

L'INGV e l'analisi climatica ambientale

Come naturale evoluzione dei suoi tradizionali settori di ricerca, l'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia implementa con successo progetti di studio e modellistica applicati all'oceanografia fisica e allo studio del clima

Enzo Boschi

L'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia si occupa fin dalla sua fondazione, avvenuta nel 1936 ad opera di Guglielmo Marconi, di questioni geofisiche fondamentali. Secondo le valutazioni di Science Watch, l'INGV è attualmente primo su scala mondiale per numero di pubblicazioni e citazioni fra le istituzioni che si occupano di Geoscienze. Da un decennio l'INGV è particolarmente attivo nello studio dei cambiamenti climatici e dell'oceanografia fisica, per la loro rilevanza sociale ed economica. Ricercatori di punta sono stati Antonio Navarra, formatosi nella presti-

giosa scuola di fluidodinamica geofisica di Princeton, e Nadia Pinardi, specializzata ad Harvard, culla della moderna oceanografia fisica. I risultati finora ottenuti sono incoraggianti e l'Istituto intende impegnarsi sempre di più nell'analisi di questi complessi problemi, così connessi alla nostra sopravvivenza.

Il clima cambia

Cerchiamo di comprendere in dettaglio l'influenza dell'aumento dei gas serra su parametri macroscopici come l'alternarsi delle stagioni, la distribuzione delle

piogge e, scendendo in una immaginaria scala gerarchica, sino alla distribuzione delle malattie infettive, agli effetti sull'agricoltura e, in generale, sull'economia. Per rispondere a queste domande non è sufficiente un approccio analitico qualitativo. Occorre usare sofisticati metodi matematici - i modelli di simulazione - che ci forniscono parametri necessari. La quantità e qualità delle interazioni nel sistema climatico è però tale da produrre ancora sostanziali incertezze nelle proiezioni numeriche.

Lo studio dei cambiamenti climatici non può seguire lo stesso percorso delle altre Scienze naturali, essendo con tutta evidenza impossibile eseguire esperimenti con il clima della Terra. La verifica sperimentale di varie ipotesi può essere fatta solo attraverso l'uso dei modelli numerici di circolazione generale che rappresentano il nostro principale strumento di investigazione quantitativa. Così come tutte le grandi installazioni scientifiche, i modelli sono in continua evoluzione e perfezionamento e quindi il loro progresso è assolutamente necessario al fine della comprensione del sistema climatico globale.

Abbiamo quindi sviluppato una serie di modelli numerici che hanno permesso l'analisi dei primi scenari di clima prodotti in Italia, lo sviluppo di un sistema per le previsioni stagionali e lo sviluppo del primo «modello italiano del sistema Terra» che include i processi fisici, chimici e biologici necessari per descrivere compiutamente il ciclo del carbonio. Gli scenari del clima futuro elaborati all'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia sono oggi l'unico prodotto italiano inserito nel database IPCC. L'ambiente competitivo, multidisciplinare e internazionale ha attratto ricercatori italiani con dottorati esteri (principalmente USA) ed un flusso costante di specialisti e visitatori stranieri. Il Gruppo è solidamente inserito nelle reti internazionali della ricerca, sia attraverso la partecipazione e/o il coordinamento di numerosi progetti in ambito europeo, sia attraverso una formale cooperazione con Stati Uniti e Giappone. Quest'anno, l'INGV ha anche iniziato un

Programma Internazionale di Studi Avanzati sul Clima e l'Ambiente, finan-

ziato dalla Fondazione Cassa di Risparmio di Bologna, per permettere lunghi soggiorni scientifici a ricercatori stranieri e italiani di alta qualificazione che vogliono cooperare con il Gruppo di ricerca INGV. Antonio Navarra coordina inoltre il progetto europeo CIRCE per la valutazione degli impatti dei cambiamenti climatici nel Mediterraneo, coordinando oltre 65 Istituti di ricerca europei, nordafricani e del Medio Oriente.

