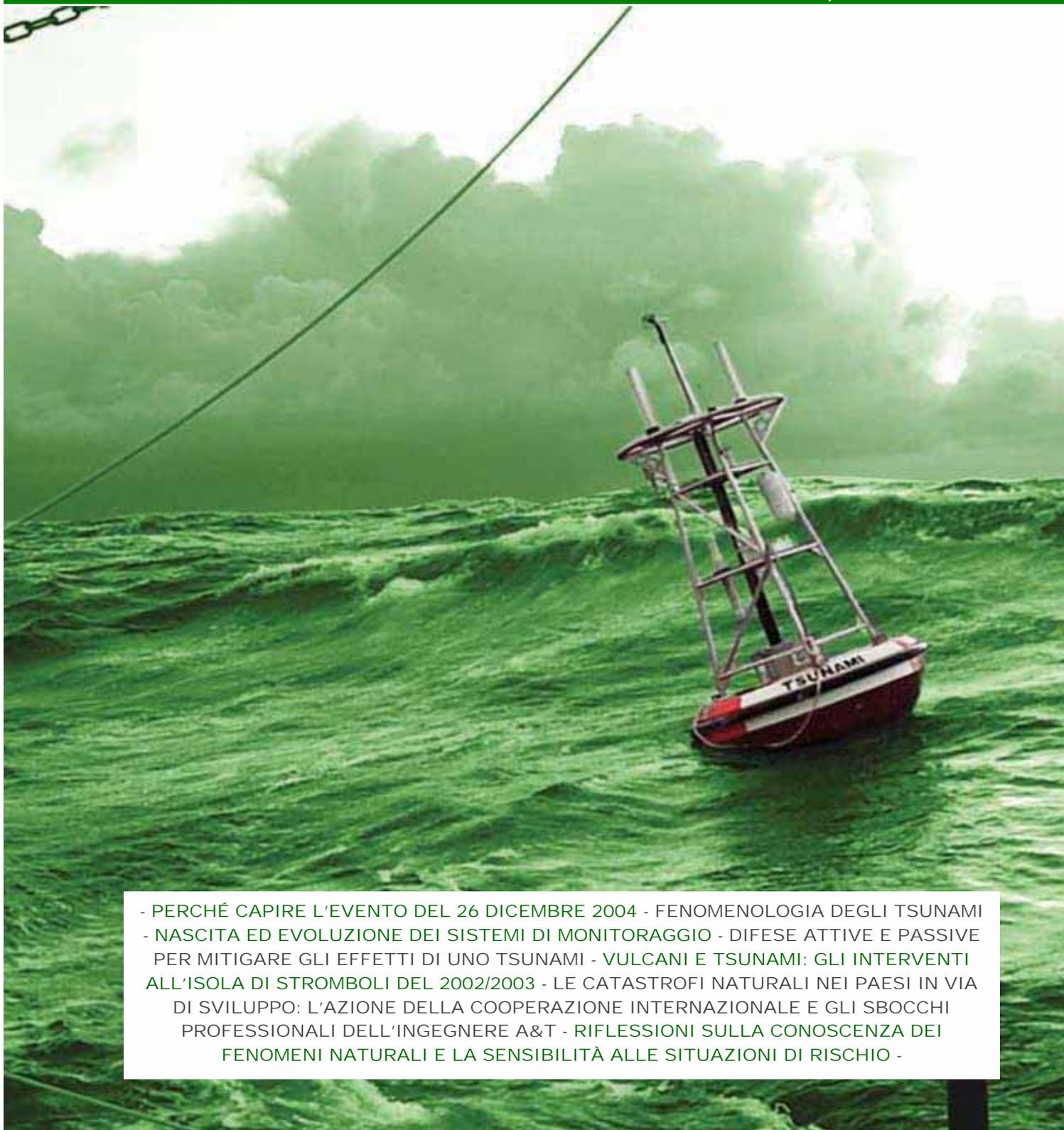


Calamità naturali: capire per agire

Analisi e riflessioni dopo lo tsunami nel sud-est asiatico

Anno 5, n. 2 – Settembre 2005



- PERCHÉ CAPIRE L'EVENTO DEL 26 DICEMBRE 2004 - FENOMENOLOGIA DEGLI TSUNAMI
- NASCITA ED EVOLUZIONE DEI SISTEMI DI MONITORAGGIO - DIFESE ATTIVE E PASSIVE
PER MITIGARE GLI EFFETTI DI UNO TSUNAMI - VULCANI E TSUNAMI: GLI INTERVENTI
ALL'ISOLA DI STROMBOLI DEL 2002/2003 - LE CATASTROFI NATURALI NEI PAESI IN VIA
DI SVILUPPO: L'AZIONE DELLA COOPERAZIONE INTERNAZIONALE E GLI SBOCCHI
PROFESSIONALI DELL'INGEGNERE A&T - RIFLESSIONI SULLA CONOSCENZA DEI
FENOMENI NATURALI E LA SENSIBILITÀ ALLE SITUAZIONI DI RISCHIO -

