

## **ANALISI GEOSTATISTICHE PER LA DETERMINAZIONE DEGLI ASPETTI CLIMATICI DEL PARCO DEI NEBRODI**

Natale SURANO, Francesco M. RAIMONDO, Pasquale MARINO

Università degli Studi di Palermo, Dipartimento di Scienze Botaniche  
Via Archirafi 38, 90123 Palermo

### **Riassunto**

Lo studio ha avuto come scopo la spazializzazione dei dati climatici del territorio del Parco dei Nebrodi (Sicilia nord-orientale) e, soprattutto, la realizzazione delle relative carte della temperatura, della pluviometria e dell'evapotraspirazione potenziale annua. A tal fine sono stati utilizzati i dati provenienti da tutte le stazioni di rilevamento climatico disponibili sul comprensorio successivamente integrati con quelli relativi agli aspetti geomorfologici del territorio (altitudine, esposizione e pendenza). Il risultato ha consentito di stabilire l'andamento climatico sia per zone sia prive di stazioni di rilevamento sia per zone caratterizzate da diverse condizioni geomorfologiche.

### **Abstract**

*Spatialise climatic data collected in weather-stations close to the Nebrodi Park's territory (north-eastern Sicily) and create maps of temperature, rainfalls and yearly potential evapotranspiration has been the purpose of this study.*

*Data of mean monthly temperature (minimum and maximum) and rainfalls were spatialized by a local linear univariate regressive method based on elevation as independent variable like and independent variable as geomorphological aspects of the territory (altitude, exposure and slope). Results established the climate trends for both areas without detection stations and for those with different geomorphology and altitude..*

### **Carta delle temperature medie, minime e massime annue.**

La carenza di stazioni dotate di termografo (ne sono dotate solo i comuni di Floresta, S. Fratello e Cesarò) ha reso necessario l'uso di dati relativi ad altre stazioni che, sebbene distanti dal territorio oggetto dello studio (Tindari, Linguaglossa, Gagliano Castelferrato e Troina), si sono rivelate utile strumento di confronto ed integrazione per sia per la quota che per l'esposizione. Le carte tematiche statiche delle temperature sono state ottenute attraverso l'interpolazione delle serie di dati di queste stazioni; successivamente l'andamento delle isoterme è stato verificato con i dati termometrici desunti dalla rete di stazioni in telemisura del SIAS (Servizio Informativo Agrometeorologico Siciliano) tra quelle dislocate all'interno del territorio del Parco ed in funzione dal 2002. (Fig. 1). In base al risultato dell'interpolazione, eseguita in funzione del gradiente verticale di temperatura (Pinna, 1978), risulta che nel territorio del Parco, la temperatura media annua varia da un minimo di 7,9° per le zone più elevate a un massimo di 17,3°C per le zone a quote più basse (Fig. 2). Dati certi, relativi alle stazioni altimetricamente più elevate, sono quelli di Floresta (1250 m s.l.m.) che presenta una media annua di 10,1°C e M. Soro (1810 m) con una media, ricavata nell'arco degli ultimi quattro anni, di 8,5°C. Com'è noto il territorio del Parco si estende altimetricamente tra i 250 e i 1850 m s.l.m. pertanto Tindari, dove si registra una temperatura media annua di 17°C circa a 280 m, costituisce un utile elemento di verifica per le zone altimetricamente più basse. La media annua delle massime è compresa tra 10,8 e 21,1°C. Floresta presenta valori annui pari a 13,9°C (11,7 a M.

Soro), Tindari, come riferimento opposto, raggiunge circa i 20°C . In assoluto, il mese più caldo risulta essere agosto con punte di 30° che ovviamente si registrano alle quote più basse; in questo stesso mese, in montagna, la temperatura si aggira intorno ai 22-24°C . Nei mesi invernali, in genere,

