

Stima della rifrattività radio superficiale in Sardegna

Ermanno Fionda ⁽¹⁾, Fabrizio Pelliccia ⁽²⁾

(1) Fondazione Ugo Bordoni, Roma (I);

ermanno@fub.it

(2) Università di Perugia, Dip. di Ingegneria Elettronica e dell'Informazione, Perugia (I)

fabrizio.pelliccia@diei.unipg.it

Nell'ambito delle attività sperimentali per definire quanto necessario allo “switch off” per la regione Sardegna, per il passaggio definitivo al sistema televisive digitale da quello analogico, è stata stimata la rifrattività radio su terra e mare.

La rifrattività (N) è stata calcolata a partire del modello atmosferico ECMWF (*The European Centre for Medium-Range Weather Forecasts, Reading, UK*) [1]. La stima di N è stata fatta tra i seguenti riferimenti geografici: (Lat 40.725, Long 7.7875)–(Lat 40.725, Long 10.1250) e (Lat 38.475, Long 7.875)–(Lat 38.745, Long 10.1259). In tale area il data base ECMWF disponeva di 165 punti di griglia con una risoluzione di 0.225° x 0.225°, Figura 1. I valori utilizzati per il calcolo di N sono riferite a tutto il 2007, alle ore sinottiche 00 06 12 18 UTC. Le osservazioni ECMWF utilizzate sono state 240900.

La troposfera, parte inferiore dell'atmosfera terrestre, costituisce il mezzo in cui avviene la propagazione orizzontale libera delle onde e.m. di sistemi di trasmissione per il digitale terrestre televisivo. Come ben noto i campi e.m. oltre a subire processi attenuativi, sono soggetti a fenomeni supplementari quali la rifrazione causate dai componenti gassosi dell'atmosfera, la diffrazione, la riflessione e diffusione dovuti alle irregolarità superficiali del terreno. La troposfera può essere caratterizzata, ai fini elettromagnetici, con l'indice di rifrazione (n) alle radio frequenze che, invece di essere unitario, è funzione delle grandezze che caratterizzano il mezzo troposferico cioè: pressione parziale di aria secca (P_d , in mbar), temperatura (T , in K) e della pressione vapore acqueo (e , in mbar). Per convenienza, poiché ($n \approx 1$) ha un valore molto vicino all'unità, si definisce l'indice di riflettività radio con (N, unità) come [2]:

$$N = (n - 1) \cdot 10^6 = N_{dry} + N_{wet} = 77.6 \frac{P_d}{T} + 72 \frac{e}{T} + 3.75 \cdot 10^5 \frac{e}{T^2} \quad (1)$$

La (1) presenta un'accuratezza dello 0.5% per frequenze fino a 100 GHz. Inoltre, l'indice (N) mostra una variabilità, con l'altitudine troposferica (h , in km) così formulata [3]:

$$N = 315e^{-\frac{h}{7.35}} \quad (2)$$

La (2) si riferisce al *modello d'atmosfera standard* (USA, 1966) per le medie latitudini. La (2) è raccomandata dal CCIR/ITU per i processi radio alle quote basse della troposfera. Da sottolineare come la variabilità a “piccola scala” di (N), causata da inversioni termiche e/o da moti turbolenti della troposfera, può produrre fenomeni quale le scintillazioni radio.

I risultati della stima di N, qui riportati, sono riferite alla superficie del mare ($h = 0m$) e dal profilo altimetro del terreno rispetto alla livello del mare come illustrato dalla Figura 1.

La stima di N è stata fatta applicando la eq. (1) ai profili P_d ed e ottenuti dai dati di tipo “analysis model levels 91” del modello ECMWF, riferito a tutto il 2007 ed alla quattro ore sinottiche (00 06 12 18 UTC). I valori di N, qui riportati, sono riferiti al livello 91 dei profili dei 165 punti di griglia, cioè al livello al suolo se il punto di griglia era su terra ferma oppure al livello del mare se si riferiva alla superficie marina. La Tabella 1 riporta i valori statistici di N calcolati su terra e su mare alle ore sinottiche per tutto il 2007. I valori medi annuali di N sono rispettivamente di 318.4 e 338.6 unità su terra e su mare. Per ogni ora sinottica sono riportati il valore massimo ed il valore minimo di N, inoltre nell’ultima riga si riportano i valori medi.

