

# IL PROGETTO ERACLITO - ATLANTE IDROCLIMATICO DELLA REGIONE EMILIA-ROMAGNA: PRIMI RISULTATI

Gabriele Antolini<sup>1</sup>, Vittorio Marletto<sup>1</sup>, Valentina Pavan<sup>1</sup>, Rodica Tomozeiu<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Arpa Emilia-Romagna, Servizio Idro-Meteo-Clima, viale Silvani 6, Bologna. Email: [gantolini@arpa.emr.it](mailto:gantolini@arpa.emr.it)

## Abstract

Il progetto Eraclito prevede la realizzazione di un atlante idroclimatico sul territorio regionale, e si concluderà alla fine del 2009. ARPA-SIMC ha già sviluppato le tecniche geostatistiche per l'interpolazione delle principali grandezze meteorologiche, e sta seguendo l'omogeneizzazione delle serie storiche. Si sono per ora realizzati dei prodotti preliminari: le mappe di temperatura media annua e delle precipitazioni annue nei periodi 1961-1990 e 1991-2006, le differenze delle stesse tra i due periodi, i valori aggregati sulle aree comunali e sui principali bacini idrografici. I dati sono disponibili sul sito web di ARPA-SIMC e a termine progetto saranno caricate su un sistema webGIS.

## Introduzione

La conoscenza del clima a livello regionale è essenziale per una gestione sostenibile del territorio e una corretta pianificazione delle attività antropiche. Il livello di dettaglio richiesto deve essere sufficiente per un'adeguata rappresentazione della variabilità spaziale. Non sempre la climatologia regionale è disponibile, e ancora più spesso non lo è ad un sufficiente dettaglio.

Il progetto Eraclito è un progetto triennale finanziato dalla Regione Emilia-Romagna nell'ambito del Piano Telematico Regionale, che si propone di colmare tale lacuna per quanto riguarda il territorio regionale. La finalità del progetto è quella di produrre un atlante idroclimatico regionale in formato cartaceo e digitale (webGIS), dove, oltre alla climatologia saranno riportati anche elaborati cartografici relativi alla variabilità climatica.

## Materiali e metodi

Dal 2001 il Servizio IdroMeteoClima ha assunto le funzioni di gestore unitario delle reti di monitoraggio meteo-idro-pluviometrico, acquisendo anche il compito di mantenere e alimentare le banche dati storiche. Negli ultimi anni, si sono recuperati e digitalizzati tutti i dati storici disponibili sul territorio di competenza. Tale lavoro, ancora in corso, ha comunque già permesso di avviare il test di omogeneità SNHT (Standard Normal Homogeneity Test) (Alexandersson e Moberg, 1997) sulle serie storiche di temperatura e precipitazione, ottenendo rispettivamente 63 stazioni omogenee su un totale di 66 per la temperatura, e 168 su 191 per la precipitazione.

Si sono poi sviluppati nel corso degli ultimi anni una serie di algoritmi, contenuti nel software PRAGA (Antolini e Tomei, 2006) per l'analisi e l'interpolazione delle principali grandezze meteorologiche. L'interpolazione spaziale inserisce nel calcolo alcune covariabili geografiche per rappresentare meglio la dipendenza spaziale del campo meteorologico superficiale dalle strutture orografiche del territorio. In particolare, la temperatura dell'aria risente fortemente dei parametri superficiali (es. copertura del suolo, presenza di corpi idrici) e dell'orografia, soprattutto laddove questa è complessa. L'elemento topografico più rilevante è la quota sul livello del mare. La procedura di calcolo del campo termico diurno e notturno (temperature minima e

massima) è schematizzata in un algoritmo di valutazione del gradiente termico verticale. Questo prevede lo studio statistico dei valori di temperatura rispetto alla quota, attraverso analisi regressiva: per ogni insieme di dati il processo analizza la dipendenza statistica della temperatura con la quota, suddividendo i punti di misura in classi altimetriche e individuando un'eventuale quota d'inversione. Se le regressioni risultano statisticamente significative il sistema calcola il coefficiente angolare delle rette risultanti, in caso contrario utilizza un gradiente verticale standard predefinito. La dipendenza della temperatura dalla quota è inserita nell'algoritmo tramite la tecnica del *detrending*, cioè decurtando l'effetto della quota dei valori osservati, interpolando i residui così ottenuti (con metodo IDW, Inverse Distance Weighting), infine reinserendo l'effetto orografico.

