

# Geomatica per l'informazione climatica locale e per i Servizi Climatici

## Un caso di studio per l'area mediterranea

di Emanuela Caiaffa,  
Luigi La Porta e Maurizio Pollino

La diffusione dei dati relativi ai Cambiamenti Climatici deve prevedere una comunicazione, chiara, accessibile e percepibile da tutti: i Servizi Climatici si pongono come «interpretatori» dei dati climatici scientifici, da comunicare agli utenti finali per incontrare le loro necessità.



Fig. 1 - Collocazione dei Servizi Climatici tra dati e osservazioni scientifiche, modelli previsionali e utenti finali.

Il presente lavoro descrive un metodo per superare i problemi legati alla scienza dei cambiamenti climatici al fine di rendere quest'ultimi, e tutte le loro implicazioni, accessibili agli utenti finali: stakeholders, decisori politici, cittadini. Un moderno approccio scientifico, deve prevedere una comunicazione sulle condizioni climatiche, con particolare riguardo al tema dei cambiamenti climatici, chiara, accessibile e percepibile per tutti, soprattutto allo scopo di far sorgere il giusto interesse per questi temi. I risultati provenienti dallo studio dei cambiamenti climatici, oltre ad essere recepiti dai responsabili politici, che devono prendere decisioni che portino ad azioni concrete per mitigarne i possibili effetti negativi futuri, devono anche essere riconosciuti dai comuni cittadini che dovranno accettare eventuali restrizioni potenzialmente condizionanti le loro abitudini di vita (per esempio dei propri consumi energetici).

Di conseguenza, appare necessario rigenerare il mondo dei policy makers in modo da renderlo più aperto e partecipe agli strumenti di comunicazione interattiva di rete.

### Caso di studio e obiettivi

Viene descritto un caso di studio volto alla definizione di uno strumento in grado di rispondere ai seguenti requisiti:

- sviluppare una metodologia in grado di fornire informazioni sul clima, a livello regionale, e anche a scala locale, adeguate, inerenti alla realtà e funzionali per le esigenze dei diversi segmenti della società [1, 2];
- sviluppare uno strumento di tipo bottom-up, al fine di coinvolgere le parti interessate e i responsabili politici sin dalle prime fasi del processo di ricerca, con l'obiettivo di avere una buona visione delle loro specifiche esigenze a scala regionale e locale [3];

- sviluppare un'applicazione WebGIS, basata su casi di studio relativi a diversi settori della società, come il turismo, l'energia, i rischi naturali (ad esempio, gli incendi) per l'area del Mediterraneo.

### Servizi Climatici: che cosa sono?

I Servizi Climatici (SC) riguardano la produzione della conoscenza del clima e la sua comunicazione allo scopo, tra gli altri, di assicurare che la migliore disponibile scienza del clima riesca ad arrivare come notizia utile per tutti. I SC forniscono informazioni realistiche sul clima e funzionali alle esigenze di diversi fruitori che vanno dai semplici cittadini, agli stakeholders, ai responsabili politici, ai settori industriali ed agricoli, nonché quelli relativi a turismo, servizi, salute pubblica, ecc. Inoltre i SC ci informano del clima futuro per valutare e, se necessario, per contrastare le cause prime dei CC, studiare eventuali manovre di adattamento e nuove

strategie di investimento.

Sostanzialmente tra gli scopi dei Servizi Climatici ci sono i seguenti obiettivi:

- compilare informazioni sul clima, redatte e trasmesse per soddisfare le esigenze degli utenti;
- fornire informazioni del clima in modo da supportare il processo decisionale sia da parte di individui che di organizzazioni;
- avere a disposizione un meccanismo di accesso alle informazioni efficace e che risponda alle esigenze degli utenti;
- colmare l'ultimo miglio di distanza tra la grande quantità di dati climatici e le esigenze degli utenti finali.

#### *Servizi Climatici: comunicazione e visualizzazione*

Tra i ben noti problemi legati alla ricerca scientifica climatologica, si deve tenere conto del problema della comunicazione dei dati/risultati e della loro condivisione e visualizzazione.