Perché capire l'evento del 26 Dicembre 2004

Emanuele Regalini, Vicepresidente AIAT e Vittoria Riboni, Responsabile GdL A&T

Come è a tutti ben noto, il 26 dicembre 2004 un potentissimo maremoto si è scatenato nell'Oceano Indiano e ha devastato tutte le aree costiere in un raggio di 10.000 km dall'epicentro; il numero di vittime è stato incredibilmente alto (circa 250.000) e altrettanto funesto l'impatto sulle condizioni economiche dei paesi colpiti.

Per i tre mesi successivi l'attenzione dei mezzi di comunicazione sull'evento e sulle sue conseguenze è rimasto altissima e l'ammontare delle donazioni raccolte ha raggiunto cifre da record. Giornali, televisione e internet hanno fornito un'informazione ad ampio spettro e lunga è stata la discussione su quali siano state le cause del fenomeno e su quali siano i modi migliori per affrontare le emergenze immediate e i problemi di lungo periodo.

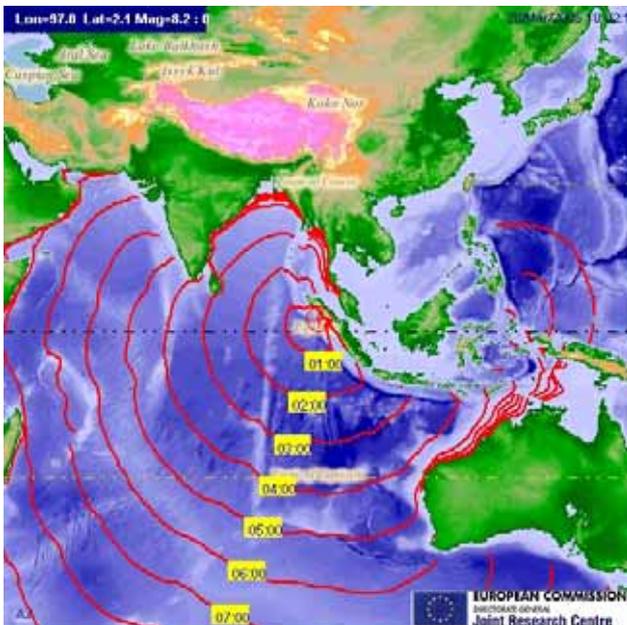


Figura 1 - Le isocrone del maremoto: l'isola di Sumatra è stata colpita meno di un'ora dopo il sisma mentre le coste dell'India sono state toccate circa 4 ore dopo e le coste dell'Africa circa otto ore dopo (European Commission, Joint Research Centre).

L'emozione collettiva è stata talmente forte da attribuire a questa catastrofe naturale un valore quasi paradigmatico e connotazioni di carattere anche religioso. Nel leggere i commenti di certa stampa o le ipotesi fantapolitiche proposte da alcuni "blogger" pare di assistere ai medesimi processi creativi che, secondo la tradizione, hanno portato alla nascita di tante leggende mitologiche legate ai fenomeni naturali.

Al di là dell'aspetto emozionale, per il grande pubblico si è innegabilmente trattato di un'occasione per venire informati e per riflettere su molti aspetti della globalizzazione normalmente trascurati: divario economico e tecnologico tra nord e sud del mondo, influenza dell'Occidente sul corretto sviluppo di alcuni paesi del "terzo mondo", possibilità, capacità e volontà politica di fornire soccorso delle popolazioni colpite, ecc.



Figura 2 - Immagini da satellite di una porzione dell'isola di Sumatra: in alto prima dell'evento (10 gennaio 2003); in basso poco dopo l'evento calamitoso. Impressionante risulta essere l'estensione della penetrazione dell'onda all'interno della terra ferma (Washingtonpost)

Crediamo tuttavia che per una certa categoria di professionisti lo tsunami del 2004 sia stato ancora qualcosa di più: per alcuni giornalisti un'opportunità di divulgazione su tematiche inusuali, per gli operatori delle ONG una nuova fonte di fondi per avviare nuovi progetti di cooperazione internazionale e per alcuni scienziati un ricco "laboratorio" dal quale raccogliere dati per nuove ricerche ed esperimenti a dimensione reale.