La precipitazione giornaliera è interpolata secondo il metodo sviluppato presso il Joint Research Center (JRC, 1995). Esso consiste in una doppia interpolazione: inizialmente si assegna valore 1 ai punti di misura in cui la precipitazione è non nulla, e valore 0 a quelli in cui essa è nulla, e si interpolano i valori così ottenuti sui punti griglia; se sulle celle viene stimato un valore superiore ad una soglia (assunta pari a 0.5), si assume che in quella porzione di territorio sia piovuto. Su queste si stimano i valori utilizzando i soli punti di misura con precipitazione positiva. In questo modo si ottiene una rappresentazione più realistica delle precipitazioni, soprattutto del carattere locale del fenomeno.

I valori climatologici su mappa sono anche stati aggregati per comune e, per quanto riguarda la precipitazione, per bacino idrografico principale (afflussi). L'aggregazione è stata effettuata mediante sovrapposizione della griglia di calcolo con lo strato vettoriale corrispondente. Per garantire un più preciso calcolo ai bordi di ogni poligono, la sovrapposizione è stata preceduta da un ricampionamento ad alta risoluzione della griglia di calcolo.

Il calcolo è effettuato su base giornaliera per il periodo 1961-2006 utilizzando un DEM (Digital Elevation Model) di 500 m di risoluzione, e i valori sono aggregati e salvati su celle di una griglia a 2.5 km di risoluzione. Ogni cella della griglia contiene pertanto una serie storica completa, per il periodo 1961-2006. Le statistiche climatologiche sono calcolate sui periodi 1961-1990 e 1991-2006 su ogni

singola cella: temperatura media e precipitazione annua (Fig. 1 e 2). Si sono calcolate inoltre, a puro scopo indicativo, considerate le diverse lunghezze dei periodi, le differenze algebriche tra i due periodi per le due grandezze.

Le mappe finali sono state realizzate tramite procedura di *contouring* in ARCGIS, in cui si crea un'opportuna vestizione cartografica.

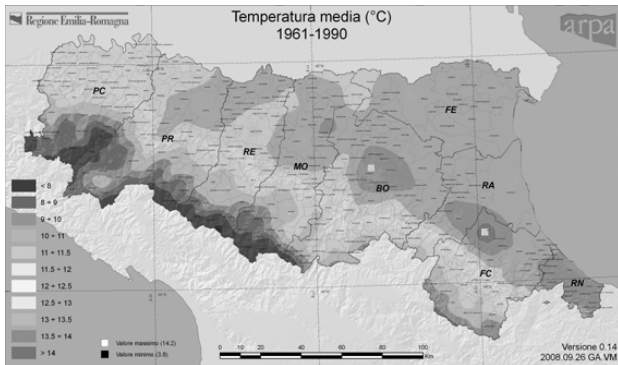


Fig.1 – Temperatura media del periodo 1961-1990.

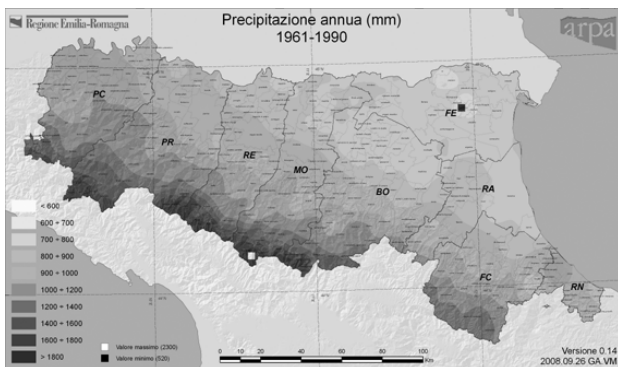


Fig.2 – Precipitazione annua del periodo 1961-1990.

