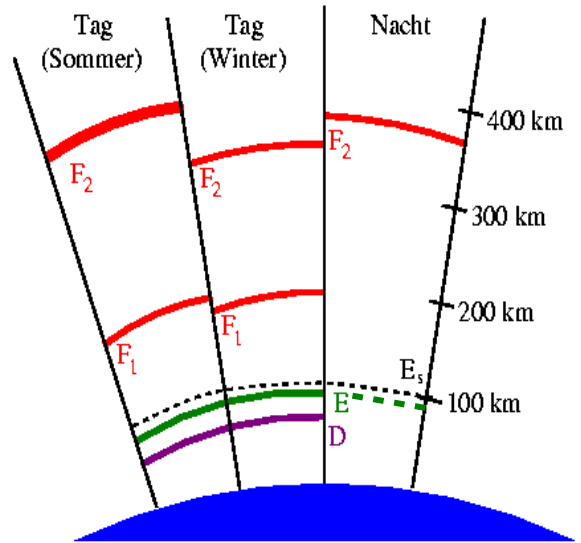
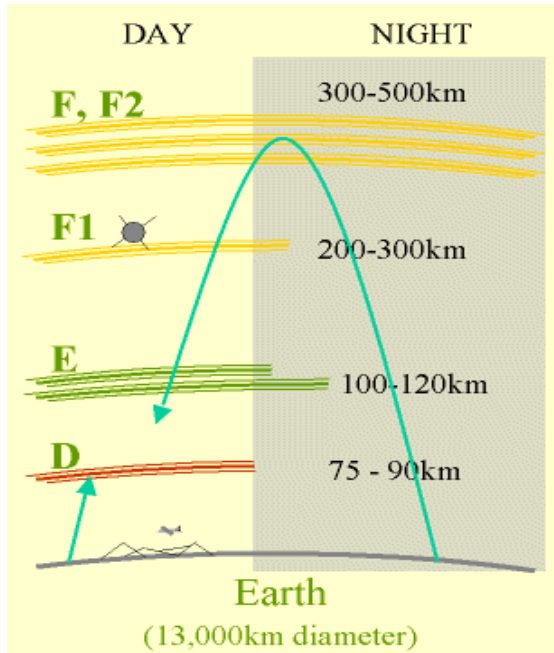
The planetary Kp is the mean standardized K-index from 13 geomagnetic observatories between 44° and 60° northern or southern geomagnetic latitude (quasi-log scale).

- Altri Indici →

**304A, Ef, Au, Bz, SW**

Vedi Tabella riassuntiva degli Indici

- Gli strati della Ionosfera: **D** , **E** , **F** ( **F1** – **F2** )



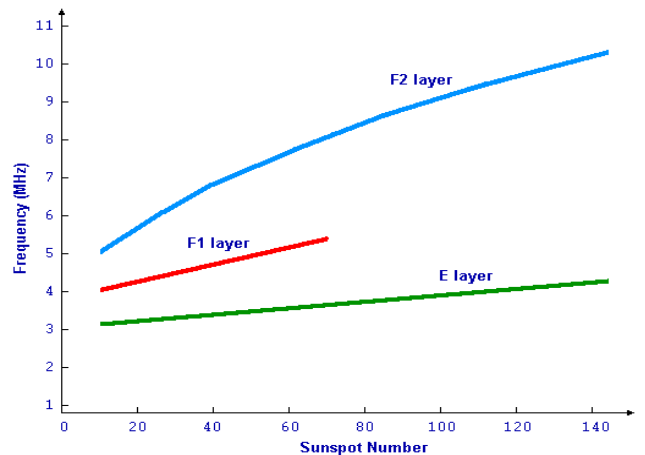
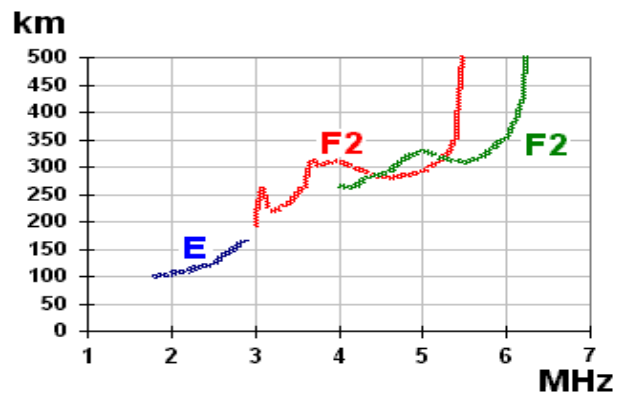
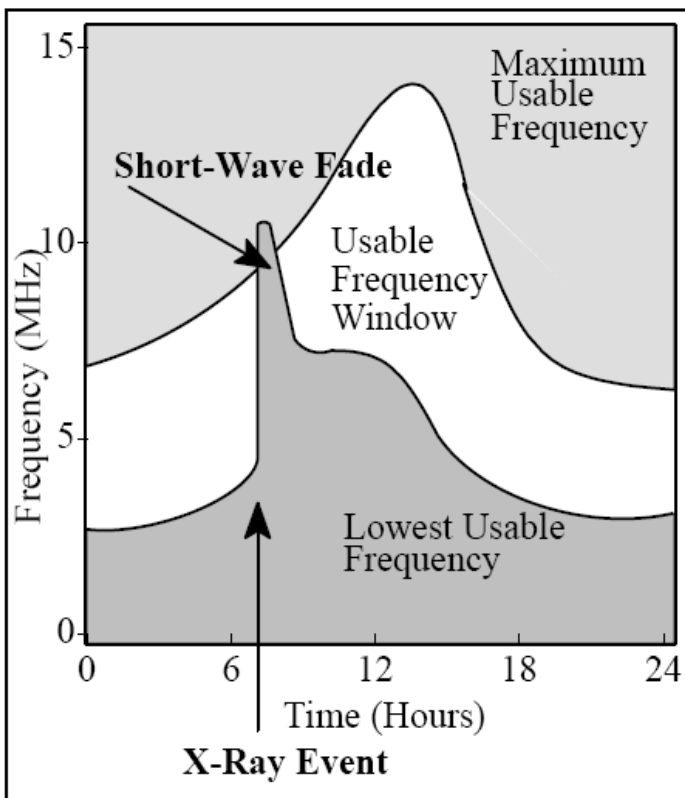
**Strato Altitudine**

