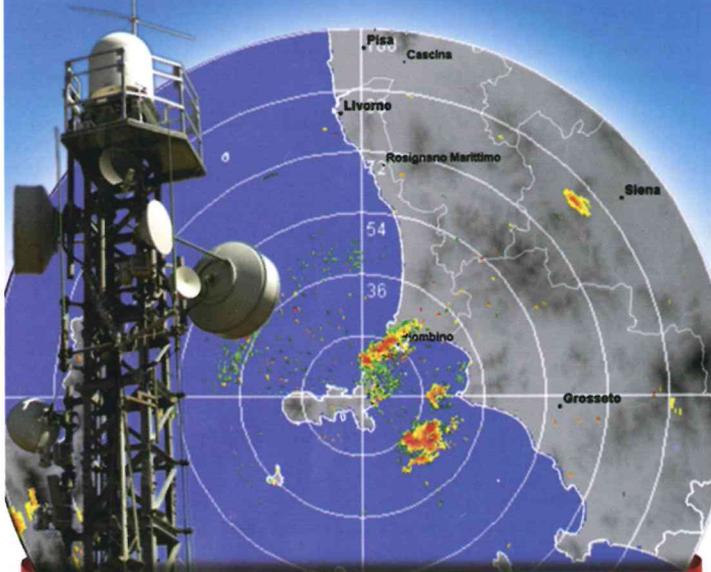


## IL MOSAICO RADAR TRANSFRONTALIERO

Il contributo della rete radar meteorologica transfrontaliera per la mitigazione del rischio idrogeologico: caratteristiche, potenzialità e sviluppi futuri



Livorno 27- 29 Novembre 2012



## Prevenzione del rischio idrogeologico Due nuovi radar in Toscana per potenziare rete allerta

«Il Consorzio Lamma vede insieme Regione Toscana e il Cnr (Consiglio nazionale delle ricerche). E' un consorzio - ha spiegato Bernardo Gozzini, responsabile scientifico del Lamma, Laboratorio di monitoraggio e di modellistica ambientale, nell'introdurre i lavori del workshop tenutosi nella Camera di Commercio di Livorno - che nasce da un vecchio progetto del 1997 che poi si è concretizzato nel Dicembre 2007. Come consorzio è abbastanza giovane. E' nato con l'idea di integrare quelli che sono alcuni dei compiti istituzionali della Regione Toscana, alcuni servizi indirizzati al cittadino, con il mondo della ricerca e nella fattispecie con il Consiglio nazionale delle ricerche.

L'obiettivo - ha proseguito Gozzini - è quello di avere servizi a valore aggiunto e quindi di poter in qualche maniera mantenere la qualità del servizio allo stato dell'arte cioè della parte investigativa, di verifica, di ricerca. Il Consorzio è na-



Bernardo Gozzini

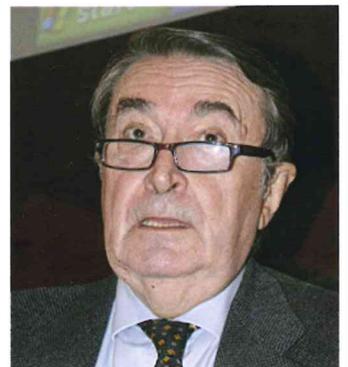
to all'interno di quello che era il progetto internazionale Cosmo Sky-Med che prevedeva il lancio di satelliti polari per il monitoraggio dell'ambiente e che puntavano il loro radar non solo sull'Europa ma anche

(continua a pagina 2)

## Maggiore sicurezza in porto nelle fasi di carico e scarico

«Credo che questa sia la prima iniziativa, legata alle previsioni meteo, che vede coinvolta in Italia un'Autorità portuale. Vi abbiamo aderito con grande interesse - ha affermato Giuliano Gallanti, presidente dell'Autorità portuale di Livorno - per il contributo che essa dà alla tutela del lavoro portuale nelle fasi di carico e scarico delle navi. E' uno strumento che, al pari di altri ai quali stiamo tuttora lavorando, incentiva tutela e sicurezza del lavoro in ambito portuale. E' probabilmente uno degli strumenti più importanti che abbiamo adottato negli ultimi tempi». Gallanti ha poi ricordato come l'Authority sia impegnata anche nello sviluppo della formazione che è un altro obiettivo importante in tema di organizzazione del lavoro. Grazie al contributo del Lamma - ha proseguito il presidente dell'Authority - riusciremo ad avere in tempo reale previsioni atmosferiche che saranno immediatamente trasferite ai nostri operatori, ai terminalisti, a tutte le imprese presenti in porto in modo che possano organizzarsi tempestivamente per evitare tutti quei problemi che a Livorno, come in qualsiasi altro porto del mondo, possono insorgere. E' questo il principale motivo che ci ha portato a colla-

borare a questa iniziativa finanziando la costruzione della postazione radar in ambito portuale. «Vorrei sottolineare che si tratta di un buon esempio di rapporto tra istituzioni. Siamo convinti che là dove c'è collaborazione fra diversi soggetti interessati, indipendentemente dal loro ruolo istituzionale, si fanno dei passi in avanti. A questa iniziativa europea che mette insieme quattro regioni abbiamo partecipato convinti che anche in un momento di scarse risorse sia nostro compito sviluppare strumenti volti a migliorare le condizioni di lavoro in porto».



Giuliano Gallanti

## E' importante coordinare le modalità di intervento

«La cultura della previsione e della prevenzione è fondamentale. L'allerta meteo deve essere il più possibile puntuale non dimenticando però che le previsioni possono arrivare ad una soglia di affidabilità del 95%». L'assessore alla Protezione civile e Difesa del suolo della Provincia di Livorno, Maria Teresa Sposito, ha ringraziato gli intervenuti «perché questa giornata ci aiuta meglio a capire quali devono essere le modalità di intervento». Manca ancora purtroppo - ha proseguito la Sposito - la cultura del coordinamento. Il piano di protezione della Provincia, come ben sapete, fa capo alla Regione Toscana ma coinvolge anche tutti i co-



Maria Teresa Sposito

muni. E' fondamentale la conoscenza dei piani di rischio, come saperli muovere nel momento dell'allerta, cosa fare, dove andare. Come Provincia nostro compito è anche quello di formare gli operatori della protezione civile, il volontariato e i cittadini. Per tale obiettivo lo scorso 15 Maggio abbiamo inaugurato il sito web della Protezione civile di Livorno grazie al concorso del Lamma.

# Gozzini: due nuovi radar in Toscana per potenziare...

su buona parte del Sudamerica. Infatti, quando siamo partiti, nel 1997, alcuni progetti riguardavano l'Argentina. Il Lamma da lì in poi si è pian piano evoluto perché Cosmo SkyMed ha avuto un avvio travagliato. I tempi di realizzazione di quel progetto non sono stati rispettati. Adesso sono stati lanciati i primi satelliti, dopo 14 anni. Il nostro laboratorio doveva funzionare da centro di elaborazione dati provenienti da questi satelliti e c'era l'idea di fornire prodotti innovativi nel campo del monitoraggio dei fenomeni meteo e dell'ambiente in senso più generale. Il laboratorio Lamma, come chi risiede in Toscana sa bene, in tutti questi anni ha aumentato la sua visibilità ampliando le sue competenze proprio nel settore delle previsioni meteorologiche. I suoi bollettini sono seguiti da decine di migliaia di cittadini. Previsioni meteorologiche che continuano ad essere puntualmente fornite e divulgate anche attraverso i mezzi di informazione, attraverso i telegiornali locali, radio e quotidiani. Il servizio che viene offerto è diventato un vero punto di riferimento per l'intera regione Toscana e che gli utenti danno dimostrazione di apprezzare. Non lo dico io, lo dimostrano i tanti contatti conteggiati su internet. Siamo molto seguiti. Abbiamo un sito web che giornalmente registra dai 50 ai 60 mila accessi. Durante giornate che si preannunciano molto cri-

tiche arriviamo a registrare oltre 150.000 accessi.

E' stata la Regione Toscana a promuovere il coinvolgimento del consorzio Lamma all'interno del progetto ResMar nell'ambito del quale è stato organizzato anche l'odierno workshop alla Camera di Commercio di Livorno.

