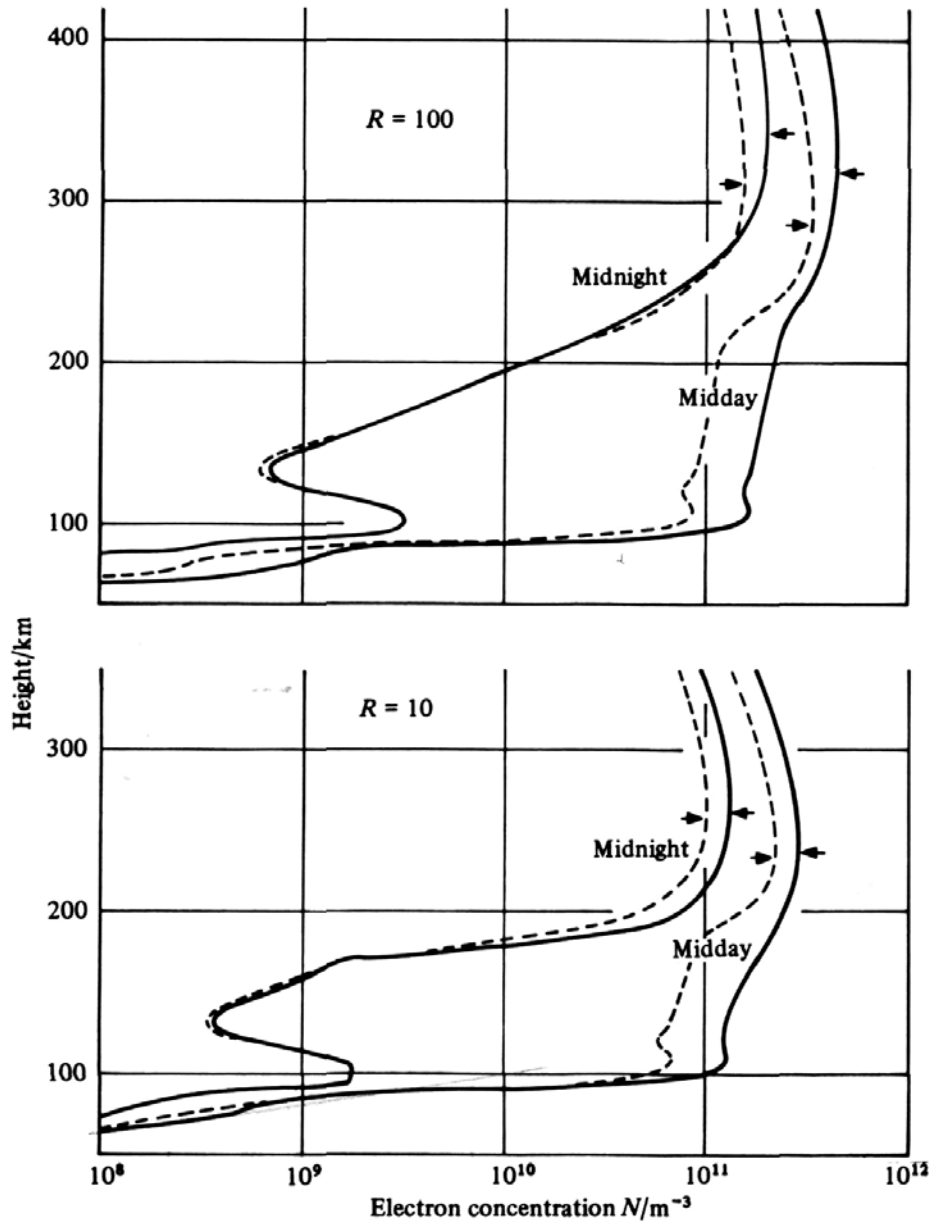
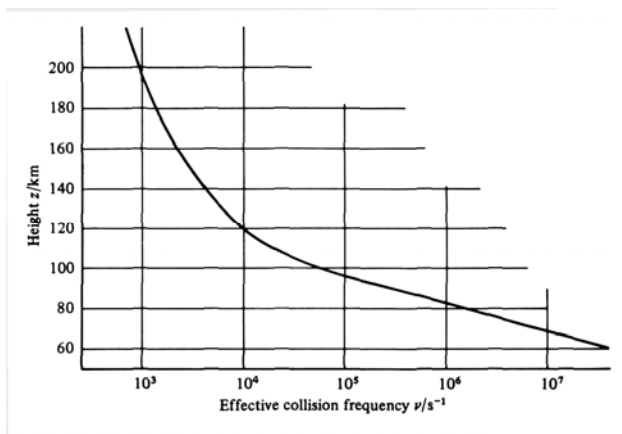
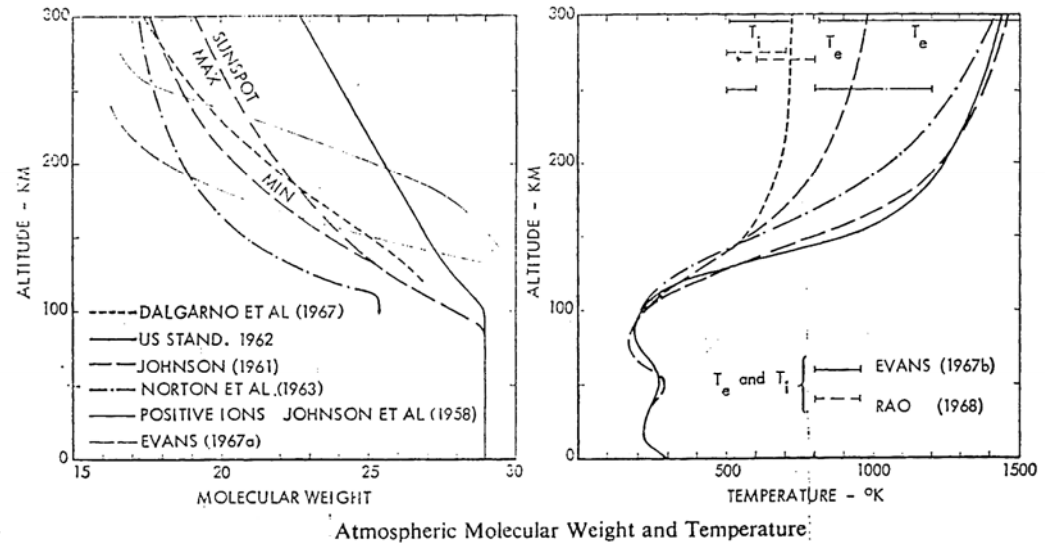