- D** 60...90 km Presente di giorno secondo la ionizzazione – Assorbe frequenze <10 MHz
- E** 90...130 km Presente di giorno secondo la ionizzazione – Riflette  $f \leq 5 \text{ MHz}$   $\geq 10 \text{ MHz}$
- E<sub>s</sub>** 110 km Strato sottile a chiazze, sporadico in estate riflette  $f$  da  $\geq 28 \text{ MHz}$ – $\leq 200 \text{ MHz}$
- F<sub>1</sub>** 130...240 km Disponibile di giorno e di notte si fonde con F2 – Riflette  $f$  fino  $\leq 10 \text{ MHz}$
- F<sub>2</sub>** 250...450 km Presente di giorno e di notte – Riflette  $f \leq 50 \text{ MHz}$  giorno e  $\leq 20 \text{ MHz}$  notte

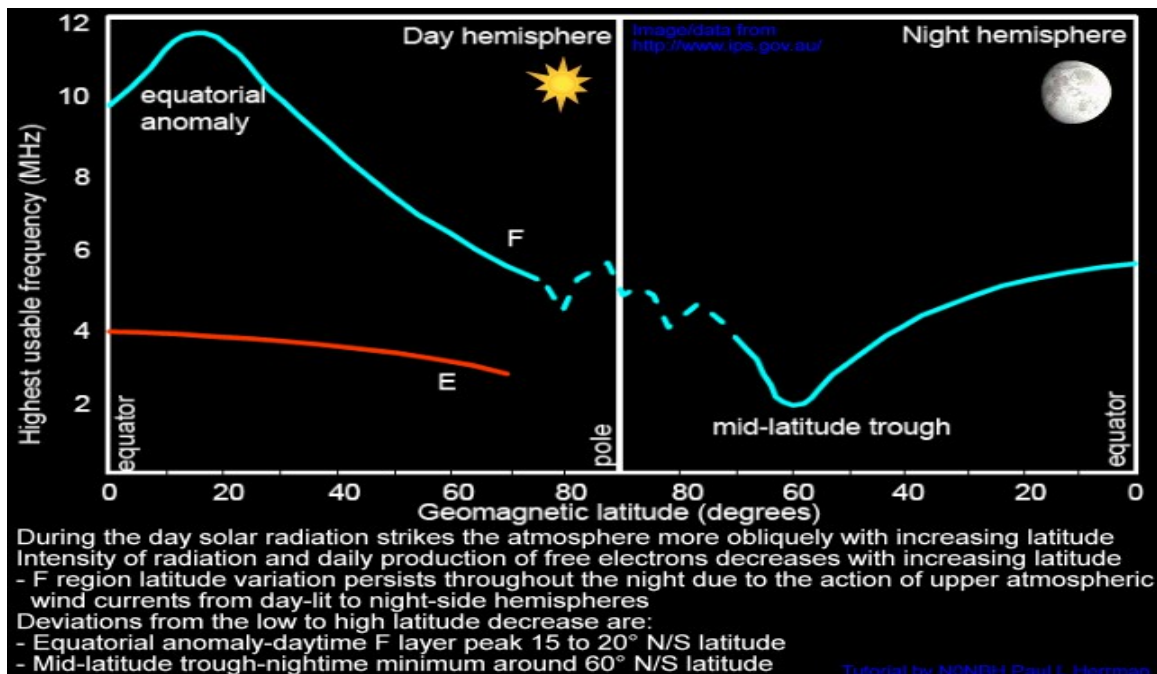
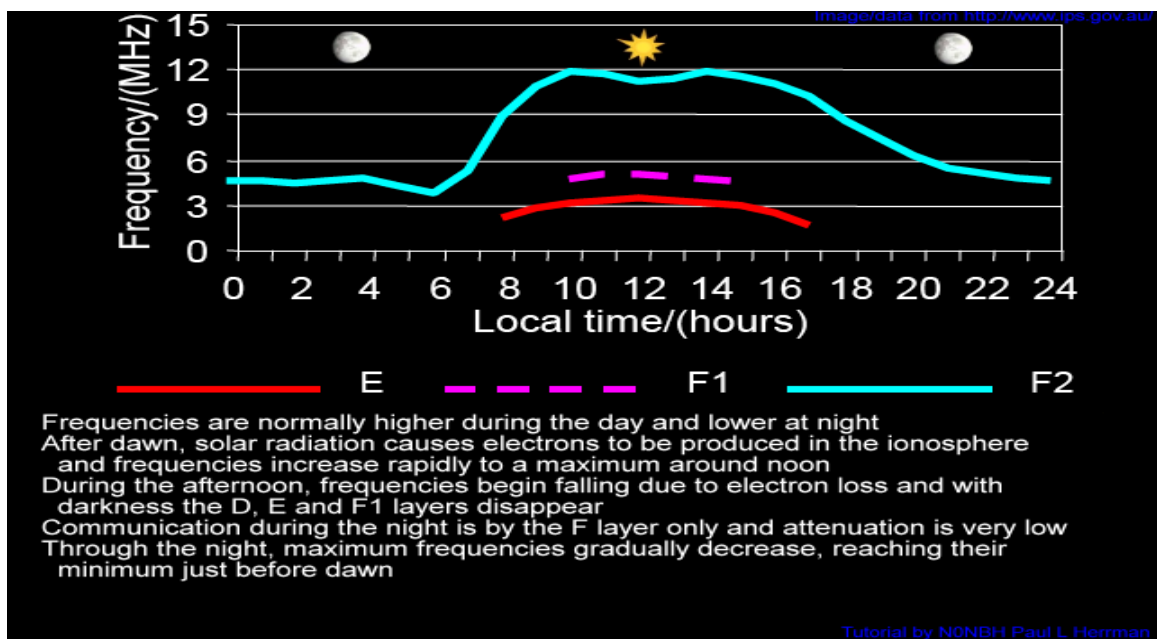
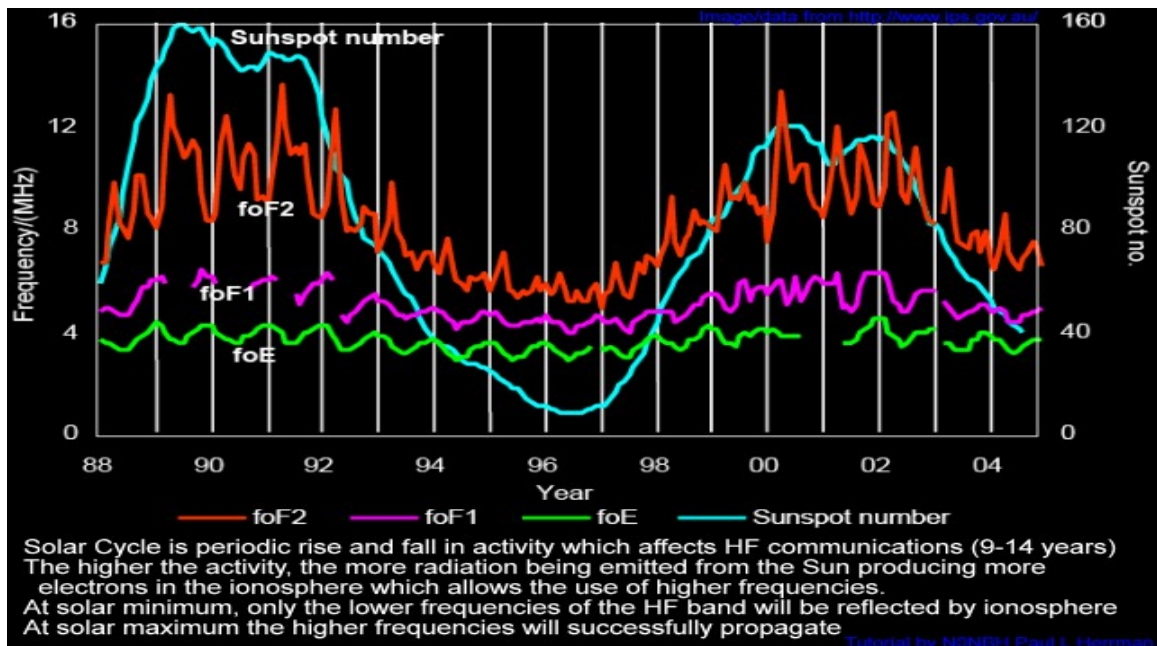
**Definizioni**

