

TAVOLE DI PREVISIONE PER LA RADIOPROPAGAZIONE IONOSFERICA

Novembre - Dicembre 2024

Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia

Sez. Roma2

Geomagnetismo, Aeronomia e Geofisica Ambientale

Unità Funzionale Fisica dell'Alta Atmosfera e Radiopropagazione



**ISTITUTO NAZIONALE
DI GEOFISICA E VULCANOLOGIA**

Via di Vigna Murata, 605

00143 Roma

Tel. +3906518601

Email: enrico.zuccheretti@ingv.it

Guida alla consultazione delle tavole

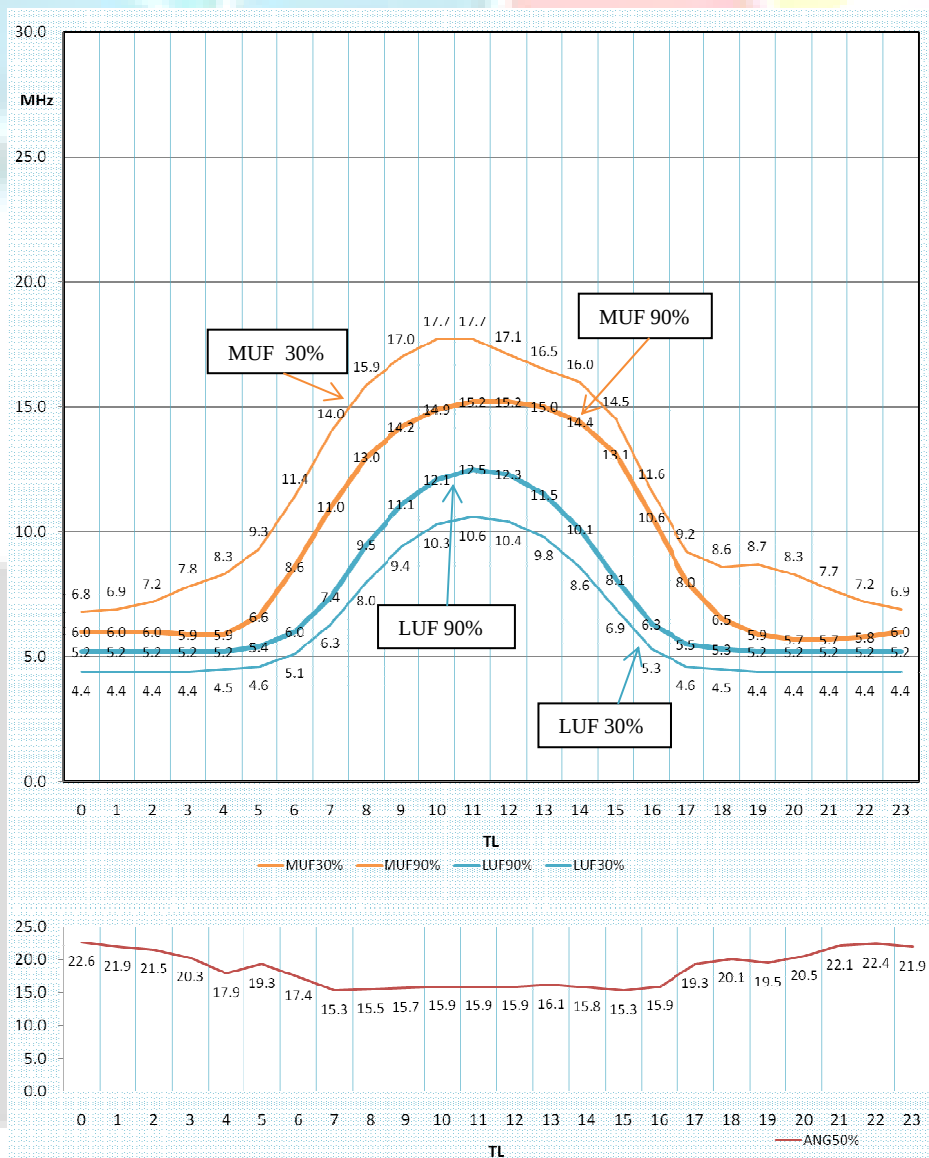
a. Previsioni di attività solare

Le previsioni di attività solare, relative all'intero bimestre cui le Tavole si riferiscono, vengono espresse mediante i seguenti parametri:

- Indice R12
- Flusso radioelettrico $\Phi 12$

b. Grafici di previsioni ionosferica

I grafici di previsione (esempio in Fig. 2) editi dall'INGV forniscono indicazioni sull'andamento, in funzione dell'ora del giorno, dei limiti superiori ed inferiori della banda di frequenze utilizzabile per stabilire i desiderati collegamenti ionosferici, in funzione dell'attività solare (macchie solari), periodo dell'anno (mese), distanza e potere trasmissivo.



Tali limiti vengono espressi con gli acronimi:

- **MUF (Maximum Usable Frequency)** = massima frequenza utilizzabile, in quanto le frequenze superiori perforerebbero gli strati ionosferici senza riflettersi;
- **LUF (Lowest Usable Frequency)** = minima frequenza utilizzabile, in quanto frequenze inferiori verrebbero totalmente assorbite dalla ionosfera.

Le due curve arancioni riportate in alto nei grafici indicano, entrambe, l'andamento giornaliero della MUF ma con un differente grado di affidabilità della previsione: 30% la curva superiore più sottile e 90% la curva inferiore, più spessa.

Analogamente, le due curve azzurre riportate in basso nei grafici rappresentano l'andamento giornaliero della LUF, rispettivamente per un'affidabilità di previsione del 90% (curva superiore più spessa) e del 30% (curva inferiore più sottile).

Per poter effettuare i desiderati collegamenti ionosferici con un adeguato margine di affidabilità è, quindi, opportuno che la scelta delle frequenze da impiegare cada all'interno della banda compresa tra le due curve LUF 90% e MUF 90%.

La linea continua riportata nel grafico inferiore della fig. 2 indica l'angolo di radiazione, misurato sul piano verticale passante per l'antenna TX, utile per stabilire il collegamento desiderato con la probabilità del 50%, in funzione dell'ora del giorno (Tempo Locale di Roma).

Per limitare l'assorbimento ionosferico (tanto maggiore quanto più bassa è la frequenza), è opportuno che la frequenza di impiego venga scelta il più vicino possibile alla MUF, mantenendo, tuttavia, un adeguato margine di sicurezza per tener conto degli scostamenti tra lo stato reale di ionizzazione della ionosfera e quello previsto.

Tale frequenza, tipicamente pari al 90% della MUF, è nota con l'acronimo di **FOT** (**Fréquence Optimale de Travail**), in lingua francese, oppure con l'acronimo **OWF** (**Optimum Working Frequency**), utilizzando la terminologia anglosassone.

I grafici di previsione, per ciascuno dei mesi del bimestre cui le Tavole si riferiscono, vengono elaborati per:

- valori del **Potere Trasmissivo** pari a: **70 - 85 - 100 - 115 dB**;
- distanze di: **250 - 500 - 750 - 1000 - 1500 - 2000 - 2500 - 3000 km**.

Il Potere Trasmissivo indica la massima attenuazione tollerabile che le onde elettromagnetiche possono subire nel propagarsi dalla stazione TX a quella RX.

Per la sua determinazione si veda l'*Appendice C* al "Manuale d'uso per le Tavole di Previsione Ionosfera".

Tuttavia, per una immediata identificazione del grafico da utilizzare può tornare utile far riferimento alla seguente tabella ove è stato ipotizzato, per semplicità:

- G_T - guadagno dell'antenna TX = **0 dB**
- $E_{R \min}$ - l'intensità del campo minima necessaria in ricezione = **$2\mu V/m$** .

PT (dB)	Potenza TX (al piede d'antenna)
70	1 W
85	25 W
100	500 W
115	20.000 W

c. *Tavole di previsione delle Distanze Skip*

La distanza "Skip" è la **minima distanza** per la quale, impiegando una certa frequenza, è possibile effettuare un radiocollegamento tra due stazioni mediante riflessione ionosferica. In altre parole, definita la frequenza d'impiego, la distanza "skip" indica la distanza tra la trasmittente ed il punto ove cade il primo raggio di propagazione, poiché per distanze inferiori i raggi non tornano a terra in quanto perforano gli strati e si perdono nello spazio.

La isolina relativa alla distanza "skip" per una certa frequenza può anche intendersi come la isolina della MUF per la stessa distanza, dato che una frequenza più elevata, in quanto maggiormente penetrante nella ionosfera, cadrebbe oltre.

Le Tavole di Previsione delle Distanze, edite dall'INGV (esempio in Fig. 3), si riferiscono ad una stazione trasmittente posta a Roma e le Previsioni vengono effettuate per le 24 ore del giorno (Tempo Locale Medio di Roma).