Andamento con l'altezza della concentrazione elettronica nella ionosfera



andamento con  
l'altezza del peso  
molecolare e della  
temperatura  
nella ionosfera



andamento con  
l'altezza della  
frequenza di  
collisione nella  
ionosfera

**strato F** ( **strato F<sub>1</sub> - F<sub>2</sub>**)

radiazione ultravioletta 17-80 nm

$$h = 200 \div 400 \text{ km}$$

$$N_e = 10^{-5} N_{neutre}$$

$$T = 1000 \div 2000 \text{ }^\circ K$$

modello di Chapman

$$\left\{ \begin{array}{l} H = 50 \text{ km} \\ h_0 = 400 \text{ km} \\ N_0 = 5 \cdot 10^{10} \div 8 \cdot 10^{11} \text{ m}^{-3} \\ f_c = 2 \div 8 \text{ MHz} \end{array} \right.$$

**strato E**

radiazione X 0.1-17 nm

$$h = 100 \div 110 \text{ km}$$

$$N_e = 10^{-11} N_{neutre}$$

$$T = 800 \text{ }^\circ K$$

modello di Chapman

$$\left\{ \begin{array}{l} H = 10 \text{ km} \\ h_0 = 115 \text{ km} \\ N_0 = 2.8 \cdot 10^{11} \text{ m}^{-3} \\ f_c = 4.7 \sqrt[4]{\cos \chi} \text{ MHz} \end{array} \right. \begin{array}{l} f_c \approx 0.5 \text{ MHz} \\ N_0 = 3 \cdot 10^9 \text{ m}^{-3} \text{ di notte} \end{array}$$

**strato E<sub>sporadico</sub>**

gradienti di velocità del vento, meteoriti ...

$$h \approx 115 \text{ km}$$

**strato D**

radiazione X 0.1-17 nm

$$\left\{ \begin{array}{l} H = 10 \text{ km} \\ h_0 = 80 \text{ km} \\ N_0 = 5 \cdot 10^{11} \text{ m}^{-3} \\ f_c = 4.7 \sqrt[4]{\cos \chi} \text{ MHz} \end{array} \right. \quad (\text{modello di Chapman})$$

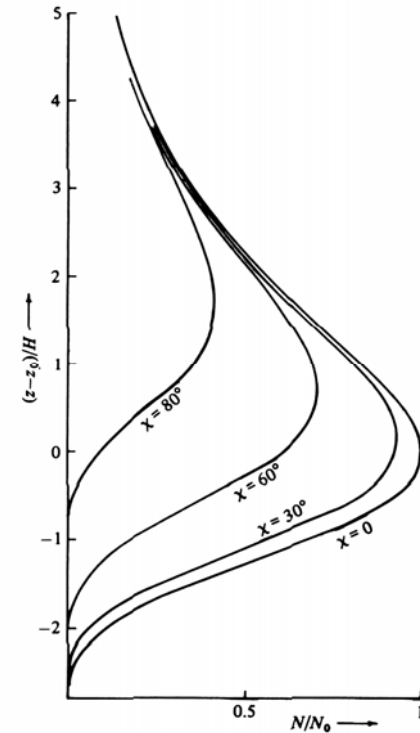
Andamento con l'altezza della concentrazione elettronica in prossimità di un massimo secondo il modello di Chapman

$$N = N_0 \exp \left[ \frac{1}{2} \left( 1 - (h - h_0) / H - \sec \chi \exp( -(h - h_0) / H ) \right) \right]$$

