

Nuove climatologie termometriche e pluviometriche per il territorio italiano

M. Brunetti¹, A. Crespi², G. Lentini^{1,3} e M. Maugeri^{1,2}

¹ Istituto di Scienze dell'Atmosfera e del Clima, CNR, via Gobetti 101, 40129 Bologna

² Dipartimento di Scienze e Politiche Ambientali, Università degli Studi di Milano, via Celoria 16, 20133, Milano

³ Poliedra – Politecnico di Milano, via Colombo 40, 20133, Milano, Italy

La distribuzione spaziale dei valori normali di temperatura e pioggia interessa un ampio spettro di settori che includono quello agricolo e quello energetico. È quindi molto importante capire in modo dettagliato come si distribuiscono mediamente i valori di temperatura e di pioggia sul territorio italiano. Questo problema era stato studiato in modo accurato dal Servizio Idrografico del Ministero dei Lavori Pubblici, ma i risultati prodotti da questo ente risalgono a oltre 50 anni fa e risentono dell'uso di metodologie piuttosto datate, oltre ad essere difficilmente utilizzabili in quanto disponibili solo come mappe cartacee.

In questo contesto, l'Università degli Studi di Milano e l'Istituto di Scienze dell'Atmosfera e del Clima del Consiglio Nazionale delle Ricerche hanno sviluppato un articolato programma di ricerca per stimare i valori normali di temperature media e di piovosità di ogni punto del territorio italiano, dove il termine punto si riferisce ad una cella corrispondente a 30 secondi d'arco sia in longitudine che in latitudine, ovvero ad un'area significativamente inferiore ad un chilometro quadrato.

I campi numerici prodotti, calcolati per ogni mese dell'anno, si riferiscono al trentennio 1961-1990, cioè all'ultimo trentennio per il quale sono disponibili, con ragionevole continuità, i dati della rete nazionale delle stazioni meccaniche. Essi possono comunque essere aggiornati in modo semplice sfruttando un metodo noto come metodo delle anomalie: esso si basa sul fatto che il campo delle anomalie (deviazioni dalle medie climatologiche) di una variabile meteorologica ha una struttura spaziale molto più semplice di quello del suo valore medio e può essere quindi catturato a partire da un numero abbastanza ridotto di stazioni. È quindi semplice sovrapporre la distribuzione spaziale dei valori medi del trentennio 1961-1990 con una corrispondente distribuzione spaziale delle anomalie per ogni periodo di interesse. Ma tutto questo può essere fatto solo se si ha la distribuzione spaziale dei valori normali, ovvero la climatologia, per un dato periodo di riferimento.

Il metodo con cui si sono costruite le climatologie termometriche e pluviometriche italiane è la Local Weighed Linear Regression (LWLR). Questo metodo si basa sull'approccio dei modelli PRISM (parameter elevation regression on independent slopes model, <http://www.prism.oregonstate.edu>) che si propongono di catturare la dipendenza di una variabile meteorologica dalla quota. Questa dipendenza ha un carattere molto locale e va quindi studiata punto per punto. Il modello LWLR stima quindi la dipendenza della variabile meteorologica dalla quota per ogni punto di un grigliato con risoluzione di 30 secondi d'arco che copre l'intero territorio italiano. In sostanza, per ogni punto del grigliato, il modello seleziona le stazioni aventi le caratteristiche geografiche più simili ad esso; ad ognuna di queste stazioni viene poi assegnato un peso in base alla vicinanza e alla similarità geografica con il punto di griglia (x,y) e questi pesi vengono usati per stimare una regressione lineare pesata tra la variabile meteorologica e la quota; i parametri della regressione permettono quindi di assegnare al punto di griglia (x,y) considerato il valore normale della variabile meteorologica semplicemente sostituendo la quota $h(x,y)$ della cella nell'equazione di regressione.

In una procedura come questa, la definizione dei pesi da usare nella regressione pesata gioca un ruolo chiave. Il peso dell' i -esima stazione coinvolta nella regressione lineare è dato dal prodotto dei seguenti pesi: peso radiale, peso di quota, peso di orientazione del versante, peso di pendenza del versante e peso di distanza dal mare. Tutti questi pesi sono di forma gaussiana e decadono quindi esponenzialmente al crescere della differenza tra stazione e punto di griglia (ovvero al crescere della distanza, al crescere della differenza di quota, etc). La rapidità con cui decade ogni peso è stata ottimizzata in modo iterativo, minimizzando l'errore sulla ricostruzione dei valori normali di ogni stazione.

La metodologia LWLR è stata confrontata con altre metodologie di interpolazione scelte tra quelle più comunemente utilizzate in letteratura ed è risultata essere la più efficace nel catturare il carattere molto locale della regressione quota - precipitazione e quota-temperatura, anche se questo metodo, proprio perché considera un intorno molto piccolo di ogni punto di griglia, produce talora degli artefatti, soprattutto per le precipitazioni. Ciò può accadere soprattutto ove la regressione quota – precipitazione ha un'elevata variabilità spaziale e ove la densità delle stazioni di misura risulta piuttosto ridotta. In queste aree può essere più opportuno utilizzare una metodologia più robusta come, per esempio, un regression kriging.

Al di là di ogni possibile considerazione sulla metodologia, è comunque importante sottolineare come l'aspetto chiave per la produzione delle climatologie sia costituito dai dati osservativi di cui si dispone. La raccolta di questi dati a scala nazionale è purtroppo un esercizio molto complesso in quanto non esiste un archivio organizzato che raccolga l'enorme patrimonio osservativo disponibile per il nostro Paese. I dati sono quindi stati raccolti da una pluralità di fonti diverse. Essi sono stati sottoposti ad una accurata fase di controllo qualità, volta sia a controllare i dati che le coordinate delle stazioni. Questo controllo è stato fatto sia sulla base dei valori assoluti dei dati che mediante il confronto di ogni serie di osservazioni con una serie sintetica ottenuta sulla base delle stazioni vicine. Al termine delle procedure di controllo qualità si sono quindi calcolate le normali mensili del periodo 1961-1990. Anche questa fase ha richiesto l'uso di metodologie adeguate perché per molte stazioni i dati di questo periodo erano disponibili solo parzialmente (o in alcuni casi del tutto assenti). È quindi stato necessario sviluppare adeguate metodologie per stimare i valori normali del periodo in esame sulla base dei dati che erano effettivamente disponibili.