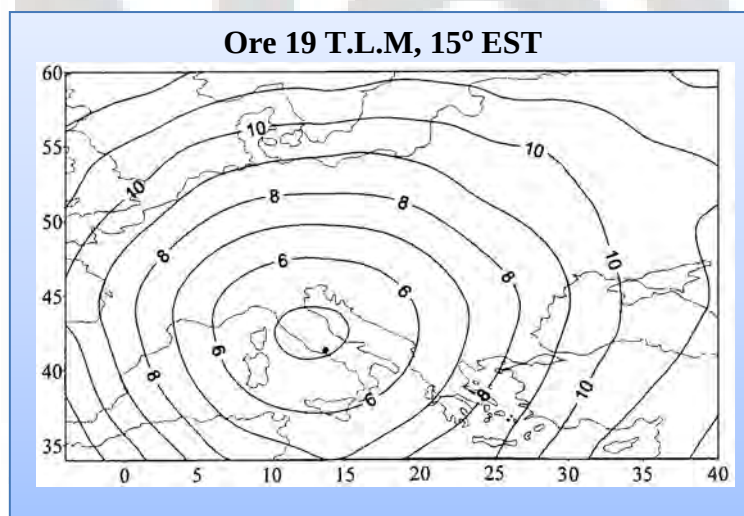


Fig. 3 - Esempio di Tavola di Previsione delle distanze "skip" ottenibili per varie frequenze.

Come si potrà facilmente rilevare dalla consultazione delle Tavole:

- nelle ore notturne le frequenze riflesse al suolo sono quelle più basse, in quanto, in tale periodo, a seguito dell'assottigliamento della ionosfera, le frequenze più elevate perforano gli strati;
- nelle ore diurne vengono riflesse anche le frequenze più elevate e le isolinee si infittiscono andando verso mezzogiorno;
- nelle ore immediatamente susseguenti l'alba e precedenti il tramonto le isolinee sono asimmetriche, in quanto si infittiscono rispettivamente verso est e verso ovest, in funzione della posizione relativa del sole.

d. Tavole di previsione di portata

Le Tavole di previsione di portata (esempio in fig. 4) vengono elaborate per:

- frequenze pari a: 2,5 - 3,5 - 5 e 7 MHz:
- valori del Potere Trasmissivo di: 73 e 83 dB considerando
 - G_T - guadagno dell'antenna TX = 0 dB
 - $E_{R\min}$ - l'intensità del campo minima necessaria in ricezione = $5\mu V/m$.

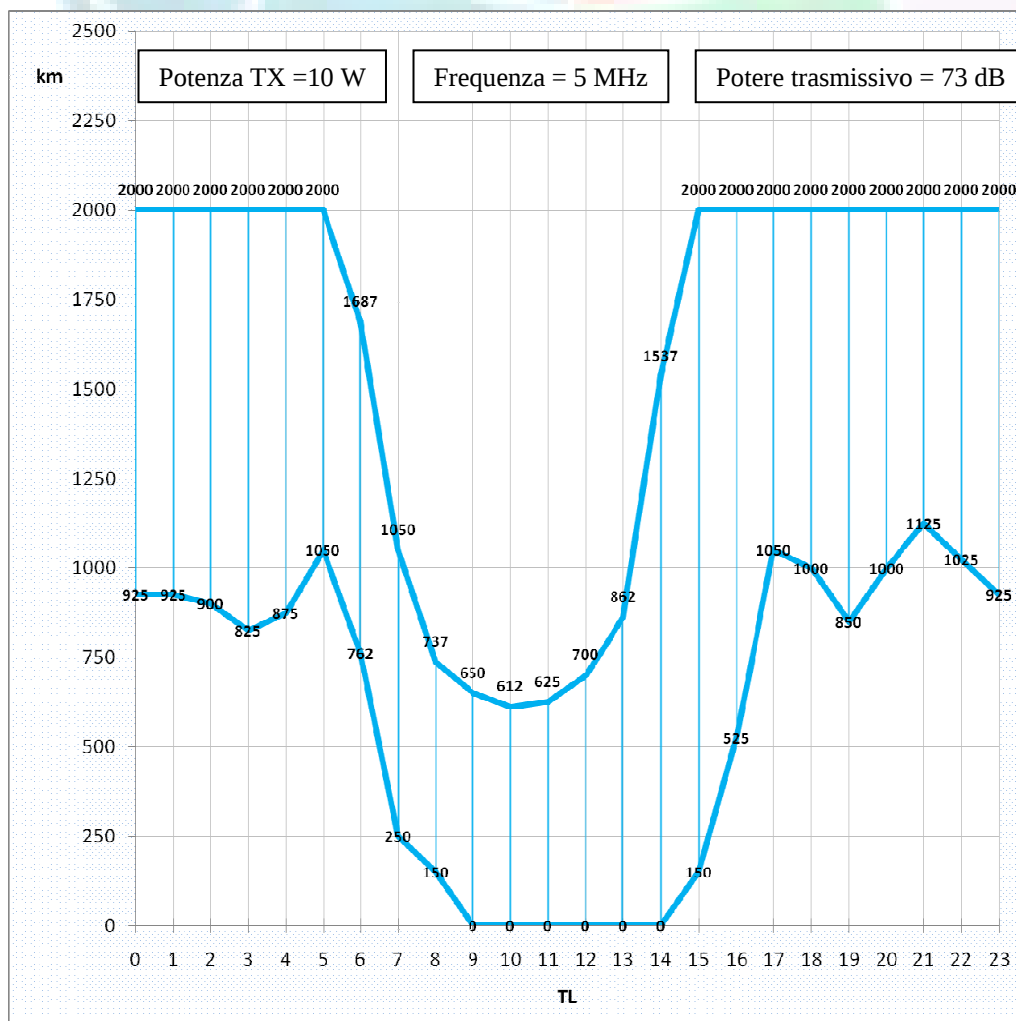
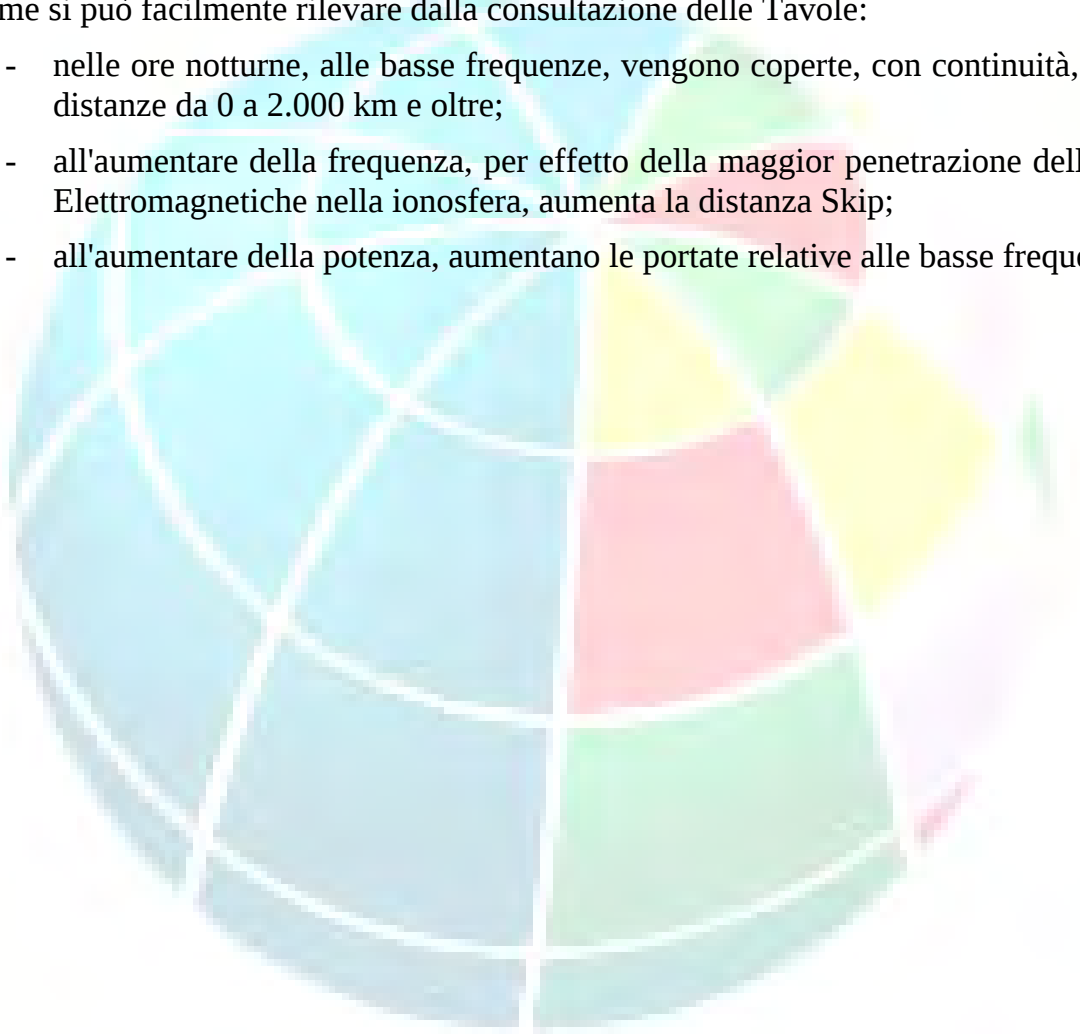


Fig. 4 - Esempio di Tav

In funzione dei suddetti parametri e dell'ora del giorno (TL di Roma), le Tavole forniscono un'indicazione sulle portate raggiungibili dalle Onde Elettromagnetiche per via ionosferica (area evidenziata dalla griglia colorata interna alle curve azzurre).

Come si può facilmente rilevare dalla consultazione delle Tavole:

- nelle ore notturne, alle basse frequenze, vengono coperte, con continuità, tutte le distanze da 0 a 2.000 km e oltre;
- all'aumentare della frequenza, per effetto della maggior penetrazione delle Onde Elettromagnetiche nella ionosfera, aumenta la distanza Skip;
- all'aumentare della potenza, aumentano le portate relative alle basse frequenze.