- Relazione MUF / LUF

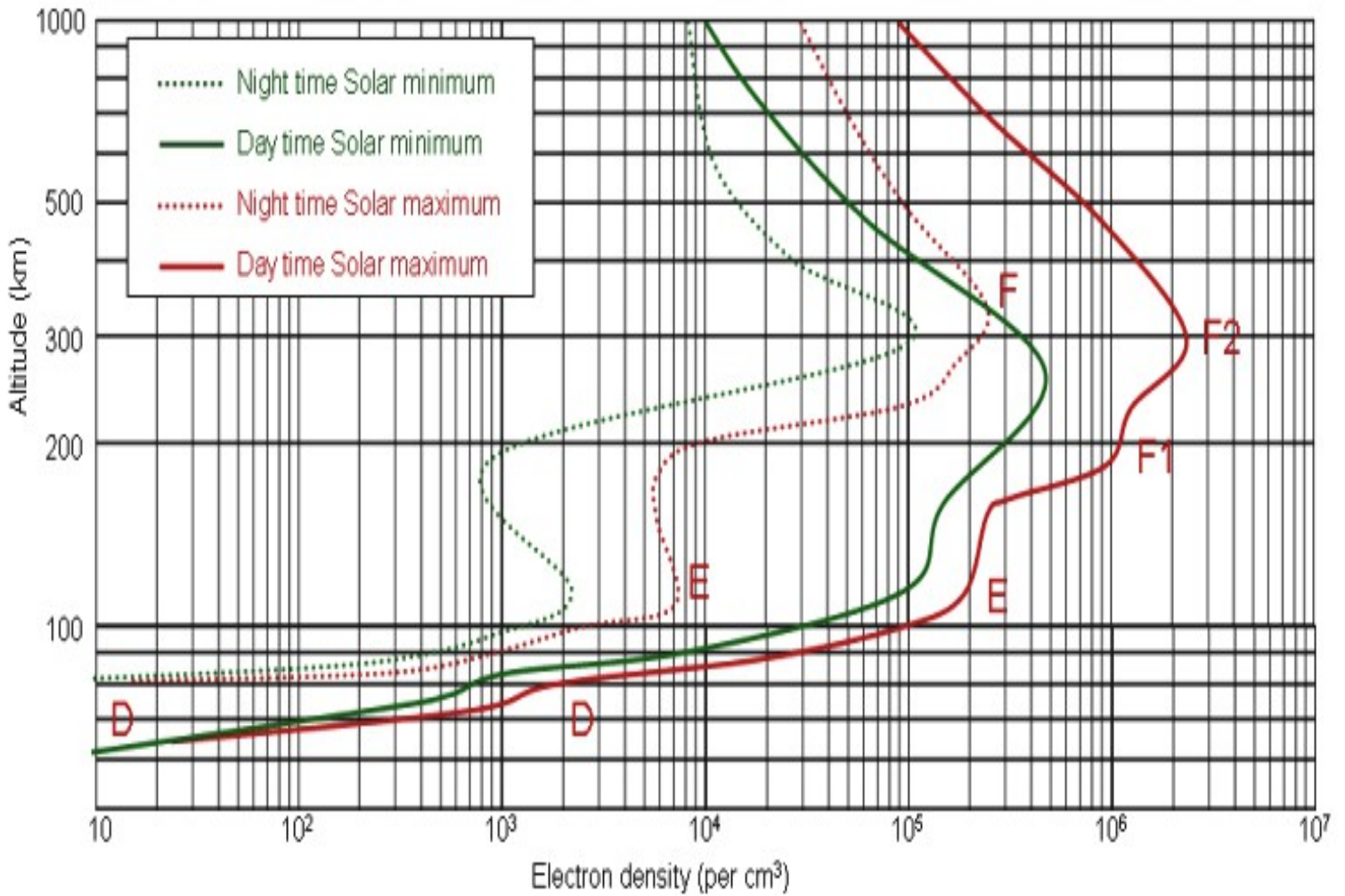
e  $F_c = f ( E, F1, F2 )$



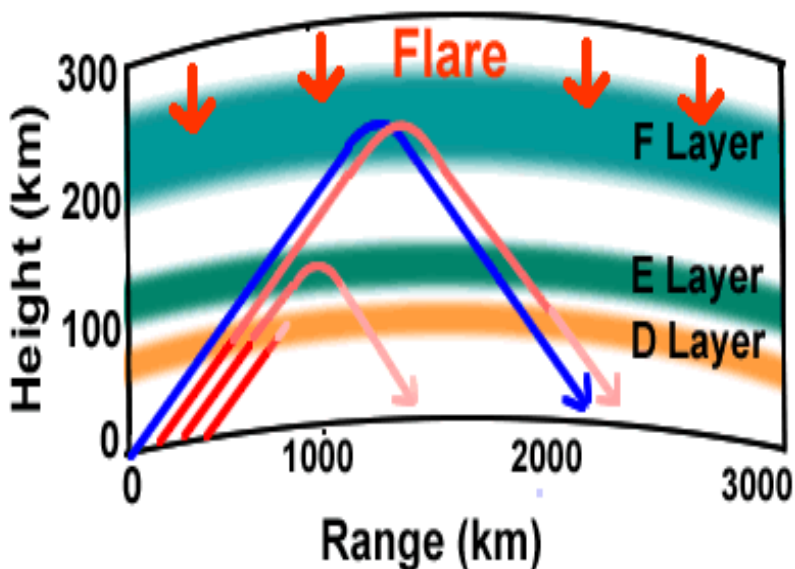
- Tabelle MUF in funzione, degli strati E F1 F2, del ciclo solare, dell'ora e della posizione geografica



- Tabella densità elettroni in funzione degli strati ionizzati  
(  $N_o \text{ elettroni} / \text{cm}^3 = f(h)$  )