Sia le climatologie termometriche che quelle pluviometriche sono state presentate sulla rivista *International Journal of Climatology* (Brunetti et al., 2014; Crespi et al., 2017). Gli articoli, disponibili in open access, oltre a presentare come si distribuiscono sul territorio nazionale i valori normali delle temperature e delle piogge, forniscono anche un rilevante contributo metodologico in quanto analizzano le potenzialità e i limiti degli strumenti modellistici necessari per stimare i valori normali di un numero così elevato di punti di griglia (circa 500000) a partire da un numero di stazioni di osservazione molto minore (circa 1500 per le temperature e circa 5000 per le precipitazioni). Un problema rilevante da questo punto di vista è la già accennata possibilità che la LWLR possa produrre degli artefatti per la stima delle precipitazioni in aree caratterizzata da una scarsa disponibilità di stazioni e da una elevata variabilità spaziale della relazione quota - precipitazione. Proprio per questo problema è molto importante che, accanto alle climatologie calcolate con la LWLR, si abbiano anche climatologie calcolate con altri metodi e che venga condotto un sistematico confronto tra i risultati che si ottengono. Rimandiamo comunque ai due lavori pubblicati sulla rivista *International Journal of Climatology*, e alla bibliografia elencata in essi, per ogni ulteriore dettaglio sulla metodologia adottata e su quanto emerge dal confronto tra le climatologie calcolate con la LWLR e con altri metodi, mentre qui ci limitiamo solo a riportare le climatologie stagionali e annuali delle temperature medie e delle precipitazioni. Esse sono riportate nelle figure.

Le climatologie termometriche sono ovviamente influenzate soprattutto dalla quota e dalla latitudine che risultano sicuramente le variabili geografiche più importanti. Uno sguardo più attento alle mappe e ai corrispondenti campi numerici mette tuttavia in evidenza tutta la complessità geografica del nostro Paese, evidenziando il ruolo rilevante di altre variabili geografiche.

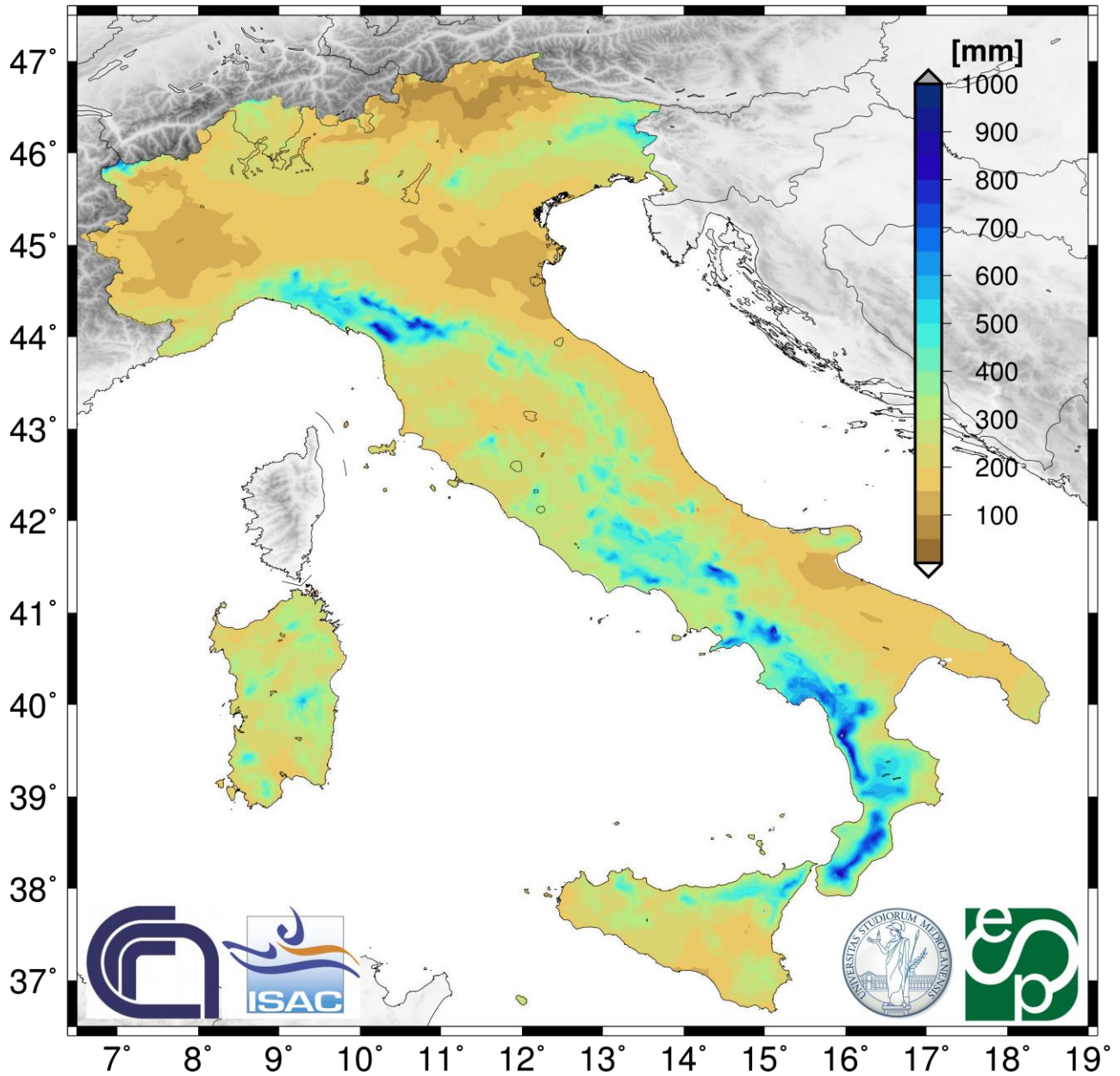
Le climatologie pluviometriche mostrano apporti annuali che variano da valori massimi di circa 3000 mm localizzati nelle aree del Nord-Est (Alpi e Prealpi Giulie) e nelle regioni appenniniche tra Liguria e Toscana a valori minimi significativamente inferiori ai 500 mm sulle estremità più meridionali della Sicilia. Sempre a scala annuale, è interessante notare come la distribuzione delle piogge nel Nord Italia risulti fortemente influenzata dal gradiente orografico che distingue il bacino padano dalla più piovosa fascia alpina e prealpina, da cui emergono inoltre i principali solchi vallivi (Adige, Adda e Dora Baltea) caratterizzati da apporti precipitativi più ridotti. Anche nel Centro-Sud Italia è presente un pronunciato gradiente pluviometrico Ovest-Est che, seguendo la catena appenninica, distingue la fascia adriatica più secca da quella tirrenica dove