INGV



INGV

PREVISIONI DI ATTIVITÀ SOLARE

**Numero
macchie
R12**

**Flusso
radioelettrico
 Φ 12**

novembre 145.2

188.2

dicembre 141.3

184.3

gennaio 136.3

179.5

INGV

novembre 2024

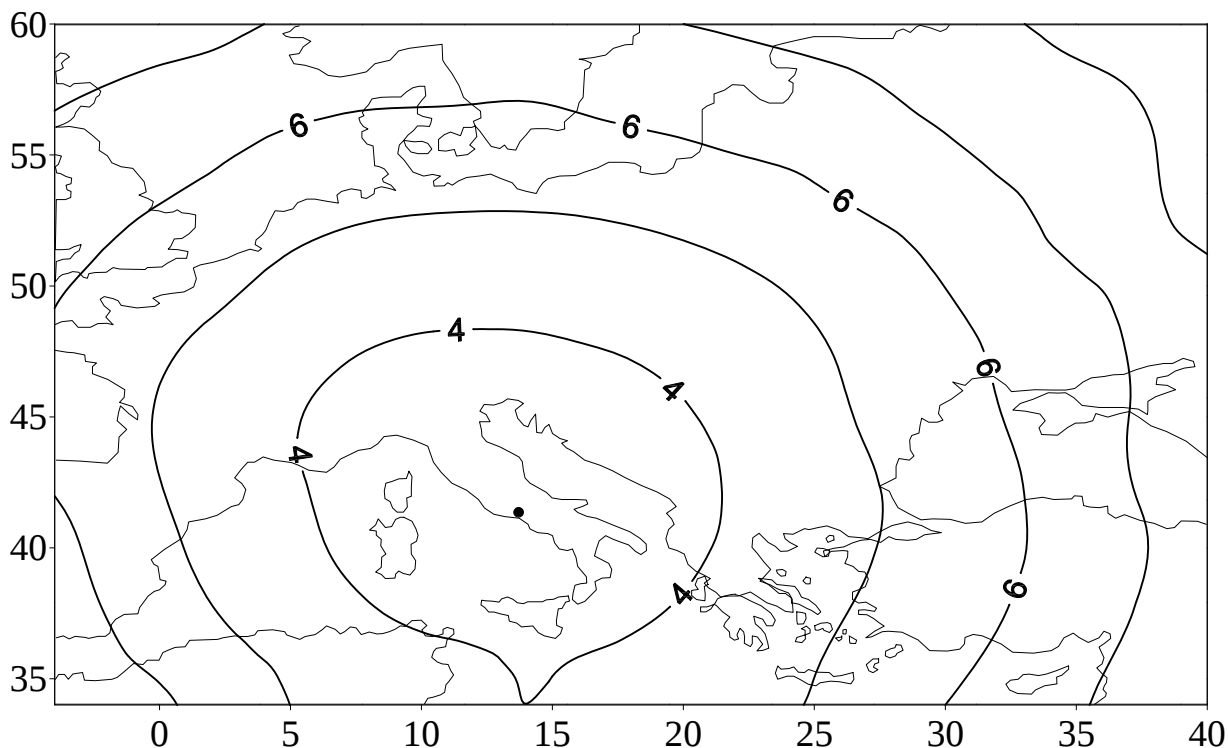
INGV

Previsioni Ionosferiche per il mese di: NOVEMBRE 2024

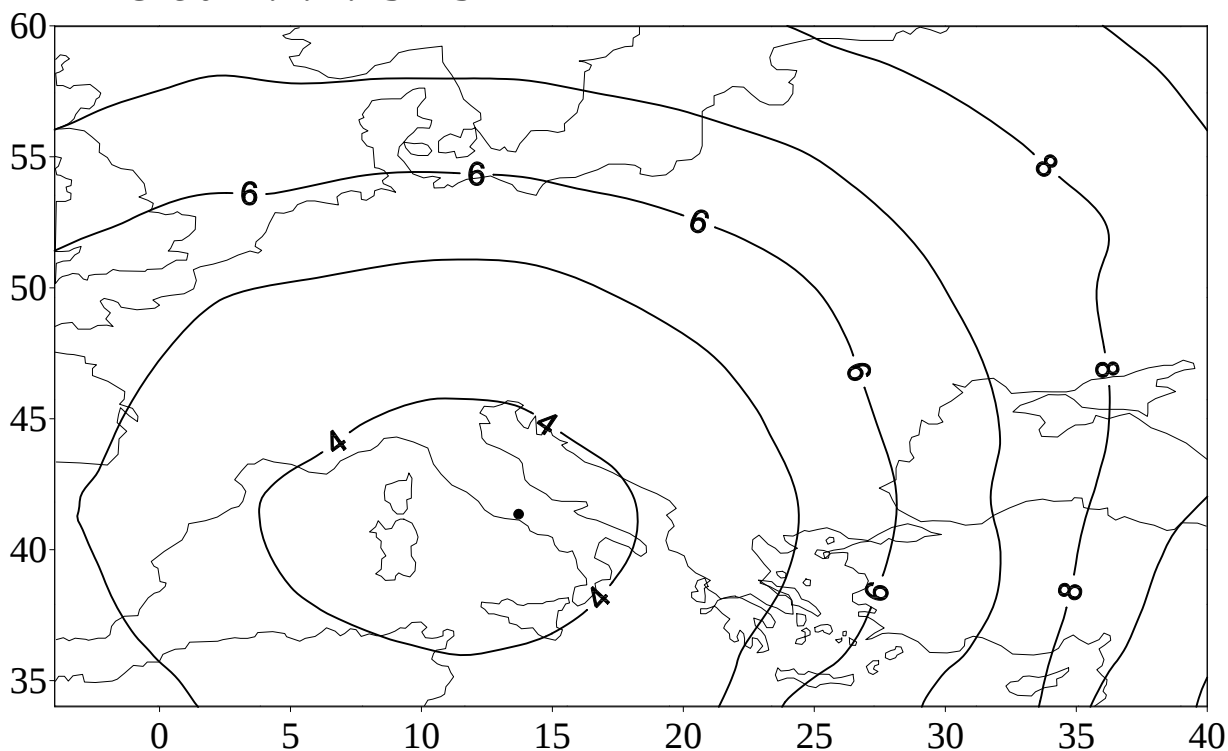
Isolinee della massima frequenza utilizzabile (MUF)
e della distanza di skip per la medesima frequenza.