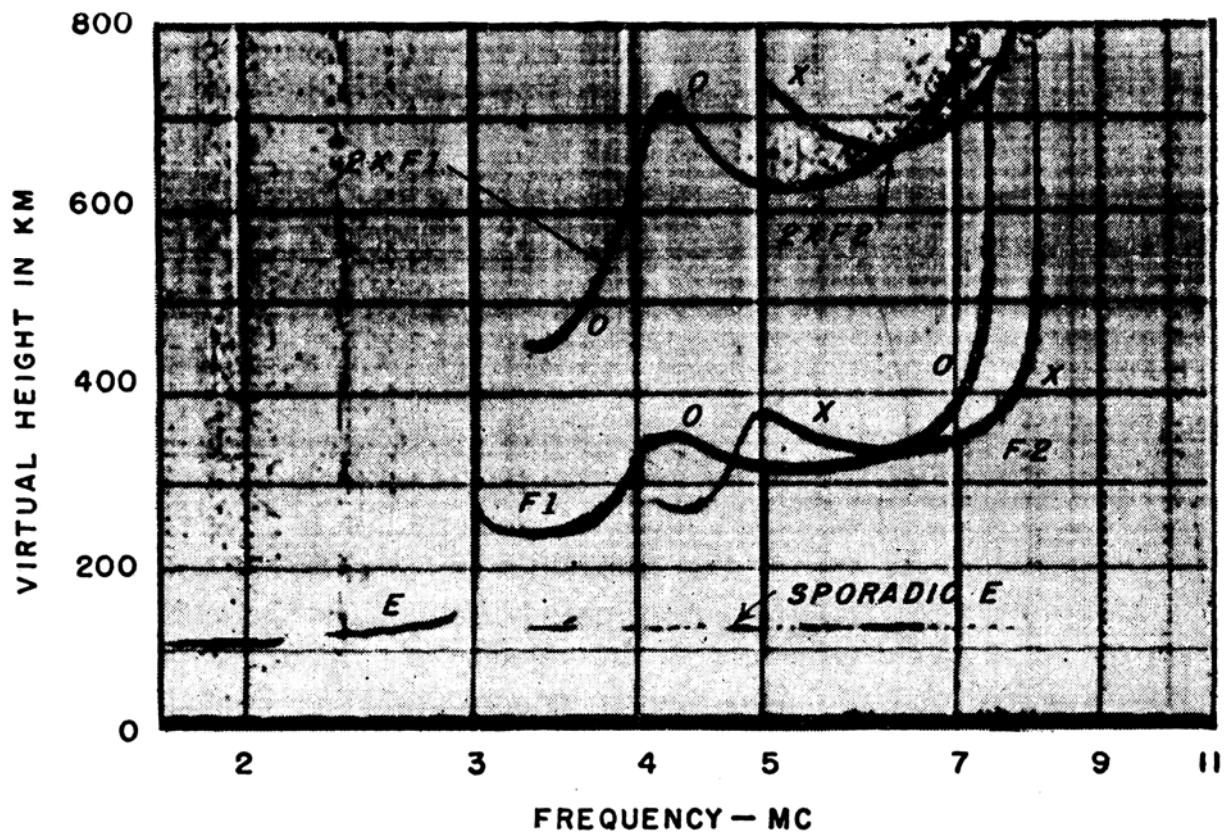
dove  $h$  è l'altezza,  $\chi$  è l'angolo che la direzione della radiazione solare incidente forma con la verticale e  $h_0$  e  $H$  sono parametri dipendenti dalle caratteristiche fisiche della ionosfera

Il massimo di  $N$  vale  $N_{\max} = N_0 \cos^{\frac{1}{2}} \chi$  e dipende dall'intensità della radiazione incidente, da  $H$  e  $\chi$ , ma non da  $\sigma$  (coefficiente di assorbimento di massa)

L'altezza del massimo vale  $h_{\max} = h_0 - H \ln(\cos \chi)$  e dipende da  $H$ ,  $\sigma$  e  $\chi$ , ma non dall'intensità della radiazione