Tabella 1. Valori orari massimi, minimi e medi della radio rifrattività (N) sulla superficie terrestre e su quella marina, per tutto il 2007, in Sardegna, ricavati dai dati ECMWF

UTC	Terra	Mare
00	348.0282	360.0831
	295.2679	321.7652
06	346.3993	358.2777
	294.0425	320.1604
12	337.2352	355.5076
	286.2704	315.9253
18	344.6146	356.5010
	295.6481	320.8461
Medie annuali dei massimi e minimi	344.0693 292.8072	357.5923 319.6743
Media annuale	318.4383	338.6333

La Figura 2 illustra l’andamento medio di N (unità) al suolo e su mare, riferito a tutte le ore sinottiche e per l’intero 2007. Come atteso, N mostra valori i valori più elevati sulla superficie marina ed i valori più bassi nei luoghi a maggior altitudine. Al fine si evidenziare la variabilità statistica di N, i valori sono stati mediati su base trimestrale rispetto alle quattro ore sinottiche. In tale modo sono state così ottenute sedici mappe e relativi istogrammi rispetto al singolo trimestre alle quattro ore sinottiche. Inoltre, i valori di N sono stati analizzati separando terra e mare. La Figura 3 e la Figura 4 illustrano rispettivamente gli istogrammi di N per i punto di griglia su terra e su mare. La Figura 5 riporta gli istogrammi sinottici di N, per tutto il 2007, senza distinzione tra valori stimati su terra e/o su mare. La Figura 6 riporta l’ istogramma di N stimati sia su terra che su mare, per il 2007 e per tutte le ore sinottiche. Le Figure 7, 8, 9 e 10 illustrano le mappe dei valori alla superficie di N rispetto alle quattro ore sinottiche 00, 06, 12 e 18 UTC.

Bibliografia

- 1 <http://www.ecmwf.int>)
- 2 Rec. ITU-R P.453-9
- 3 L. J. Ippolito Jr, “Radio propagation in satellite communications”, Van Nostrand Reinhold Company, N.Y.C. (USA), 1986

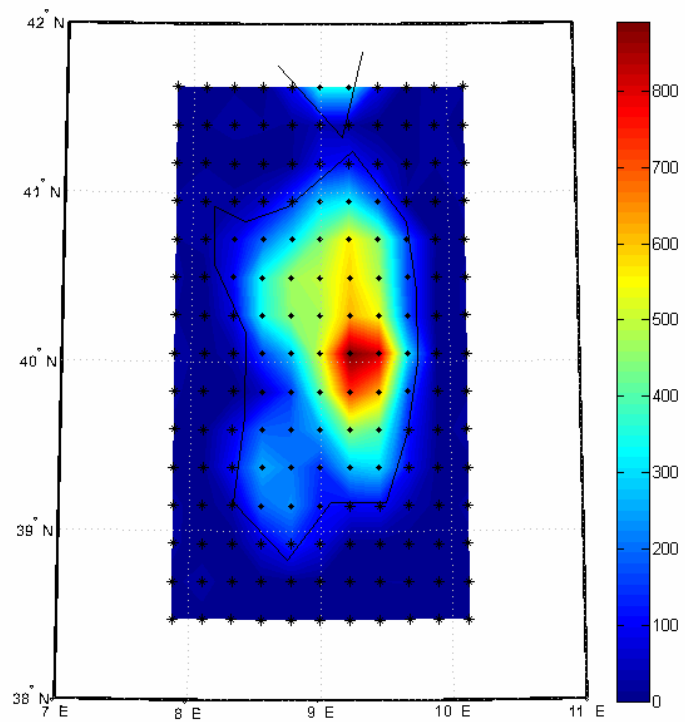


Figura 1. Regione Sardegna: profilo altimetrico (in m sml). Con gli asterischi sono indicati i punti di griglia del data base ECMWF, dati utili al calcolo della rifrattività radio (N).