i valori normali di pioggia risultano più elevati e anche qui si osservano valori molto elevati in alcune aree particolarmente esposte a precipitazioni di carattere orografico. La differenza tra la parte settentrionale e quella meridionale del nostro Paese emerge ancora più chiaramente se si considera l'andamento delle piogge lungo l'arco dell'anno, con massimi di precipitazioni prevalentemente invernali al Sud e regimi più eterogenei al Nord ma caratterizzati sempre da valori minimi invernali.

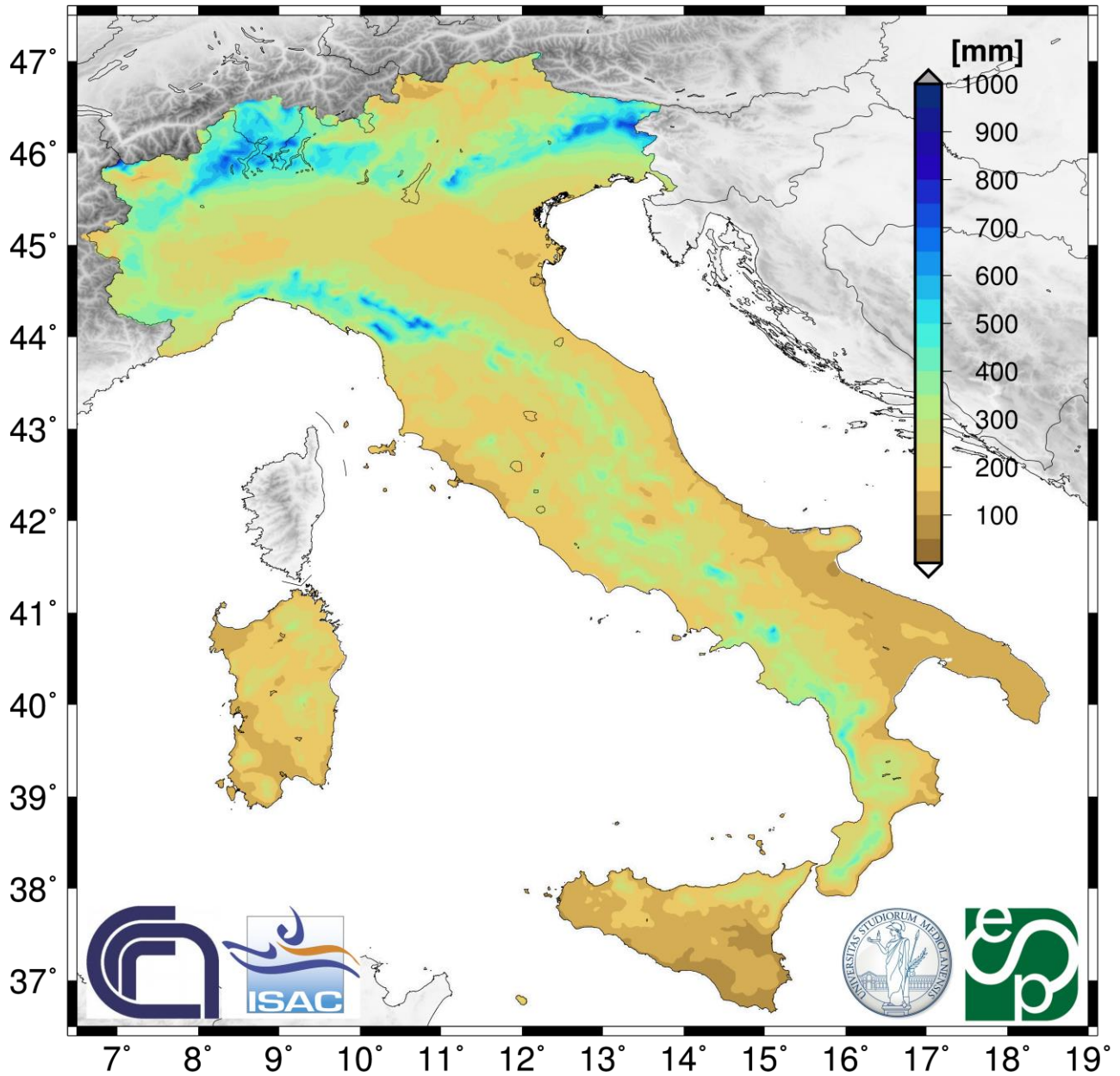
Riferimenti bibliografici

Brunetti M., M. Maugeri, T. Nanni, C. Simolo, J. Spinoni, 2014. High-resolution temperature climatology for Italy: interpolation method intercomparison. *International Journal of Climatology* (ISSN 0899-8418), 34, 1278-1296. DOI: 10.1002/joc.3764 (<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/joc.3764/full>).