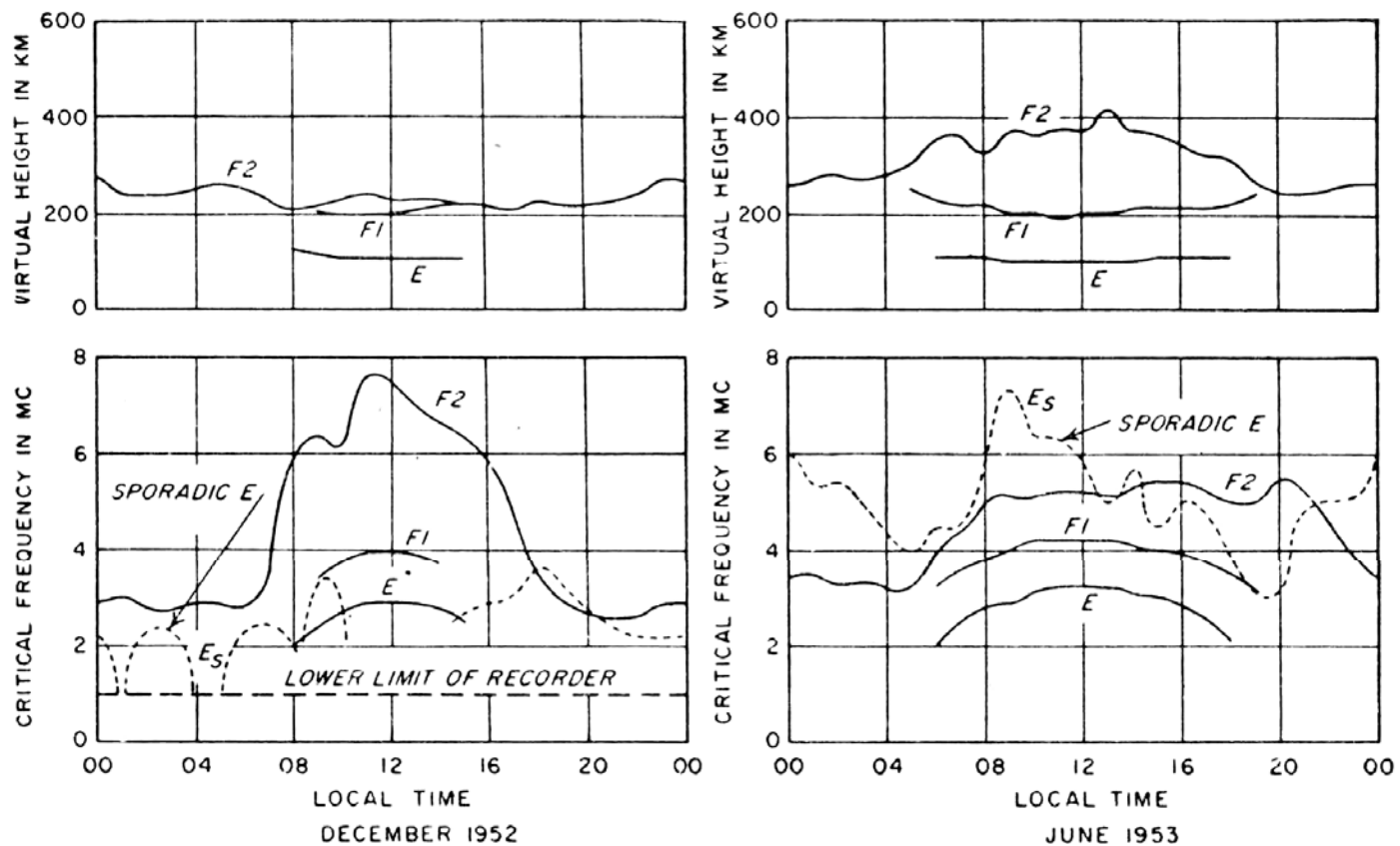


# diagramma sperimentale altezza virtuale – frequenza

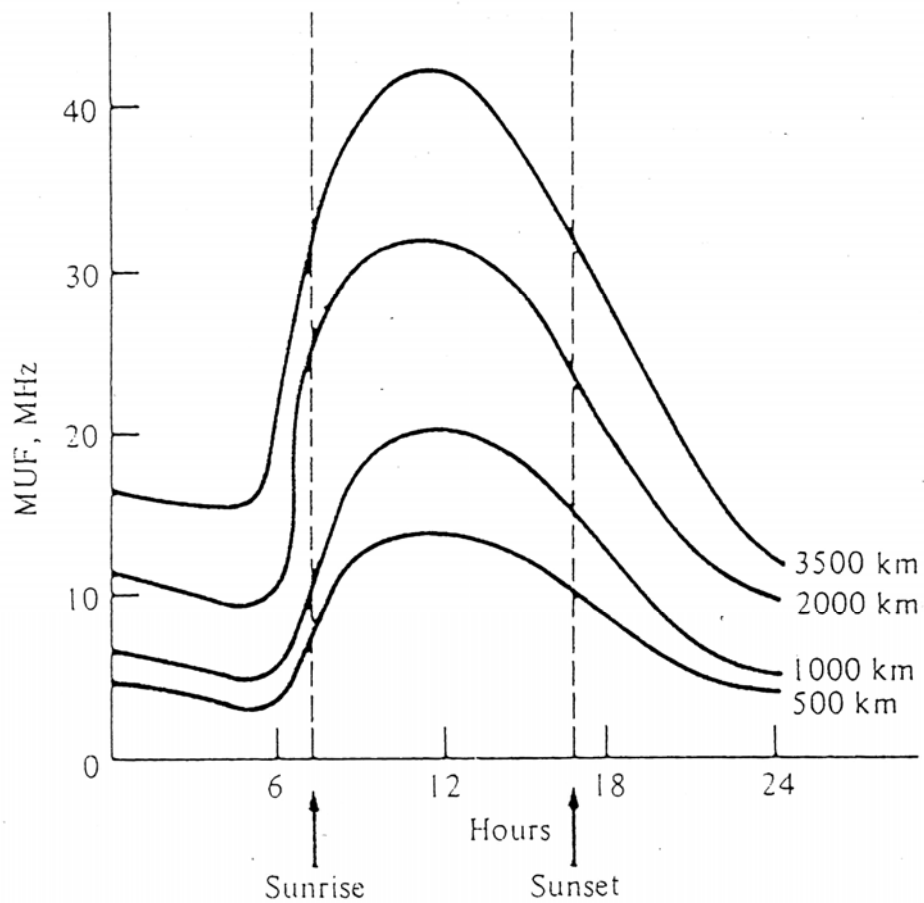


registrato a Stanford, California nell'ottobre 1952 alla 2.15 p.m.

andamento con l'ora del giorno dell'altezza virtuale e della frequenza critica



andamento con l'ora del giorno della massima frequenza utilizzabile per diverse distanze di collegamento





Andamento dei raggi per diversi valori dell'angolo d'incidenza  $\phi_0$  sulla ionosferica nell'approssimazione di terra piana