L'articolata natura del problema richiede però competenze che travalicano le singole discipline specialistiche. La valutazione dei costi degli impatti dei cambiamenti climatici si basa ad esempio su sofisticati modelli econometrici, mentre la valutazione degli impatti sull'agricoltura richiede peculiari conoscenze agronomiche. Queste competenze non erano allo stato rintracciabili in nessun istituto di ricerca; l'INGV si è fatto perciò promotore di un'iniziativa nazionale per la creazione di un polo di ricerca interdisciplinare per facilitare l'integrazione delle diverse discipline richieste nello studio dei cambiamenti climatici: il Centro EuroMediterraneo per i Cambiamenti Climatici, un Consorzio di università, Enti pubblici e privati di ricerca attivo dal 2005 e di cui l'INGV è socio principale. Il Centro, finanziato inizialmente dal MIUR e dal Ministero dell'Ambiente, della Tutela del Territorio e del Mare con un cofinanziamento del 30% da parte degli enti partecipanti, è riuscito ad attrarre altri progetti europei e nazionali ed ha ultimato le procedure per l'acquisizione di un supercalcolatore tra i più potenti in Europa. Recentemente il gruppo dell'INGV ha pubblicato uno studio d'avanguardia mostrando come - in presenza di un riscaldamento da effetto serra - frequenza ed intensità dei cicloni tropicali malgrado l'aumento di energia libera disponibile non sono necessariamente destinati ad aumentare, mostrando quanto complesso e controintuitivo sia in effetti il sistema climatico.

I primi risultati indicano che nell'area mediterranea ci sono già seri elementi di preoccupazione. Le nostre proiezioni indicano che l'effetto dell'aumento dei gas serra potrà esprimersi in una diminuzione delle precipitazioni invernali

sul Mediterraneo del 20-25% e in un aumento sostanziale delle temperature estive, rendendo estati come quella del 2003 più probabili (figure 1a, 1b). La combinazione di scarse precipitazioni ed alte temperature renderà più pressanti i problemi di desertificazione, specialmente per il sud della penisola e le isole. Studi preliminari indicano che per la Sardegna il clima prevalente di fine secolo potrà ridurre la superficie utilizzabile per colture foraggere al solo 30% delle aree coltivabili.

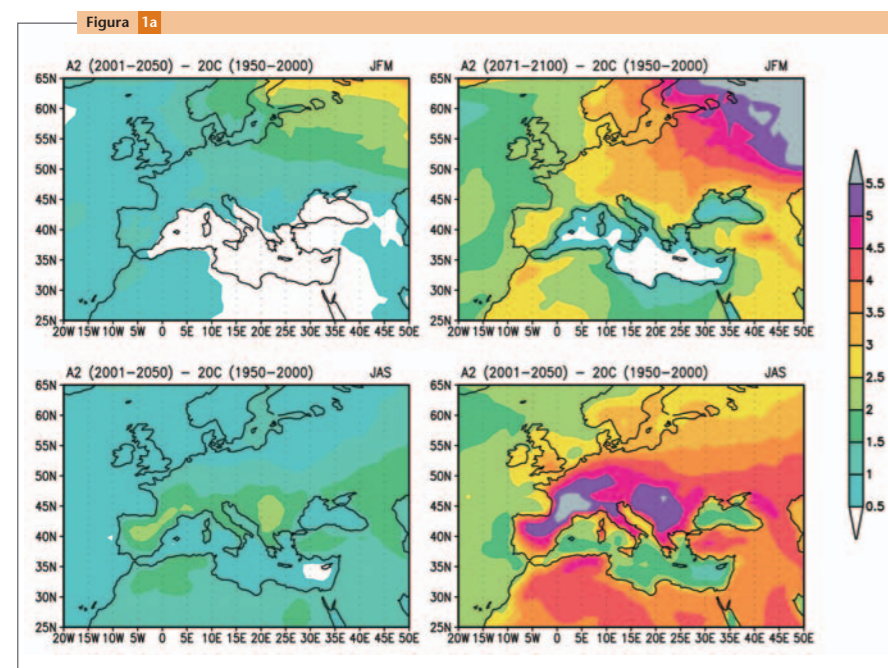
Navigare il futuro: il Servizio di monitoraggio e previsioni del mare

L'Europa sta realizzando da oltre dieci anni un sistema operativo di monitoraggio ambientale globale, per fornire dati in tempo reale per la gestione delle emergenze e la conservazione delle risorse ambientali.