Coordinate della trasmittente: 41.9 N,12.5 E

Ore 00 T.L.M. 15° EST



Ore 01 T.L.M. 15° EST

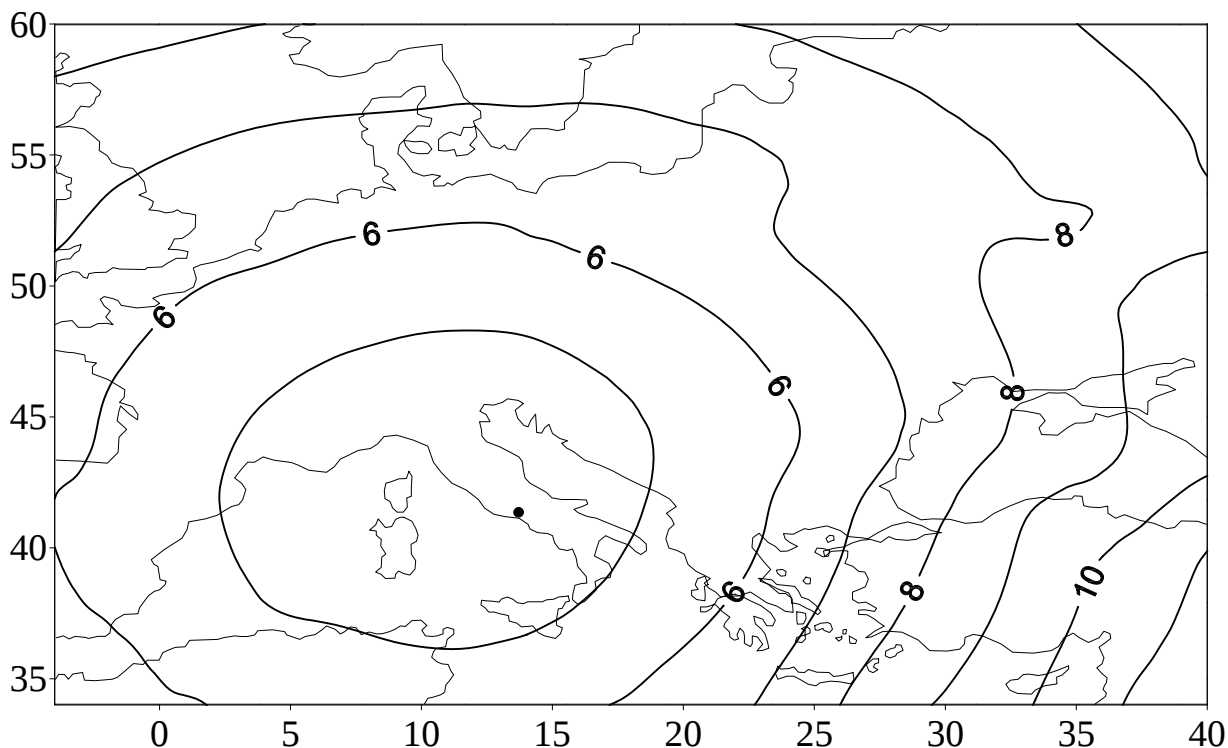


Previsioni Ionosferiche per il mese di: NOVEMBRE 2024

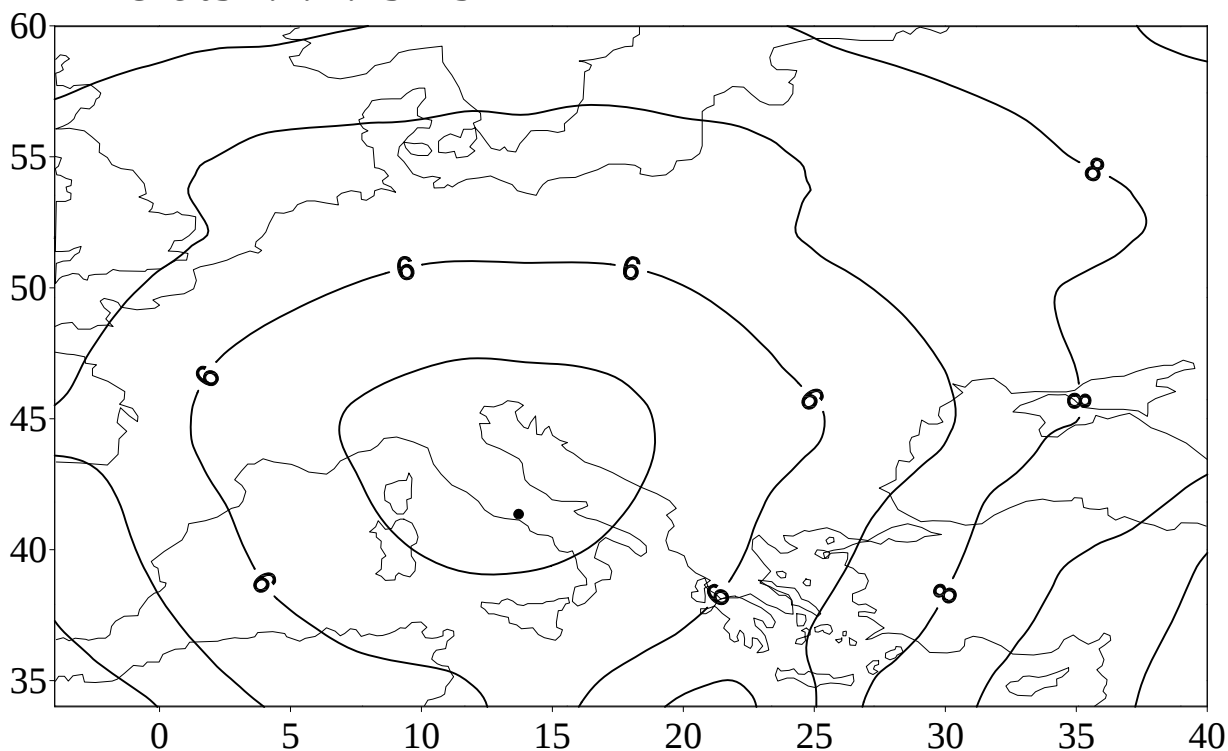
Isolinee della massima frequenza utilizzabile (MUF)
e della distanza di skip per la medesima frequenza.

Coordinate della trasmittente: 41.9 N,12.5 E

Ore 02 T.L.M. 15° EST



Ore 03 T.L.M. 15° EST

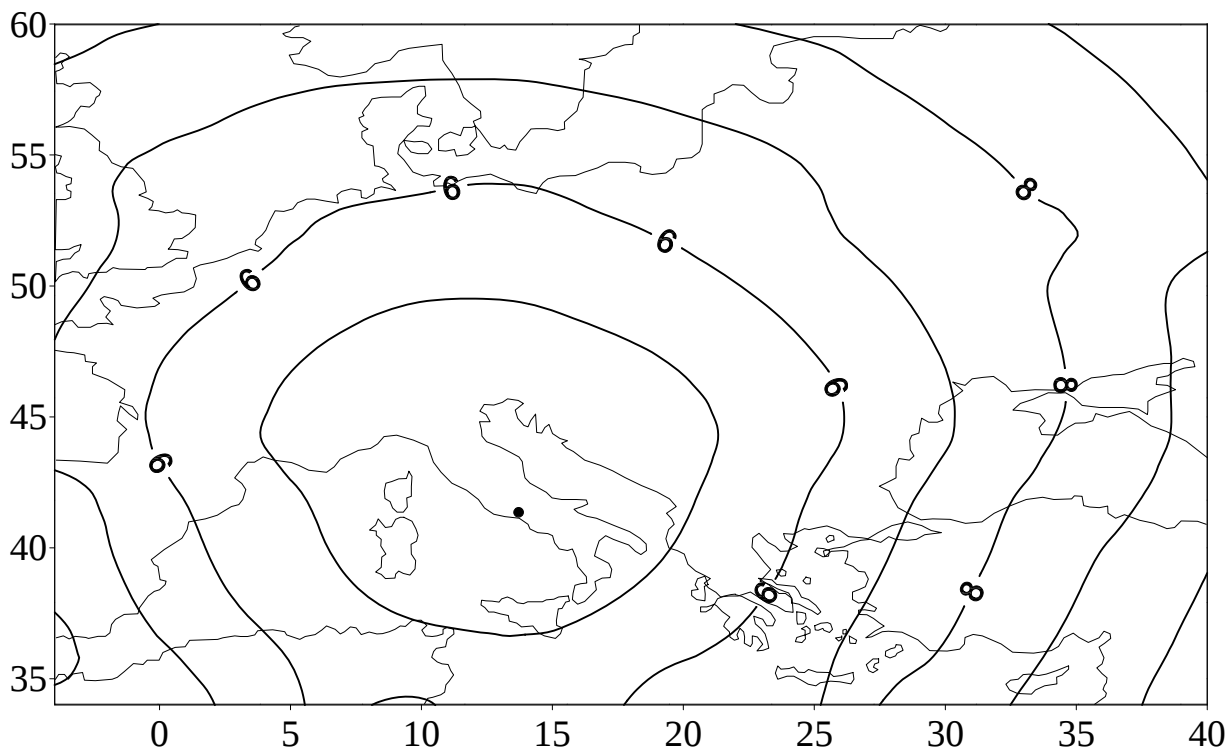


Previsioni Ionosferiche per il mese di: NOVEMBRE 2024

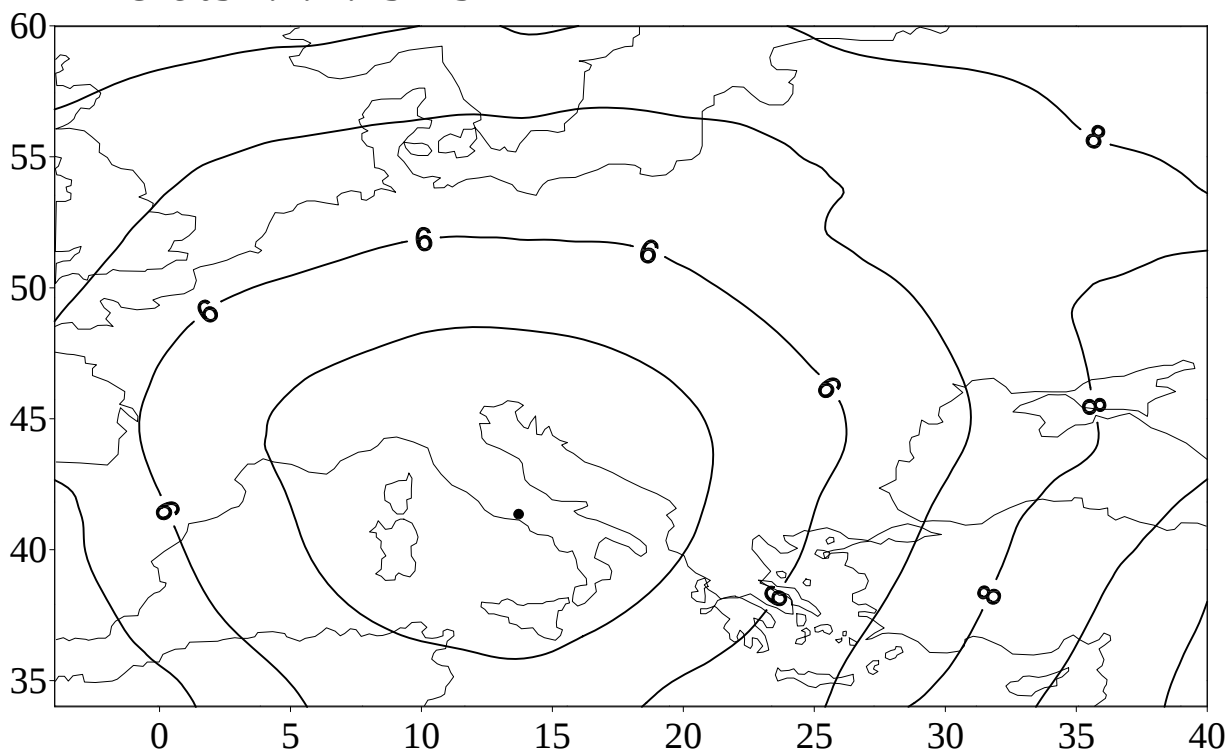
Isolinee della massima frequenza utilizzabile (MUF)
e della distanza di skip per la medesima frequenza.