L'obiettivo dei Servizi Climatici è quello di fornire informazioni climatiche su misura, consultabili e personalizzabili, al fine di fornire gli strumenti decisionali per gli utenti finali, per ridurre la vulnerabilità delle loro attività e ottimizzare gli investimenti in vista della variabilità del clima e del suo cambiamento. La ricerca climatologica si basa su climi passati, presenti e futuri e produce previsioni su scale temporali mensili, stagionali o decennali, facendo anche uso di proiezioni climatiche a seconda dei diversi scenari di emissione di gas a effetto serra. Queste previsioni sono percepite dai responsabili politici, dai cittadini, ecc., con un certo grado di incertezza che diventa cruciale quando i soggetti interessati devono formulare misure di mitigazione che devono essere comprese e adottate. Un insieme di caratteristiche distinguono i

dati sui cambiamenti climatici e si possono riassumere come: l'incertezza, la tipologia, il modo di come studiarli, le azioni con cui mitigarli, ecc. e, infine, ma non di minore importanza, la maniera di come comunicarli [4, 5].

Il presente lavoro, utilizzando dati provenienti da modelli climatologici, dimostra come la Geomatica risulta adatta a caratterizzare territorialmente i fenomeni climatici coinvolti (figura 1) e quanto si sia rivelato utile creare un'applicazione geografica basata sul Web (WebGIS) per comunicare i dati e condividere i risultati.

#### **Materiali e metodi**

I modelli climatici rappresentano una buona parte dei processi fisici di una regione e sono utili per spiegare le variazioni di temperatura e precipitazioni, i cambiamenti di radiazione solare e la velocità del vento. L'area mediterranea è particolarmente interessata dai cambiamenti climatici e ci si aspetta per il futuro un aumento di temperatura con estati più secche. È possibile immaginare come questo aspetto rivesta la massima importanza sia per un'area densamente popolata sia per gli effetti sulle innumerevoli attività umane (turismo, agricoltura, piscicoltura, traffici navali, ecc.) che in essa, e su di essa insistono.

Ma il vero problema cruciale è quello di realizzare finalmente una correlazione reale ed efficace tra scienziati e pubbliche amministrazioni, includendo anche organismi e istituzioni coinvolte nella preparazione di piani di prevenzione e nella classificazione dei potenziali impatti dei cambiamenti climatici.

#### *Dati iniziali*

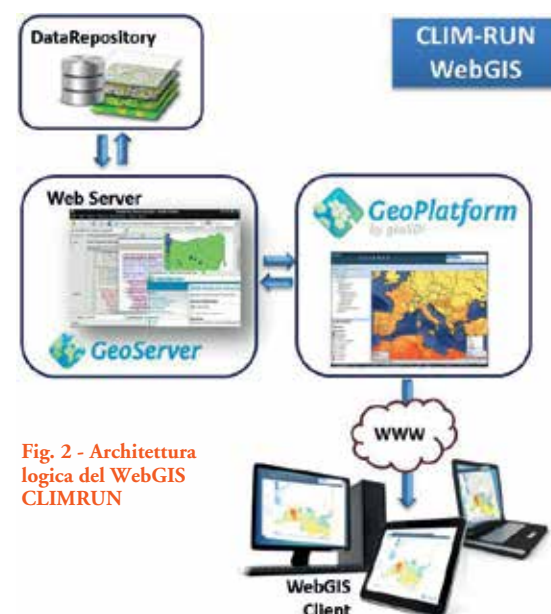
Il modello regionale accoppiato PROTHEUS, è composto da un modello atmosferico regionale RegCM3 e dal modello oceanografico MITgcm, unito

dall'accoppiatore OASIS3 [6].

L'orizzonte temporale, di interesse per lo studio, è il periodo 2010-2050, al fine di comprendere i contributi sia di variabilità interdecennale, sia del cambiamento climatico. Tra i risultati prodotti dai modelli climatologici/matematici le grandezze caratterizzanti il presente studio sono: Climate Index (TCI), Wind Power (WP) e Fire Weather Index (FWI), che provengono da simulazioni condotte con i modelli climatologici MED44i, ERAINT e Protheus. I risultati delle simulazioni modellistiche effettuate per l'area mediterranea sono memorizzati come file in formato NetCDF (Network Common Data Form).