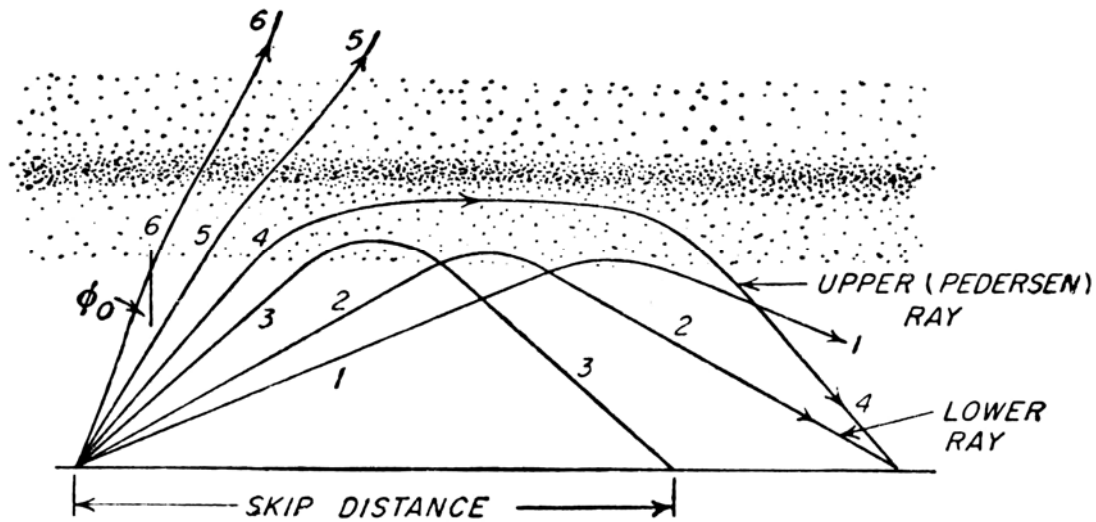
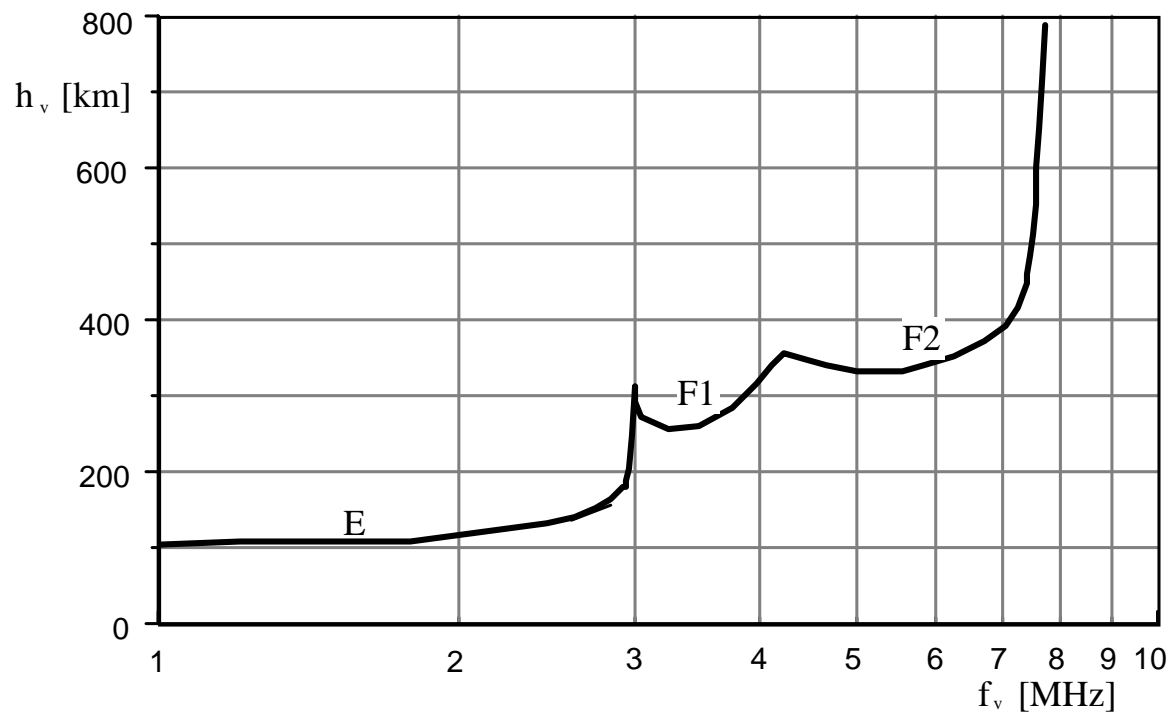
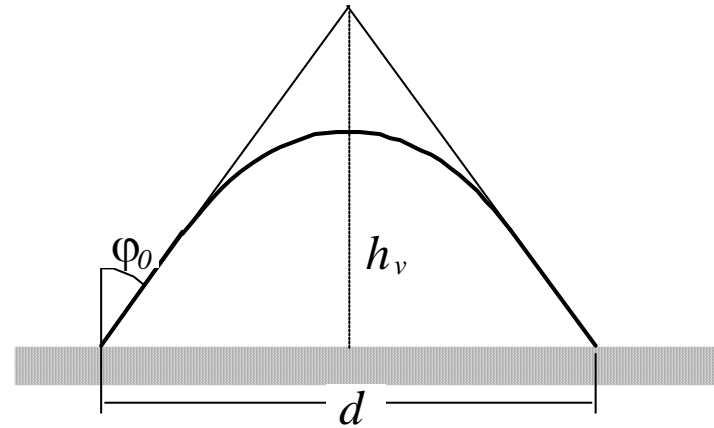


diagramma schematizzato altezza virtuale – frequenza critica



## approssimazione di terra piana

$$\left\{ \begin{array}{l} f = f_c \sec \varphi_0 \\ \cos \varphi_0 = \frac{h_v}{\sqrt{h_v^2 + d^2/4}} \end{array} \right.$$