Coordinate della trasmittente: 41.9 N,12.5 E

Ore 04 T.L.M. 15° EST



Ore 05 T.L.M. 15° EST

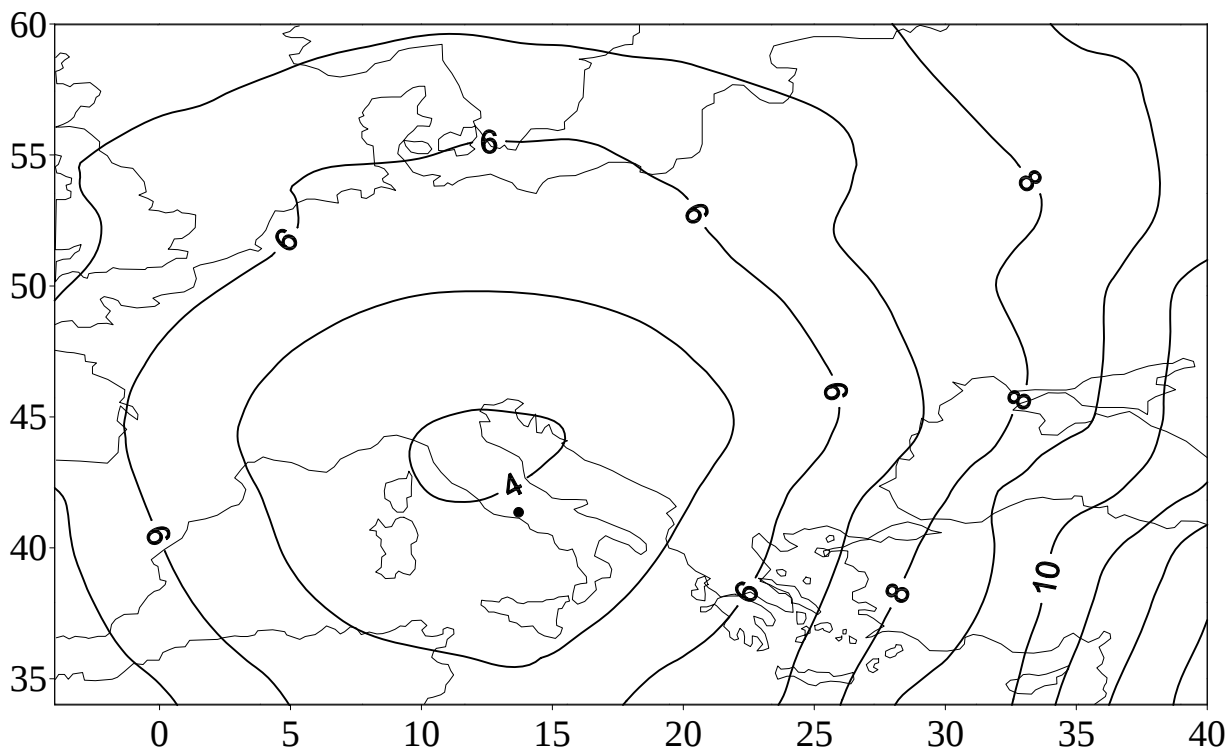


Previsioni Ionosferiche per il mese di: NOVEMBRE 2024

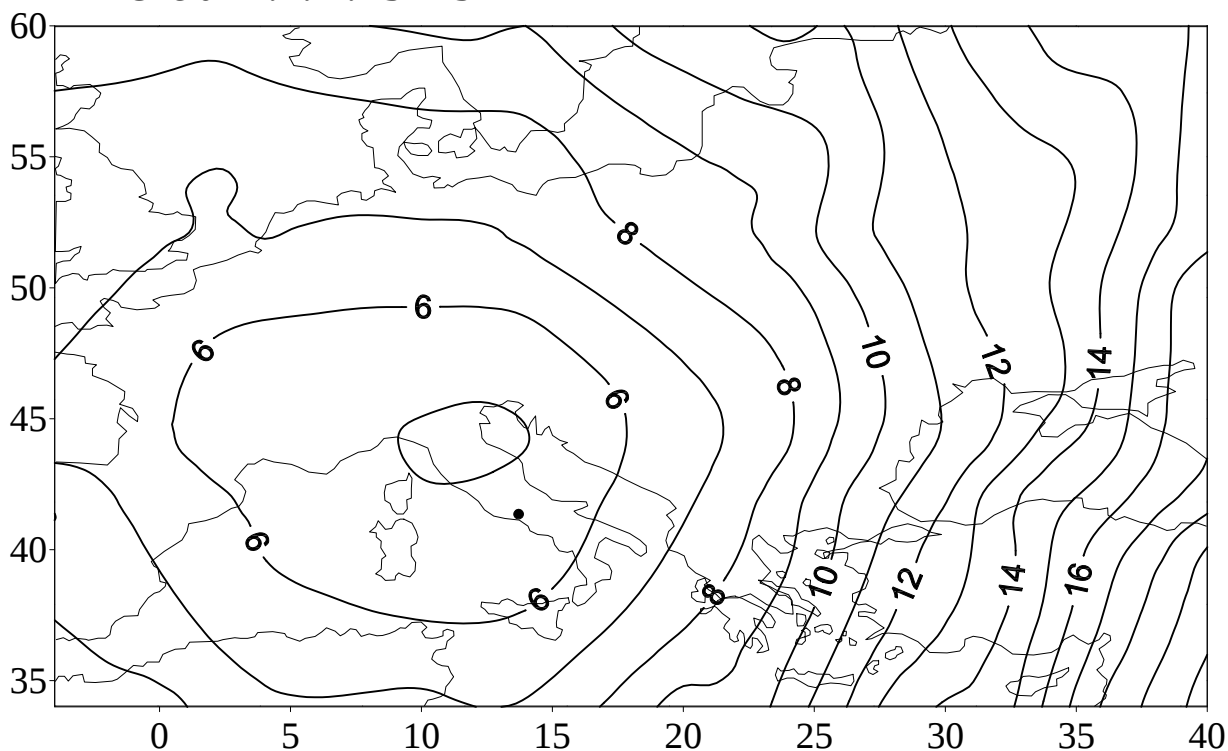
Isolinee della massima frequenza utilizzabile (MUF)
e della distanza di skip per la medesima frequenza.