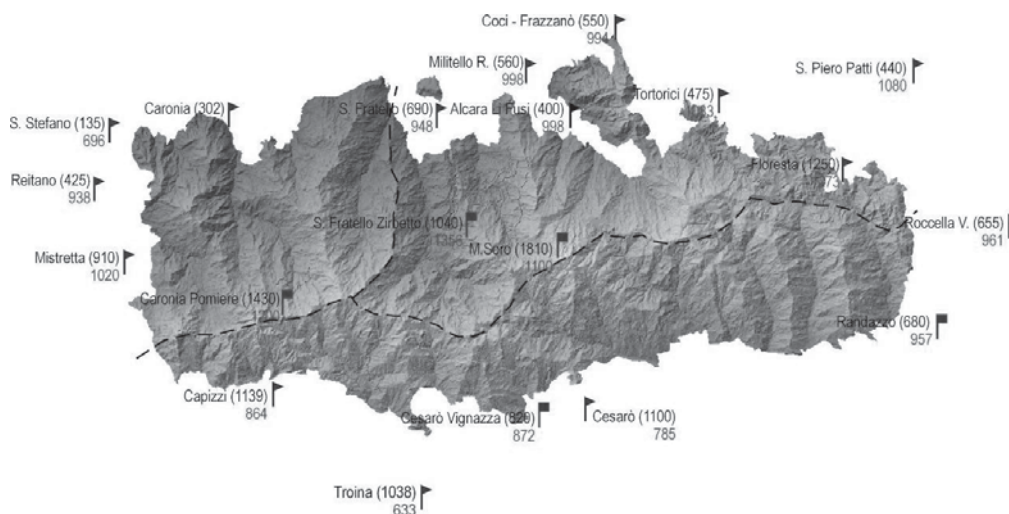


Fig. 1 – Distribuzione delle stazioni climatiche e DEM relativo al territorio del Parco (le bandierine rettangolari si riferiscono alle stazioni appartenenti alla rete SIAS).

la temperatura massima non scende al di sotto dei 2°C (gennaio).

Così come evidenziato in Fig. 2, in generale, le temperature seguono un lento ma costante aumento a partire dal mese di gennaio per poi raggiungere il picco tra luglio e agosto. L'abbassamento dei valori nei mesi successivi, invece, avviene in modo molto più repentino per raggiungere il minimo tra dicembre e gennaio. La media delle minime è compresa tra 5 e 13,5°C con un valore assoluto di -1,8°C nel mese di febbraio che rappresenta anche il mese sostanzialmente più freddo. In questi ultimi anni, le stazioni della rete SIAS hanno, comunque registrato valori ancora più bassi a Monte Soro con punte in gennario di -6,4°C . Le stazioni comprese dentro il territorio del Parco registrano temperature minime medie pari a 6,3 – 7,7°C (S. Fratello e Cesarò) e, nei mesi invernali, medie