**curva di trasmissione**

$$\sqrt{\frac{f_c^2}{f^2} - 1} = \frac{d}{2h_v}$$

diagramma altezza virtuale – frequenza critica  
e curve di trasmissione per data frequenza

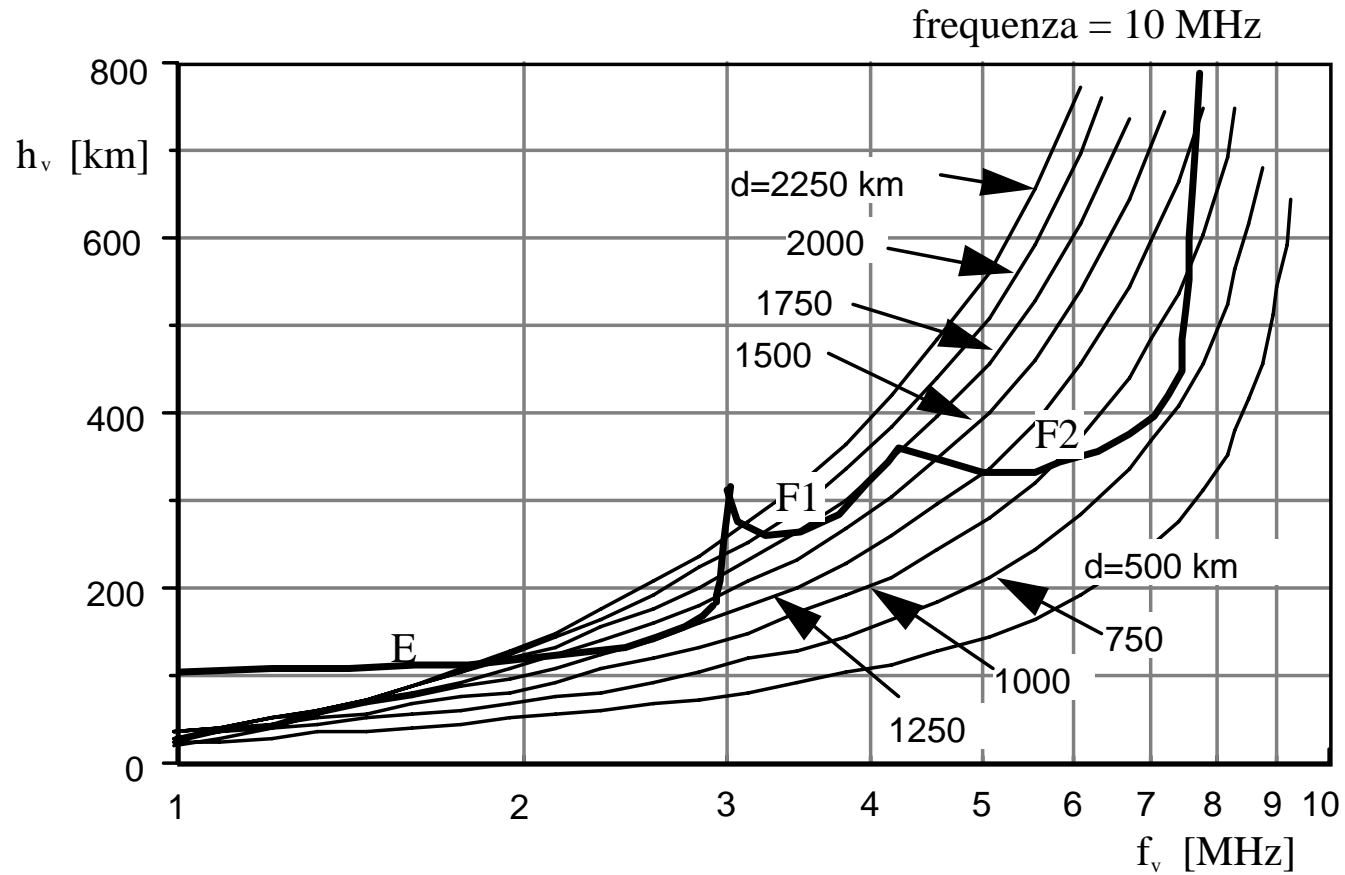
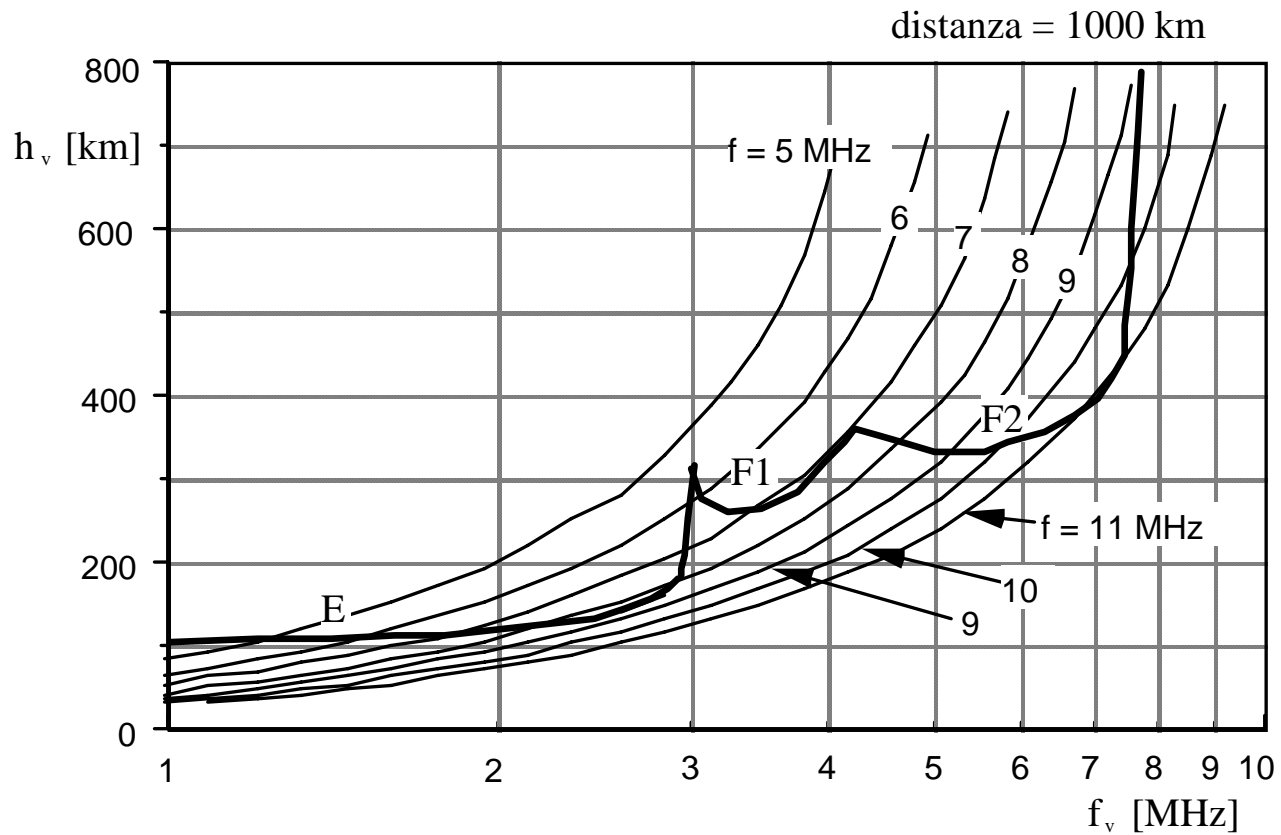
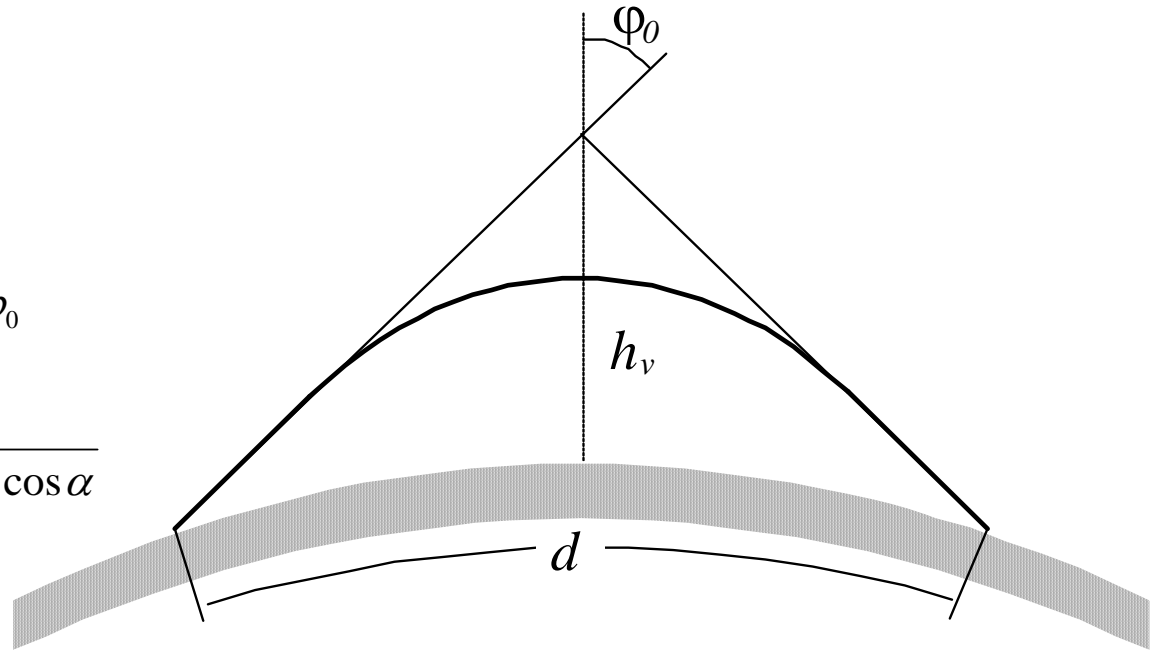