Per molti laureati dei corsi di laurea in ingegneria per l'ambiente e il territorio, attivi in Italia da circa 15 anni, ogni telegiornale, ogni intervista, ogni servizio speciale parevano assumere l'aspetto di un continuo ripasso delle lezioni seguite all'università!

Ingegneria sismica, idraulica marittima, impianti di trattamento delle acque, geologia applicata, ingegneria sanitaria... questi alcuni dei titoli di corsi universitari le cui nozioni tornavano alla mente ascoltando le notizie dal sud-est asiatico. Solo per pochi di quei laureati, tuttavia, tali nozioni risultano "fresche" e facilmente applicabili; pochissimi sono infatti coloro che dopo l'università sono riusciti a trovare uno sbocco professionale nei settori della difesa del suolo e delle coste, della protezione dal rischio

idrogeologico o nella protezione civile. Malgrado tanti anni di studi specialistici e multidisciplinari nelle migliori scuole italiane di ingegneria, per gli "ingegneri ambientali" le opportunità di lavoro in tali settori continuano ad essere ridottissime.

E non si può certo dire che in Italia mancherebbero le occasioni per dare lavoro a professionisti in grado di analizzare, affrontare e risolvere problemi legati alle catastrofi naturali. Non serve certo andare indietro fino all'alluvione di Firenze (1966) o al terremoto dell'Irpinia (1980), ormai raccontati sui libri di testo come casi di studio, per accorgersi di quanto ci sarebbe bisogno di un approccio sistematico, multidisciplinare e di lungo periodo. Ogni anno, purtroppo, veniamo colpiti da qualche frana, alluvione o terremoto: Valtellina, Piemonte (1994 e 1996), Garfagnana (1996), Umbria (1997), Sarno (1998), Soverato (2000), Valle d'Aosta (2000), Lodi (2002), San Giuliano di Puglia (2002)... tutti nomi di luoghi che, nel corso degli ultimi quindici anni hanno goduto di qualche giorno o settimana di "gloria" per le catastrofi da cui sono stati colpiti e che poi sono stati rapidamente dimenticati. In base ai dati raccolti nell'International Disaster Database gestito dall'Università di Lueven, i disastri naturali registrati in Italia nel corso degli ultimi tre lustri ammontano a poco meno di un centinaio e in Tabella 1 sono mostrati i dati più significativi relativi ai drammatici effetti di tali eventi: pare quasi un bollettino di guerra!

Ogni volta che accadono eventi calamitosi, abbiamo l'impressione che questi vengano presentati all'opinione pubblica come novità, eventi inatteso e imprevedibile, dai quali non era possibile difendersi.

Molto rare e lasciate all'iniziativa di pochi coraggiosi giornalisti o attori e registi sono iniziative informative più

complete, che analizzino con memoria storica e illustrino al pubblico le ragioni meno note della nostra vulnerabilità; tra queste, la fragile "costituzione naturale" del nostro territorio è quasi insignificante rispetto a altri elementi: normativa inadeguata, sovrapposizione di competenze, carenza di coordinamento, spreco di risorse e a volte anche preparazione inadeguata.

Questo numero tematico della nostra newsletter AIATInforma vuole essere un piccolo contributo alla riflessione, un tentativo di analizzare e capire quanto successo su grandissima scala nell'Oceano Indiano nella speranza di poterne trarre qualche insegnamento e qualche stimolo per affrontare con un approccio nuovo i fenomeni naturali estremi con i quali troviamo a confrontarci quotidianamente.

Alcuni laureati in ingegneria per l'ambiente e il territorio e docenti del Politecnico di Milano raccontano lo tsunami e la propria esperienza lavorativa in questi settori per aiutarci a cogliere le molte sfaccettature di ciò che ci viene spesso presentato in modo eccessivamente semplificato. I loro contributi ci mostrano come, per affrontare problematiche così complesse, le sole competenze tecniche specialistiche non siano sufficienti e come una seria gestione delle catastrofi naturali si possa ottenere solo lavorando ogni giorno con serietà, competenza e passione.