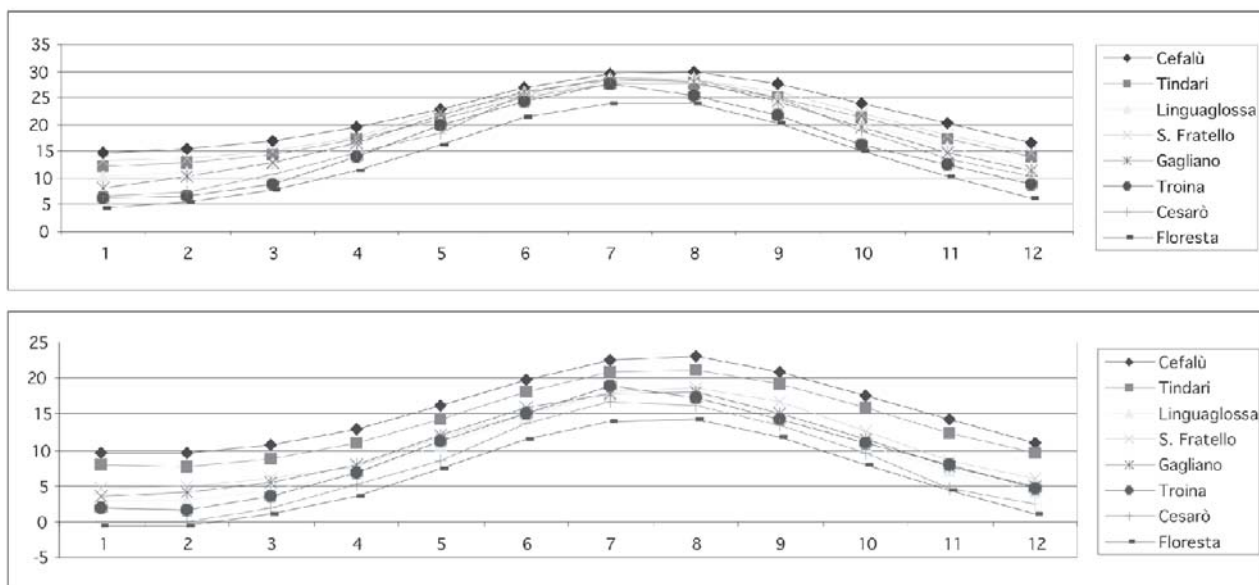
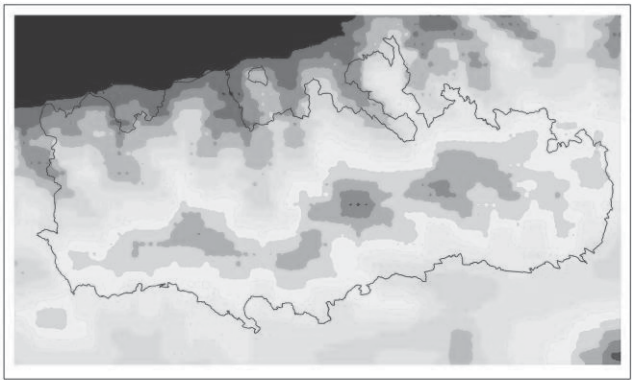
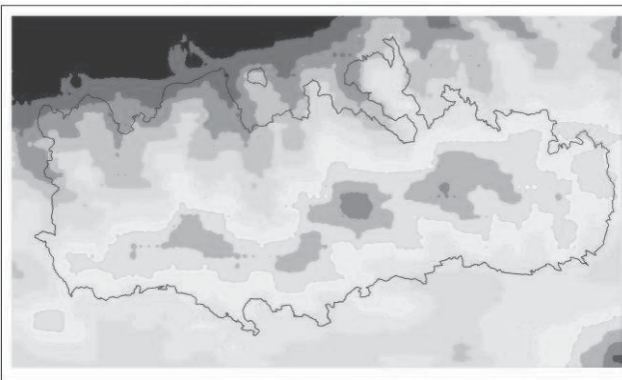
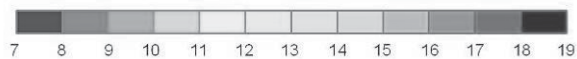
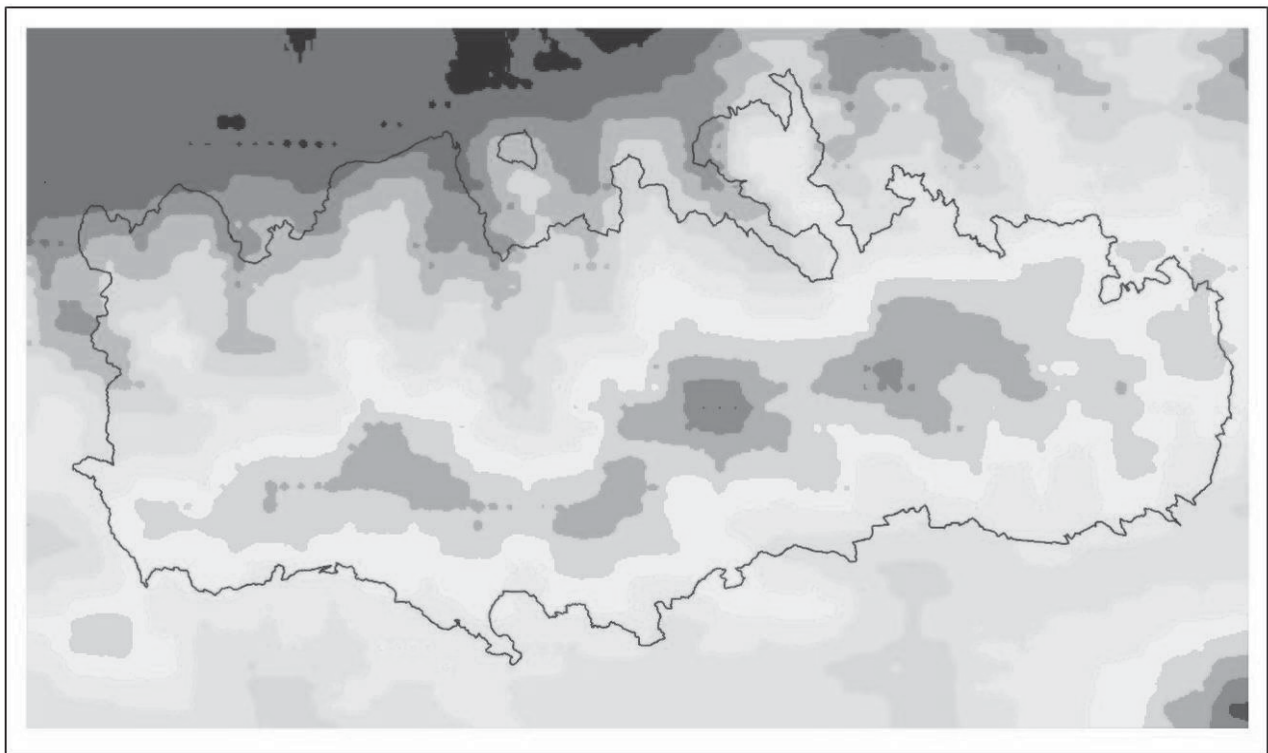