Coordinate della trasmittente: 41.9 N,12.5 E

Ore 06 T.L.M. 15° EST



Ore 07 T.L.M. 15° EST

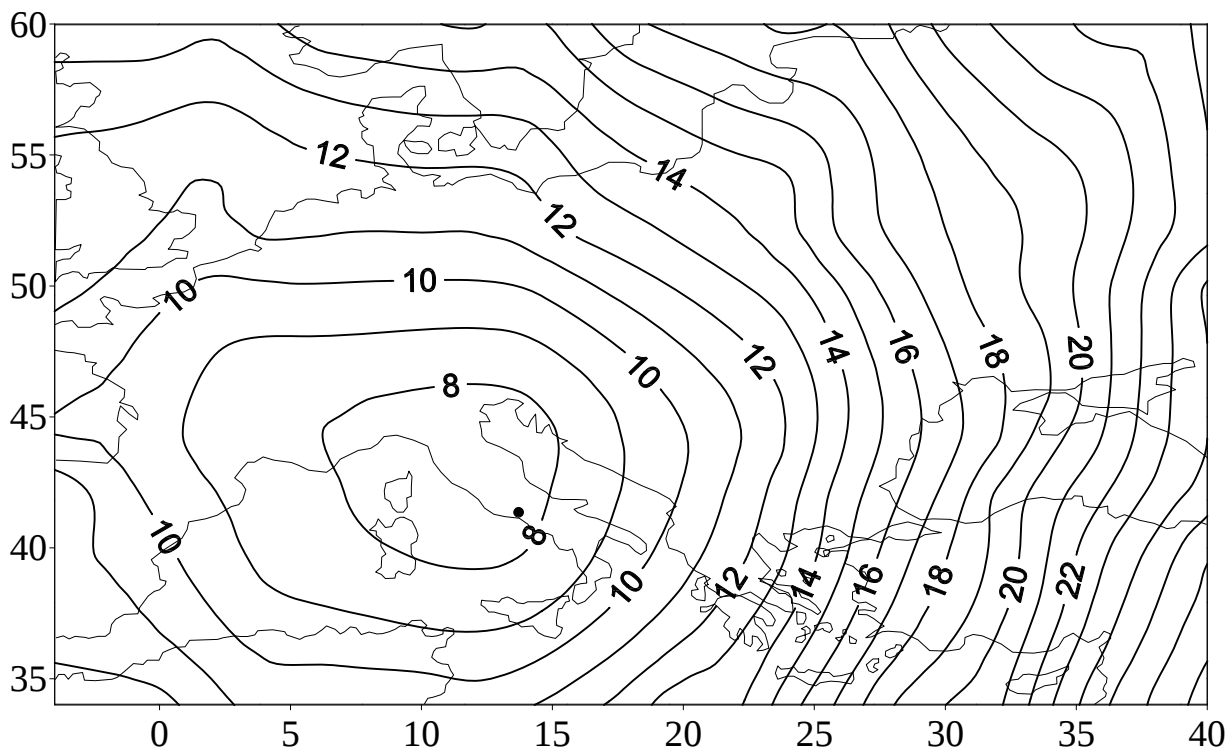


Previsioni Ionosferiche per il mese di: NOVEMBRE 2024

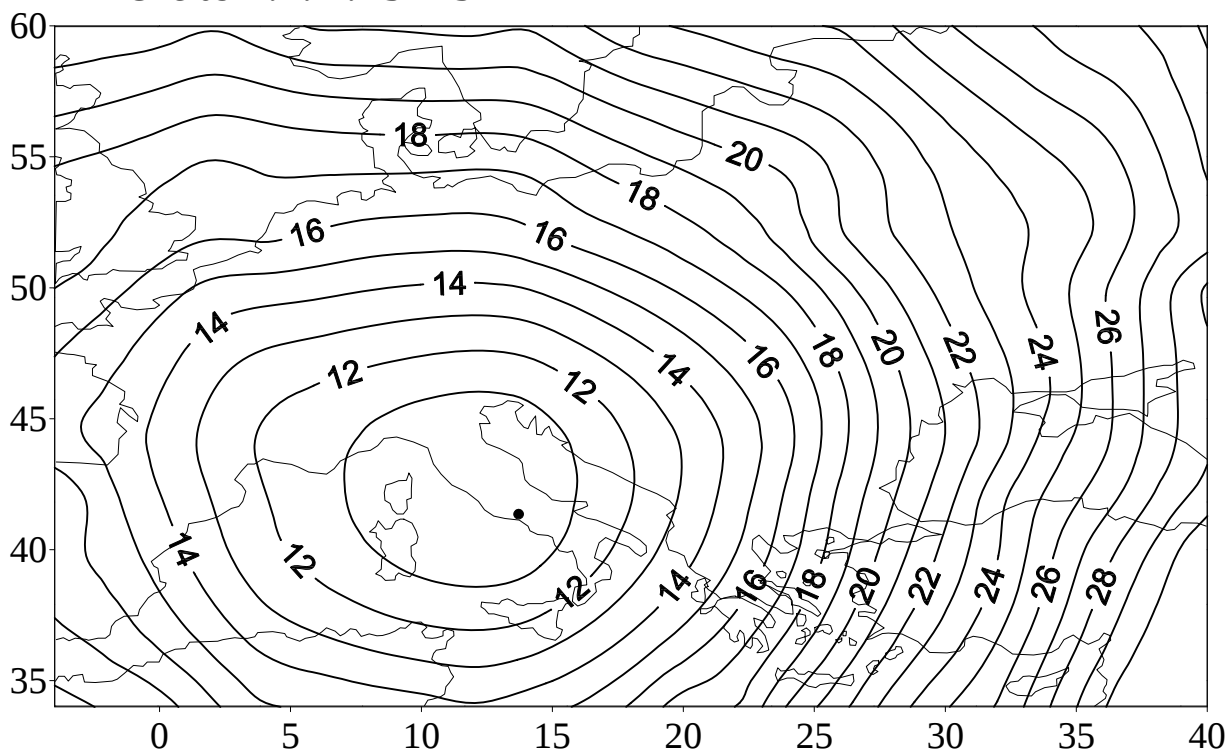
Isolinee della massima frequenza utilizzabile (MUF)
e della distanza di skip per la medesima frequenza.

Coordinate della trasmittente: 41.9 N,12.5 E

Ore 08 T.L.M. 15° EST



Ore 09 T.L.M. 15° EST

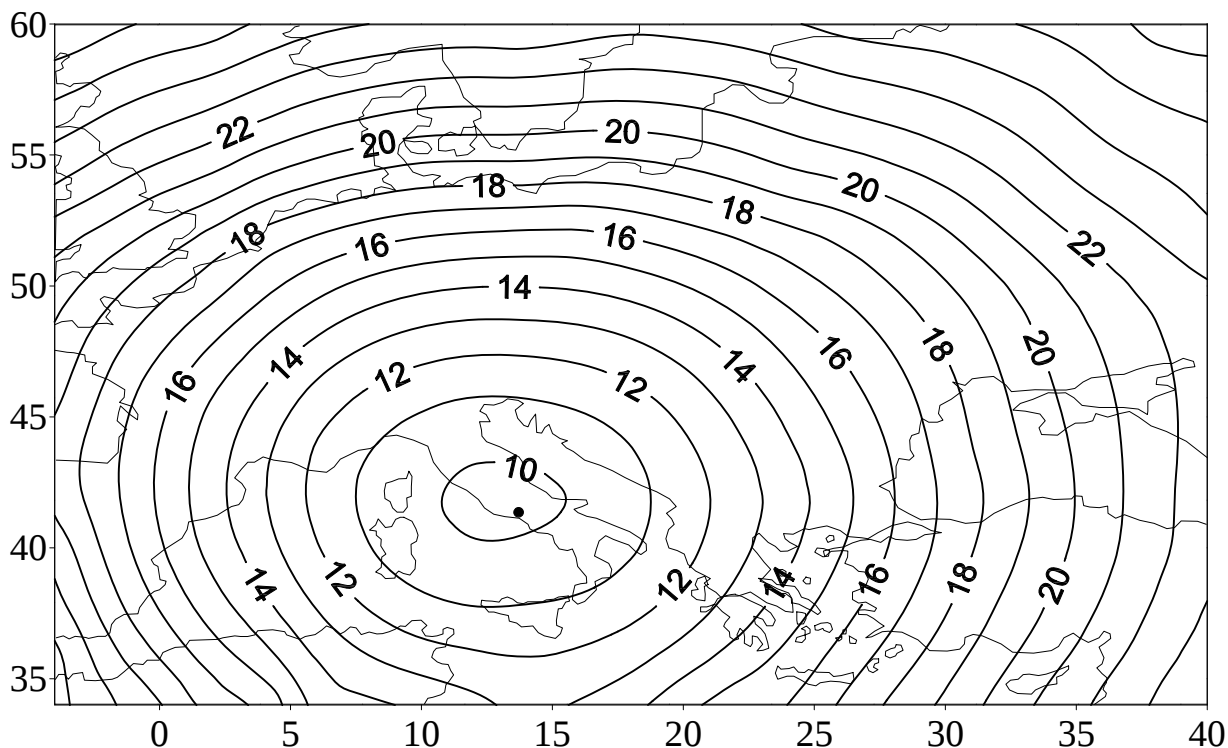


Previsioni Ionosferiche per il mese di: NOVEMBRE 2024

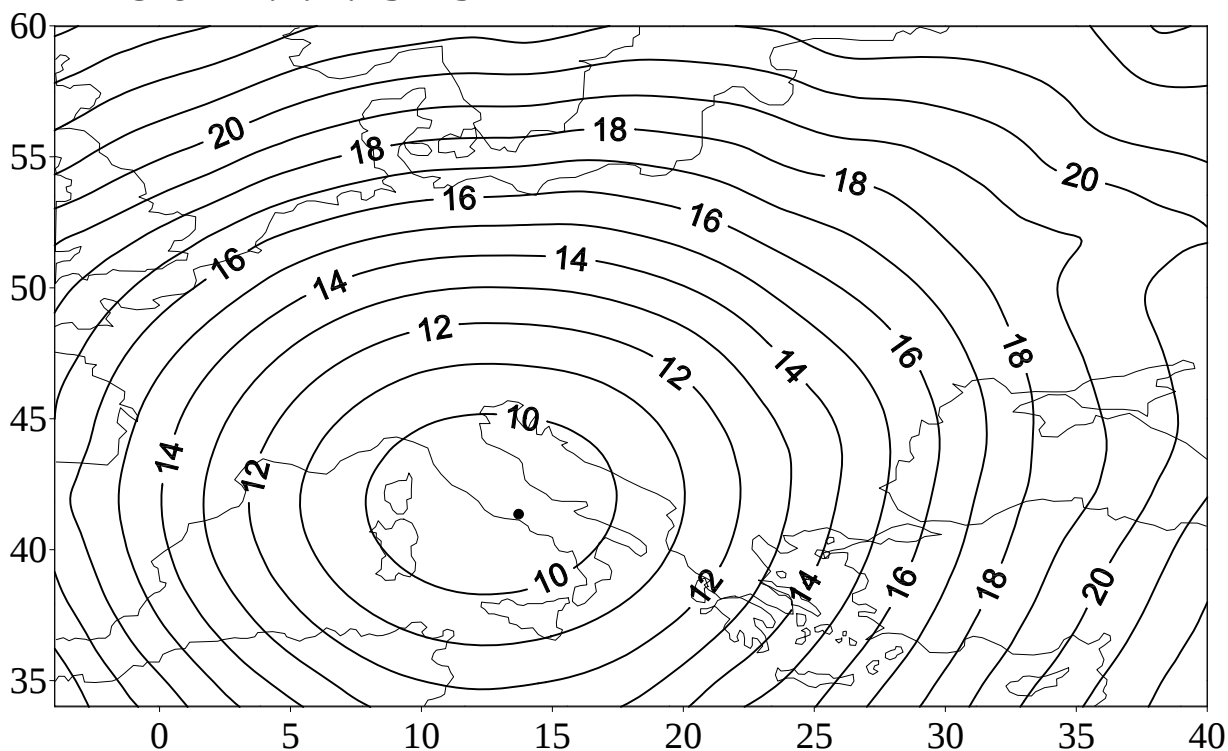
Isolinee della massima frequenza utilizzabile (MUF)
e della distanza di skip per la medesima frequenza.