- Grafico con rifrazione dei segnali radio



( **Short Wave Fade-out**, evanescenza )

Con presenza di **Flare** solare:

produzione di raggi **X** e protoni **Pf**

**Blu** = condizioni normali

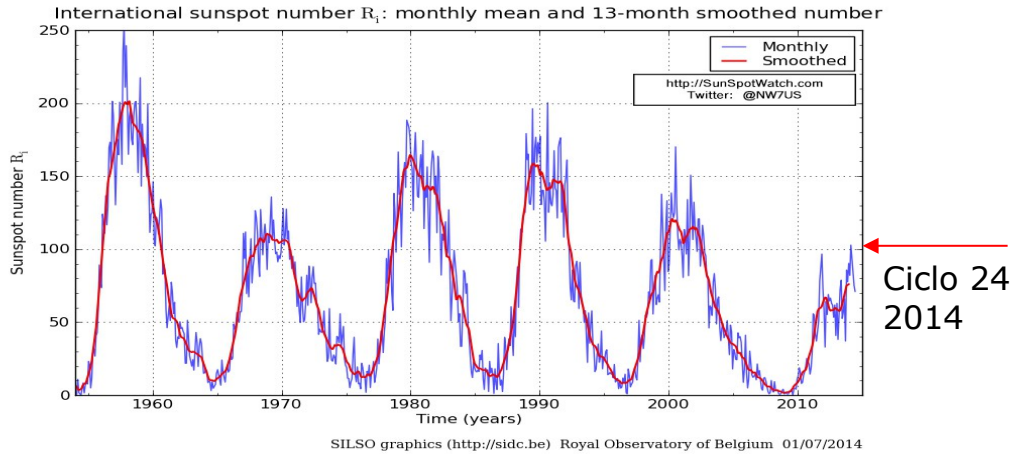
**Rosso** = con Flare, forte assorbimento e grande attenuazione dello **strato D**