Fig. 2 – Andamento delle temperature massime e minime durante il corso dell'anno.



*Fig. 3 – Carte delle temperature(°C) del territorio del Parco dei Nebrodi. In alto, la Carta delle temperature medie annue; in basso, da sinistra, la Carta delle temperature medie minime e massima.*

mensili vicine a 0°C . La temperatura minima più alta si registra generalmente in agosto (mese più caldo) quando raggiunge i 13,7°C circa. Anche in questo caso, l'andamento delle temperature registra un aumento tra marzo e aprile, uno più marcato da maggio a luglio-agosto oltre il quale le temperature diminuiscono progressivamente fino a dicembre toccando il minimo a gennaio-febbraio, che risultano i più freddi dell'anno.

#### **Carta della pluviometria annua.**

La pluviometria annua è stata anch'essa elaborata oltre che con l'interpolazione dei dati provenienti dalle 13 stazioni del Servizio Idrografico adiacenti il territorio del Parco, anche attraverso una utile verifica con quelli delle 5 stazioni appartenenti alla rete S.I.A.S.

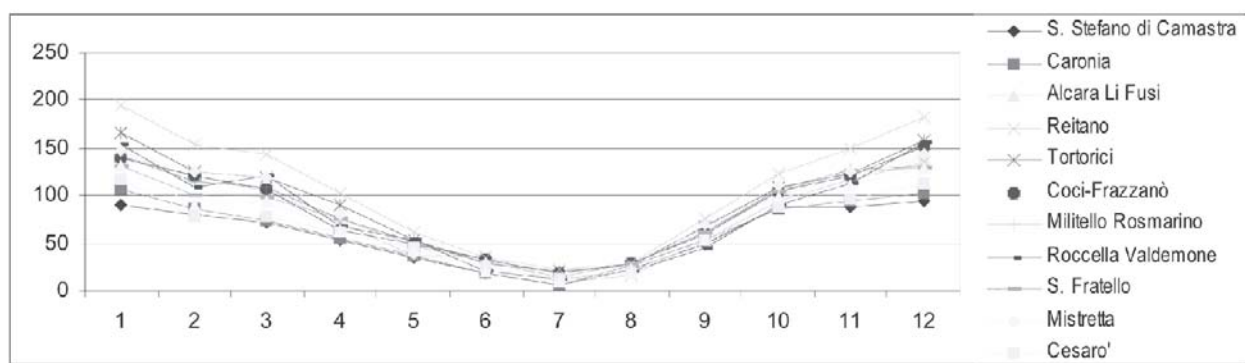


Fig. 4 - Andamento pluviometrico durante il corso dell'anno

Nonostante ci sia una certa corrispondenza, il volume di acqua che annualmente interessa il comprensorio non è direttamente relazionabile alla sola quota così come accade per le temperature che in linea di massima dipendono quasi esclusivamente dal gradiente termico verticale.