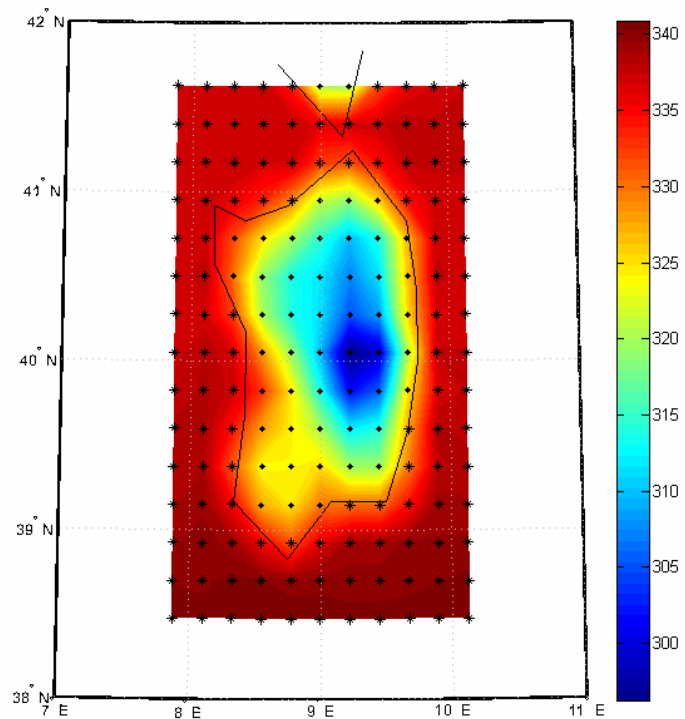


Figura 2. Andamento medio della rifrattività radio N (unità) al suolo e su mare, riferito a tutte le ore sinottiche e per l'intero 2007, sulla regione Sardegna