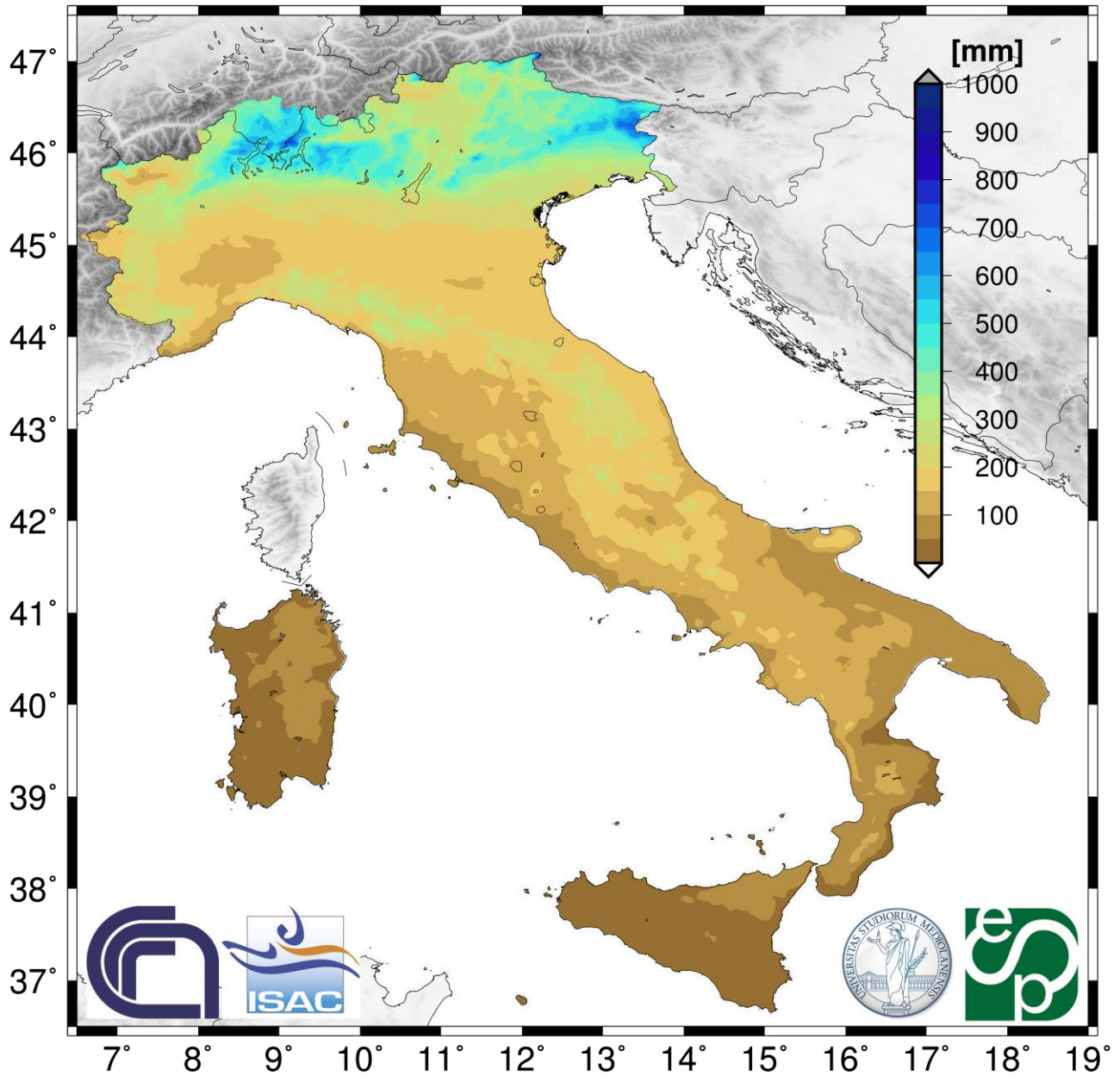
Crespi A., M. Brunetti, G. Lentini, M. Maugeri, 2017. 1961-1990 high-resolution monthly precipitation climatologies for Italy. *International Journal of Climatology* (ISSN 1097-0088), in press, DOI: 10.1002/joc.5217 (<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/joc.5217/full>).