nella banda **MF HF**, favorite le **VLF LF**

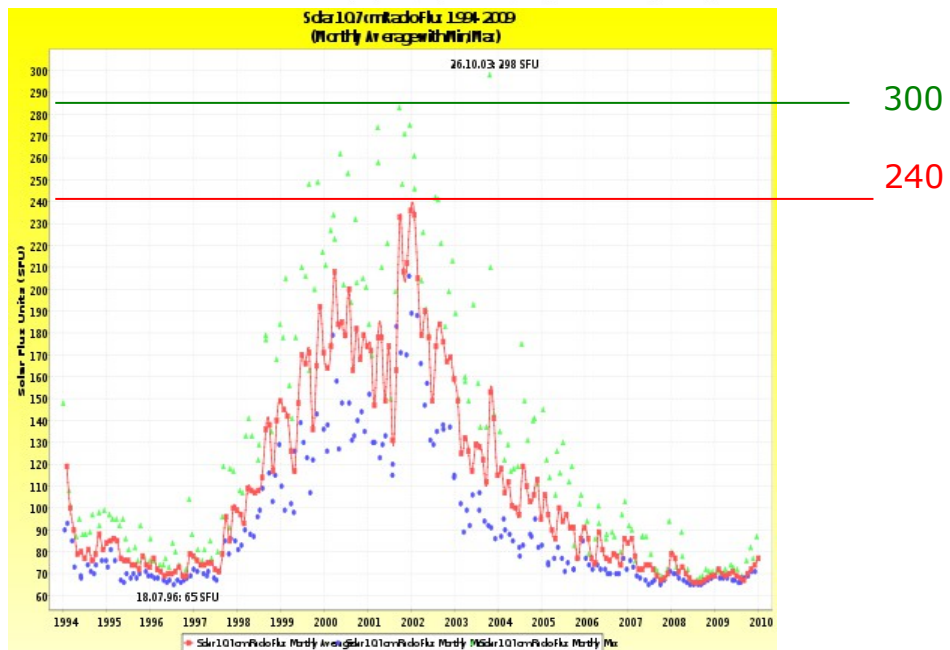


- Tabelle con grafici di indici vari

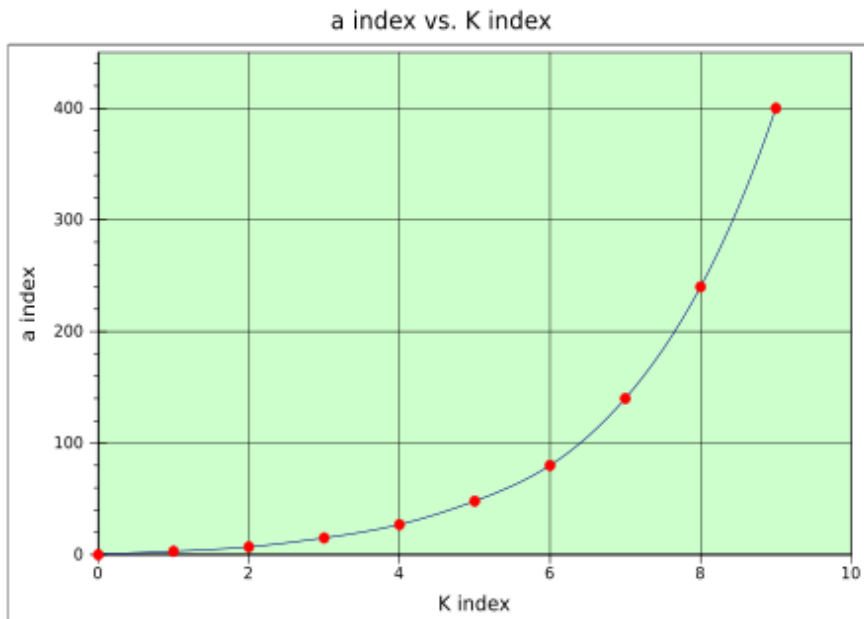
Indice  
**R**



Indice  
**SFI**  
1994 - 2010



Indici  
**A e K**



Relazione **A/K**

Equivalent range **A** for given **K**

<b>K</b>	0	0+	1-	1	1+	2-	2	2+	3-	3	3+	4-	4	4+
<b>A</b>	0	2	3	4	5	6	7	9	12	15	18	22	27	32
<b>K</b>	5-	5	5+	6-	6	6+	7-	7	7+	8-	8	8+	9-	9
<b>A</b>	39	48	56	67	80	94	111	132	154	179	207	236	300	400