#### *Metodologie GIS e WebGIS*

Attraverso opportune elaborazioni, i file NetCDF sono stati trasformati in un formato GIS compatibile e opportunamente strutturati in un progetto GIS. In questo modo è stato possibile sfruttare i vantaggi di elaborare dati georiferiti, aggiungendo un nuovo significato dal punto di vista degli Indici Climatici, dato dalla possibilità di combinare queste informazioni con altri tipi



**Fig. 2 - Architettura logica del WebGIS CLIMRUN**

di dati caratterizzanti l'area dal punto di vista socio-economico. DataBase geospaziali e mappe vengono conservati e gestiti in un appropriato *repository*: possono essere visualizzati e interrogati per mezzo di un desktop GIS o via web (tramite un'applicazione WebGIS).

## II WebGIS CLIMRUN

Lo scopo principale del WebGIS CLIMRUN, dovendo comunicare risultati climatici, è di rendere territorialmente compatibili e facili da gestire, gli output dei modelli climatici, che forniscono dati sugli scenari attuali e futuri riguardanti alcuni temi di interesse come: Tourism Climatic Index (TCI) [7, 8, 9], Wind Power (WP) [10] e Fire Weather Index (FWI) [11, 12].

Il WebGIS CLIMRUN, utilizza software open source, il cui uso è regolato solo dalla licenza GNU General Public License. In particolare, come *Web server* e *Web application*, gli ambienti software utilizzati sono: GeoServer (<http://geoserver.org>) e Geo-Platform (<https://github.com/geosdi/geo-platform>) sviluppato da geoSDI ([www.geosdi.org](http://www.geosdi.org)).

### Applicazione WebGIS

L'applicazione WebGIS in oggetto è accessibile all'indirizzo:

<http://www.climrun.eu/webgis-climrun/index.html>

Dalle simulazioni condotte con modelli climatologici regionali come PROTUEUS (che ha un orizzonte temporale al 2050) e MED44i\_ERAINI sono stati ricavati i seguenti indici: Tourism Climate Index (TCI), Wind Power (WPI), Fire Weather Index (FWI).

### Tourism Climate Index (TCI)

Il TCI è un metodo per quantificare e classificare un "clima favorevole", basato sulla nozione di "human comfort", tipicamente per interessi turistici, con lo scopo di determinare se e come le risorse turistiche in Europa possano cambiare per ragioni legate ai cambiamenti climatici [9].

Il TCI è stato sviluppato da Mieczkowski [13] e consiste di cinque sub-indici ognuno rappresentato da una o due variabili climatiche pesate in accordo con la loro relativa importanza.

La formula di Mieczkowski è:

$$TCI = 2 [(4C_{dt} + C_{dl} + 2R + 2S + W)] = 100 \quad (1)$$

in cui  $C_{dt}$  è il *daytime comfort*,  $C_{dl}$  è il *daily comfort*,  $R$  è la precipitazione,  $S$  è il *sunshine* e  $W$  è il vento.

Il *daytime comfort index*  $C_{dt}$  usa le variabili: temperatura massima

giornaliera e umidità relativa minima giornaliera ed ha un peso, nel calcolo del TCI, del 40%. Il *daily comfort index* usa le variabili: temperatura media giornaliera e umidità relativa ed ha un peso del 10%. Il termine  $R$  è la precipitazione totale con peso del 20%, mentre  $S$  (*sunshine*) indica le ore totali di luce del sole con peso del 20%. Infine,  $W$  è la velocità media del vento con peso del 10% [14]. Per ottenere i cambiamenti che subirà il TCI nell'intervallo futuro 2021-2050 (rispetto a quello dell'intervallo passato 1961-1990), si opera, mediante un approccio GIS-based, una sottrazione dei files ottenuti dalle elaborazioni e simulazioni dei modelli. Nella figura 3, che mostra la differenza tra le elaborazioni dello scenario del passato (1961-1990) e lo scenario previsto (2021-2050), si può vedere dove e in che misura si attendono cambiamenti del TCI, tenendo presente che "rosso" (*class decrease*) indica un peggioramento, che investe proprio l'area del bacino del Mediterraneo.