Coordinate della trasmittente: 41.9 N,12.5 E

Ore 16 T.L.M. 15° EST



Ore 17 T.L.M. 15° EST

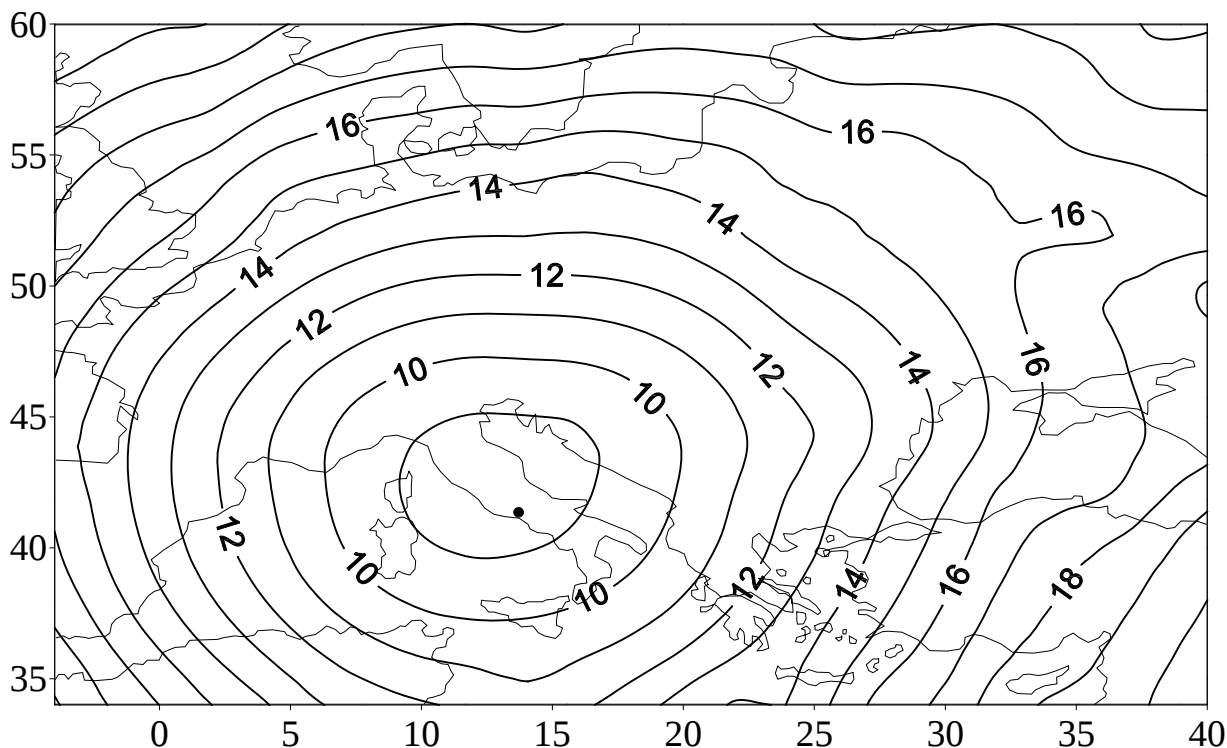


Previsioni Ionosferiche per il mese di: NOVEMBRE 2024

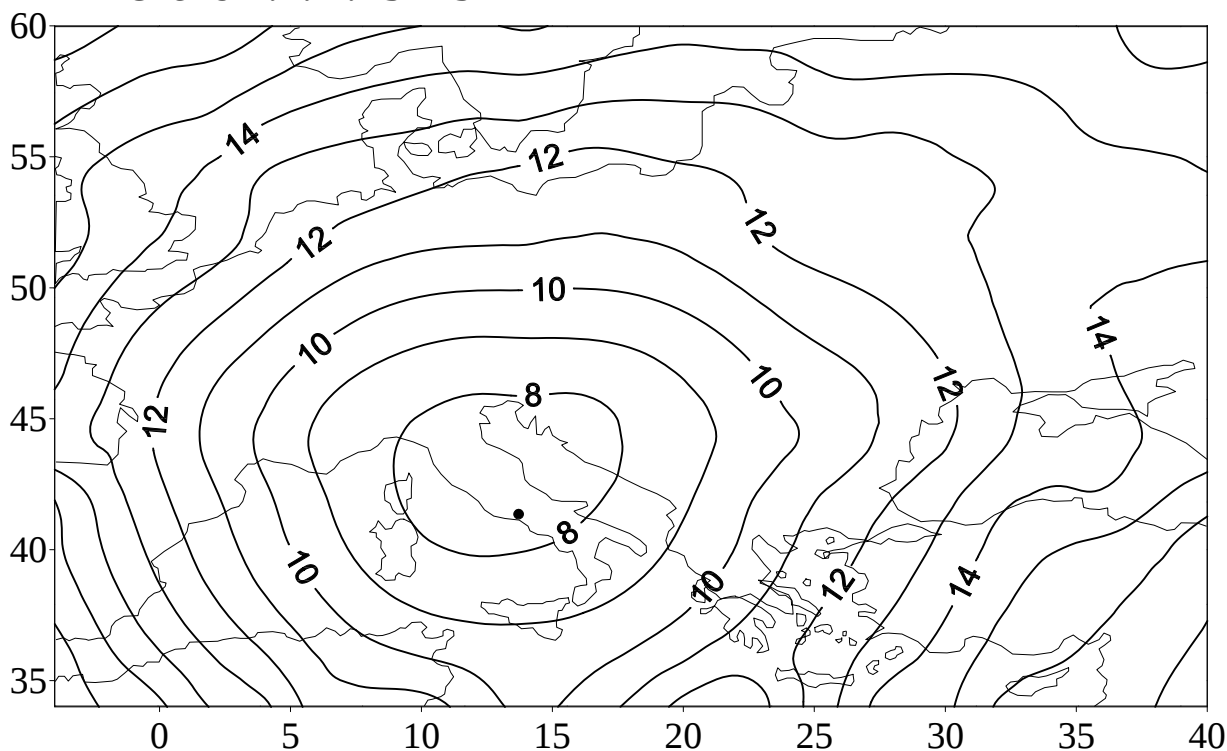
Isolinee della massima frequenza utilizzabile (MUF)
e della distanza di skip per la medesima frequenza.