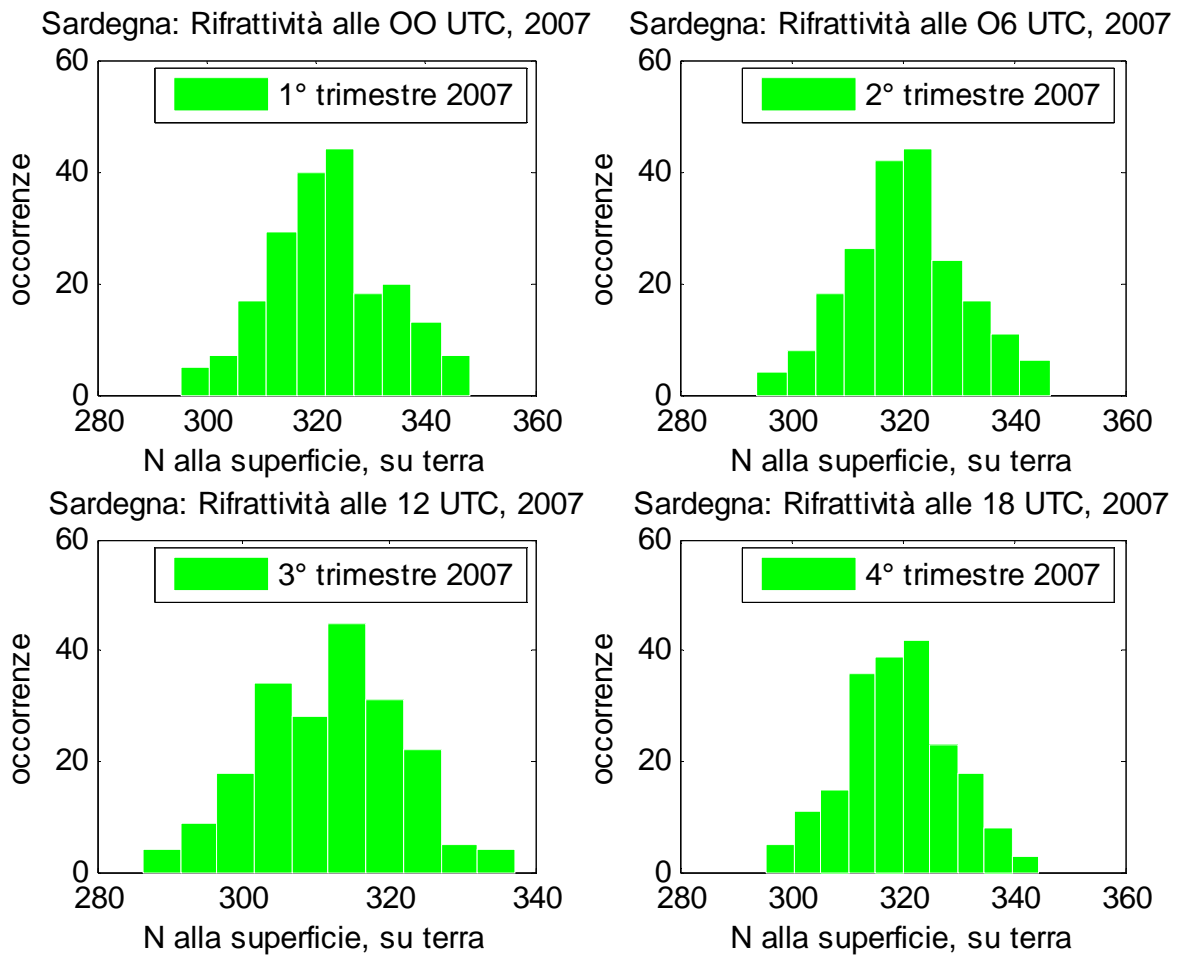


Figura 3. Istogrammi sinottici della radio rifrattività (N) su terra, per tutto il 2007, in Sardegna