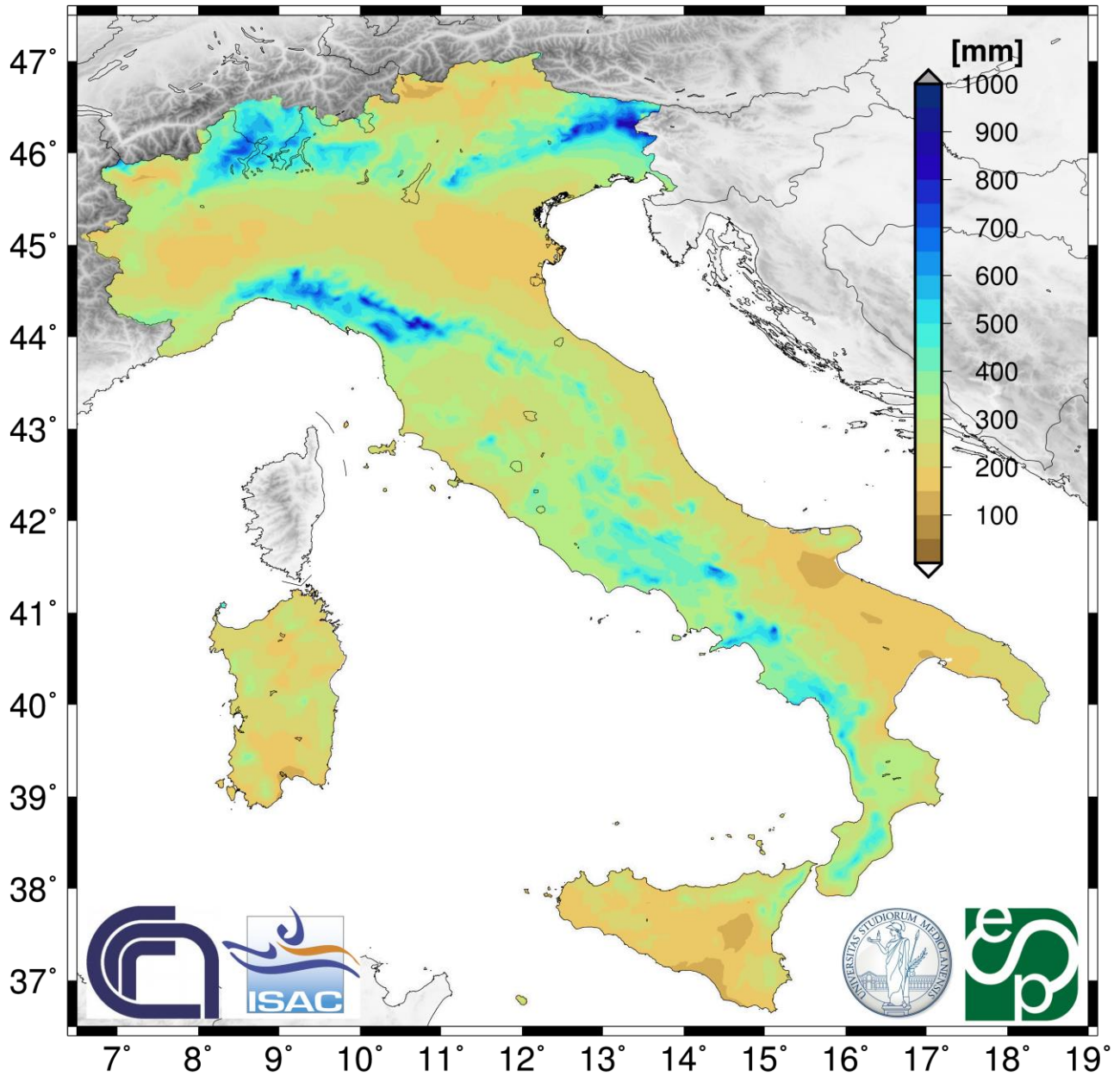
Winter



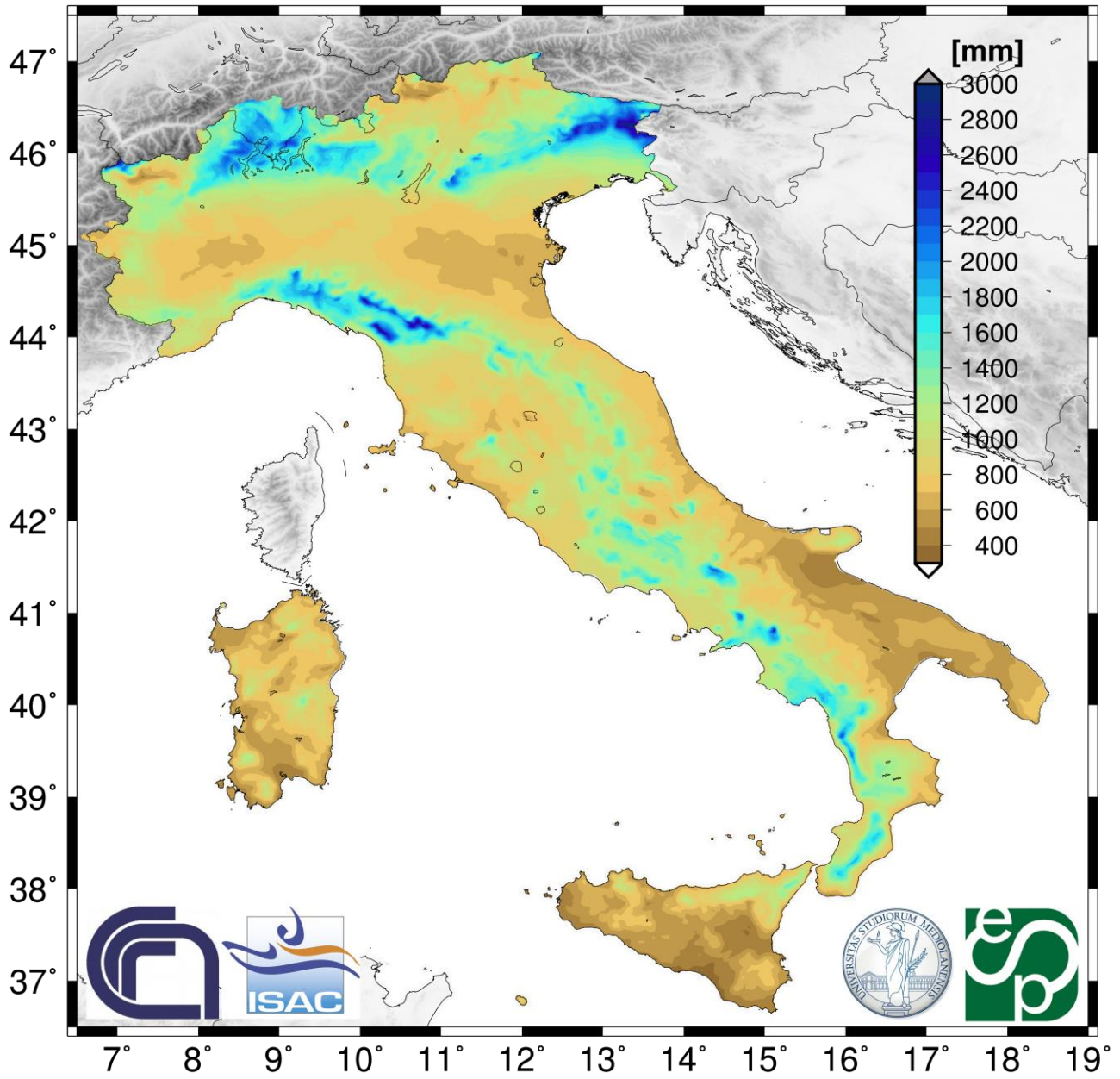