Il progetto Resmar, il cui acronimo sta a significare "Reseau pour l'environnement dans l'espace Maritime", cioè rete ambientale nello spazio marittimo, è inserito all'interno del più ampio progetto transfrontaliero comunitario "Italia - Francia Marittimo". Fondamentalmente l'obiettivo che si intende raggiungere è quello di migliorare i sistemi di monitoraggio, di prevenzione dei rischi, della gestione delle problematiche ambientali e delle emergenze. Per essere più precisi, per quanto riguarda proprio questo progetto Resmar, si punta alla mitigazione dei fenomeni di inquinamento relativi ai comparti ambientali, acqua e suolo, nello spazio di cooperazione marittima. Del progetto Resmar il soggetto coordinatore è la Regione Liguria, e la dottoressa Laura Muraglia che rappresenta proprio la Regione Liguria, ce lo presenterà ancora più in dettaglio durante questo incontro.

Grazie al progetto Resmar il Consorzio Lamma ha potuto avvalersi di un finanziamento che ha coperto una parte consistente delle spese necessarie

all'acquisto e all'installazione del radar meteorologico posizionato all'isola d'Elba.

Questa iniziativa non è però rimasta isolata. I radar facenti capo al consorzio Lamma sono infatti due. Grazie alla sensibilità e all'attenzione dell'Autorità portuale di Livorno abbiamo avuto l'opportunità di poter dar luogo ad una seconda installazione e, devo giustamente evidenziarlo, la stessa Authority ha fornito un valido contributo anche per l'organizzazione di questo workshop. Ripeto, ha avuto una sensibilità non comune per questo tipo di iniziativa, ha saputo coglierne alcuni importanti aspetti. I due radar sono stati installati, come dicevo, uno all'isola d'Elba, finanziato in parte dal progetto ResMar, ed uno nel porto di Livorno. L'apparecchiatura è un radar meteorologico funzionante in banda "X" fornisce una mappa di riflettività attraverso cui misuriamo l'entità dei fenomeni su una scala dBZ (ndr: qui a sinistra è possibile vedere un esempio di mappa rilevata dal radar di Livorno).

Perché ci siamo potuti avvalere del finanziamento ResMar? Perché è nata l'idea di monitorare quattro aree limitrofe: Liguria, Toscana, Sardegna e Corsica. Il radar meteo in banda X lavora su frequenze comprese tra 9300 e 9500 MHz ed ha un raggio di azione intorno ai 90 / 100 chilometri. Posizionandone, come abbiamo fatto noi del Lamma, uno all'Elba ed uno nel porto di Livorno possiamo monitorare tutta l'area che comprende l'Alto Tirreno e il Mar Ligure, cioè la zona di mare da cui provengono la maggior parte dei fenomeni precipitativi che poi interessano la Toscana. Il radar, come tanti di voi già sanno, è uno strumento che permette di monitorare la precipitazione in tempo reale. E' in grado di rilevare proprio le gocce d'acqua, non tanto le nuvole quanto proprio la precipitazione. Ci permette di avere anche un alto dettaglio spaziale rispetto invece, ad esempio, ad una stazione pluviometrica. Ci dà inoltre anche un alto valore temporale perché possiamo tranquillamente gestire quella che, detta in termine tecnico, è la schedulazione, cioè i tempi di acquisizione del radar. In situazioni particolari è così possibile avere anche dei rapidi aggiornamenti per poter vedere l'evoluzione, lo spostamento del sistema precipitativo e anche quella che è la sua intensità. Siamo praticamente in

grado di aumentare la frequenza di acquisizione e di aggiornamento dei dati. Quindi l'idea è stata quella di creare una rete mettendo insieme i due radar in banda X, quelli di Livorno e dell'Elba, per monitorare le aree costiere e marine e poter conoscere l'evoluzione, l'avanzamento dei sistemi precipitativi diretti verso la regione Toscana. Praticamente siamo in grado di poter avere una sorta di "nowcasting" e quindi di poter migliorare la previsione a brevissima scadenza, vale a dire la previsione nell'ambito delle prossime 3 - 6 - 12 ore.

E' un sistema quindi importante perché ci permetterà di monitorare e prevedere in maniera più dettagliata quelle che sono le precipitazioni che possono colpire la nostra regione - ha ripetuto Gozzini - I dati di queste due apparecchiature verranno inseriti in un mosaico transfrontaliero di immagini radar provenienti da analoghe installazioni fatte in Liguria, Sardegna e Corsica. Nell'isola francese è in funzione il radar d'Aléria, al centro della costa orientale in Corsica, ed è prevista l'installazione di un secondo radar. Il sistema di rilevamento sarà inserito nella rete radar nazionale ed anche in quella internazionale, cioè quella gestita a livello europeo e che è chiamata Opera (European Weather Radar Network). Tutto questo, insieme al progetto ResMar, ci consente di migliorare la conoscenza, di promuovere lo scambio di informazioni tra le regioni Sardegna, Liguria e Toscana e anche di riuscire a creare una sorta di coordinamento attraverso ResMar. La condivisione di strumenti di questi tipo avrà come ricaduta un miglior coordinamento tra quelle che sono le procedure di allerta di ciascuna regione in modo tale da vedere se riusciamo ad instaurare procedure d'allarme che abbiano caratteristiche simili per la gestione del rischio idrogeologico ed idraulico.

L'Autorità portuale di Livorno - ha concluso Berardo Gozzini - una volta venuta a conoscenza degli obiettivi del progetto, ha dimostrato notevole sensibilità. Abbiamo iniziato una forma di collaborazione che, grazie al finanziamento della stessa Authority, ci ha consentito di installare, come già detto, un altro radar proprio all'interno del porto con lo specifico obiettivo di incrementare anche la sicurezza sul lavoro.



## Paroli: insieme al Lamma «unificati due obiettivi strategici»

# Un progetto innovativo che va incontro alle esigenze degli operatori livornesi

«La collaborazione tra l'Autorità portuale di Livorno e il Consorzio Lamma - ha affermato Matteo Paroli, dirigente dell'Autorità portuale di Livorno - è nata in maniera del tutto casuale. Inviammo una mail al Lamma ormai un anno e mezzo fa cercando di comprendere perchè un servizio che il Lamma già forniva, quello sulle immagini gratuitamente diffuse via internet della allora funzionante rete radar, pur con apparecchiature di tecnologia certamente più anziana rispetto a quelle di cui parliamo oggi, per capire perchè fosse stato interrotto il servizio. Molto cortesemente mi fu spiegato dal qui presente ingegner Antonini che la rete in quel momento non era operativa a causa di danneggiamenti derivanti da fulminazioni. Da lì nacque l'idea di poter affrontare in qualche modo un percorso congiunto tra l'Autorità portuale e il Lamma unificando due obiettivi strategici: da parte dell'istituto regionale quello di avere un ausilio agli elementi previsionali meteorologici, da parte dell'Autorità portuale - e qui con un pizzico di orgoglio sottolineo in maniera piuttosto innovativa - quella di dotare l'utenza portuale e anche altre istituzioni pubbliche operanti in ambito portuale, di uno strumento non esclusivamente finalizzato a capire, a comprendere, se pioverà e quanto pioverà. E' uno strumento che punta a rendere le operazioni di carico e scarico delle navi più sicure.

E' stato quindi sottoscritto un protocollo di collaborazione, nel Novembre del 2011, a seguito del quale l'amministrazione ha avviato una procedura concorsuale per l'installazione di questa apparecchiatura molto innovativa. E' un radar tecnologicamente all'avanguardia, operante in banda X, con una copertura amplissima in grado di individuare fino a 64 differenti livelli di intensità piovosa. Si percepisce dal vapore acqueo fino a quelli che noi chiamiamo scrosci più abbondanti, le cosiddette "bombe d'acqua". A differenza dei radar precedentemente utilizzati, questo è un livello di dettaglio enormemente superiore. Le frequenze utilizzate sono molto più alte con una resa qualitativamente molto avanzata.