Wind Power Index (WPI). I campi di vento possono essere considerati come variabile climatica d'interesse sia per la produzione di energia da rinnovabili [10], sia per la previsione del rischio naturale da incendi boschivi [15]. Oltre le previsioni *now-casting* e stagionali, per quanto riguarda il settore energetico, sarebbe necessario disporre di una modellazione del vento in un arco temporale più lungo in modo da avere una buona valutazione locale utile alla stima dei rischi che potrebbero influenzare il rendimento degli investimenti nel tempo.

L'esempio mostrato in figura 8 mostra l'andamento degli scenari, ottenuti analizzando i set di dati eolici su tutta l'area europea e mediterranea. La domanda a cui rispondere è: quali cambiamenti ci aspettiamo in termini di energia eolica?

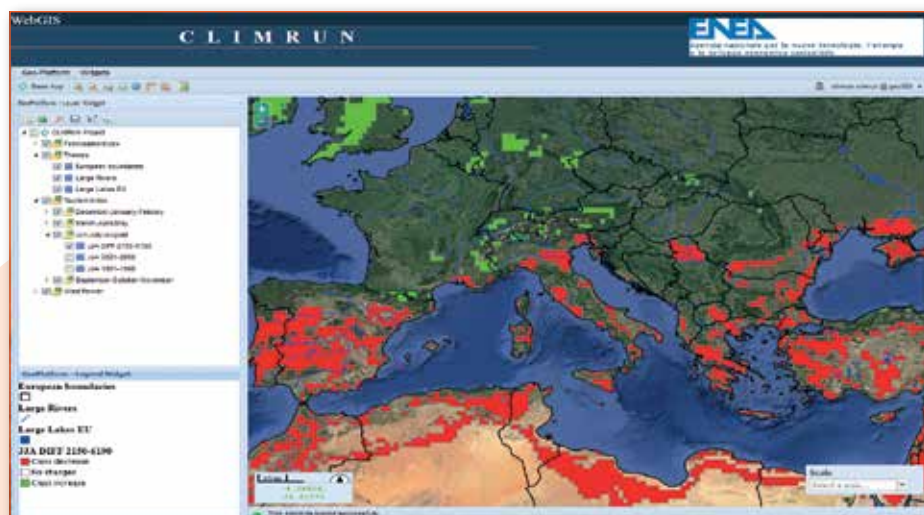


Fig. 3 - Esempio che mostra i cambiamenti del TCI.

Essa diminuirà o aumenterà nei prossimi quarant'anni? Mappando gli scenari WP per i due intervalli di tempo, e WP\_1961\_1990, WP\_2021\_2050, e determinando la loro differenza, è stato possibile calcolare e poi visualizzare, le aree in cui la WP diminuisce e le aree in cui aumenta.

Il tematismo del Wind Power, riportato in figura 4, mostra il risultato della differenza tra i due scenari: quello relativo al periodo 2021-2050 e quello relativo al periodo 1961-1990. La rappresentazione cromatica mostra l'entità e la posizione sulla mappa dell'aumento o del decremento della Wind Power in termini di GWh/year. È possibile chiaramente individuare alcune zone, dell'Europa centrale e di alcune aree Mediterranee (che appaiono in un colore più vicino al rosso) in cui la differenza è in positivo: questo indica un aspettato aumento della Wind Power di circa 3 GWh/year. Fire Weather Index (FWI). È facile intuire quanto importante ed attuale sia il tema della occorrenza degli incendi boschivi e della loro intensità e vastità nonché delle loro implicazioni con i cambiamenti climatici. Risultati sulla tendenza del clima mediterraneo, sottolineano sempre più estati di siccità, in alcuni casi anche più lunghe rispetto alla durata della normale stagione [15].

Il nome di questo indice, letteralmente Fuoco Meteo, ci indica che il FWI dipende fortemente da parametri meteorologici (come temperatura, pioggia, vento, etc.). Per investigare sulle relazioni tra il rischio incendi e le condizioni meteorologiche uno dei più accreditati metodi è il Canadian Fire Weather Index FWI (<http://cwfis.cfs.nrcan.gc.ca/background/summary/fwi>): un indice basato sulla meteorologia, sviluppato in Canada e usato in tutto il mondo, incluse l'Europa e l'area Mediterranea.