Spring



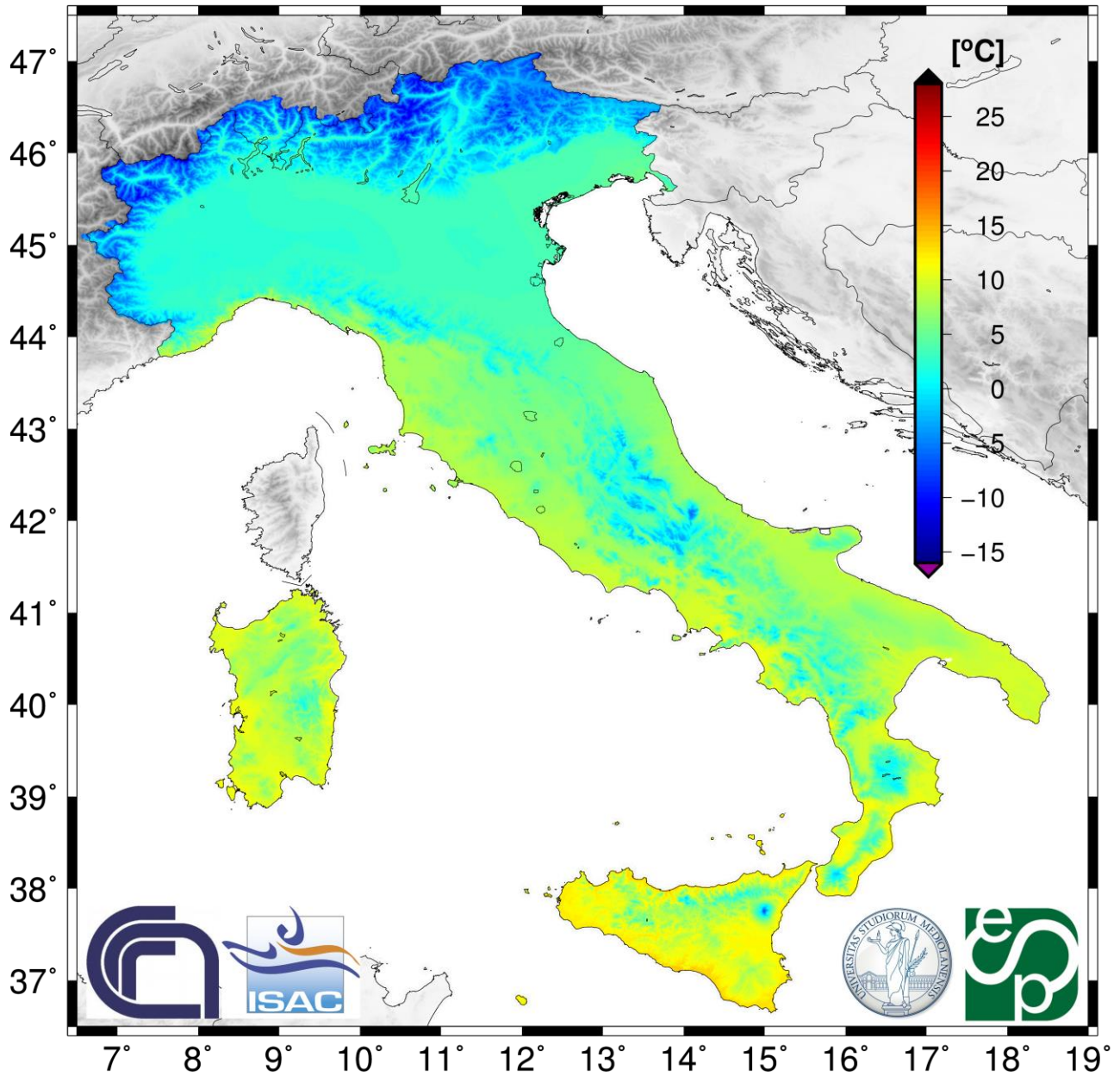
Summer



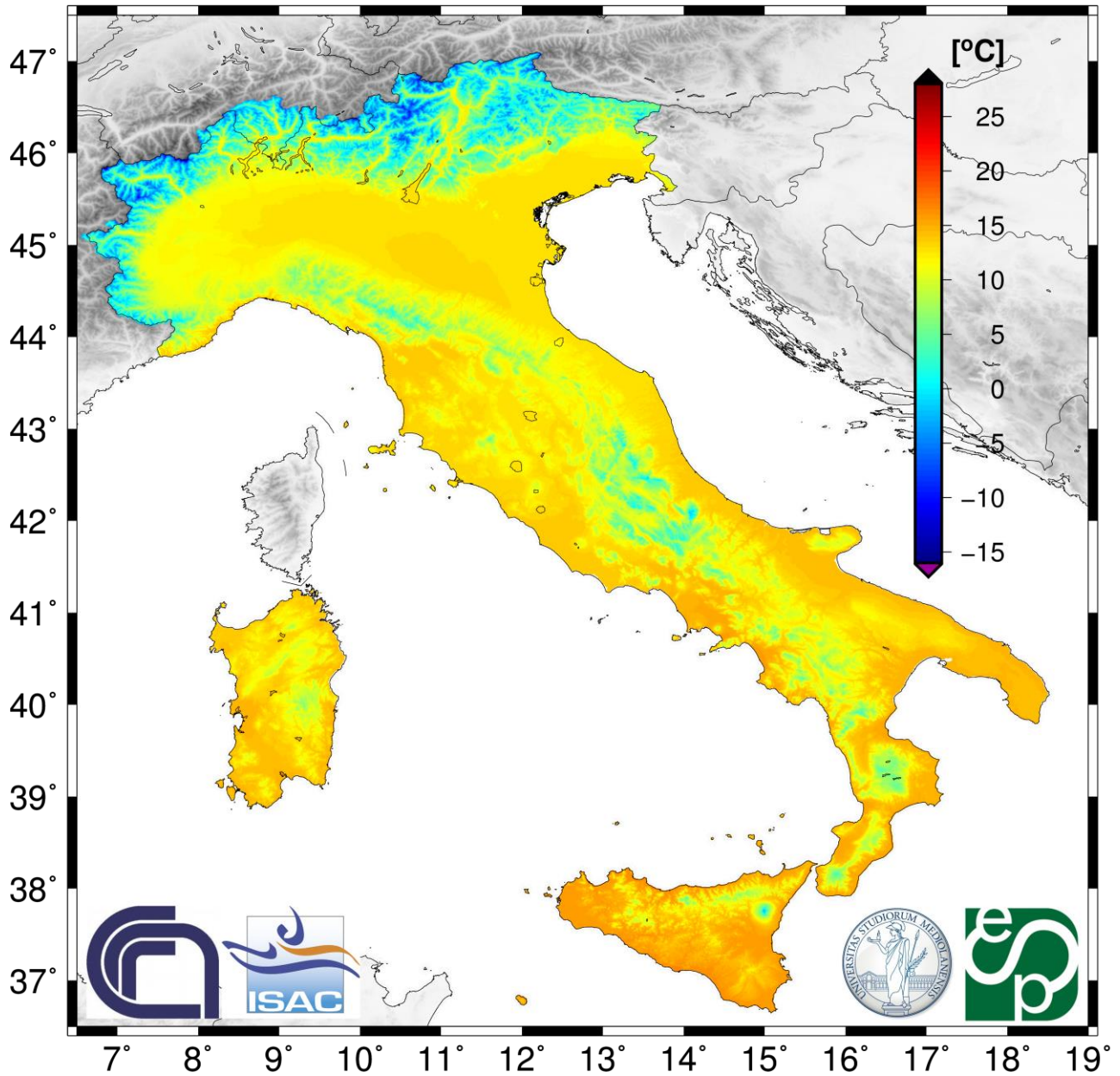