Per quale motivo l'Autorità portuale di Livorno ha avviato questa collaborazione con il Lamma? E' il primo caso in Italia. Non è mai stato sino ad oggi installato un sistema simile in alcun porto nazionale. Quello che abbiamo fatto è un primo passo nella speranza che i risultati possano essere così convincenti in maniera tale da spingere le altre amministrazioni portuali a seguire lo stesso percorso. Le operazioni di carico e scarico delle navi, come molti di voi sanno, comportano una fattispecie del tutto particolare di lavoro inteso come prestazione di manodopera per la realizzazione di un servizio. Sono operazioni che si svolgono in condi-

zioni non sempre ideali sia dal punto di vista climatico, sia dal punto di vista proprio logistico. Si svolgono in parte a terra e in parte a bordo della nave. Spesso vengono utilizzati mezzi meccanici e altre volte, sempre più raramente, viene utilizzata la mera manodopera. Vengono svolte sia di giorno che di notte, in condizione di scarsa visibilità, in estate e in inverno. Il clima ha certamente un impatto enorme sulla sicurezza nell'ambito di svolgimento di queste particolari operazioni. Paradossalmente non esiste una regolamentazione nazionale omogenea che dica all'Autorità marittima, all'Autorità portuale, al terminalista, al comandante della nave, quando le condizioni di sicurezza, dal punto di vista meteorologico, non consentono la prosecuzione delle operazioni stesse. Questo fa sì che prevale in massima parte un giudizio legato al buon senso. Fa sì che il comandante della nave, al superamento di certi parametri meteorologici, acqua, vento, eccetera, ordini l'interruzione delle operazioni di carico e di scarico. La stessa facoltà ce l'ha naturalmente il terminalista che in quel momento gestisce le operazioni. Ad oggi però non è stata ancora emanata una normativa specifica a livello nazionale. L'Autorità portuale di Livorno ha così deciso di dotare il porto, i terminalisti in particolare, e le amministrazioni coinvolte, Autorità portuale in primo luogo, Capitaneria di porto e Protezione civile, di uno strumento in più per poter consentire loro di monitorare la situazione meteorologica in tempo reale. Quello di cui oggi si è dotato il porto di Livorno, grazie alla collaborazione con il Lamma, non è un mero strumento di previsione ma uno strumento di riporto in tempo reale di quelli che sono i flussi meteorologici, in particolare modo quelli piovosi in avvicinamento in tempo reale all'ambito portuale. Facendo alcune simulazioni con i tecnici del Lamma abbiamo potuto verificare che con lo strumento a regime le amministrazioni pubbliche potranno monitorare in tempo reale l'avanzamento del flusso piovoso valutandone costantemente anche l'intensità. Questo consentirà agli enti preposti di poter impartire allerte ai singoli terminalisti così come intensificare certi tipi di interventi che si dovessero rendere necessari: rinforzo degli ormeggi o altri tipici in condizioni di maltempo. L'Autorità portuale, come detto, fornirà questo tipo di strumento non solo alle amministrazioni pubbliche che ho appena citato ma anche ai singoli terminalisti concessionari a coloro che poi gestiscono in via diretta le operazioni portuali. Quindi vi sarà uno strumento informatico ad hoc che stiamo sviluppando e che consentirà di accedere da parte dei singoli concessionari, in tempo reale, alle immagini, alle schermate che il sistema radar produce e che vengono elaborate dai tecnici del Lamma.

Detta così sembra un'operazione abbastanza semplice. In realtà vi posso assicurare che per quanto l'ho vista semplice non è stata. In particolare modo la necessità di installare un'apparecchiatura così delicata in un luogo idoneo che è stato individuato in porto sul tetto di uno silos graniero, a circa 76 metri di altezza, con tutta una serie di problematiche dovute all'impatto elettromagnetico. Lo abbiamo dovuto studiare approfonditamente per evitare che vi potessero essere interazioni negative con le abitazioni o altre attività industriali adiacenti. Tutti problemi che nella fase iniziale sono stati superati. L'ingegner Antonini del Lamma, che ha avuto un ruolo più di prima linea nella vicenda rispetto al mio, ha poi potuto rendersi conto che il radar funzionava benissimo ma che all'interno del porto operano altre mille infrastrutture radianti: dai radar delle navi in transito ad altri radar operanti nella stessa banda di frequenza come quello che la Capitaneria utilizza per il controllo e l'accertamento delle navi in arrivo e in uscita dal porto. Le tantissime interferenze sono state adeguatamente filtrate e schermate. Oggi il radar dà veramente prestazioni eccellenti, quelle che sin dall'inizio ci eravamo augurati di poter avere.

La sua operatività non sarà però limitata alla sola meteorologia. L'Autorità portuale con il concorso del Lamma prevede di utilizzare questo strumento tecnologico facendogli assolvere un'altra funzione. I radar oggi operano su frequenze molto elevate tali da poter discriminare con una precisione incredibile quelli che sono i singoli bersagli in quel momento ricercati. Questo radar, nato appositamente per rilevare le perturbazioni piovose e quindi gli eventi temporaleschi e piovosi a lunga distanza, è però in grado sfruttando i suoi particolari riflessi, utilizzando dei lobi secondari di irradiazione di discriminare ed individuare, attraverso uno specifico software, lo sversamento di idrocarburi nelle acque portuali e periportuali. E' un qualcosa che con il Lamma, con il suo amministratore u-



Matteo Paroli

nico, Maurizio Baudone, stiamo valutando di poter integrare all'attuale funzionamento. Abbiamo individuato questo tipo di radar proprio perchè consente implementazioni successive anche in questo settore. Quello che ci prefiguriamo, finita la prima fase di sperimentazione a livello meteorologico, è di poter utilizzare, con il coinvolgimento ancora più diretto delle altre amministrazioni che in ambito portuale sovrintendono, monitorano le questioni ambientali, l'apparecchiatura per individuare in tempo reale eventuali fonti di inquinamento da idrocarburi derivanti da sinistri, sversamenti o comportamenti illeciti da parte di soggetti terzi. E' un qualcosa di veramente molto innovativo. Saremmo anche in questo tra i primi a livello nazionale a porre in essere una attività del genere. Quello a cui l'Autorità portuale tende è di fornire all'utenza del porto un servizio che potrei definire "multipurpose": previsioni meteorologiche fornite in tempo reale su quelli che sono gli eventi calamitosi che potrebbero in qualche modo condizionare le condizioni di sicurezza nello svolgimento delle operazioni portuali e anche un sistema innovativo, dal punto di vista della tutela ambientale che consenta, in maniera assolutamente tempestiva e puntuale, di individuare fonti di inquinamento potenzialmente arginabili se individuate in tempo. Certamente, nell'uno e nell'altro caso - ha concluso l'avvocato Paroli - servirà procedere anche alla redazione di atti regolamentari che consentano di organizzare le successive attività di intervento. Su questo l'amministrazione di cui faccio parte sta lavorando. Anticipo sin da ora che chiederemo supporto, la massima collaborazione, anche agli altri soggetti pubblici e privati che svolgono una funzione di primaria importanza a livello portuale.



A Giacomo Agrillo, collaboratore di Liguria Ricerche, è stato assegnato il compito, all'interno del progetto transfrontaliero ResMar, di produrre un atlante climatico relativo ai parametri di precipitazione e temperatura della Liguria. Nel suo intervento nella sala convegni della Camera di Commercio di Livorno, Agrillo ha raccontato per sommi capi l'ambito e lo svolgimento della sua attività.

Tecnicamente e teoricamente lo studio del clima porta ad indicare la probabilità che una delle varie situazioni meteo possa manifestarsi in un territorio, in una regione geograficamente omogenea durante l'anno, durante le diverse stagioni, mesi, eccetera.

L'Organizzazione meteorologica mondiale (Omm), che è un'agenzia delle Onu, definisce il clima «come lo stato medio delle variabili fisiche atmosferiche riferito a uno specifico periodo di tempo per un'area geografica circoscritta». Nello studio del cli-



Giacomo Agrillo

ma l'Omm raccomanda la raccolta dei dati meteo a fini climatici per periodi, tra loro disgiunti, di 30 anni. Un atlante climatologico redatto secondo i risultati delle osservazioni è quindi uno strumento importante, fondamentale, per prendere decisioni che riguardano qualsiasi tipo di attività, professionale o ricreativa, dipendente dalle condizioni meteo.