L'andamento del regime pluviometrico dipende dalla conformazione orografica del territorio. Sebbene si osservano diversi crinali che penetrando dal mare verso l'interno (Fig. 1) concorrono alla formazione di vallate e fiumare, esiste una dorsale che attraversa longitudinalmente tutto il territorio del Parco e che, attraverso le quote più alte, lo divide in due parti ben distinte dalla differente esposizione: la parte esposta a Nord, sopra vento, che presenta precipitazioni abbondanti, crescenti con la quota, da un minimo di 696 mm a S. Stefano di Camastra (135 m s.l.m.) fino ad un massimo di 1270 mm a Floresta (1250 m s.l.m.) e la parte opposta che, invece, ha valori medi annui inferiori e non relazionabili alla quota. In particolare, alcune stazioni del fronte settentrionale (Caronia, Alcara Li Fusi, Tortorici) ubicate a quote relativamente basse (intorno ai 400 metri sul mare) presentano valori medi annui molto alti (in media circa 1000 mm). Sull'altro fronte, Capizzi (1139 m s.l.m.), Cesarò (1100) e Troina (1038) presentano rispettivamente 864, 785 e 633 mm di media annua, valori alquanto bassi particolarmente se paragonati alla quota di rilevamento.

Questi due gruppi di valori disomogenei sono l'effetto del moto convettivo dell'atmosfera, quando masse d'aria umida e calda provenienti dal mare tendono a salire e a sostituirsi ad aria fredda e più pesante. Questo sollevamento forzato produce adiabaticamente il raffreddamento dell'aria portando il vapore acqueo in condizione di saturazione e successivamente alla condensazione, origine delle piogge che quindi si concentrano più sulla fascia esposta a Nord. Superato l'ostacolo orografico rappresentato dalla dorsale che si spinge fino ai 1800 m di M. Soro, l'aria, ormai fredda, tende a ridiscendere verso le vallate dell'entroterra riscaldandosi. Senza più la maggior parte del suo contenuto di umidità, la possibilità che si producano precipitazioni abbondanti tende a diminuire in particolare con la diminuzione della quota. Interessante, sebbene limitato al brevissimo periodo di osservazione, è il dato proveniente dalle stazioni del Servizio Agrometeorologico della Regione: la stazione di S. Fratello in località Zirbetto a 1040 m di altitudine presenta negli ultimi quattro anni una piovosità media di 1356 mm, la più alta registrata nel comprensorio; Caronia in località Pomiere (1430 m s.l.m.) e Monte Soro (1810) hanno registrato rispettivamente 1200 e 1100 mm.

Per quanto riguarda il regime pluviometrico, si verifica un andamento inverso rispetto a quello delle temperature: la piovosità risulta concentrata soprattutto nel periodo ottobre-marzo (con dei massimi tra dicembre e gennaio), è apprezzabile in primavera (aprile-maggio) e si presenta di scarsa entità nei mesi estivi con un minimo assoluto nel mese di luglio. Questo andamento è pressoché generalizzato in tutte le stazioni prese in considerazione salvo le normali differenze in termini di apporto d'acqua. In assoluto i valori minimi si registrano nella stazione di S. Stefano di Camastra (135 m s.l.m.) mentre i massimi nella stazione di Floresta (1250 m s.l.m.) che è anche la stazione più elevata in Sicilia per quanto riguarda la rete del servizio idrografico.



Frequenti sono sia le precipitazioni occulte (presenti nei mesi estivi alle basse quote e relazionabili alla grande umidità) in assoluto difficilmente stimabili sia le precipitazioni nevose (nelle zone più