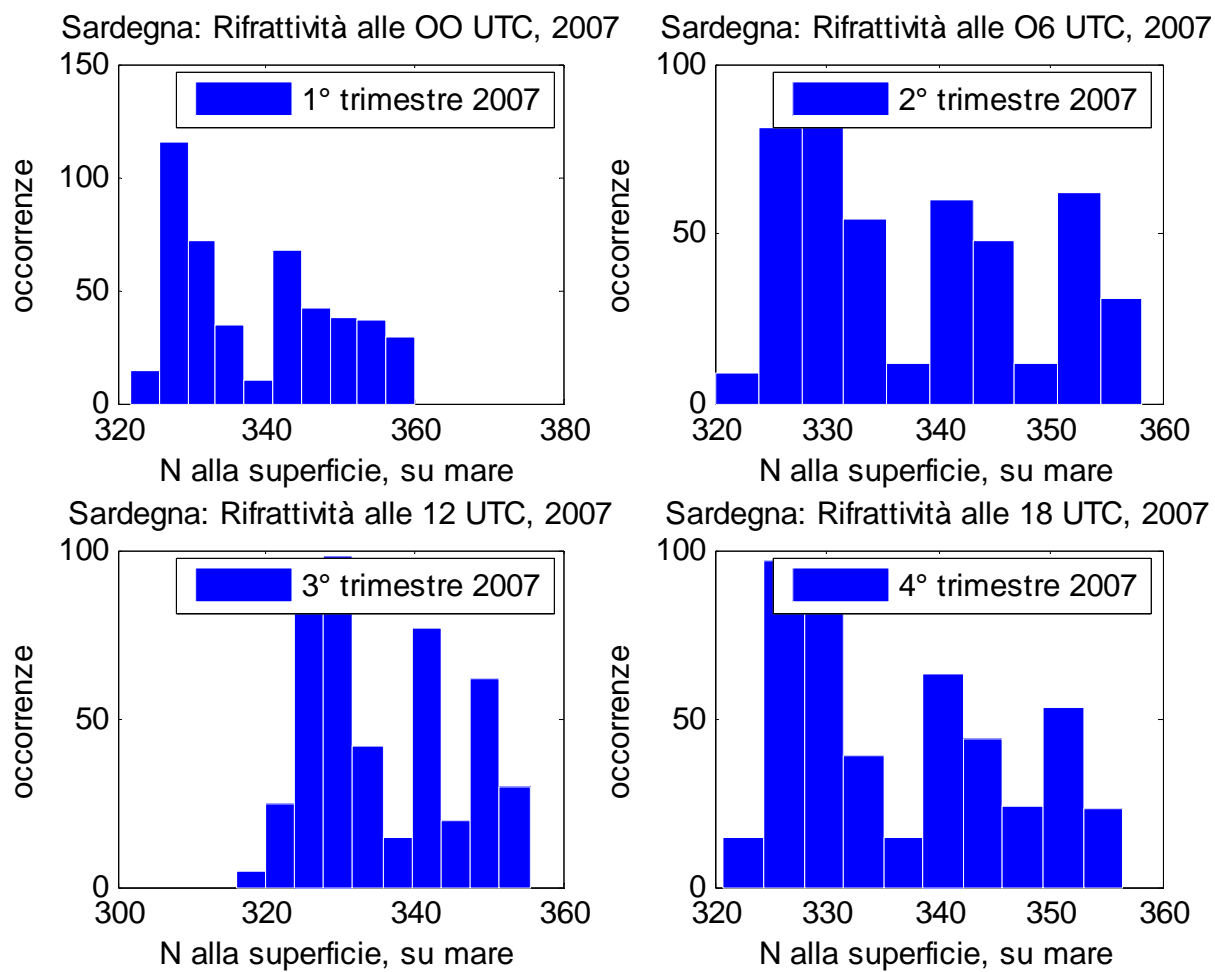


Figura 4. Istogrammi sinottici della radio rifrattività (N) su mare, per tutto il 2007, in Sardegna

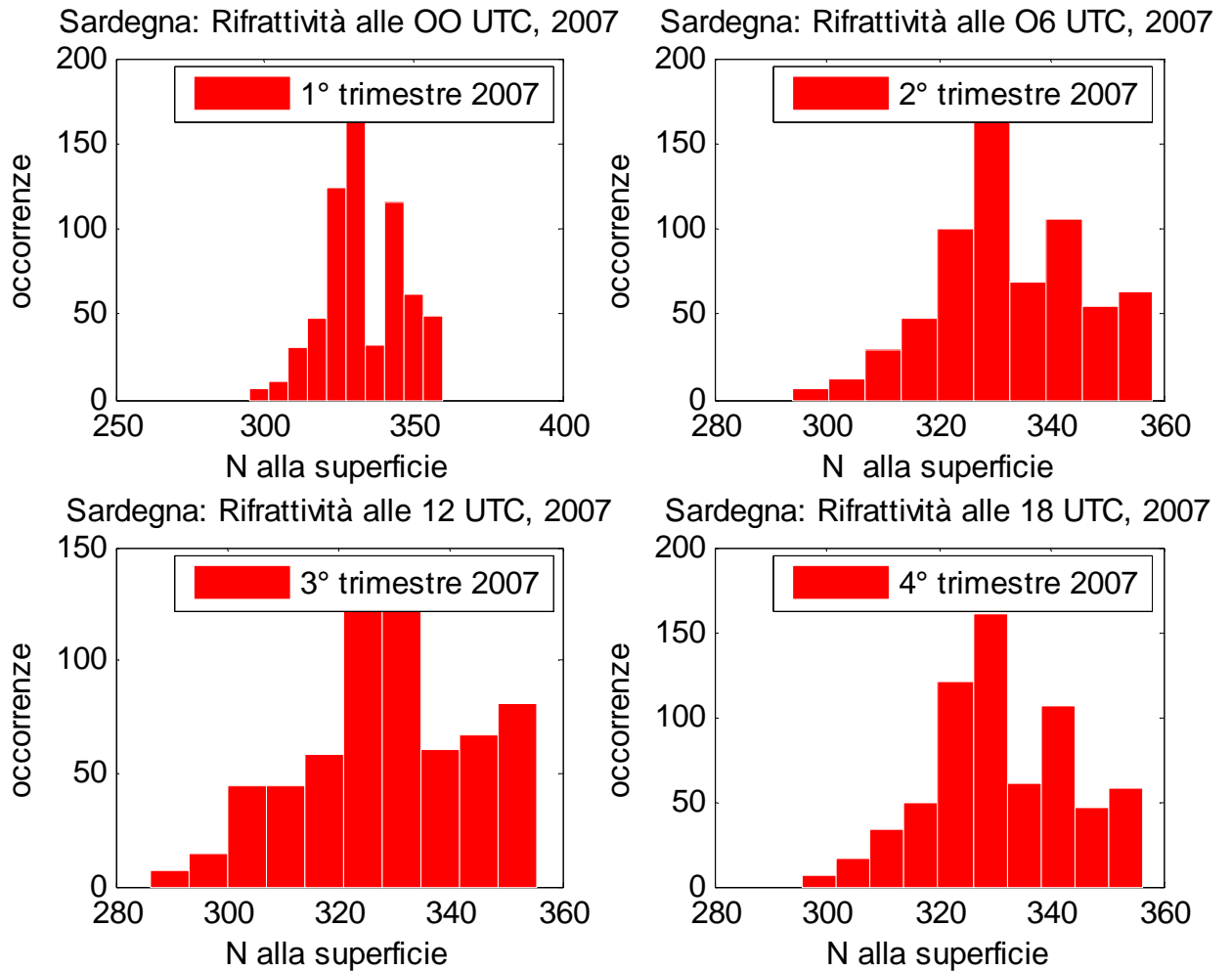


Figura 5. Istogrammi sinottici della radio rifrattività (N), per tutto il 2007, in Sardegna