«Quando sono entrato a far parte del progetto, nell'Agosto 2011 - ha affermato Agrillo - avevo già trovato una selezione di diverse stazioni di precipitazione e di temperatura con serie storiche non ancora complete sul periodo 1961 - 2010, che è quello che poi sarà trattato nell'atlante meteorologico. Erano già stati avviati degli incarichi di digitalizzazione dei dati cartacei per 59 stazioni di precipitazione e 23 stazioni di temperatura che hanno funzionato come "set ini-

## Con la digitalizzazione dei dati storici Un atlante climatico per facilitare le scelte

ziale ResMar" delle stazioni liguri di precipitazione e temperatura. All'interno di questa attività di digitalizzazione delle schede mensili di precipitazione, conclusa nel Dicembre 2011, rientrava anche la digitalizzazione di 12 stazioni meteo e di 6 stazioni di temperatura allocate nel bacino del Magra in Toscana. Il problema principale che si è presentato in questa fase preparatoria della serie storica è stato quello che i versanti padani della Liguria, per ragioni storiche, erano totalmente sguarniti di dati. Infatti fin quando era funzionante il servizio idrografico nazionale i dati provenienti dal versante ligure padano facevano capo a Parma e a Torino. La Liguria non aveva dati storici su quelle stazioni presenti sul territorio ligure. Soltanto negli ultimi anni, con l'installazione di una rete di stazioni elettroniche nel data base del Centro funzionale di Protezione civile della Liguria, sono iniziati ad arrivare questi dati. Prima del 2000 purtroppo non c'è niente. Con la collaborazione del personale Arpa delle regioni Emilia Romagna e Piemonte ho quindi cercato di individuare quali potessero essere le stazioni candidate ad essere aggiunte al data base iniziale di Resmar in modo da coprire in parte anche il versante ligure padano ed avere così un quadro più veritiero del clima della Liguria.

Grazie al contributo diretto di Arpal è stata così avviata la digitalizzazione di 25 stazioni di precipitazione e di 15 di temperatura poste sul versante padano incentrandola naturalmente sul periodo 1961 - 2010. Grazie a fondi Arpal residui si è inoltre proceduto all'ulteriore digitalizzazione delle schede mensili di altre 7 stazioni di precipitazione e 13 di temperatura poste sul versante tirrenico. Il lavoro si è concluso a Giugno 2012. Il set ResMar può così contare su 103 stazioni pluvio e 57 termiche.

Il passo successivo è stato quello di testare l'omogeneità delle serie storiche digitali così messe insieme - ha proseguito Giacomo Agrillo - . Per far questo ho utilizzato il software "Praga", Programma di analisi e gestione di dati agrometeorologici sviluppato

dall'Arpa Emilia Romagna, servizio Idrometeorologia di Bologna.

Perché occorre fare questi test di omogeneità sulle serie? Vanno fatti perché bisogna capire se le serie stesse sono affidabili oppure no. Una serie può essere definita omogenea quando le sue oscillazioni sono causate soltanto dalle variazioni del clima. Se intervengono fattori esterni, ha continuato Agrillo elencando varie possibili criticità, le disomogeneità possono essere causa di veri e propri break o salti nella serie climatica. Se questi differenti valori non sono causati da vere e proprie oscillazioni climatiche l'analisi climatica viene inficiata in maniera seria.

Come si può individuare una disomogeneità nelle serie storiche? Andando a verificare direttamente i dati. Ogni stazione ha una storia che viene documentata però molto spesso ciò non viene fatto in maniera dettagliata o addirittura il dato non è assolutamente presente. Allora occorre passare al metodo indiretto, al metodo statistico, come ho dovuto fare utilizzando "Praga". Per testare l'omogeneità di una stazione si applica un test statistico implementato confrontandola con delle stazioni vicine, con opportune serie di riferimento. Ipotizzando che il rapporto, la differenza, tra le due serie, quella candidata e quella di riferimento, resti costante nel tempo si arriva a calcolare una serie standardizzata.

Al riguardo i risultati sin qui ottenuti sono stati piuttosto buoni: per quanto riguarda la precipitazione delle 59 stazioni del set cosiddetto iniziale solo 5 sono risultate non omogenee, delle 12 stazioni testate in Toscana nel bacino del Magra 2 sono risultate non omogenee e delle 7 stazioni liguri aggiunte nessuna è risultata non omogenea. Invece per quanto riguarda le 25 stazioni di precipitazione del versante padano e tutte le 57 stazioni termometriche del set i test di omogeneità sono ancora in corso. Le stazioni toscane del bacino del Magra non verranno analizzate per studi climatologici a livello puntuale e quindi di singola stazione in quanto sono al di fuori del territorio ligure.

L'informazione che proviene da loro verrà comunque usata per le mappe interpolate di precipitazione e temperatura in modo da avere informazioni sui territori liguri al confine con la Toscana.

Per tre delle cinque stazioni non omogenee, Madonna delle Grazie, Genova Università e quella del Golfo spezzino, trovandosi in aree della regione non densamente coperte da altre stazioni è necessaria un'opera di recupero: «occorre quindi omogeneizzarle».

Dopo aver illustrato in dettaglio i passaggi legati a quest'ultimo aspetto, Agrillo ha parlato dell'atlante climatologico vero e proprio spiegando che esso conterà di una sezione cartografica e di una sezione tabellare.

La sezione cartografica costa essenzialmente di mappe interpolate prodotte con l'ausilio del software Praga e con un ulteriore passaggio di post processing per recuperare il layer di orografia sottostante in modo da aggiungere ad esse i confini amministrativi, un aspetto importante perché consente di meglio comprendere quelle che sono le zone più piovose a livello di province o di aree di addestramento. Per quanto riguarda le precipitazioni le mappe prodotte saranno stagionali e annuali. Quelle relative alla pioggia riporteranno i giorni e il livello di intensità giornaliera con le medie climatologiche dei tre periodi trentennali di riferimento, quindi il 1961-1990, il 1971-2000 e il 1981-2010 sull'intera serie e poi anche sull'ultimo ventennio 1991 - 2010. A livello stagionale verrà inoltre presa in considerazione anche la lunghezza massima dei periodi secchi e dei periodi più umidi e inoltre, come indicazione degli eventi più estremi, verranno calcolati i valori massimi di precipitazioni in 24 ore per tempi di ritorno pari a 30 anni. Per la temperatura sarà fatto un lavoro simile sempre sui tre periodi trentennali climatologici di riferimento e sugli ultimi 20 anni. Sull'intera serie avremo medie di temperature minime e massime e poi da queste due liste le temperature medie. Per quanto riguarda la sezione tabellare, ovvero i grafici, questi verranno prodotti con il software MapLab. Agrillo ha poi concluso il suo intervento illustrando alcuni esempi di rilevazioni cartografiche.

«L'unico problema che resta è quello di testare in omogeneità tutte le stazioni in modo da essere fiduciosi sull'affidabilità dei dati. Una volta che avrò concluso i test di omogeneità, tutti gli script saranno pronti e potrò procedere alla conclusione del lavoro entro i prossimi due / tre mesi».





Gianfranco Vulpiani

Gianfranco Vulpiani, dirigente del Dipartimento protezione civile nazionale nel suo intervento ha descritto in maniera sintetica il progetto della rete radar nazionale contestualizzandola all'interno del sistema di allertamento nazionale. «La nostra è una rete radar piuttosto eterogenea per composizione ma anche per finalità» ha esordito Vulpiani.

Il territorio italiano, come noto, è purtroppo soggetto ad una molteplicità di rischi. Tra questi, sicuramente, c'è il rischio idrogeologico ed idraulico. Per far fronte a questa problematica è stato concepito il cosiddetto sistema di allertamento nazionale. Il rischio idrogeologico è una problematica che affligge gran parte del territorio italiano sia per quanto riguarda le alluvioni, che per quanto riguarda le frane, il dissesto del territorio. Questa tipologia di fenomeni è causata sia dall'estrema variabilità degli eventi meteo, che di fatto rappresentano la forzante degli effetti al suolo, sia a causa dell'estrema eterogeneità del territorio, della complessità dell'orografia, eccetera, che di fatto è caratterizzata da bacini di piccola, media e grande dimensione, ciascuno dei quali con tempi di risposta diversi.

Un piccolo torrente può esondare nell'arco di pochissime ore mentre in un grande fiume il livello delle acque cresce con minore rapidità.

Per far fronte a questa tipologia di rischi - ha spiegato Vulpiani - è stato concepito il sistema di allertamento nazionale che è disciplinato dalla direttiva della Presidenza del Consiglio dei ministri del 27 Febbraio 2004 e che è stata recepita dalla Legge 100 divenendo così, di fatto, una norma primaria. Questa norma stabilisce che al fine di effettuare previsioni, monitoraggio, sorveglianza, nonché definire i corrispondenti livelli di criticità attesi e quindi di conseguenza di allertare ed attivare la risposta operativa in tempo reale ai diversi livelli territoriali, le amministrazioni regionali, in concorso con il Dipartimento della protezione civile, gestiscono il sistema di allertamento nazionale. Sistema che per l'ambito afferente alla parte previsionale di monitoraggio si avvale della cosiddetta rete di centri funzionali, cioè di soggetti statali / regionali che hanno di fatto responsabilità sia civile che penale nella valutazione del rischio.