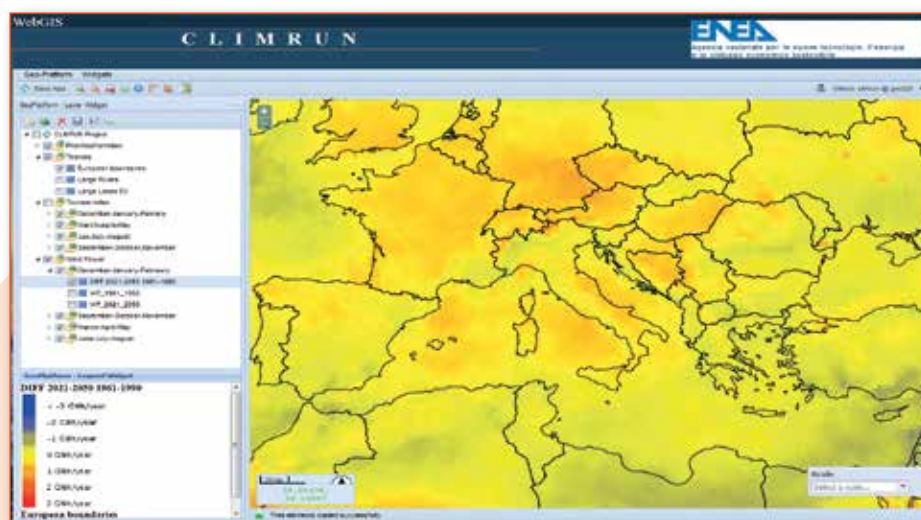


Fig. 4 - Differenza tra i due scenari: 2021-2050-1961-1990 per il WPI.

Il FWI è un utile strumento per stimare il pericolo del fuoco, in un modo generalizzato, basato su specifiche osservazioni meteorologiche come: valori medi giornalieri della temperatura massima dell'aria, umidità relativa, velocità del vento, cumulata delle precipitazioni sulle 24 ore. Tutto questo per calcolare i valori giornalieri di FWI.

Per interpretare il trend del FWI mostrato nella figura 5, è ragionevole pensare che questo indice dipende fortemente dai parametri meteorologici come pioggia, temperatura, ecc. Le aree con una visibile differenza nei valori del FWI sono quelle più affette da siccità, aumento nel tempo della tempe-

ratura dell'aria, scarsità delle precipitazioni. Il risultato dello studio sta nell'individuare dove avviene il salto da una classe all'altra da parte dei valori dell'indice stesso. Il salto della classe può essere in positivo o in negativo e indica territorialmente dove ci si aspetta un cambiamento per il futuro, nell'intervallo di tempo 2021-2050. Una applicazione del FWI nel campo della pianificazione territoriale e della protezione civile potrebbe permettere un più efficace modo di prevenire gli incendi, una buona protezione delle foreste in qualsiasi periodo e, in particolare modo, nei periodi estivi e di particolare siccità. Tuttavia, è importante sottolineare che il FWI

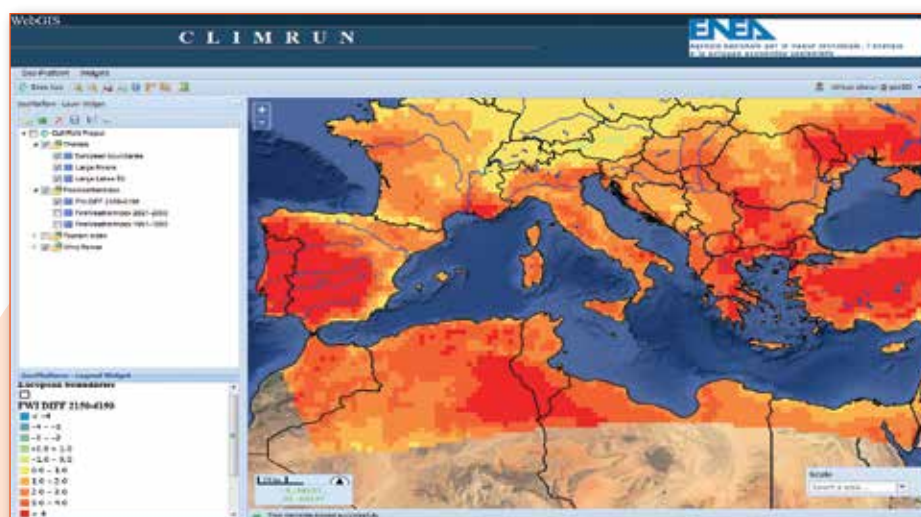


Fig. 5 - Differenza tra i due scenari: 2021-2050 (giugno, luglio, agosto) - 1961-1990 (giugno, luglio, agosto).