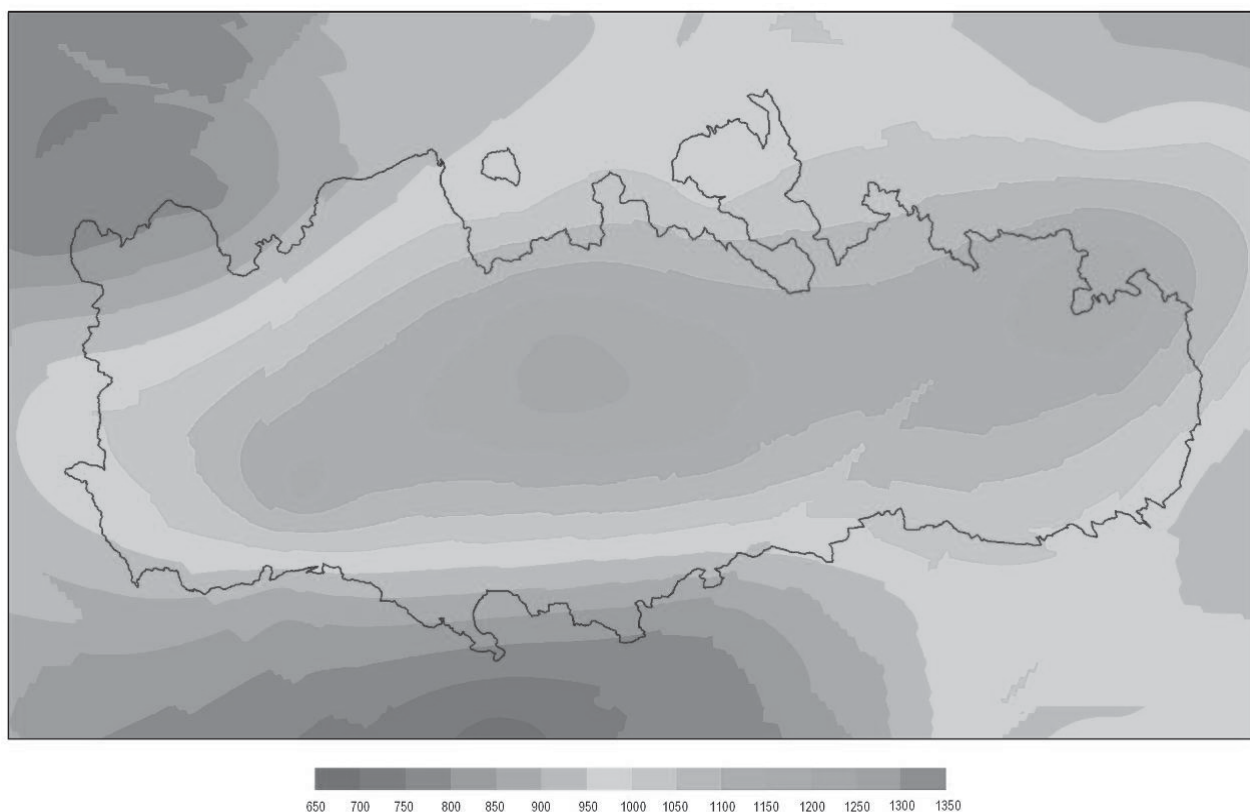


Fig. 5 – Carta delle precipitazioni annue (mm di pioggia) del territorio del Parco dei Nebrodi.

elevate) delle quali però non si dispone di dati significativi anche per la mancanza di stazioni nivometriche. Un altro evento meteorico di notevole importanza è la presenza della nebbia che, oltre ad integrare i normali apporti idrici attraverso la condensazione svolge un'azione mitigatrice dei fenomeni climatici estremi, limitando la traspirazione, mantenendo basse le temperature durante i periodi di deficit idrico estivo e diminuendo l'intensità di fenomeni dannosi come le gelate.

#### **Carta dell'evapotraspirazione potenziale annua.**

Con il termine evapotraspirazione si intende l'acqua che complessivamente si trasferisce all'atmosfera sia per evaporazione dagli specchi liquidi e dal terreno sia per traspirazione delle piante. A parità di condizioni, al crescere della disponibilità dell'acqua nel suolo cresce il valore dell'evapotraspirazione fino a raggiungere un valore limite che non viene superato neppure in presenza di altra disponibilità d'acqua. Tale valore prende il nome di evapotraspirazione potenziale. Per il calcolo dell'evapotraspirazione potenziale ( $E$ ) esistono diversi metodi che funzionano a seconda della quantità e qualità di dati a disposizione e del livello di precisione che si vuole ottenere. In questo studio, per il calcolo dell'evapotraspirazione è stata utilizzata la formula di Thornthwaite (Hylckama, 1959) che, per raggiungere il risultato richiesto, si avvale della sole temperature medie mensili, fattore influenzante primario. Questa formula, che è stata applicata ai dati delle stazioni sopraccitate, è data da:

$$U = 1.6 (10t/TE)^a$$

dove  $t$  è la temperatura media mensile in °C;  $TE$  è l'indice di Thornthwaite dato dalla somma dei dodici valori mensili dell'indice di calore  $i$  dato da  $i = (t/5)^{1.514}$  e  $a = 0.000000675 (TE)^3 - 0.0000771 (TE)^2 + 0.01792 TE + 0.49239$ .