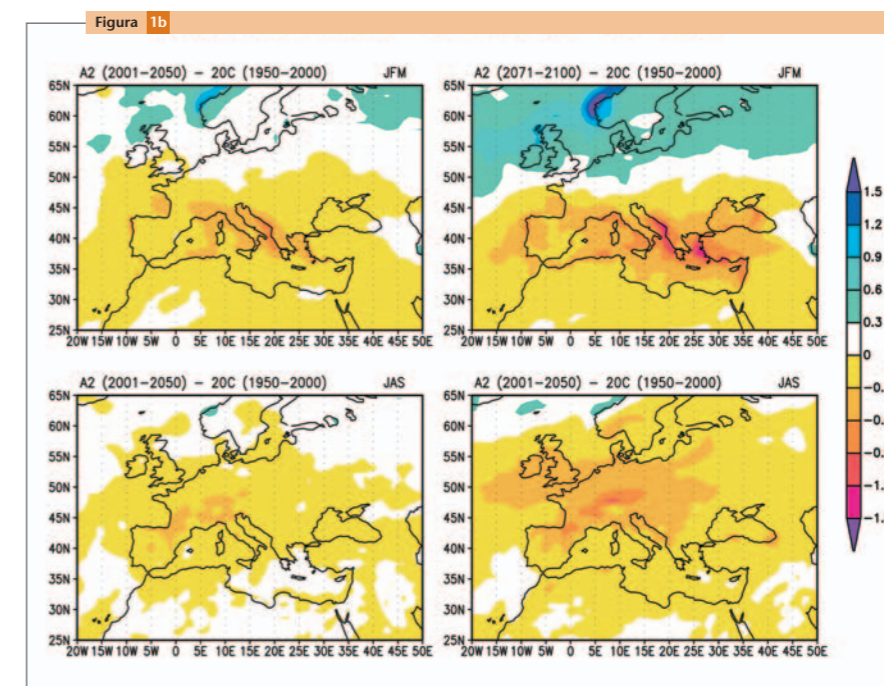
Il sistema è chiamato Global Monitoring of Environment and Security-GMES. Uno dei servizi più innovativi è incentrato sul monitoraggio predittivo delle condizioni del mare, sia su scala globale che di livello regionale europeo: tale servizio fornisce dati oceanografici

sia generici che di qualità controllata a livello internazionale, essenziali per la sicurezza del trasporto, lo sfruttamento e lo sviluppo sostenibile delle coste, il controllo dei fenomeni di inquinamento. Una efficiente sinergia fra operatività e ricerca permette di integrare l'uso di sistemi avanzati di telerilevamento dello stato del mare, di misure *in situ* in tempo reale e di modelli numerici di simulazione e di previsione. La ricerca è necessaria per il miglioramento continuo dei sistemi osservativi e modellistici, l'operatività per il monitoraggio continuo delle condizioni puntuali.