Riferimenti bibliografici

<http://www.em-dat.net> (EM-DAT: The OFDA/CRED International Disaster Database - Université catholique de Louvain - Brussels)
<http://dma.jrc.it/services/DSS/Earthquakes/earthquakedetail.asp?ID=10589> (Joint Research Center - Ispra)
<http://www.washingtonpost.com/wp-dyn/world/issues/tsunami/>
<http://www.asiantsunamivideos.com/>

Tabella 1 - Statistiche sintetiche relative alle catastrofi naturali verificatesi in Italia dal 1991 ad oggi

	N. di eventi	Morti	Feriti	Senza casa	Coinvolti	Entità dei danni (M€)
Siccità	1	0	0	0	0	0
media per evento		0	0	0	0	0
Terremoti	28	115,332	11,449	1,603	764,372	30,485
media per evento		4,119	409	5,725	27,299	1,089
Epidemia	2	3	0	0	10,001	0
media per evento		2	0	0	5,001	0
Temperature estreme	2	2,001	0	0	0	0
media per evento		10,005	0	0	0	0
Alluvioni	31	1,188	122	1,495	1,465,850	15,912
media per evento		38	4	482	47,286	513
Frane	8	1,387	204	0	101	1,200
media per evento		173	26	0	1,263	150
Eruzioni	4	709	24	0	7	3
media per evento		177	6	0	175	1
Incendi	5	8	20	0	300	881
media per evento		2	4	0	60	176
Tempeste	13	257	119	0	62	2,313
media per evento		20	9	0	477	178
	94	120,885	11,938	3,098	2,240,693	50,794

Fenomenologia degli tsunami

Giuseppe Passoni, Politecnico di Milano

Definizione

Il vocabolo "tsunami" giunge dalla lingua giapponese attraverso la composizione di "tsu" ovvero porto e "nami" cioè onda, probabilmente in ragione degli effetti che questa può produrre all'interno dei bacini portuali. Indipendentemente dagli effetti catastrofici ben noti, gli tsunami possono essere causati anche da frane sottomarine o dalla caduta di meteoriti, cioè da eventi di natura non sismica.

La generazione di uno tsunami

Gli tsunami sono causati da repentine deformazioni del fondale oceanico che si traducono in movimenti della superficie marina. I terremoti di origine tettonica sono associati a deformazioni della crosta terrestre che producono sensibili variazioni locali del livello del mare.

Le onde si generano appunto a seguito di questi movimenti del "contorno" e per l'azione congiunta tra forza di gravità e di inerzia che tendono a ristabilire una condizione di equilibrio. Importanti movimenti verticali della crosta si hanno in corrispondenza dei bordi di contatto tra placche come ai margini dell'Oceano Pacifico, ove placche oceaniche a maggiore densità si incuneano sotto quelle continentali (subduzione). La nave inglese HMS Scott navigava nelle acque dell'Oceano Indiano quando si è verificato il devastante terremoto ma a causa della profondità del mare in quella zona, l'onda non fu percepita a bordo.

In cooperazione con il governo indonesiano e grazie all'equipaggiamento di bordo, la nave inglese è stata in grado di "fotografare" il fondale dopo l'evento sismico del 26 dicembre 2004.

Alla profondità di 5000 metri le immagini tridimensionali hanno evidenziato segni di devastazione con fratture lunghe parecchi chilometri e profonde centinaia di metri.

Le stesse immagini hanno mostrato come nella zona di attrito delle due placche si siano verificate innumerevoli frane, causando la liberazione di una enorme quantità di energia.

In generale però uno tsunami può essere generato da una qualsiasi causa perturbatrice che possa indurre spostamenti di ingenti volumi d'acqua dalla condizione di equilibrio. Nel caso dei terremoti questi volumi sono messi in moto da spostamenti verticali del fondale marino. Le frane sottomarine che spesso succedono agli eventi tellurici contribuiscono ad accrescere gli spostamenti repentini del fondale, così come le eruzioni vulcaniche sottomarine. Anche frane su terre emerse in corrispondenza della costa comportano notevoli scambi di quantità di moto con cospicui volumi d'acqua e, analogamente, l'impatto di corpi cosmici con la superficie del mare, anche se per questi ultimi i volumi in gioco sono più modesti e con essi le altezze d'onda generate.

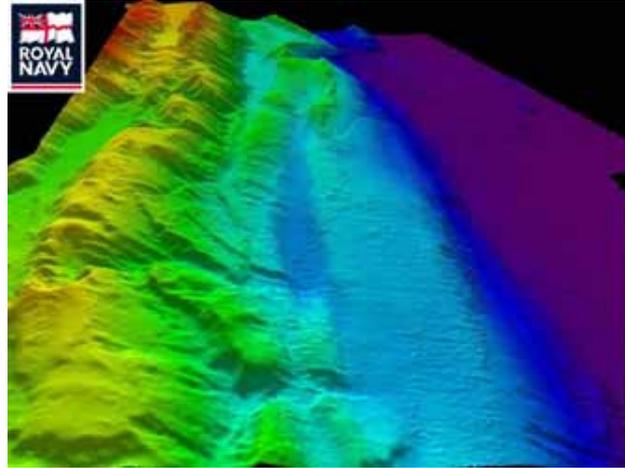


Figura 1 – Un'immagine tridimensionale del fondale dell'Oceano Indiano nella zona in cui si è verificato il sisma. Le diverse tonalità di colore indicano la profondità del fondale. (Royal Navy)