è calcolato prendendo in considerazione solo parametri meteorologici per l'area Mediterranea, non considerando importanti parametri come il *land cover*, le categorie di vegetazione e l'altitudine. Le zone con una maggiore differenza FWI (colore rosso sulla mappa di figura 6) sono quelle più colpite dalla siccità, aumento nel tempo della temperatura dell'aria, la scarsità di piogge, etc.

### Conclusioni

Allo scopo di accorciare le distanze che separano i cittadini dai politici, ed entrambe le categorie dal mondo accademico, sta sempre più avendo successo un nuovo modo di approcciare le informazioni tecnico-scientifiche.

Il cambiamento dell'approccio dei responsabili politici ai problemi scientifici, fa emergere la necessità di sviluppare strumenti per aiutare a *fare politica scientifica e tecnologica*, e per condurre ricerca integrata volta ad individuare gli strumenti più favorevoli alla costruzione di una società europea basata sulla conoscenza.

Il WebGIS CLIMRUN ha rivelato la sua efficacia nella pubblicazione e condivisione dei risultati provenienti da modelli matematici climatici con la possibilità di essere coerentemente legati al territorio. L'utilità del lavoro è stata quella di vedere dove insistono le differenze tra i diversi scenari e quindi dove sono aspettate variazioni e/o cambiamenti di

temperatura, della disponibilità di energia eolica, ecc., che possono influenzare, ad esempio, le attività umane come il turismo, la produzione di energia da eolico, ecc. Infine, l'utilizzo di software open-source, è stato un fattore chiave in grado di semplificare la strada per la diffusione e la condivisione dei risultati ottenuti nell'ambito delle attività di ricerca.

### BIBLIOGRAFIA

[1] Spruijt P., Knol A. B., Vasileiadou E., Devilee J., Lebreit E., Petersen A. C.: Roles of scientists as policy advisers on complex issues: a literature review. *Environmental Science & Policy*. Volume 40, June 2014, pp. 16–25 (2014)

[2] Hamilton, L.: Education, politics, and opinions about climate change: evidence for interaction effects. *Clim. Change* (2010) <http://dx.doi.org/10.1007/s10584-010-9957-8> (2010)

[3] Caiaffa, E.: Geographic Information Science in Planning and in Forecasting, Institute for Prospective Technological Studies (eds.) in cooperation with the European S&T Observatory Network. The IPTS Report, vol. 76, pp.36–41, European Commission JRC, Seville, (2003)

[4] Godess C.: Climate Services. Climatic Research Unit University of East Anglia UK [c.goodess@uea.ac.uk](mailto:c.goodess@uea.ac.uk), First CLIM-RUN workshop on climate services (2012)

[5] Doubuais, G.: Using ENSEMBLES to communicate uncertainty CLIMRUN School on climate services. ICTP, Trieste, (2012)

[6] Artale V., Calmanti S., Carillo A., Dell'Aquila A., Herrmann M., Pisacane G., Ruti P.M., Sannino G., Struglia M.V., Giorgi F., Bi X., Pal J. S., Rauscher S. The Protheus Group: An atmosphere–ocean regional climate model for the Mediterranean area: assessment of a present climate simulation” *Clim. Dyn* 35:721–740 (2009)

[7] Perch-Nielsen S. L., Amelung B., Knutti R.: Future climate resources for tourism in Europe based on the daily Tourism Climatic Index. *Climatic Change* 103:363–381 DOI 10.1007/s10584-009-9772-2(2010)

[8] Amelung B., Viner D.: Mediterranean tourism exploring the future with the Tourism Climatic Index. *J Sustain Tour* 14:349–366 (2006)