In questo contesto si inserisce la rete radar nazionale che è stata finanziata a seguito degli eventi di Sarno e di Soverato del 2000.

Fino a qualche anno fa la copertura osservativa dei radar meteorologici era assicurata essenzialmente al Centro Nord. Quindi l'obiettivo primario è stato quello di estendere la copertura anche al Centro Sud al fine di garantire

## I radar utili nella fase di gestione dell'emergenza

# La rete di protezione civile e il sistema di allertamento

una strumentazione ideale per il monitoraggio, quantomeno qualitativo in tempo reale, della precipitazione e con l'obiettivo evidentemente più concreto di stimare quantitativamente la precipitazione andando ad integrare le osservazioni puntuali fornite dalla rete pluviometrica. Altrettanto importante è l'utilizzo della rete radar al fine di fornire previsioni a breve termine, il cosiddetto "nowcasting". Tuttavia, data la sua durata limitata, alcune ore al massimo, di fatto risulta essere un'applicazione non strettamente utile ai fini della protezione civile a meno che il sistema di protezione civile non sia già stato allertato in precedenza da avvisi di avverse condizioni meteorologiche.

Questo perché per mettere in moto il meccanismo è necessario tipicamente un periodo dell'ordine delle 24 ore. Occorrono circa 24 ore per avere una piena risposta operativa. Questo che cosa significa? Significa che essenzialmente gli strumenti per eccellenza sono, restano e resteranno sicuramente i livelli di previsione meteorologico. Speriamo che in futuro anche in Italia, così come avviene già in Francia, i modelli di previsione meteorologici possano utilizzare i dati radar nella fase di inizializzazione dei modelli stessi.

Come ho accennato in precedenza, la rete radar è una rete federata, diciamo così, in quanto i gestori dei singoli apparati sono afferenti a diverse istituzioni: si va dalle regioni Piemonte, Liguria, Sardegna, Abruzzo, Friuli Venezia Giulia, Veneto, Emilia Romagna, per finire con l'Enav, l'ente nazionale di assistenza al volo, e l'Aeronautica militare oltre al Centro funzionale del Dipartimento della protezione civile. Questo insieme di enti che compongono la comunità operativa si interfaccia strettamente con quella scientifica attraverso i cosiddetti centri di competenza al fine del miglioramento tecnico scientifico della rete.

Quest'ultima attualmente si compone di otto radar direttamente gestiti dal Dipartimento della protezione civile, sei dei quali in banda "C" fissi e due in banda "X" polarimetrici e mobili, poi quattro saranno le nuove installazioni del Dipartimento della protezione civile, dieci sono i radar di proprietà regionale, quattro di proprietà dell'Aeronautica militare, due dell'Enav e poi ci dovrebbero essere ulteriori due nuove installazioni regionali. A regime, qualora tutto vada a buon fine, dovremmo avere a disposizione circa 30 radar.

Il sistema centralizzato che gestisce i dati assicurati da ciascun gestore "mosaica" quelli che sono i prodotti che in realtà sono generati sul singolo sito e che vengono successivamente trasferiti. I prodotti generati a livello di mosaico, tra cui anche le previsioni a breve termine di "nowcasting", vengono successivamente disseminate ai vari gestori oltre che a tutti i centri funzionali decentrati. Da qualche mese il Dipartimento ha messo a disposizione

sul proprio sito anche le mappe, il mosaico radar, al fine di estenderne la visibilità anche al pubblico.

Va messo in evidenza, specialmente in questo periodo, che la rete radar meteorologica è sicuramente un sistema utile per il monitoraggio dei fenomeni caratterizzati da precipitazioni. Tuttavia bisogna essere altrettanto consapevoli dei suoi limiti soprattutto quando si tenta di utilizzare questa rete per fini operativi là dove l'utilizzo operativo si intende anche quale decisione di assunzioni di responsabilità.

Per coloro che sono più addentro alle questioni legate alla radar meteorologia i concetti riguardanti l'errore di misura sono ben noti ma ritengo che in questa occasione sia utile rimarcarli. Nelle stime delle precipitazioni c'è una moltitudine di sorgenti d'errore. Si va dagli errori strumentali agli errori indotti dall'orografia, piuttosto che gli errori legati a fenomeni strettamente di carattere elettromagnetico, e i cosiddetti errori di inversione legati sicuramente alla variabilità spazio temporale della precipitazione, all'utilizzo di modelli di tipo statistico per la stima delle precipitazioni a partire dalle osservazioni radar.

Tra questi ad esempio l'errore relativo indotto da un errore di calibrazione sulla riflettività per cui basta solo un decibel di differenza per avere un errore relativo grosso modo dell'ordine del 15%. Tra i vari errori prima ricordati anche quelli indotti dall'orografia. Oltre alla contaminazione del segnale da parte di echi generati da bersagli orografici, bisogna considerare il problema del fascio che può essere parzialmente o totalmente ostruito, dell'altezza di misura rispetto al suolo, dell'eventuale overshooting (una piccola protuberanza cumuliforme) della precipitazione, oltre che all'estrema variabilità verticale dei fenomeni precipitativi e di conseguenza alla non necessaria rappresentatività dell'osservazione rispetto a quello che avviene al suolo.

In particolari situazioni - ha proseguito Vulpiani, portando ad esempio ciò che è avvenuto nel 2005 a Parigi con anche la sospensione dei voli a causa di una eccezionale grandinata -

ci può essere, così come è accaduto, una notevolissima attenuazione, addirittura di oltre 20 decibel sulla riflettività e più di 10 sulla riflettività differenziale. Se bastava un solo db per indurre un errore del 15% per un difetto di calibrazione, figuriamoci cosa possano determinare in termini di errore relativo oltre 20 decibel di attenuazione.

A tutta la comunità scientifica sono poi ben noti gli effetti della variabilità verticale della precipitazione che deve essere in qualche modo compensata, così come l'effetto che può avere, ad esempio, la tecnologia a doppia polarizzazione per ridurre almeno in parte gli errori nell'inversione indotti dalla variabilità microfisica degli eventi osservati.

Il progetto della rete radar nazionale, che è iniziato nel 2004 al termine della gara d'appalto internazionale - ha concluso Vulpiani - ha portato allo stato attuale ad una copertura quasi totale dell'osservazione del territorio italiano, generazione e disseminazione di prodotti a tutta la comunità operativa ai fini del monitoraggio in tempo reale delle precipitazioni nell'ambito del sistema di allertamento nazionale. Ha consentito di stabilire dei forti legami con la comunità scientifica e, nello specifico, con i centri di competenza. In futuro, oltre a garantire maggiore copertura del territorio nazionale attraverso nuove installazioni, uno degli obiettivi sarà quello di migliorare ulteriormente l'apparato hardware e software. In particolare devono essere aggiornati con la polarimetria tutti i radar di proprietà del Dipartimento della protezione civile oltre che irrobustire ed ammodernare l'infrastruttura per la gestione dei dati nella speranza che si possa, anche attraverso un miglioramento, una intensificazione dei rapporti con la comunità scientifica, giungere ad una migliore stima quantitativa delle precipitazioni che è uno dei parametri fondamentali per la valutazione del rischio idrogeologico. La speranza è che in futuro si possa anche giungere ad una simulazione operativa, perché questo già avviene a livello di ricerca, dei dati radar e dei modelli idrogeologici.



## La Regione Liguria capofila di ResMar Tutelare suolo e risorse con logica di governance



Laura Muraglia

«Abbiamo fatto un difficile percorso ma che ci ha dato grandi soddisfazioni» ha affermato alla fine del suo intervento Laura Muraglia, del dipartimento Ambiente della Regione Liguria, il soggetto coordinatore del progetto ResMar, che si occupa proprio dei progetti comunitari in campo ambientale qual'è il progetto "Italia Francia Marittimo - ResMar".

«E' iniziato due anni e mezzo fa e quindi siamo nel suo ultimo anno di realizzazione» ha precisato Laura Muraglia. «Il valore totale è di 6 milioni di euro. Ci sono tre grandi filoni che prevedono in totale quattro azioni cosiddette di sistema, e tre sottoprogetti. La rete di monitoraggio di erosione costiera coinvolge due progettazioni. L'azione "A" viene coordinata dalla Regione Sardegna e vede anche la presenza dell'Università di Genova e della Provincia di Massa Carrara. Si è incentrata in particolare su reti di monitoraggio innovative che prevedono anche l'utilizzo di web cam sulle spiagge per osservare l'avanzamento o l'arretramento della linea di costa. Il sottoprogetto B vede invece vede direttamente coinvolta la provincia di Livorno, come responsabile, e anche quella sarda di Olbia-Tempio in Sardegna. Ha portato alla messa a punto di un centro transfrontaliero per lo studio della dinamica dei litorali che vede due sedi che cooperano tra di loro, una a Cecina e l'altra a Palau».