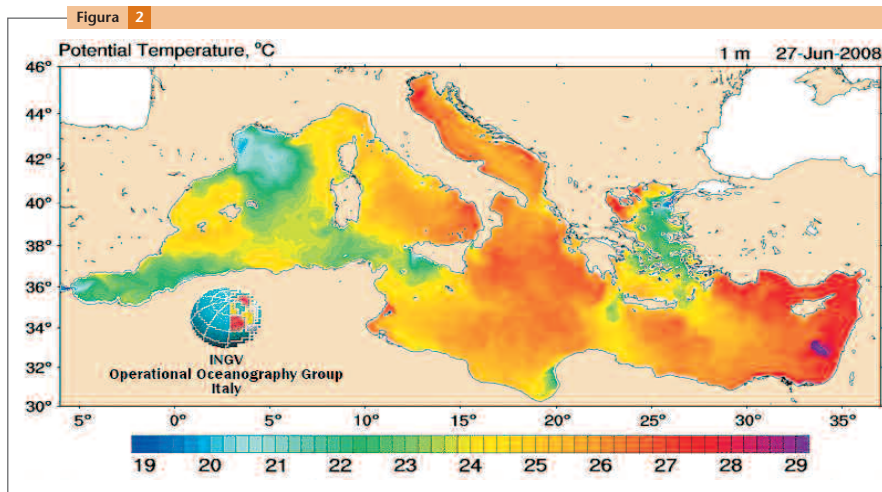
Il Servizio nazionale di monitoraggio e previsioni del mare è realizzato in Italia dal Gruppo Nazionale di Oceanografia Operativa, composto da rappresentanti di diverse Agenzie di ricerca nazionali con il supporto parziale del Ministero dell'Ambiente. Lo GNOO risiede presso l'INGV e coordina le attività di CNR, ENEA, OGS, Ufficio Spazio Aereo e Meteorologia dell'Aeronautica Militare, Istituto Idrografico della Marina e CoNiSMA. Tramite questo coordinamento nazionale l'Italia ha ottenuto la responsabilità per il monitoraggio e le previsioni del Mare Mediterraneo a livello Europeo.



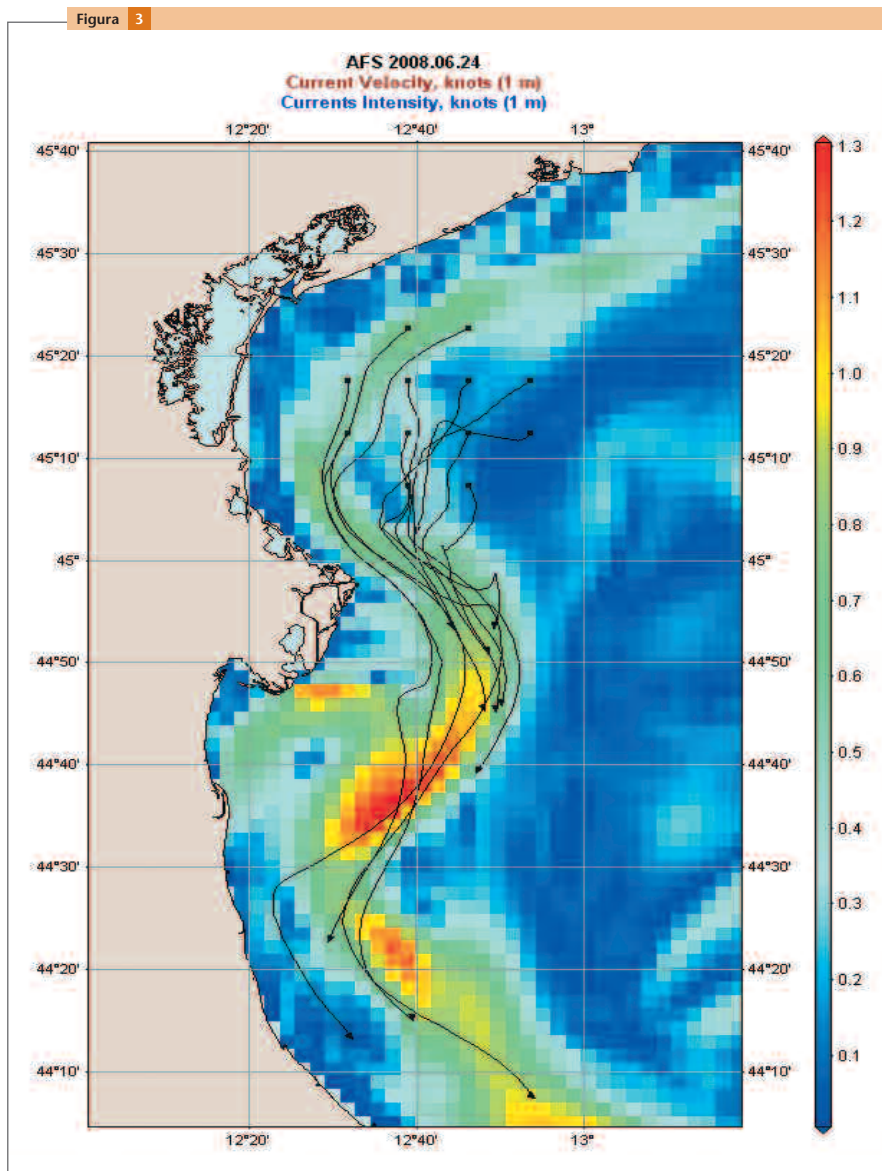
Risultati degli scenari climatici dell'INGV/CMCC. Le figure rappresentano la differenza tra una stagione tipica del periodo 2000-2050 (a sinistra) e 2050-2100 (a destra) rispetto al periodo 1950-2000, divise per l'inverno (pannelli superiori), e l'estate (pannelli inferiori). Si vede facilmente come le estati nel Mediterraneo, in basso a destra, rischiano di essere molto più calde alla fine del XXI secolo