La propagazione

A differenza delle onde dovute all'azione del vento, gli tsunami possono avere lunghezze (λ) e periodi caratteristici (T) dell'ordine dei 100 km e dell'ora, rispettivamente. In queste condizioni ($2\pi h/\lambda < 1$) la loro propagazione è descrivibile con la teoria delle onde lunghe su profondità limitate, per le quali la celerità di fase, $c=(g \cdot h)^{1/2}$, anche nell'oceano profondo dipende sostanzialmente dalla profondità e non più dalla lunghezza d'onda, come accade invece per le onde di vento notevolmente più corte. Ne deriva che per una profondità d'acqua $h=1000$ m, la celerità con cui uno tsunami si propaga è $c = 100$ m/s. Se inoltre si considera che la dissipazione di energia ondosa durante la propagazione è inversamente proporzionale alla lunghezza d'onda, è facile comprendere come gli tsunami possono percorrere distanze oceaniche con perdita di energia modesta. Come qualsiasi onda di superficie anche gli tsunami subiscono gli effetti di irripidimento e di rifrazione allorché si trovano a propagarsi su bassi fondali. Da ciò ne deriva che l'ampiezza d'onda aumenta considerevolmente sotto costa, la sua lunghezza si riduce concentrando così nel tempo e nello spazio la notevole energia cinetica e il suo potenziale distruttivo. Questa trasformazione dell'onda può produrre altezze veramente imponenti, anche dell'ordine di alcune decine di metri. Il processo di propagazione-trasformazione dell'onda sotto costa termina con il frangimento, devastante dissipazione di gran parte della energia cinetica, che si sviluppa ben all'interno della primitiva linea di costa.

Va' precisato anche che l'altezza dell'onda (ampiezza) non è di per sé indicatrice del potenziale distruttivo, ma lo è anche la durata dell'innalzamento (lunghezza).

Deadly walls of water

Tsunami waves travel very fast on the open ocean, but their destructive power comes from the towering heights they attain as they approach the coast.

Seismic event or displacement sends shock waves outward.

As they approach land, the waves decrease in speed while increasing in height.

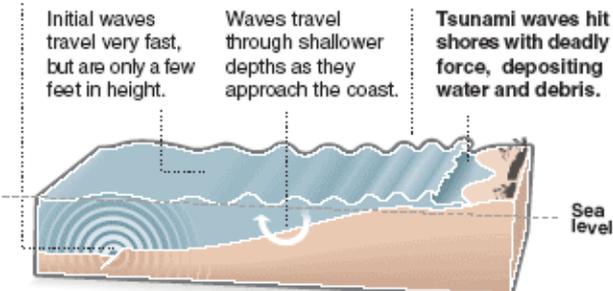


Figura 2 - Schematizzazione della formazione e propagazione di uno tsunami. (USGS)

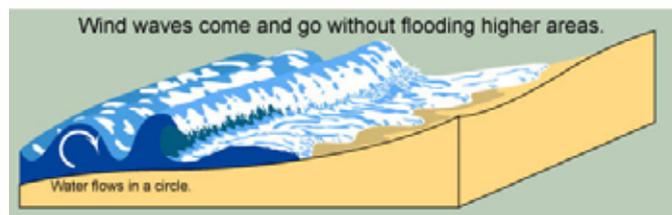


Figura 3 - Confronto tra onde di vento e onde tsunami. (USGS)

Si può vedere il fenomeno anche sotto un altro punto di vista: un'onda di vento, di durata inferiore al minuto, non innalza il livello del mare per un tempo tale da penetrare profondamente nella terra ferma, mentre uno tsunami, il mare si innalza sopra il suo livello normale per una durata che può variare da 5 a 30 minuti.

La previsione

Alla stessa stregua dei terremoti gli tsunami non sono prevedibili. E' invece possibile prevederne la propagazione e, in qualche modo, gli effetti a ridosso di coste distanti dalla zona di generazione. Poiché la conoscenza degli spostamenti del fondale e' affetta da errori alla scala geologica, le possibilità di predirne la propagazione si fondano sulla disponibilità di una rete di misure di livello (boe) nelle zone di maggiore criticità. In pratica la misura di livello e la direzione di propagazione servono come "condizioni al contorno" per modelli matematici di propagazione dell'onda lunga.