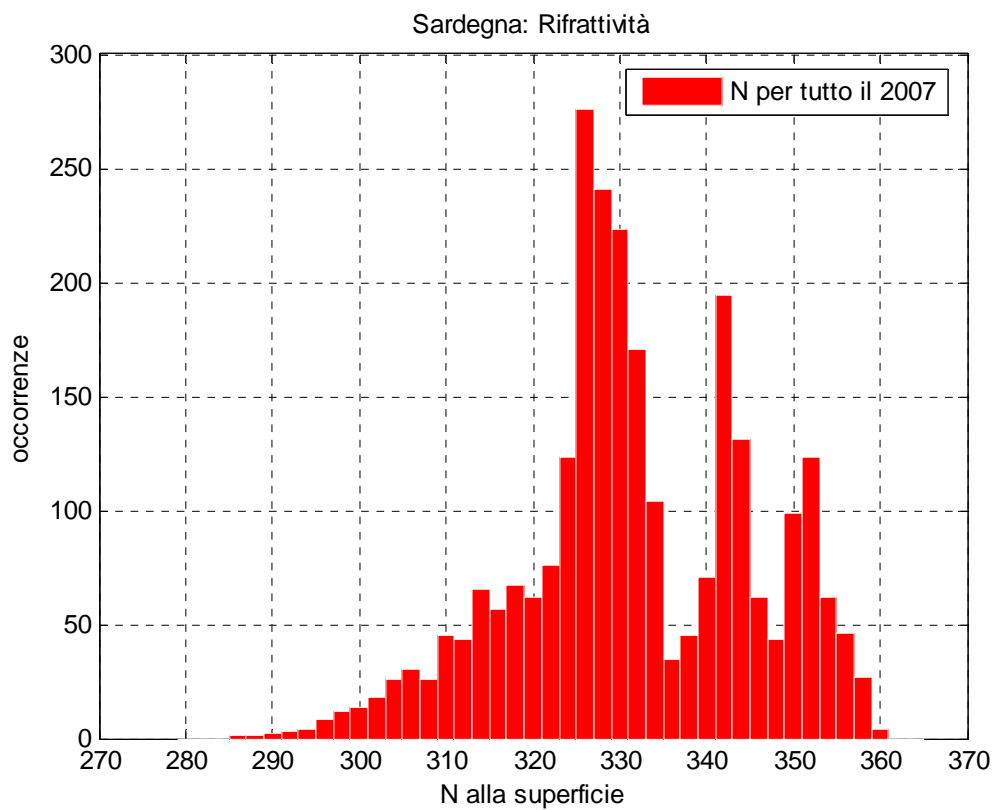
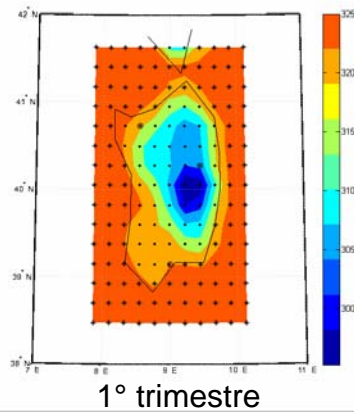


Figura 6. Istogramma della radio rifrattività (N), sia su terra che su mare, per il 2007, in Sardegna