[9] Hamilton J. M., Maddison D., RSJ T.: Climate change and international tourism: a simulation study. *Glob. Environ. Change* 15:253–266 (2005)

[10] Caiaffa E., Pollino M., Marucci A.: A GIS Based Methodology in Renewable Energy Sources Sustainability. *International Journal of Agricultural and Environmental Information Systems*, Vol. 5, No. 3, July-September (2014)

[11] Amraoui M., Liberato M.L.R., Calado T.J., DaCamara C.C., Coelho L.P., Trigo R.M., Gouveia C.M.: Fire activity over Mediterranean Europe based on information from Meteosat-8. *Forest Ecology and Management* 294, 62–75 (2013)

[12] Brotons L., Aquilué N., de Cáceres M., Fortin M. j., Fall A. : How fire history, fire suppression practices and climate change affect wildfire regimes in Mediterranean landscapes. *Wildfire Regime Change in Mediterranean Landscapes PLOS ONE* 8, e62392 (2013)

[13] Mieczkowski Z.: The Tourism Climatic Index: a method of evaluating world climate for tourism. *The Canadian Geographer / Le Géographe canadien*, Volume 29, Issue 3, pages 220–233, September (1985)

[14] Tourism Climatic Index (TCI) C. Gianakopoulos Institute of Environmental Research & Sustainable Development National Observatory of Athens, Greece, September, 2012

[15] Cane D., Ciccarelli N., Gottero F., Francesetti A., Pelfini F., Pelosini R.: Fire Weather

Index application in north-western Italy. *Advances in Science and Research*, Copernicus Publications, 2, pp.77-80 (2008)

### ABSTRACT

The present paper describes a methodology developed for overcoming problems linked to the climate changes science in order to make it effectively accessible to end users: stakeholders, policy makers, citizens. In today's scientific approach, communication on climatic information and on climatic changes condition, has to be clear, accessible and perceptive to everyone, to definitely arise the right interest on such problem. Results coming from climatic changes Research and Development projects, in addition to being accepted by policymakers, that have to take future decisions and practical actions to mitigate their possible negative effects, must also be recognized and believed by ordinary citizens that have to understand and accept restrictions, for example in energy consumptions, potentially affecting their habit of life. Accordingly, it will be necessary to regenerate policy-making world so as to make it more direct and potentially open to networking interactive communication tools.

### PAROLE CHIAVE

GEOMATICA; SERVIZI CLIMATICI; GIS; WEBGIS

### AUTORE

EMANUELA CAIAFFA  
EMANUELA.CAIAFFA@ENEA.IT

LUIGI LA PORTA, MAURIZIO POLLINO

ENEA NATIONAL AGENCY FOR NEW TECHNOLOGIES, ENERGY AND SUSTAINABLE ECONOMIC DEVELOPMENT, UTMEA ENERGY AND ENVIRONMENTAL MODELLING TECHNICAL UNIT, C.R. CASACCIA, VIA ANGUILLARESE, 301 – 00123 ROME, ITALY



**HEXAGON**  
SAFETY & INFRASTRUCTURE

# INTERGRAPH SG&I ORA É HEXAGON SAFETY & INFRASTRUCTURE

**DOPO CINQUE ANNI, DI APPARTENENZA AL GRUPPO HEXAGON,  
É STATO NATURALE FARE IL PASSO SUCCESSIVO E ANDARE  
AVANTI COME HEXAGON SAFETY & INFRASTRUCTURE.**

Il Brand si rinnova ma gli obiettivi non cambiano

**Global Leader** - Leader globale nel  
software computer-aided dispatch (CAD)

**Proven Innovator** - Pioniere nel geographic  
information systems (GIS)

**Trusted Partner** - Rapporti decennali  
con i clienti

**[www.hexagonsafetyinfrastructure.com](http://www.hexagonsafetyinfrastructure.com)**



©2015 Intergraph Italia L.L.C. Division Hexagon Safety & Infrastructure. Hexagon Safety & Infrastructure is part of Hexagon. All rights reserved. Hexagon Safety & Infrastructure and the Hexagon Safety & Infrastructure logo are trademarks of Hexagon or its subsidiaries in the United States and in other countries.