Altro filone ben correlato al precedente è la gestione delle risorse idriche e il rischio idrogeologico. L'obiettivo generale di ResMar - ha ricordato la dottoressa Muraglia - è proprio la tutela del suolo e delle risorse idriche in una logica di governance. E' un filone molto ampio composto dal progetto E, dal sottoprogetto F e dall'azione di sistema G. Sull'acqua vista come risorsa ha lavorato l'Università della Corsica attraverso il progetto G costruendo un modello mirato ad ottimizzare e gestire al meglio la risorsa acqua nella propria regione. L'acqua oltre ad essere una risorsa a volte però rappresenta anche una minaccia, una criticità. Su questo aspetto si è incentrata l'azione di sistema E che prevede tutta un'attività di governance della Protezione civile, in particolare nella Regione Liguria, con l'obiettivo di migliorare i sistemi di allertamento e le procedure. Poi abbiamo il sub sistema F che riguarda il monitoraggio delle falde sotterranee attraverso quindi l'utilizzo dei piezometri. Altro tema che è stato affrontato, legato anch'esso alla tutela ambientale, è stato quello della gestione dei rifiuti nelle aree turistiche. In questo progetto sono coinvolte la Provincia di Livorno e la Regione Liguria che hanno svolto attività pilota di comunicazione verso i cittadini per cercare di ridurre il più possibile la produzione di rifiuti. Stesso tema, anche se un po' diverso, quello del progetto H che prevede anche in questo caso una attività di governance locale. Un tema rivolto alla produzione ed al consumo sostenibile. Per questo motivo è stato scelto il settore agroalimentare e in particolare l'olivicoltura su cui stiamo lavorando insieme alla Scuola superiore Sant'Anna di Pisa e alla "Laore", l'agenzia regionale sarda per l'attuazione dei programmi in campo agricolo e per lo sviluppo rurale.

Dentro a ResMar vengono coordinati ben diciannove partner che sono enti, organizzazioni pubbliche e private. «Del progetto vorrei però sottolineare due aspetti - ha poi detto Laura Muraglia - il primo riguarda il valore che ha la cooperazione tran-

## Il progetto ResMar

ResMar, "Reseau pour l'environnement dans l'espace Maritime", è un progetto strategico marittimo, in quanto prevede una cooperazione transfrontaliera di portata ampia, sull'area costiera e marittima dell'Alto Tirreno ed è finalizzato a sviluppare politiche congiunte, integrate e condivise nel campo ambientale e delle produzioni rurali e marine nei territori delle regioni partner. In particolare i partner di ResMar si impegnano ad individuare le migliori strategie di tutela ambientale dei comparti acqua e suolo, attraverso sistemi di monitoraggio, prevenzione dei rischi, gestione delle problematiche ambientali e delle emergenze, mitigazione dei fenomeni di inquinamento.

ResMar è suddiviso in tre filoni: coste e litorali, acque e suolo, governance, gestione delle risorse idriche, erosione costiera e dinamica dei litorali, governance territoriale, che raggruppano le 4 azioni di sistema ed i 3 sottoprogetti nei quali è strutturato l'intero progetto.

Il primo filone "coste e litorali", dedicato ai temi dell'erosione costiera e stato dei litorali prevede attività quali la realizzazione di una rete per il monitoraggio dell'erosione costiera; la realizzazione e la fattibilità di un centro transfrontaliero per lo studio della dinamica dei litorali. A questo filone appartengono l'azione di sistema A e il sottoprogetto B.

Il secondo filone "acque e suolo", relativo alla gestione delle risorse idriche, prevede attività legate al monitoraggio, prevenzione e mitigazione del rischio, quali il consolidamento di un modello per la caratterizzazione e la gestione di un bacino idrico; l'aumento delle conoscenze meteorologiche, a fini previsionali, dei fenomeni di dissesto idrogeologico e per la pianificazione idrogeologica; il monitoraggio del livello piezometrico della falda sotterranea per l'acquisizione di dati in tempo reale dei prelievi più significativi, per le grandi utenze industriali e potabili. Al tema della gestione delle risorse idriche appartengono le azioni di sistema E, G e il sottoprogetto F.

Il terzo filone riguarda la governance territoriale finalizzata alla mitigazione degli impatti ambientali su acqua e suolo di attività produttive rilevanti, in particolare la individuazione di modello di governo delle problematiche di conferimento dei rifiuti stagionali (turismo) nelle aree costiere; strumenti innovativi per la governance e la sostenibilità dei cluster produttivi agro-alimentari. Le azioni D e H rientrano nel terzo filone.

ResMar ha l'obiettivo altisonante di integrare le tre tematiche ambientali, dal monitoraggio alla prevenzione, creando sinergia tra i partner aderenti a sottoprogetti o ad azioni improntati su uno stesso tema: incontri tecnici e di confronto tra azione A e sottoprogetto B; tra azioni E, G e sottoprogetto F; tra azione D e sottoprogetto H.

I destinatari principali delle azioni complessive di progetto, comprese quelle di comunicazione e di prevenzione, sono le amministrazioni pubbliche competenti in gestione acque e suolo, gli operatori socio-economici che generano impatti sui due comparti, i cittadini ed i "fruitori" del territorio, che con i propri comportamenti incidono su entrambi gli aspetti ambientali.

sfrontaliera che abbiamo già rilevato e che stiamo continuando a rilevare ancora a fine progetto. Uno dei risultati che abbiamo raggiunto è quello di avere arricchito dei modelli di gestione, in particolare sul monitoraggio ed anche sul tema delle risorse ambientali, proprio grazie al dialogo instaurato con la Corsica, con le altre tre regioni italiane. In realtà questi progetti, che in molti casi vengono visti come percorsi che non riescono ad arrivare a risultati concreti, portano ad una valorizzazione delle competenze di quanti vi lavorano attraverso lo scambio di esperienze e di conoscenza di diversi metodi operativi, di diversi modelli organizzativi. C'è un proficuo scambio di informazioni. Da un lato c'è una cooperazione di tipo orizzontale e dall'altro una cooperazione verticale tra enti diversi all'interno delle regioni. Ogni sottoprogetto ha determinato un coinvolgimento degli stakeholder locali, dei portatori di interesse, allargando le reti di relazione tra le amministrazioni partner e gli altri soggetti del territorio. Un esempio è proprio il già citato progetto E nell'ambito del quale di recente abbiamo svolto quattro forum a livello provinciale con tutti i comuni, i centri operativi comunali, il centro di competenza della Regione Liguria a livello nazionale, la fondazione Cima (Centro internazionale in monitoraggio ambientale) e

altri soggetti che fanno parte della Protezione civile. Sono emerse necessità che potremo sviluppare in futuro attraverso una continua cooperazione. Per esempio, uno dei risultati è stato creare un network regionale che una volta all'anno si riunisce per trovare delle soluzioni proprio attraverso il confronto tra comuni, Regione, Prefetture ed altre istituzioni. I comuni hanno bisogno di questo tipo di dialogo per migliorare, per crescere, per trovare soluzioni sempre diverse anche nel campo della comunicazione al cittadino.

Il secondo aspetto che va sottolineato è quello della concretezza dei risultati. Progetti come ResMar, che sono progetti strategici, complessi, di difficile gestione, portano a risultati tangibili, concreti. Ne sono un esempio anche i radar oggetto dell'odierno workshop così come i nuovi modelli operativi indirizzati a gestire l'ambiente attraverso un dialogo con i portatori di interesse. Se non abbiamo questo dialogo, spesso e volentieri rischiamo di continuare tra di noi a duplicare iniziative senza portare mai a compimento in maniera sinergica ed organica, ottimizzando le risorse, le diverse strategie politiche che ci vengono indicate. Questa concretezza di risultati - ha concluso Laura Muraglia - è un elemento che ci rende orgogliosi di essere capofila di questo progetto».