diagramma altezza virtuale – frequenza critica  
e curve di trasmissione per data distanza



**terra sferica**

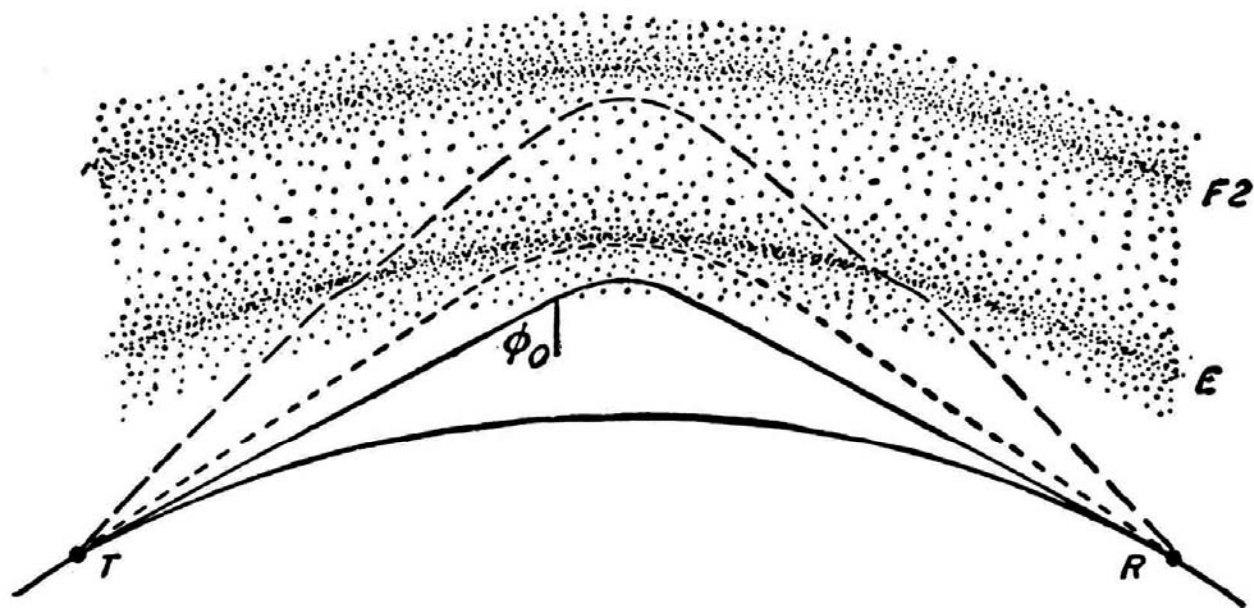
$$\left\{ \begin{array}{l} f = f_c \sec \varphi_0 \\ \tan \varphi_0 = \frac{\sin \alpha}{1 + h_v / R_0 - \cos \alpha} \\ \alpha = \frac{d}{2R_0} \end{array} \right.$$



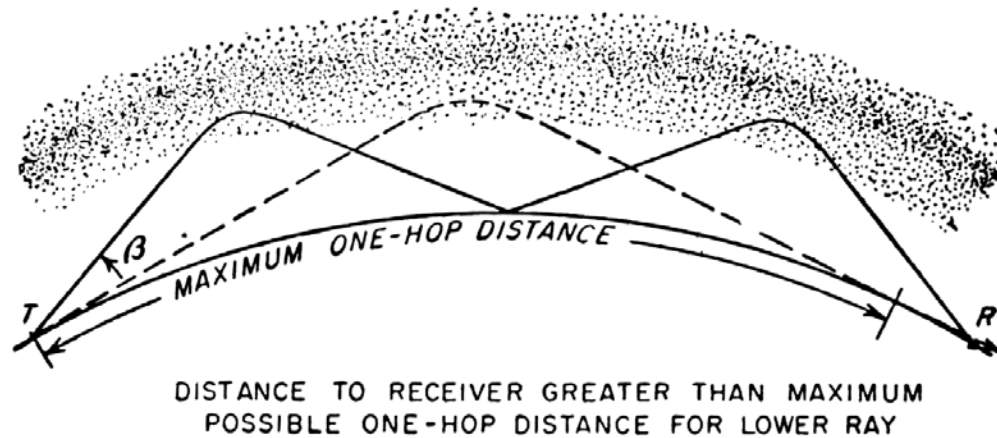
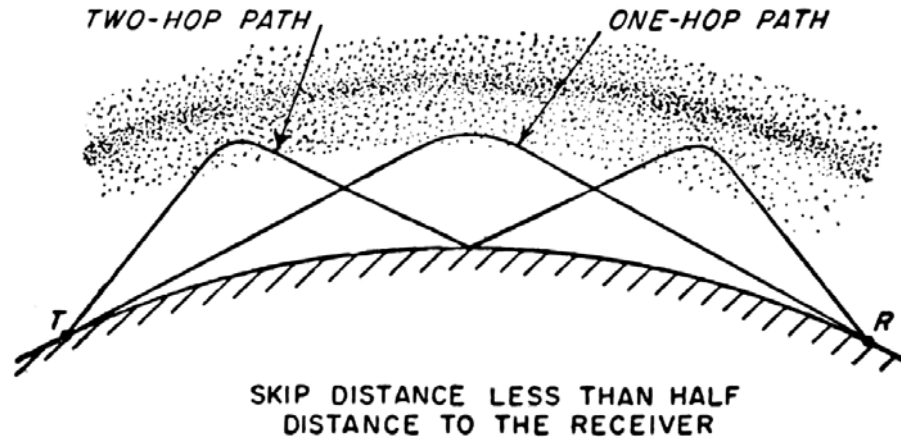
curva di trasmissione

$$\sqrt{\frac{f_c^2}{f^2} - 1} = \frac{\sin \alpha}{1 + h_v / R_0 - \cos \alpha}$$

Andamento tipico del raggio quando sono presenti due strati



## Esempi di collegamento con due salti





## Collegamento per salti multipli coinvolgenti lo strato E e lo strato F2 della ionosfera