Ore 00 UTC

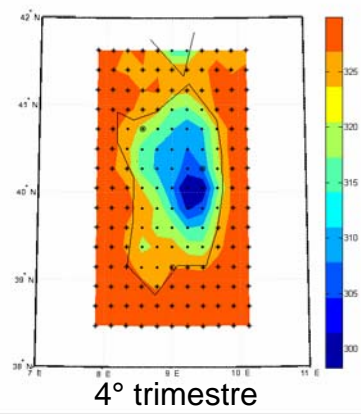
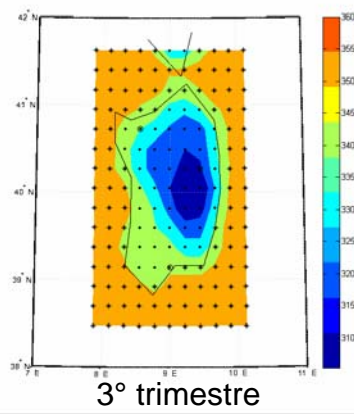
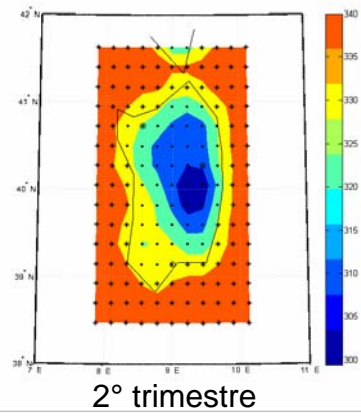


Figura 7. Mappe della radio rifrattività (N), alle ore 00 UTC, per il 2007, in Sardegna

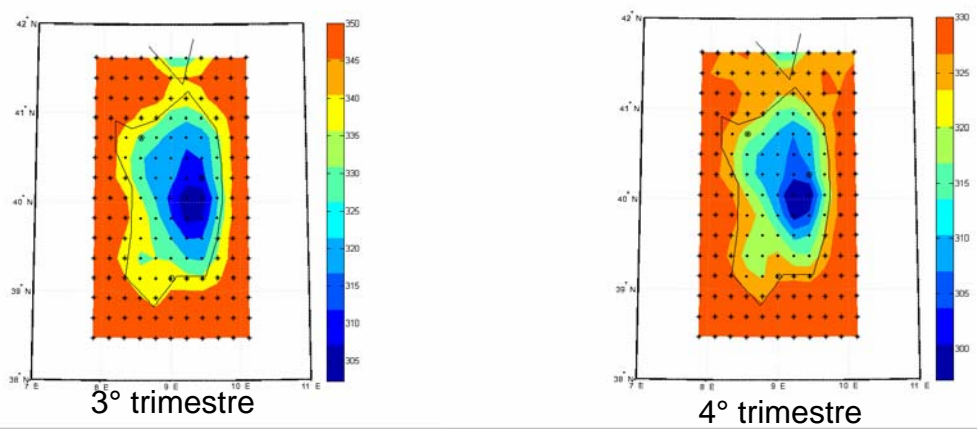
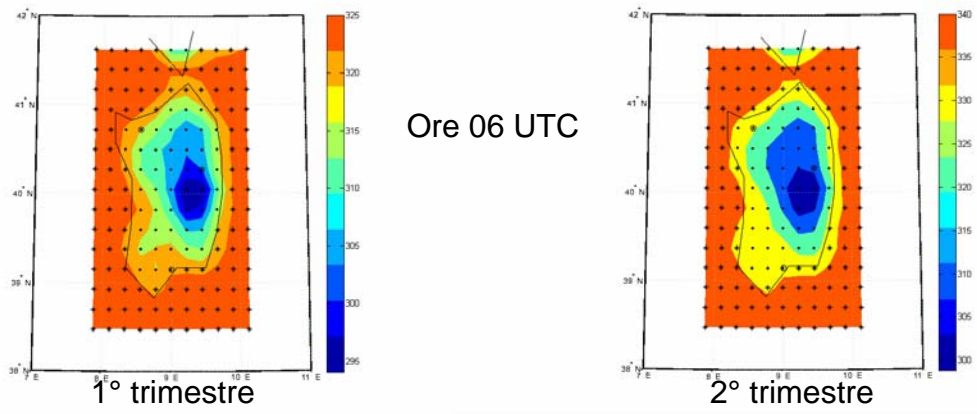
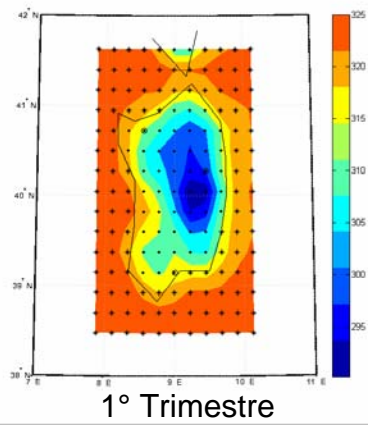