Per gli ordini di grandezza delle profondità oceaniche e dei mari prossimi alle zone di generazione, si e' visto che la celerità di propagazione e' dell'ordine delle centinaia di metri al secondo. Poiché la previsione e' efficace quando l'intervallo di tempo e' di alcune ore, ne deriva che le procedure di allerta risultano praticabili in condizioni oceaniche adeguate e invece di modesta utilità in bacini limitati come il Mediterraneo.

Riferimenti bibliografici

<http://www.navynews.co.uk/articles/2005/0502/0005021001.asp>
<http://www.seismic.ca.gov/Tsunami.htm>
<http://it.wikipedia.org/wiki/Tsunami>

Associazione Ingegneri
Ambiente e Territorio



c/o Associazione Laureati Politecnico
P.za Leonardo da Vinci, 32 – 20133 Milano
Fax +39.02.700406502
e-mail info@ingegneriambientali.it
URL: www.ingegneriambientali.it

Presidente:
Giulio De Leo
Vice Presidente:
Emanuele Regalini
Segretario:
Mario Grosso
Consiglieri:
Emilie Cayla
Alessandro de Carli
Michela Grillo
Sandro Starita
Gianpietro Torchia
Iury Zucchi

AIATinforma
Newsletter di AIAT

Responsabile
Alessandro de Carli
adecarli@ingegneriambientali.it

Coordinatrice scientifica di questo numero:
Vittoria Riboni
vrboni@ingegneriambientali.it

In copertina:
Immagine NOAA (<http://www.noaa.gov/tsunamis.html>)
elaborata da Pietro Formis

Nascita ed evoluzione dei sistemi di monitoraggio

Adriano Murachelli, Coordinatore GdL Acqua&Territorio

"Se vi trovate in prossimità della costa e avvertite un forte tremore del terreno seguito da un 'ruggito', non attendete di vedere cosa accade di seguito: correte verso l'entroterra il più in alto e il più rapidamente possibile". Questa indicazione fornita a popolazioni storicamente a rischio, nonostante abbia consentito a più persone di salvarsi dall'improvviso abbattersi di uno tsunami, non può che essere considerata un'ultima e quasi disperata risorsa.

Purtroppo il numero di vittime non solo dell'evento dello scorso 26 dicembre, ma di molti altri tsunami che lo hanno preceduto (vedi tab.1), impongono l'adozione di misure sistematiche di prevenzione e salvaguardia.

Tabella 1 - Tsunami che hanno causato vittime dagli anni '90 a prima dell'evento dello scorso 26 dicembre (World Book-2004 Science Year)

Anno	Magnitudo	H _{max} onde	Vittime	Luogo
1992	7.2	10 m	170	Nicaragua
1992	7.5	26 m	2200	Isole Flores-Indonesia
1993	7.6	30 m	200	Hokkaido
1994	7.2	14 m	220	Java
1994	8.1	11 m	11	Isole Kuril
1994	7.1	7 m	70	Mindoro
1996	7.5	5 m	12	Perù
1998	7.0	15 m	2182	Nuova Guinea
2001	8.3	5 m	50	Perù

Studi statistici condotti a partire dalla fine degli anni '80 da parte dello U.S. National Geophysical Data Center (Stati Uniti) e dello Tsunami Laboratori in Novosibirsk (Russia), evidenziano come nel solo Oceano Pacifico, all'interno della zona nota come *Ring of Fire*, si verifichi l'80% di tutti gli tsunami, con una media compresa tra 1 e 2 eventi con effetti distruttivi ogni anno. Questo spiega perché proprio nel Pacifico sia stato creato il primo sistema di monitoraggio.

Di fronte a dati come questi le azioni da adottare possono essere di tre tipi:

- limitare i fattori che possono aggravare il bilancio di perdite umane e materiali in caso di tsunami e creare sistemi di protezione passiva (es. barriere o scogliere);
- predisporre adeguati sistemi di previsione e monitoraggio in grado di allertare le popolazioni in zone a rischio;
- educare residenti in zone a rischio, nonché turisti e visitatori, circa le procedure a cui attenersi in caso di emergenza.

Data l'estensione delle zone potenzialmente soggette a eventi di questo tipo, prevale lo sviluppo delle ultime due tipologie di azioni rispetto alla prima.

Nascita ed evoluzione dei sistemi di monitoraggio

Nel 1946 un forte sisma con epicentro a circa 140 km al largo delle Isole Aleutine, in Alaska, provocò l'abbattimento di onde alte sino a 42 metri sulle coste dell'Alaska che rasero al suolo un faro; meno di 5 ore più tardi le onde raggiunsero le isole Hawaii causando 159 vittime e danni materiali per un valore di 26 milioni di dollari.