*I nuovi radar sono più piccoli, meno costosi e di facile installazione*

## Il monitoraggio dei fenomeni meteo in arrivo sul territorio della Toscana

«Pluviometri, satelliti e radar, sono strumenti che osservano l'atmosfera in porzioni diverse ed estraggono informazioni fra di loro complementari ed utili soprattutto per chi effettua previsioni "nowcasting", ma anche a lungo termine, a comprendere come il fenomeno in atto possa evolversi». Questa la premessa fatta da Andrea Antonini, il ricercatore del Consorzio Lamma che più da vicino ha seguito il progetto dei radar toscani, per introdurre motivazioni, scelte, utilizzo e sviluppi futuri, che hanno caratterizzato il lavoro del consorzio in questo specifico progetto. Un utilizzo dei sistemi radar in maniera integrata è un aspetto non eludibile. Perché abbiamo voluto installare questi apparati? Il Lamma utilizzava già operativamente una rete radar che aveva sicuramente dei limiti, ma che aveva anche dei vantaggi quali quello di fornire delle informazioni in tempo reale delle situazioni in atto. Dal confronto fatto con altri sistemi operanti sul territorio nazionale abbiamo visto che anche se non di alto carattere qualitativo le informazioni erano comunque molto importanti. La copertura della regione Toscana assicurata da due dei radar presenti nella rete del Dipartimento centrale della Protezione civile è già abbastanza completa. Con i due nuovi radar in banda X andiamo ad integrare questa copertura creando però anche una ridondanza. Questo aspetto è sicuramente importante soprattutto considerando l'operatività. Infatti quando alcuni sistemi vengono purtroppo meno, come succede sempre quando si lavora, è assicurata la continuità delle previsioni. Grazie a questi nuovi apparati possiamo così contare sulla ridondanza dei dati, su misure tra più punti di osservazioni, e che quindi si riferiscono a porzioni di atmosfera diverse, e su misure incrociate multi frequenza. In questo modo riusciamo ad avere misure su frequenze diverse attraverso vari sistemi e oltretutto possiamo ampliare la copertura della rete radar nazionale, a fronte ovviamente di una completa condivisione dei dati da parte di tutti gli enti. Con i nuovi sistemi in banda X riusciamo inoltre ad assicurare anche una copertura sul mare per avere la possibilità di monitorare i sistemi che sono in arrivo sul territorio toscano. La rete regionale garantisce un completo controllo dei fenomeni durante l'operatività.

La scelta della tipologia di apparato è stata effettuata confrontando i sistemi più utilizzati. Siamo andati a vedere che cosa, per esempio, è presente in Italia notando che per monitorare la zona di Roma ci sono due radar in banda C ed un radar in banda X. Il radar di Monte Midia, nei pressi di Tagliacozzo, operante in banda C, per così dire, vede in lontananza lo stesso evento monitorato dal radar in banda X posizionato o-

ra sul tetto dell'Università La Sapienza di Roma e che fino a qualche anno fa era installato in Toscana. Nonostante alcuni limiti propri di un radar in banda X l'evento viene visto in maniera praticamente identica da tutti i sistemi.

I limiti sono legati soprattutto sia all'attenuazione atmosferica che a quella causata dalla presenza della precipitazione. L'attenuazione del segnale di un radar in banda X è molto maggiore di uno in banda C. Quindi dobbiamo considerare che un radar in banda X ha una copertura più limitata. Tuttavia a fronte di questi svantaggi, un notevole vantaggio è sicuramente rappresentato dal costo, sia in termini di implementazione ed installazione che in termini di manutenzione. Sono sistemi più semplici, più piccoli e con un costo di installazione e manutenzione ridotti. Anche gli ingombri sono ridotti perché rispetto ad antenne di emissione di 5/6 metri queste in banda X sono come dimensioni al di sotto del metro. Inoltre i radar in banda X garantiscono un'alta affidabilità ed un facile utilizzo anche in siti difficilmente accessibili per il posizionamento di un apparato in banda C. Ecco perché, e ne è un esempio quello installato all'isola dell'Elba, abbiamo scelto un apparato in banda X e nello specifico un sistema dell'azienda Elves. Ha un'altissima risoluzione spaziale che arriva fino a 90 metri con una velocità di aggiornamento fino ad un minuto ed una copertura che va oltre i 100 chilometri. Dall'Elba siamo in grado di arrivare fino alla Corsica. L'ingombro è ridotto. All'isola d'Elba è stato installato su un traliccio esistente dove abbiamo messo anche un parafulmine. Ovviamente ci attendiamo costi di esercizio e manutenzione ridotti ed a primo impatto possiamo dire che sembra aver un uso abbastanza semplice in fase operativa. Il vantaggio di questo sistema è anche il fatto di poterlo facilmente collocare su piattaforme mobili. Tutto l'apparato, compresa la parte di ricezione, sta all'interno del radome, della copertura dell'antenna. Attraverso una linea dati è collegato ad un normalissimo pc che tramite internet invia i rilevamenti ai centri di controllo, in questo specifico caso al Lamma.

A Livorno, come già detto in altri interventi, il radar è stato installato su un silos graniero in porto. Per quanto riguarda la nostra operatività al momento possiamo selezionare fino a dieci rilevazioni per ogni scansione e possiamo puntare il sistema radar in una determinata direzione e fargli fare una scansione a più elevazioni in modo da monitorare a più livelli il sistema precipitativo in atto. I range di misura sono selezionabili e quindi possiamo spaziare dal range più alto, per oltre 100 chilometri di distanza con una risoluzione di 400 metri, fino ad un range

molto ridotto cioè di 21,6 chilometri con una risoluzione di 90 metri. Quest'ultima configurazione, ad esempio, consente di avere in aree urbane un'ottima risoluzione della stima precipitativa.

Il sito di installazione del radar elbano è Cima del Monte, a 480 metri di altezza, nella parte est dell'isola. La strada di accesso è abbastanza impegnativa soprattutto se fatta a piedi. L'impianto è dotato di un sistema parafulmine per preservarne l'integrità. Il radar installato invece grazie, alla collaborazione, al contributo dell'Autorità portuale di Livorno, si trova sul tetto di un silos ad oltre 70 metri di altezza e di questo abbiamo già anche le prime scansioni. L'attuale configurazione operativa - ha proseguito Andrea Antonini - ne prevede il suo utilizzo attraverso delle scansioni effettuate ogni 15 minuti. I volumi polari vengono fatti selezionando varie elevazioni. Una configurazione operativa definitiva non è stata ancora determinata. I prodotti disponibili, alcune delle immagini del radar di Livorno, ci danno già indicazioni sia del Ppi (Plan Position Indicator) che dell'Rhi (Range Height Indicator) e poi abbiamo anche il prodotto Vmi che praticamente sarebbe il vecchio "vertical maximum intensity", cioè l'intensità massima sulla verticale. L'altezza della "vertical maximum intensity" ci dice sostanzialmente a che altezza si riferisce la riflettività che abbiamo rilevato.

Antonini ha poi mostrato un esempio di animazione in cui sostanzialmente si nota una zona depressionaria che si sposta all'interno dell'Arcipelago toscano da nord verso sud per spiegare come come si possa monitorare la circolazione dei sistemi, la presenza di una zona depressionaria, tutta una serie di spostamenti delle masse atmosferiche, la continua evoluzione dei fenomeni, la continua nascita di sistemi precipitativi soprattutto sul mare. Attraverso un altro esempio, una animazione di circolazione da sud-est con una massa in movimento verso la costa della Corsica Antonini ha spiegato



Andrea Antonini

«l'importanza di questo sistema di rilevamento anche in ambito transfrontaliero perché può essere utilizzato sia da noi che da Meteo France».

Questo sistema consente di andare a sezionare in maniera automatica il fenomeno precipitativo che è in atto. E' comunque importante, data l'incidenza dei valori di attenuazione prima accennati, utilizzare questi impianti radar in maniera mosaica in modo da avere una misura dei fenomeni il più affidabile possibile. Il radar dell'isola d'Elba e quello del porto di Livorno saranno inseriti nel mosaico del progetto ResMar nel quale per così dire confluiranno anche il radar di Monte Rasu, posizionato ad oltre 1.200 metri di altezza in provincia di Sassari, e quello d'Aléria, in Corsica, al fine proprio di creare un mosaico transfrontaliero. I primi test sulla compatibilità dei formati compiuti insieme a Meteo France hanno dato risposte positive. Il nostro auspicio è quello di rendere disponibili questi dati anche in ambito nazionale, per il mosaico nazionale, ed anche per quanto riguarda il progetto di rete europea Opera. E' importante poter far parte di questa rete internazionale europea perché esso tende ad uniformare tutti i dati fra loro, li rende sostanzialmente interoperabili.