Autumn



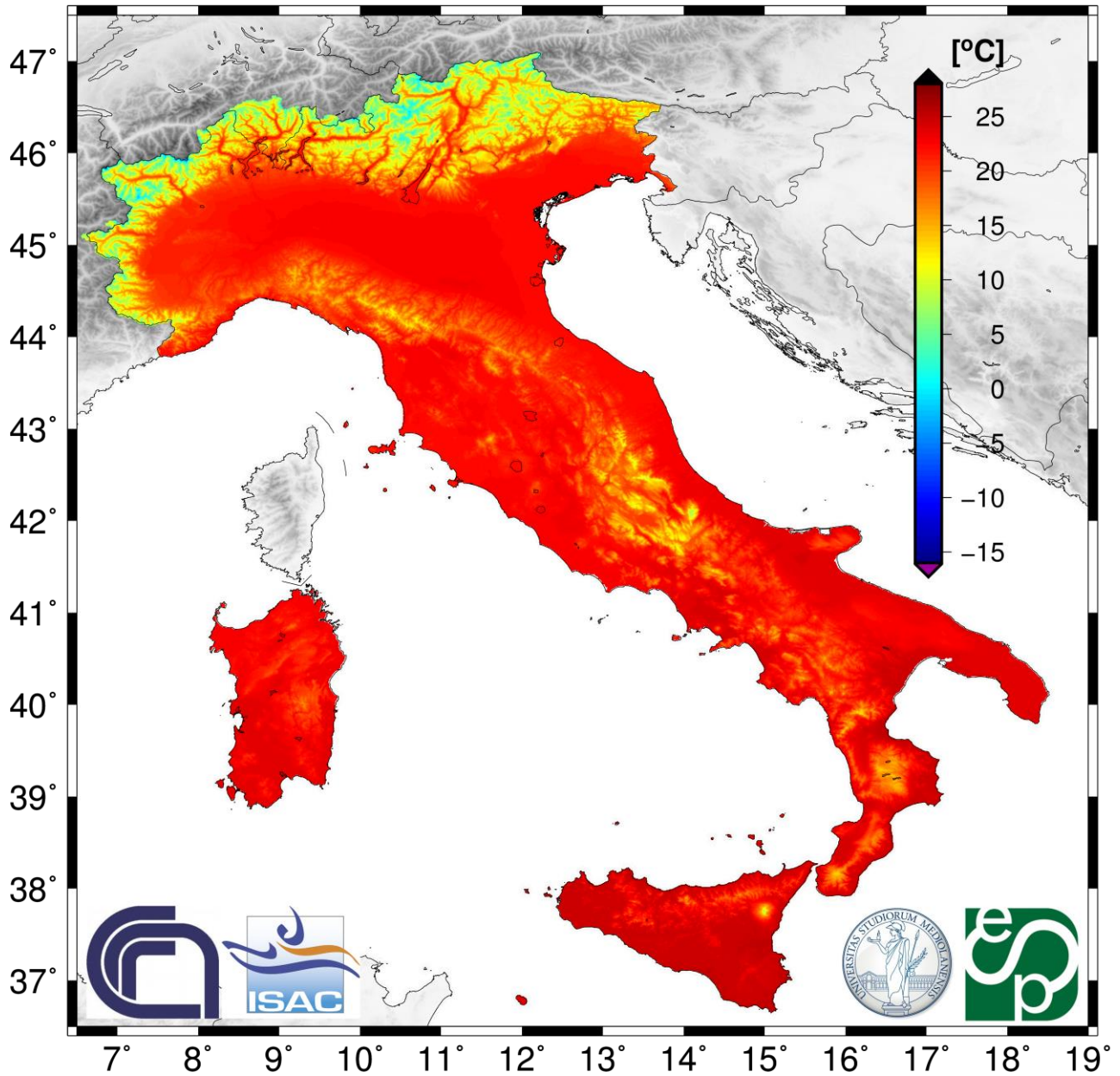
Year



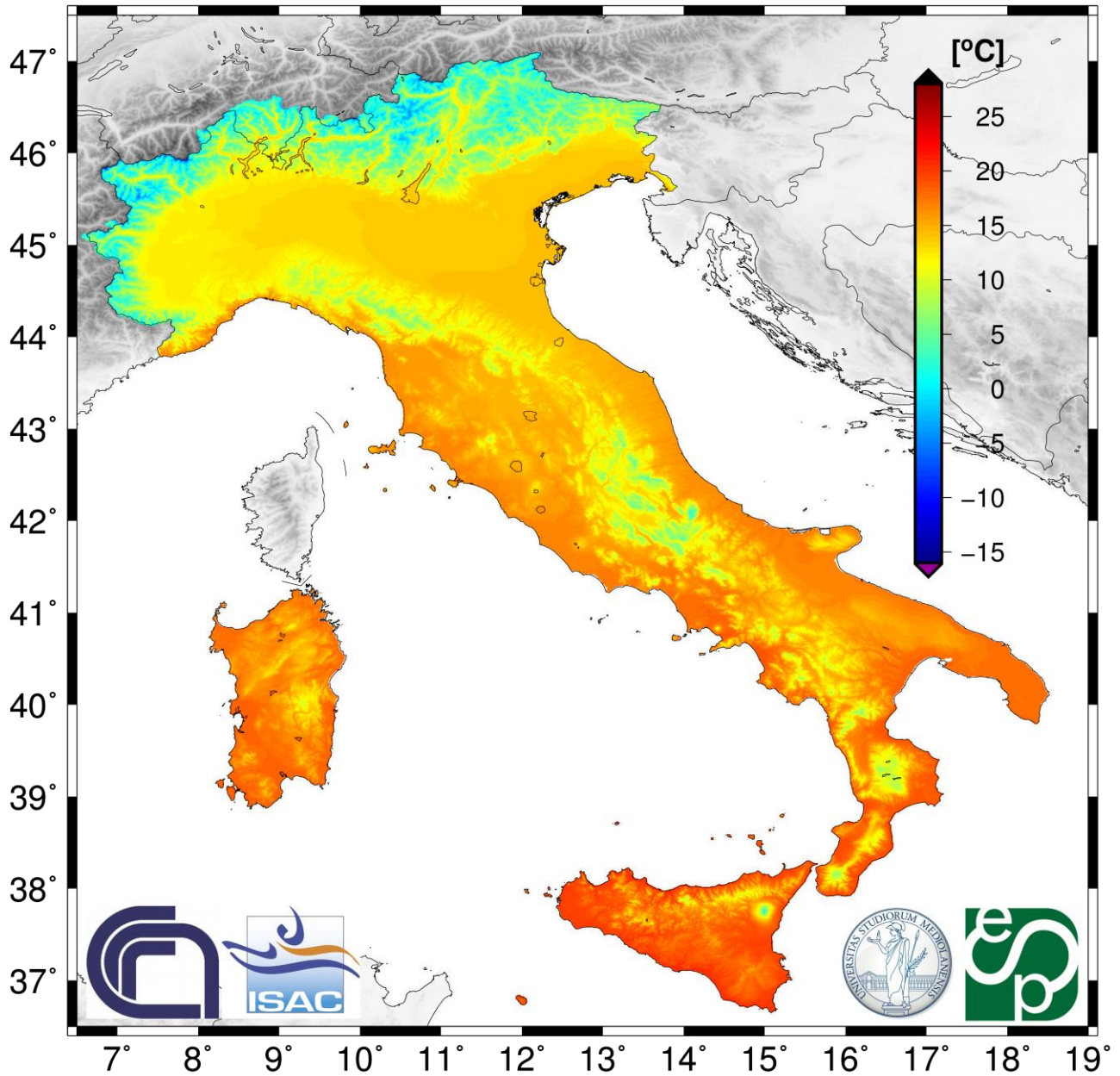