Le mappe in formato digitale sono state inoltre caricate nel sistema MOKA (<http://www.mokagis.it>), uno strumento per la produzione di applicazioni WebGIS reso disponibile dalla Regione Emilia-Romagna. L'applicazione (Fig. 3), per ora accessibile solo agli autori, prevederà, una volta aperto al pubblico a fine progetto, la possibilità di interagire con la mappa da web con classici strumenti GIS, come per esempio visualizzare tabelle e grafici collegate alle mappe o interrogare i dati per comune o bacino, e anche di scaricare liberamente i dati cartografici climatici.

## Risultati

Le mappe preliminari realizzate fin ora sono le seguenti:

- temperatura media (1961-1990, 1991-2006, e confronto 1991-2006 rispetto a 1961-1990);
- precipitazioni annue (periodi analoghi);
- afflussi medi per bacino (periodi analoghi).

Si sono poi realizzate le relative tabelle con i valori aggregati per comune e bacino. Tali prodotti sono scaricabili in formato immagine dal sito di ARPA-SIMC (<http://www.arpa.emr.it/simc>). I dati cartografici e tabellari sono stati inoltre caricati in un sistema webGIS.

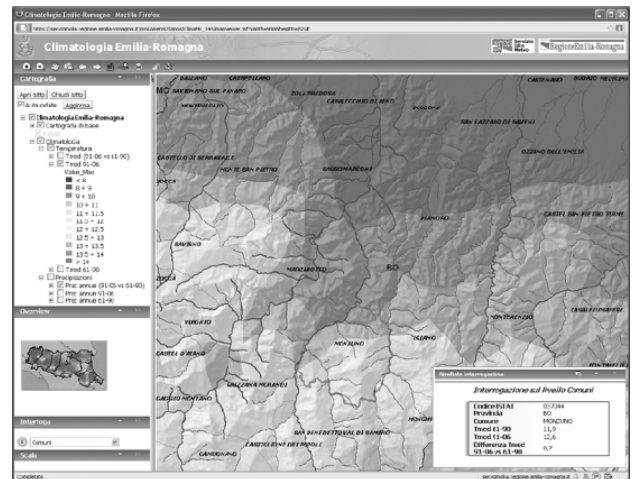


Fig.3 – Applicazione WebGIS Eraclito.

## Conclusioni

Il clima dell'Emilia-Romagna e la sua variabilità temporale sono descritti utilizzando mappe ottenute applicando metodi statistici unitamente a procedure di interpolazione spaziale ai dati osservativi da stazione di temperatura (massima e minima) e di precipitazione giornaliera. Le mappe sono da considerarsi preliminari in quanto sono state realizzate prima del completamento del lavoro di digitalizzazione dell'intero set di dati storici e dello studio di omogeneità sulle serie ottenute, utilizzando tutte le stazioni disponibili, a prescindere dalla lunghezza della serie. Le prossime elaborazioni riguarderanno solo le serie storiche omogenee, al fine di garantire un dataset costante per i due periodi in esame e per garantire che il segnale climatico risultante dall'analisi statistica del trend sia dovuto solo alla variabilità climatica. La pubblicazione dell'atlante in versione definitiva, sia in formato cartaceo sia in formato webGIS, è prevista per dicembre 2009.

## Ringraziamenti

Si ringraziano Rosanna Foraci e Michele Di Lorenzo di ARPA-SIMC per la realizzazione delle mappe degli afflussi sui principali bacini idrografici, Giovanni Ciardi e Andrea Gavagni, della Regione Emilia-Romagna, Servizio Sviluppo Amministrazione Digitale e Sistemi Informativi Geografici, per la realizzazione dell'applicazione WebGIS.

Il presente lavoro è stato realizzato grazie al contributo della Regione Emilia-Romagna, Piano telematico regionale 2007-2009 ([www.regionedigitale.net](http://www.regionedigitale.net)).

## Bibliografia

- Alexandersson H, Moberg A (1997) Homogenization of Swedish temperature data. Part I: a homogeneity test for linear trends. *Int. J. Climatol* 17: 25-34
- Antolini G., Tomei F., 2006. PRAGA - PProgramma di Analisi e Gestione di dati Agrometeorologici. Atti del 9° Convegno nazionale di agrometeorologia - AIAM 2006 Torino, 6-8 giugno 2006
- Joint Research Center, 1995. *Spatial interpolation of daily meteorological data.*