Figura 8. Mappe della radio rifrattività (N), alle ore 06 UTC, per il 2007, in Sardegna



Ore 12 UTC

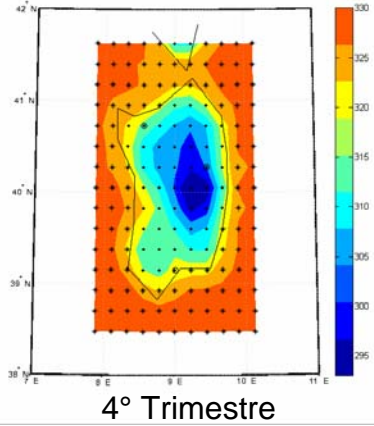
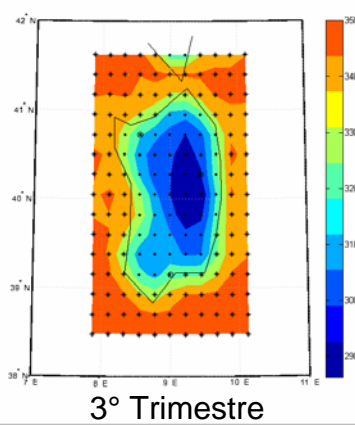
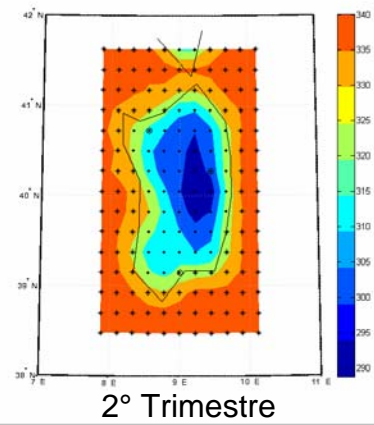
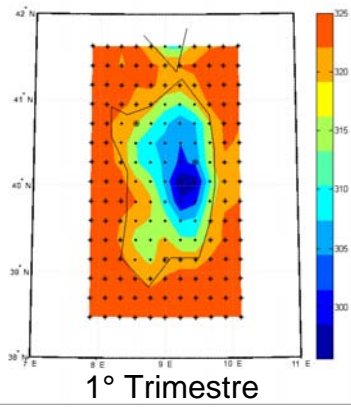


Figura 9. Mappe della radio rifrattività (N), alle ore 12 UTC, per il 2007, in Sardegna



Ore 18 UTC

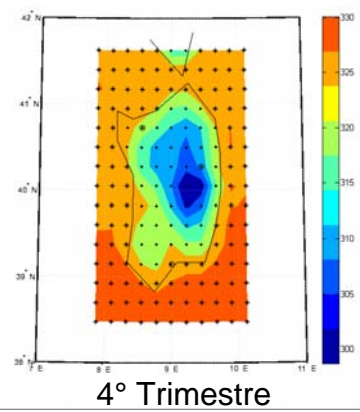
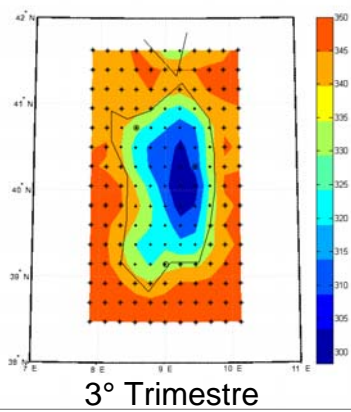
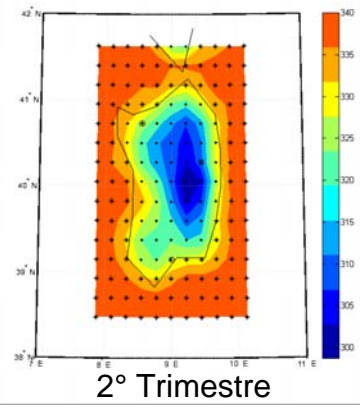


Figura 10. Mappe della radio rifrattività (N,unità), alle ore 18 UTC, per il 2007, in Sardegna