Riguardo agli sviluppi futuri - ha concluso il ricercatore del Consorzio Lamma - nell'ambito del bando delle risorse aggiuntive del progetto biomarittimo abbiamo presentato uno studio per l'installazione di un radar anche a Monte Marcello, sopra La Spezia, e stiamo vedendo come poter installarne un altro vicino a Firenze per sperimentare l'uso di un radar polarimetrico in banda X su un ambiente urbano in modo così da avere a disposizione anche una rete con più ampia copertura regionale.



## Tecnologia utile anche per tanti altri settori



Luca Facheris

Ad aprire la sessione pomeridiana del convegno, focalizzata su interventi di carattere più tecnico, è stato il professor Luca Facheris, dell'Università di Firenze, che ha trattato dell' "Osservazione e stima della precipitazione mediante sistemi radar meteorologici mono parametrici, a singola polarizzazione, e multi parametrici".

«Questi sistemi hanno come principale caratteristica - ha ricordato Facheris - quella di avere una elevata risoluzione sia spaziale che temporale». Sono importanti non solo per lo studio della idro-meteorologia, della previsione delle piene o della gestione delle riserve idriche, oppure delle previsioni "nowcasting", ma anche nell'ambito dell'agrometeorologia, per la gestione delle coltivazioni, la gestione del traffico aereo e per quello automobilistico ed autostradale in genere. Un aspetto fondamentale è la misurazione del segnale "retrodiffuso", riflesso, per convertirlo in intensità di precipitazione.



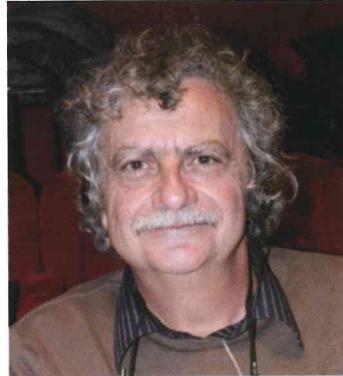
Roberto Pinna Nossai

«Dati diversi da mettere a fattore comune»: questo in sintesi il tema affrontato da Roberto Pinna Nossai, ricercatore di Arpa Sardegna, nella relazione che ha concluso il work shop tenutosi in Camera di Commercio a Livorno. Nell'azione di sistema E, e nello specifico nella componente 3 e nella componente 4, del progetto ResMar - ha spiegato Pinna Nossai - troviamo come obiettivo l'adeguamento dei ra-

## Il contributo di Meteo France allo sviluppo della rete Il sistema radar transfrontaliero inserito anche nel progetto Opera

Uno dei radar della rete transfrontaliera, frutto della collaborazione nata all'interno del progetto ResMar, è quello d'Alèria posizionato nella parte orientale della Corsica. Dell'operatività del radar, della sua integrazione con gli altri impianti dell'area e di alcuni aspetti tecnici più specifici, relativi al rilevamento dei dati, si è occupato il direttore di Meteo France Corse, Claude Bruno. Non è nuovo l'intervento di Claude Bruno in eventi legati al progetto ResMar avendo egli partecipato, ad esempio, anche all'incontro di Aiaccio dell'ottobre 2011 riguardante un'altro degli aspetti affrontati dal progetto quale l'erosione delle coste.

Durante la sua analisi tecnica delle modalità di rilevamento meteo compiute attraverso i vari sistemi Bruno ha tra l'altro messo in evidenza quanto sia importante l'aspetto del geo-posizionamento, come sia fondamentale collocare correttamente gli strumenti. «Occorre una geo-localizzazione corretta per avere una buona affidabilità, una migliore raccolta dati, un mosaico capace di integrare esattamente le rilevazioni del radar, del satellite e del pluviometro». Al momento Meteo France si avvale sul territorio nazionale francese di 27/28 radar doppler. Nel 2010 erano solo dieci. Per illustrare una delle possibili operatività di un sistema radar in banda X Bruno ha ricordato quanto sta sperimentando Meteo France in tema di rilevamento di precipitazioni di carattere nevoso e i rischi connessi. "Rhytmme1", è un progetto a cui stanno lavorando Meteo France e Cemagref ha l'obiettivo di istituire, nel sud delle Alpi, una rete di radar in banda X. Si vuol creare un sistema di previsione per i rischi naturali



Claude Bruno

causati dalle precipitazioni e quindi fornire agli operatori locali gli strumenti per anticipare gli eventi e migliorare la gestione del rischio, ad esempio, di valanghe. I nuovi radar forniscono misurazioni delle precipitazioni ogni cinque minuti con una ottima risoluzione, ma con un raggio rispetto rispetto agli altri radar, cioè di 30/60 chilometri. Un radar in banda X era già operativo sul Mont Vial mentre il primo finanziato proprio da Rhytmme è stato posto sul Monte Maurel. Altri due radar in banda X saranno a breve installati nella regione Provenza - Alpi - Costa Azzurra. In totale in questa prima fase saranno quattro. Nel lungo periodo, questo progetto potrebbe essere esteso ad altre regioni montane in Francia o zone vicine.

Infine Claude Bruno ha ricordato come i radar francesi siano parte integrante del progetto europeo Opera dentro al quale l'agenzia francese lavora per lo sviluppo di tabelle di codice di qualità su scala europea.

## Le tecniche di misura dei fenomeni precipitativi



Samantha Melani

Samantha Melani, ricercatrice dell'Ibimet, l'Istituto di Biometeorologia del Cnr, che si occupa in particolare di stime di precipitazione attraverso l'osservazione satellitare, ha analizzato i metodi e le tecniche maggiormente utilizzate per la stima della precipitazione. «Generalmente sono tre le principali modalità utilizzate per misurare o stimare la precipitazione che, come tutti voi ben sapete, è un evento meteorologico ad intensità altamente variabile nel tempo e nello spazio. Ci sono i pluviometri, che danno una misura diretta della quantità di precipitazione, i radar e i satelliti. Questi sistemi non esauriscono però tutte le modalità di stima della precipitazione; ci sono anche i modelli numerici o segnali derivanti da network telefonici».

Dopo aver descritto più in dettaglio i tre sistemi, i loro vantaggi, i loro limiti, la Melani ha preso in esame i prodotti delle diverse osservazioni e le loro correlazioni spiegando come si seguano degli approcci che non sono più medie pesate o di tipo probabilistico. La prospettiva - ha concluso la ricercatrice Ibimet - è quella di arrivare attraverso la missione internazionale satellitare Gpm (Global precipitation measurement) alla creazione di un cuore di sistema costituito da una costellazione di strumenti che abbia la finalità di studiare la precipitazione, non solo nella sua evoluzione ma anche nella sua microstruttura, e di fornire capionamenti sufficientemente globali e significativi per ridurre le incertezze sull'accumulo delle precipitazioni nelle previsioni di medio e breve termine.

## Mettere a fattore comune i dati dei vari radar meteo

dar meteorologici dello spazio transfrontaliero marittimo per renderli compatibili con i mosaici radar nazionali ed internazionali esistenti. Non era prevista la creazione di un nuovo mosaico ma al contrario l'armonizzazione di quanto già esisteva sia a livello di risorse strumentali che di modelli di rilevazione.

La situazione esistente in ResMar era ed è molto variegata. Ci sono i nuovi impianti del Lamma e ci sono gli altri, quelli già esistenti, che hanno una operatività ben codificata. Tra i radar facenti parte del progetto troviamo quello in Corsica di d'Alèria, in banda S, che ha un range operativo di 300 chilometri, poi quello di Monte Rasu in Sardegna, in banda C, che ha un range operativo di 250 chilometri, ed anche quello di Cima di Monte, all'Elba, con un range medio operativo di 75

chilometri. Tre radar diversi, operanti in bande diverse. Ci siamo impegnati, a partire dal 2010, nel ricercare la soluzione più veloce, nei margini del progetto, per la condivisione dei dati. Attualmente - ha poi detto Pinna Nossai - sono in corso i primi scambi dati tra Regione Toscana e Corsica con risultati che sembrano sostanzialmente positivi a dimostrazione che la compatibilità tra i formati c'è ed è completa. E' il primo passo verso l'inserimento dei dati verso un "composito" e in particolare verso il sistema preso come riferimento che è quello europeo di Opera. Entro poche settimane si concluderà anche l'adeguamento del radar di Monte Rasu. Il mosaico Opera - ha concluso Pinna Nossai - si estenderà nella parte meridionale dell'Europa valorizzandosi, assumendo così una maggiore rilevanza.