Come la figura 1a, ma per le piogge. In questo caso contano le precipitazioni invernali, in alto a destra, per la seconda parte del XXI secolo. Le unità di misura corrispondono ad una diminuzione di circa il 20% rispetto ai valori tipici attuali



Il campo di temperatura del mare previsto per il giorno 27 giugno 2008



Previsione delle traiettorie di un possibile oggetto disperso in mare ottenute utilizzando le correnti dell'Adriatico previste dal sistema GNOO-INGV. La posizione iniziale dell'oggetto è evidenziata dai quadrati neri

Il servizio dello GNOO al momento provvede a fornire informazioni continue in tempo reale delle correnti, la temperatura e la salinità del mare con una risoluzione di circa 6 km su tutto il Mediterraneo (figura 2). Recentemente il Sistema di previsione ha iniziato a valutare anche le componenti biochimiche marine, offrendo anche previsioni sull'abbondanza di materiale algale sospeso e nutrienti disciolti. Lo GNOO provvede inoltre a mantenere e sviluppare osservazioni oceanografiche nei mari italiani, e ha la responsabilità della rete osservativa di mare aperto del Mediterraneo per le misure *in situ* e da satellite.

Gli utenti del Servizio di previsione sono le compagnie petrolifere, il Ministero dell'Ambiente, della Tutela del Territorio e del Mare, le ARPA, la Guardia costiera, il Servizio meteorologico nazionale, le Università e gli Enti di ricerca, oltre a diverse compagnie private di servizi. Le applicazioni che si stanno sviluppando dai prodotti del servizio dello GNOO sono ad esempio la previsione dello spiaggiamento di rilasci accidentali o operativi di idrocarburi trasportati da navi, la deriva di oggetti in mare (figura 3), con l'elaborazione di mappe di rischio da rilascio di inquinanti dalla costa o in mare aperto.

L'INGV coordina inoltre la rete di Istituzioni internazionali del Mediterraneo che usano le proiezioni del servizio dello GNOO per fare previsioni a loro volta vicino alle coste. È il caso ad esempio di Francia, Spagna, Grecia, Israele, Malta, Turchia e Cipro che producono previsioni ad alta risoluzione lungo le loro coste, basate sulle elaborazioni a scala di bacino prodotte dallo GNOO.

La sfida dei prossimi anni sarà quella di mantenere ed aggiornare continuamente questo Sistema di previsioni del mare, come è già regola per i Servizi meteorologici. Si tratterà quindi di rafforzare il coordinamento nazionale tramite lo GNOO e di formalizzare le connessioni del servizio di monitoraggio e previsione del mare con i vari *partners* istituzionali.

Enzo Boschi
Presidente Istituto Nazionale
di Geofisica e Vulcanologia, INGV