Coordinate della trasmittente: 41.9 N,12.5 E

Ore 18 T.L.M. 15° EST



Ore 19 T.L.M. 15° EST

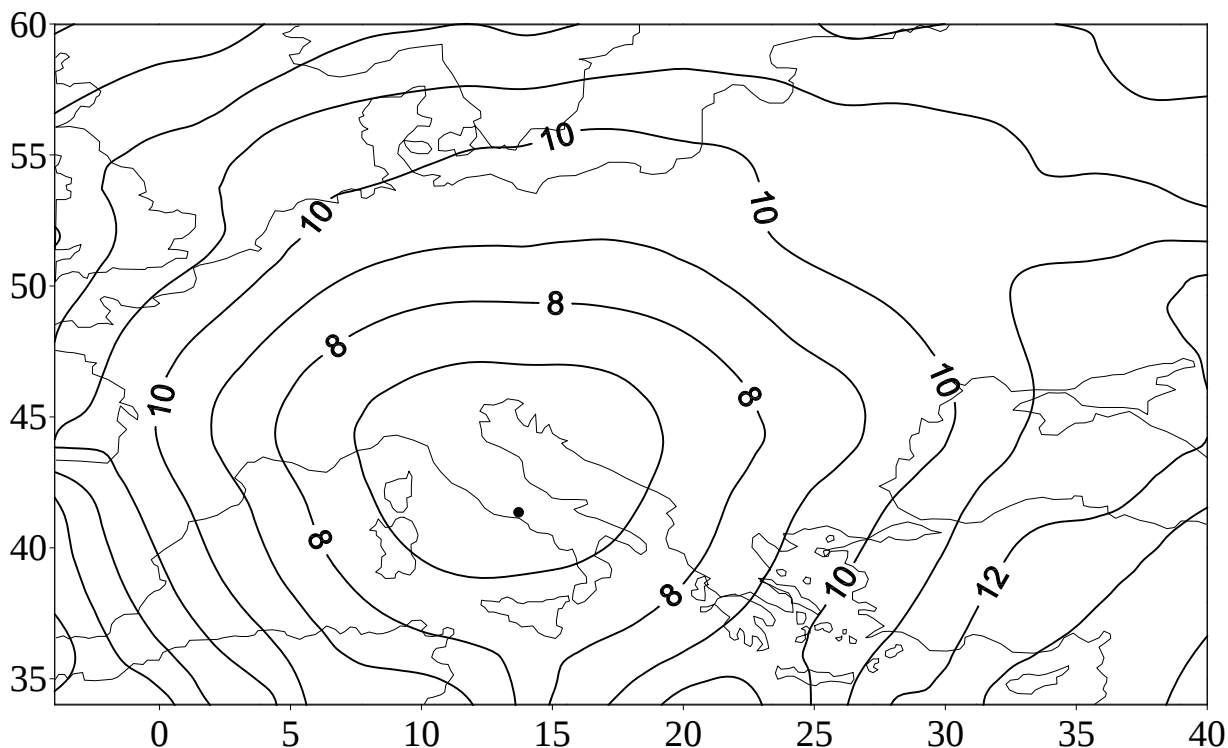


Previsioni Ionosferiche per il mese di: NOVEMBRE 2024

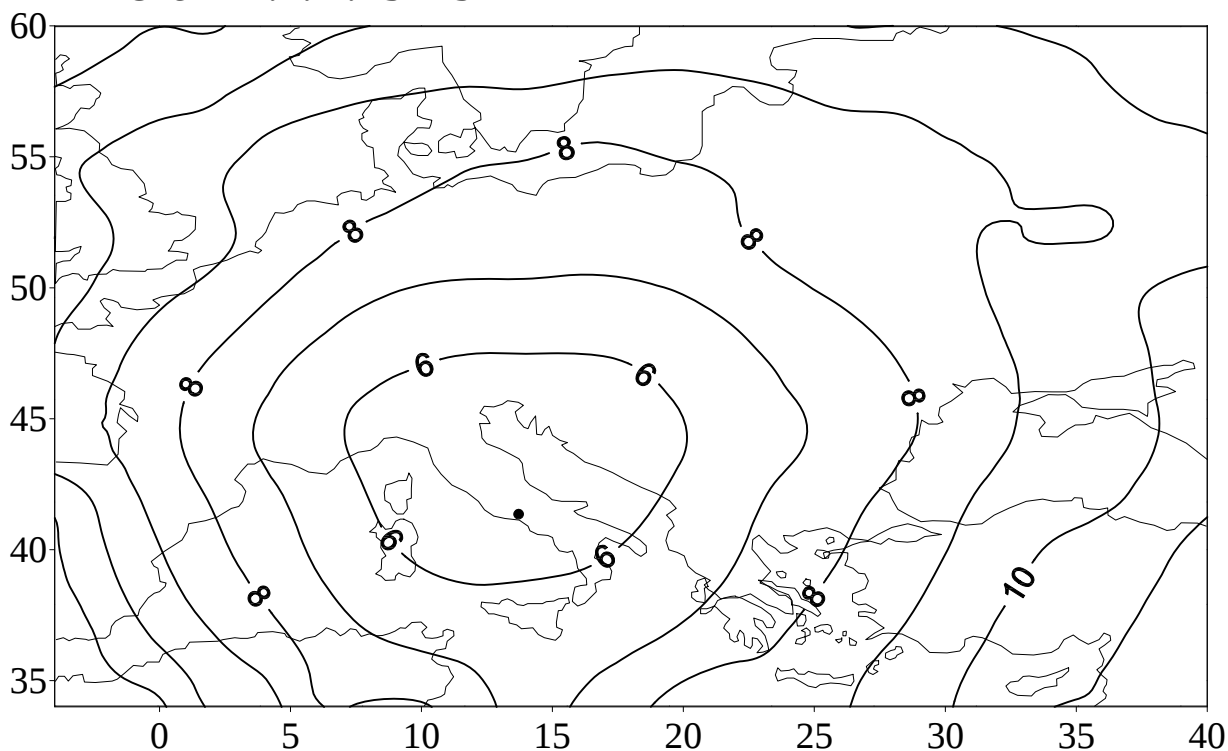
Isolinee della massima frequenza utilizzabile (MUF)
e della distanza di skip per la medesima frequenza.

Coordinate della trasmittente: 41.9 N,12.5 E

Ore 20 T.L.M. 15° EST



Ore 21 T.L.M. 15° EST

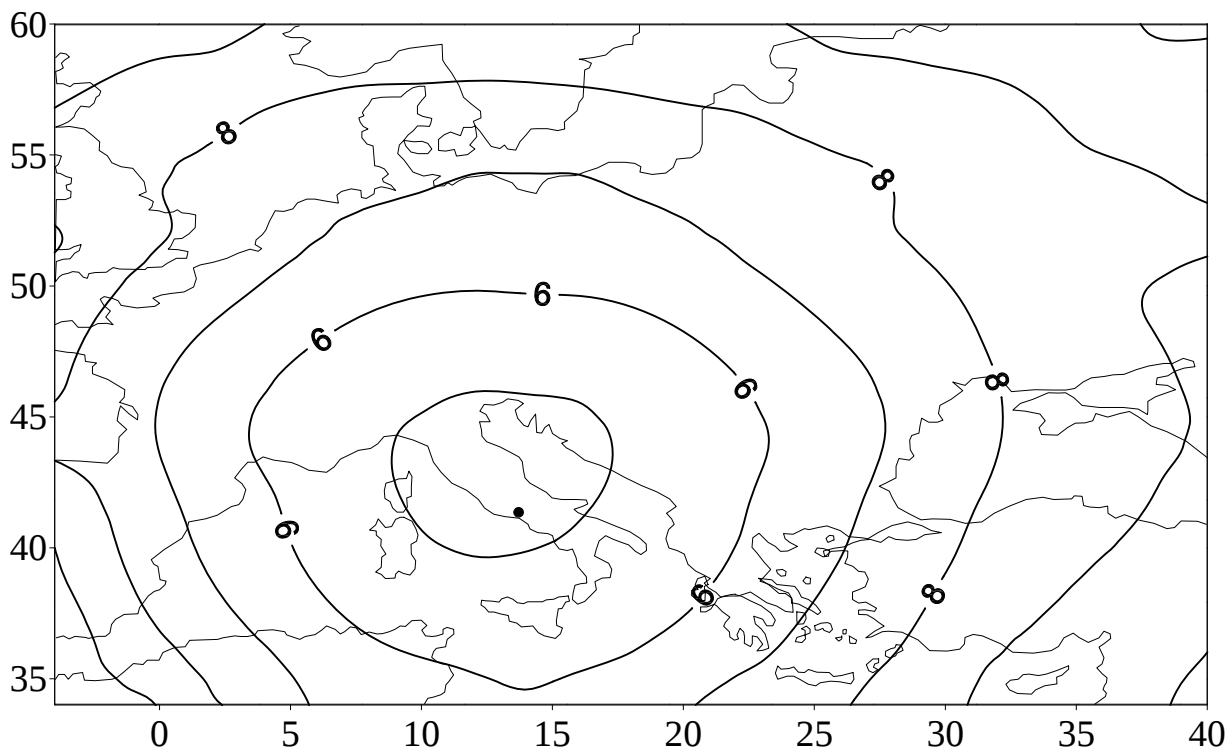


Previsioni Ionosferiche per il mese di: NOVEMBRE 2024

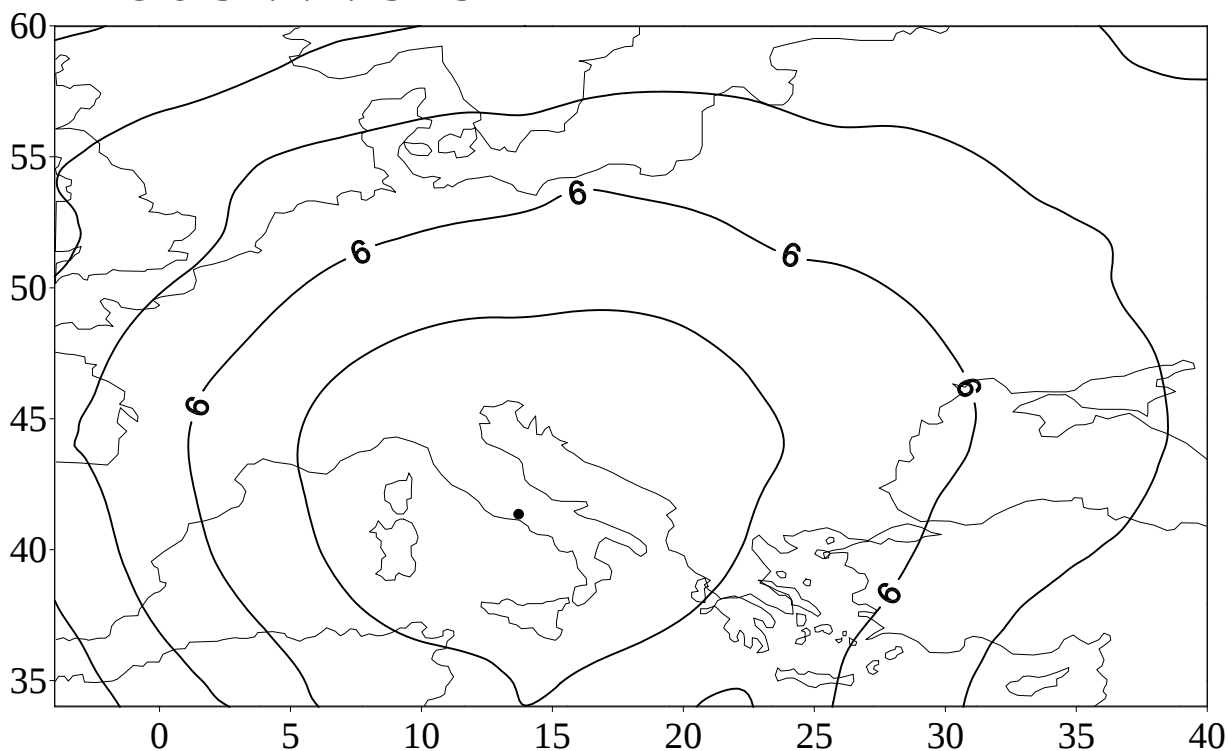
Isolinee della massima frequenza utilizzabile (MUF)
e della distanza di skip per la medesima frequenza.

Coordinate della trasmittente: 41.9 N,12.5 E

Ore 22 T.L.M. 15° EST



Ore 23 T.L.M. 15° EST



dicembre 2024

INGV