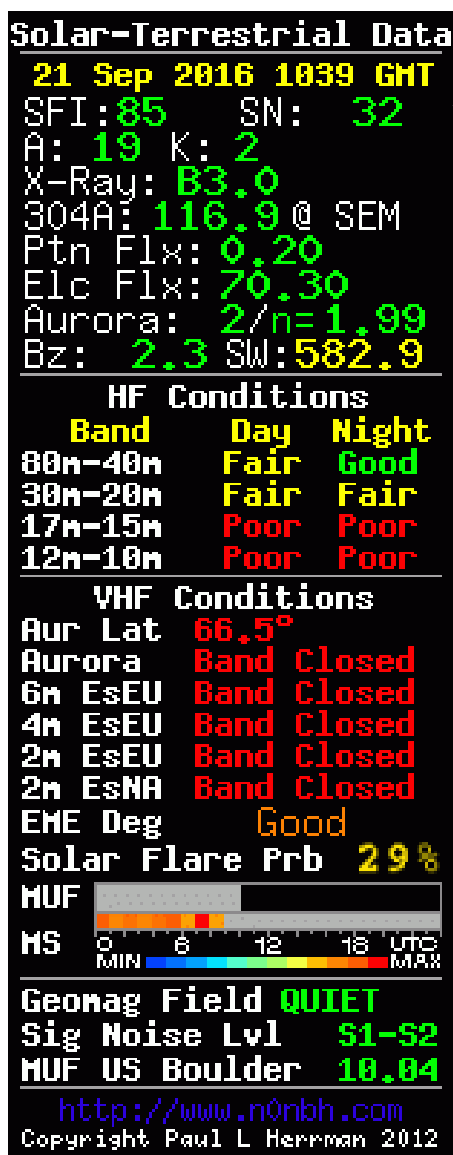
• Tabella riassuntiva dei valori degli Indici e loro influenza