In conseguenza di questi tragici fatti, venne istituito ad Honolulu l'*U.S. Seismic Sea Wave Warning System*, con il compito di monitorare l'attività sismica ed allertare le autorità civili e militari delle isole Hawaii in caso di pericolo.

A seguito di altri due tsunami di forte intensità, il primo abbattutosi sulle coste del Cile nel 1960, il secondo sulle coste dell'Alaska e delle Hawaii nel 1964, molte altre nazioni si convinsero dell'importanza di condividere le informazioni del sistema di allerta. Nel 1965, sempre con sede a Honolulu, venne istituito il *Pacific Tsunami Warning Center* (PTWC), un sistema internazionale di allerta a cui partecipano 25 nazioni. Il PTWC è gestito dall'*U.S. National Oceanic and Atmospheric Administration* (NOAA), l'ente statunitense che dal 1807 si occupa dell'osservazione degli eventi legati a fenomeni meteorologici e climatici e dello studio della rispettiva interazione con l'attività antropica.

Sempre nello stesso anno e presso la stessa località, l'UNESCO istituì l'*International Tsunami Information Center*, col compito di coordinare le attività del PTWC con tutti gli altri centri di allerta.

Questo primo sistema di monitoraggio controllava la sola attività sismica, insufficiente a fornire previsioni attendibili circa la formazione di tsunami: almeno il 75% delle allerte dei primi anni si rivelarono essere falsi allarmi. Vennero, così, aggiunti mareografi sparsi lungo le coste, in grado di rilevare variazioni del livello del mare e trasmettere i risultati via satellite.

Sistemi di questo tipo, ubicati sulla terra ferma, hanno però il limite di poter rilevare solo tsunami locali (con origine, cioè, in prossimità della costa), non essendo in grado di prevedere la formazione e lo spostamento di tsunami distanti. Così, nel 1997, il NOAA iniziò a posizionare, nelle acque del Pacifico, strumenti subacquei chiamati DART (*Deep-ocean Assessment and Reporting of Tsunami*), in grado di rilevare variazioni di pressione del fondo marino causato dal passaggio in superficie di un'onda. Dopo l'iniziale posizionamento di tali strumenti al largo delle coste dell'Alaska e dell'Oregon, seguì quella di uno strumento prossimo all'equatore. Attualmente, sparsi per il Pacifico esistono sei strumenti di questo tipo gestiti dal NOAA (vedi fig. 1), a cui si affianca un ulteriore strumento al largo delle coste del Cile gestito dal *Servicio Hidrográfico e Oceanográfico da la Armada*.

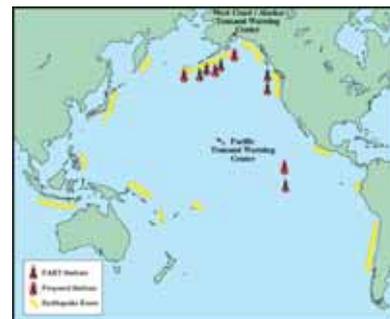


Figura 1 - Stazioni DART del NOAA esistenti e previste (NOAA/PTWC)

Ancor più recentemente, il PTWC in collaborazione con il *West Coast/Alaska Tsunami Warning Center* (WCATWC), ha messo a punto un sistema sperimentale che combina le misurazioni della rete di monitoraggio con modelli di simulazione numerica, al fine di fornire una previsione sistematica ad attendibile circa i tempi e i luoghi in cui uno tsunami potrebbe abbattersi.

Per quanto riguarda gli Oceani Atlantico ed Indiano, colpiti molto meno frequentemente da eventi di questo tipo, non esistono ad oggi sistemi di monitoraggio funzionanti.

Il PTWC: tecnologia dei sistemi di monitoraggio e procedure di allerta

Come anticipato, il PTWC è un network costituito da stazioni sismometriche e oceanografiche, da centri di analisi dei dati e da centri nazionali di allerta dei paesi che lo compongono, coordinati dal centro con sede alle Hawaii. L'obiettivo di tale sistema è rilevare e localizzare eventuali sismi nella regione del Pacifico, determinare se questi possano generare uno tsunami, prevederne l'entità e l'estensione territoriale e avvisare nel più breve tempo possibile le popolazioni che rischiano di essere colpite.

A tale scopo, sono stati sviluppati strumenti in grado di fornire gli elementi necessari alla previsione di eventuali onde di tsunami, da affiancare agli strumenti utilizzati per la rilevazione di eventi sismici. Tra questi, un incremento notevole all'affidamento del sistema di monitoraggio è stato dato dall'introduzione dei DART (detti "tsunametri"), strumenti di misura e trasmissione in tempo reale di variazione dei livelli marini al largo delle coste potenzialmente soggette a forti sismi.