Dipendendo dall'andamento della temperatura, gli indici relativi all'evapotraspirazione potenziale hanno consentito di ottenere una carta per grandi linee vicina a quella delle isoterme.

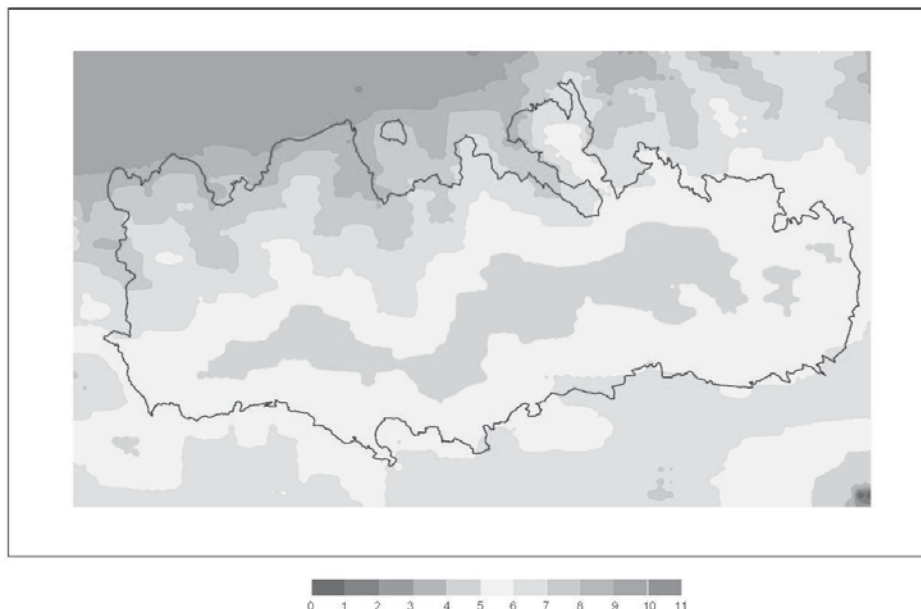


Fig. 6 – Carta della evapotraspirazione potenziale annua del territorio del Parco dei Nebrodi.

### Considerazioni finali

Il comprensorio, per via delle sue particolari caratteristiche geomorfologiche e l'esiguo numero di stazioni climatiche presenti (peraltro esterne al perimetro dell'area protetta), si presta come modello per la generalizzazione di un metodo finalizzato alla descrizione climatica di aree caratterizzate da dati carenti e/o aspetti geomorfologici molto differenti da quelli relativi al territorio delle stazioni di rilevamento più vicine (altitudine, esposizione e pendenza). Infatti, l'analisi dei dati, condotta attraverso un'indagine geostatistica su ArcGIS 8.2 ha tenuto conto oltre che dei dati climatici disponibili, altri sulla morfologia dei luoghi. Per quanto riguarda la metodologia adottata, sono stati utilizzati differenti interpolatori statistici a seconda della tipologia dei dati trattati: per la spazializzazione dei dati di temperatura e pluviometria si è adottato un interpolatore di tipo stocastico, come il co-Kriging che si serve di variabili ausiliarie e pertanto consente di discrezionalizzare il risultato anche in funzione di esposizione e altimetria mentre l'IDW (Inverse Distance Weighting) è stato usato per l'evapotraspirazione potenziale.

La disponibilità di carte come quelle ottenute attraverso questo studio è una delle condizioni preliminari per l'attuazione di GIS in molti campi di applicazione primi fra tutti quelli a carattere geobotanico nonché quelli destinati, più in generale, alla conoscenza del territorio per azioni legate alla sua conservazione e salvaguardia.

### Bibliografia

- Duro A., Piccione V., Scalia C., Zampino D. (1995), "Fitoclima della Sicilia", *Atti Progetto Strategico Clima Ambiente e Territorio nel Mezzogiorno. 6° Workshop, II Tomo*.
- Hijmans R. J., Cameron S. E., Parra J. L., Jone P. G., Jarvis A. (2005) "Very high resolution interpolated climate surfaces for global land areas", *Int. J. Climatol.* 25: 1965-1978.
- Hylckama v. T.E.A. (1959) "A nomogram to determine monthly potential evapotranspiration", *Laboratory of Climatology, Centerton, N.J. XIII: 107-110*.
- Pinna A. (1978), *Climatologia*, UTET, Torino.