CATEGORY	Radio Blackouts X-Ray (W/m <sup>2</sup> ) 1- 8 A	Solar Radiation Storms Proton Flux PFU (MeV)	Geomagnetic Storms K-Index (nT) Aurora/Solar Wind/Bz	Band Openings Solar Flux SFI and (SN)	Electron Alert Electron Flux Ef 0.8 - > 2MeV
Extreme	<b>X20</b> (1 per cycle) <b>Complete HF blackout</b> on entire sunlit side lasting hours > <b>1.10<sup>-4</sup> W/m<sup>2</sup></b> <b>8A</b>	<b>1.0e+06</b> (1 per cycle) <b>Complete HF blackout</b> in polar regions <b>1.0E6 PFU</b>	<b>K=9 (nT=&gt;500)</b> <b>[Aur=10++]</b> (SW=>800) [Bz=-40 -50] (4 per cycle) <b>HF impossible.</b> Aurora to 40°. Noise S30+.	<b>200-300</b> <b>(SN=160-250)</b> <b>Reliable communications</b> all bands up through <b>6m</b>	<b>&gt;1.0e+03</b> <b>Alert</b> <b>2MeV</b>
Severe	<b>X10</b> (8 per cycle) <b>HF blackout</b> on most of sunlit side for 1 to 2 hours <b>1.10<sup>-4</sup> W/m<sup>2</sup></b>	<b>1.0e+05</b> (3 per cycle) <b>Partial HF blackout</b> in polar regions	<b>K=8 (nT=330-500)</b> <b>[Aur=10+]</b> (SW=700-800) [Bz=-30 -40] (100 per cycle) <b>HF sporadic.</b> Aurora to 45°. Noise S20-S30.	<b>150-200</b> <b>(SN=105-160)</b> <b>Excellent conditions</b> all bands up through <b>10m</b> w/ <b>6m</b> openings	<b>Partial to complete HF blackout</b> <b>in polar regions</b>
Strong	<b>X1</b> (175 per cycle) <b>Wide area HF blackout</b> for about an hour on sunlit side < <b>1.10<sup>-4</sup> W/m<sup>2</sup></b>	<b>1.0e+04</b> (10 per cycle) <b>Degraded HF</b> propagation in polar regions	<b>K=7 (nT=200-330)</b> <b>[Aur=10]</b> (SW=600-700) [Bz=-20 -30] (200 per cycle) <b>HF intermittent.</b> Aurora to 50°. Noise S9-S20.	<b>120-150</b> <b>(SN=70-105)</b> <b>Fair - good conditions</b> all bands up through <b>10m</b>	<b>2MeV = 1.0E3</b> <b>particelle/cm2</b>
Moderate	<b>M5</b> (350 per cycle) <b>Limited HF blackout</b> on sunlit side for tens of minutes <b>1.10<sup>-5</sup> W/m<sup>2</sup></b>	<b>1.0e+03</b> (25 per cycle) <b>Small effects on HF</b> in polar regions <b>1'000 protoni/cm2</b>	<b>K=6 (nT=120-200)</b> <b>[Aur=9]</b> (SW=500-600) [Bz=-10 -20] (600 per cycle) <b>HF fade higher lats.</b> Aurora to 55°. Noise S6-S9.	<b>90-120</b> <b>(SN=35-70)</b> <b>Fair conditions</b> all bands up through <b>15m</b>	<b>&lt;1.0e+03</b> <b>Active</b> <b>Degraded HF propagation</b> <b>in polar regions</b>
Minor	<b>M1</b> (2000 per cycle) <b>Occasional loss of radio contact</b> on sunlit side < <b>1.10<sup>-5</sup> W/m<sup>2</sup></b>	<b>1.0e+02</b> (50 per cycle) <b>Minor impacts on HF</b> in polar regions	<b>K=5 (nT=70-120)</b> <b>[Aur=8]</b> (SW=400-500) [Bz=0 -10] (1700 per cycle) <b>HF fade higher lats.</b> Aurora to 56°. Noise S4-S6.	<b>70-90</b> <b>(SN=10-35)</b> <b>Poor to fair conditions</b> all bands up through <b>20m</b>	<b>&lt;1.0e+02</b> <b>Active</b> <b>Minor impacts on HF</b> <b>in polar regions</b>
Active	<b>C1</b> Moderate Flare <b>Low absorption of HF signals</b> <b>1.10<sup>-6</sup> W/m<sup>2</sup></b>	<b>1.0e+01</b> <b>Active</b> Very minor impacts on HF in polar regions <b>10 MeV= 10 protoni/cm2 = 10 PFU</b>	<b>K=3-4 (nT=20-70)</b> <b>[Aur=6-7]</b> (SW=200-400) [Bz=0-+50] Unsettled/Active <b>Minor HF fade higher lats</b> . Aurora 60-58°. Noise S2-S3.	<b>64-70</b> <b>(SN=0-10)</b> <b>Bands above 40m unusable</b>	<b>&lt;1.0e+01</b> <b>Normal</b> <b>No impacts on HF</b>
Normal	<b>A1-B9</b> No/Small Flare <b>No or very minor impact to HF signals</b> < <b>1.10<sup>-7</sup> W/m<sup>2</sup></b> <b>1A</b> <b>X = 100-800 pm</b>	<b>1.0e+00</b> <b>Normal</b> No impacts on HF <b>1 PFU</b> <b>10 - 50 - 100 MeV</b>	<b>K=0-2 (nT=0-20)</b> <b>[Aur=&lt;5]</b> (SW=200-400) [Bz=0-+50] Inactive/Quiet <b>No impacts on HF.</b> Aurora 67-62°. Noise S0-S2. <b>Bz=</b> Int. flusso e polarità <b>SW=</b> velocità vento km/s	<b>64-70</b> <b>(SN=0-10)</b> <b>Bands above 40m unusable</b>  SFI misurato a <b>2.80GHz - 10.7 cm</b> <b>1SFU = 10<sup>-22</sup> W · m<sup>-2</sup> · Hz<sup>-1</sup></b>	<b>&lt;1.0e+00</b> <b>Normal</b> <b>0.8 MeV</b> <b>No impacts on HF</b>

La ionizzazione degli strati della **Ionosfera** é influenzata dalle seguenti radiazioni solari:

- raggi **UV** e **EUV** - raggi **X** e **X soft** - particelle e flusso di **protoni Pf** e **elettroni Ef**

- Esempio applicazione Dati Indici Solari



presentazione tipo per radioamatori

sito web <http://www.n0nbh.com>

qui ritroviamo tutti i nostri Indici

qui possiamo valutare l'influenza del valore degli Indici sulle condizioni di apertura della bande HF e VHF (Es)

altri siti di Radio - Astronomia

Boulder, USA [www.swpc.noaa.gov](http://www.swpc.noaa.gov)

WCY Kiel, EU <http://dk0wcy.de>

Il campo presentato è estremamente vasto e complesso, questo se viene analizzato nel suo dettaglio.

L'intenzione di questo mio semplice lavoro, empirico e riassuntivo, è quello di aiutarci a comprendere la lettura degli Indici onde poterne valutare le condizioni della propagazione sulle nostre bande durante l'attività DX.