Winter



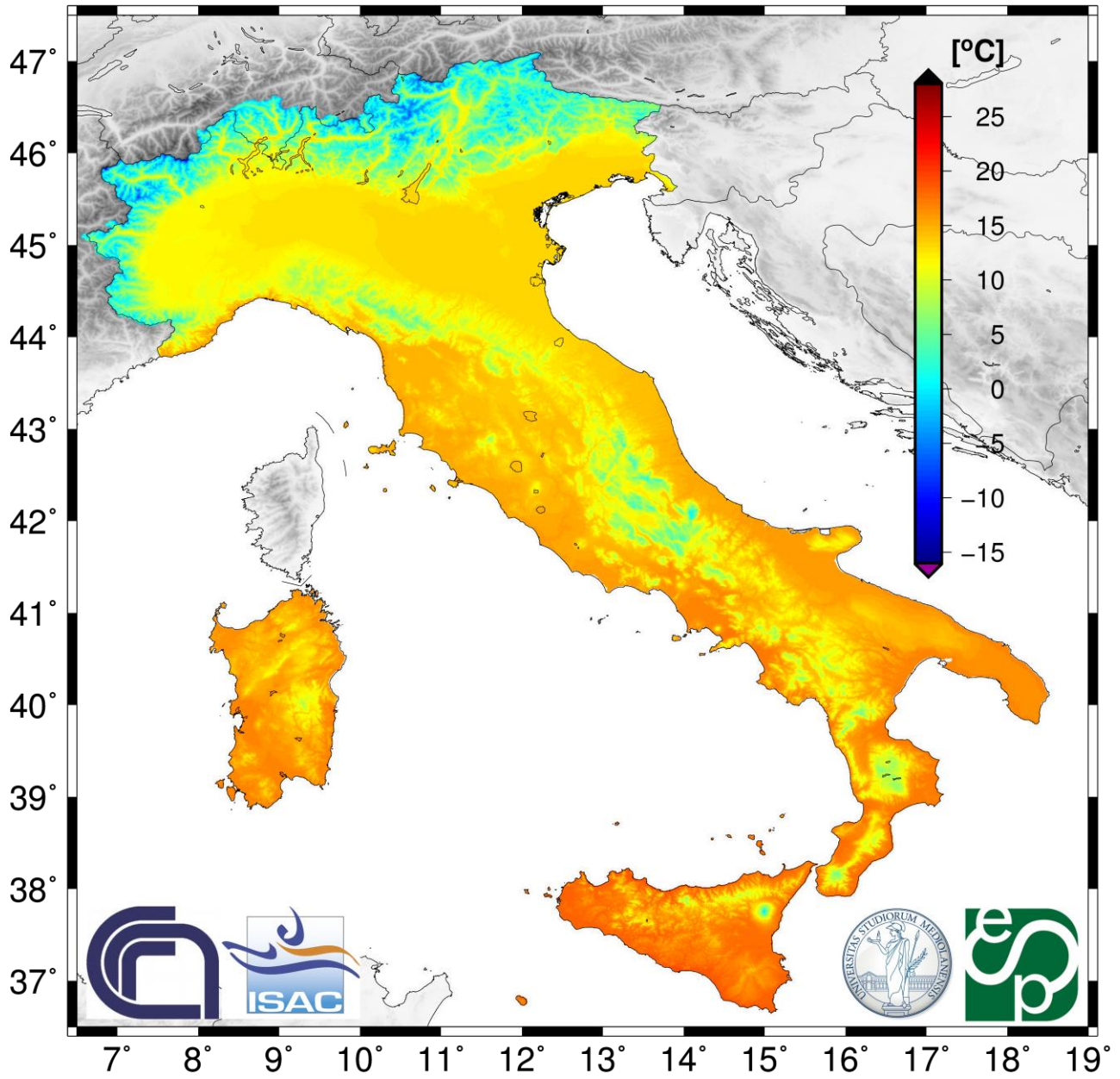
Spring



Summer



Autumn



Year