Questi strumenti sono costituiti da due parti: un misuratore di pressione ancorato al fondo dell'oceano (*Bottom Pressure Recorder*, o BPR) e una boa in superficie con una stazza di 4000 kg (vedi fig.2).

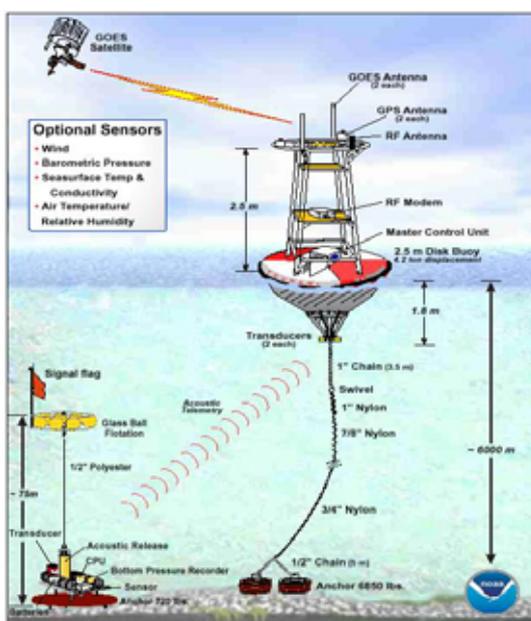


Figura 2 – Schema di stazione DART (NOAA/PTWC)

Il BPR rileva ogni 15 secondi variazioni nella pressione dell'acqua; i dati raccolti vengono trasmessi tramite un modem acustico alla boa in superficie, la quale trasmette a sua volta i dati alle stazioni a terra tramite il sistema

satellitare GOES (*Geostationary Operational Environmental Satellites*, gestito dal NOAA e dalla NASA). Ubicato a una profondità che può raggiungere i 6000 metri, il BPR è in grado di rilevare aumenti del livello del mare di un centimetro.

In condizioni normali, i livelli idrometrici vengono trasmessi con frequenza oraria alle stazioni a terra. Un algoritmo interno consente al BPR di effettuare previsioni circa i livelli dell'acqua e compararli con i dati rilevati: se due misurazioni consecutive, a distanza di 15 secondi, eccedono i livelli previsti, il sistema lancia l'allerta e passa a trasmettere ogni minuto i livelli medi rilevati, per un tempo minimo di tre ore e comunque fino al ripristino di condizioni di livelli non perturbati.

Il sistema di allerta entra in funzione quando una qualunque delle stazioni sismometriche della rete di monitoraggio rileva un terremoto di intensità rilevante. I tecnici della stazione interpretano i sismogrammi e forniscono tali dati al PTWC. Il personale di quest'ultimo consulta il *National Earthquake Information Center* ai fini di localizzare l'epicentro del sisma.

Se un sisma avvenuto all'interno o in prossimità del bacino del Pacifico è di magnitudo compresa tra 6.5 e 7.5 (7.0 per le isole Aleutine), il PTWC invia un bollettino informativo ai centri di allerta dei paesi membri. Se il sisma è di intensità superiore a 7.5 (7.0 per le Isole Aleutine), il PTWC invia un bollettino di allerta e osservazione tsunami, ed avvisa i centri nazionali della possibilità che occorra un maremoto.

Se il sisma è stato, quindi, sufficientemente forte e localizzato in zone dove la formazione di tsunami è possibile, il PTWC controlla i livelli forniti dalle stazioni mareografiche prossime all'epicentro. Se queste indicano la formazione di un maremoto che possa abbattersi sulle coste abitate, il bollettino di allerta viene protratto nel tempo sino a che non svanisca la minaccia, oppure viene elevato a livello di Allerta per l'intero Pacifico. Le agenzie locali predispongono, in tal caso, piani di evacuazione per le aree a rischio.

Per assicurare le comunicazioni necessarie alla distribuzione dei bollettini di allerta, il PTWC si può appoggiare, in caso di necessità, ad altri canali esistenti sia civili (es. servizi meteorologici) che militari.

Oltre al PTWC: altre organizzazioni e sistemi di monitoraggio

A causa dei tempi che intercorrono per il confronto dei dati sismici e dei livelli marini, le allerte lanciate dal PTWC non sono in grado di proteggere tutte le aree del Pacifico da tsunami generatisi in acque nelle immediate prossimità della costa. Per sopperire a tale lacuna, in alcuni paesi nella stessa area del Pacifico sono stati istituiti sistemi di allerta nazionali e regionali. Tra i sistemi nazionali, i più evoluti sono quelli di Stati Uniti (*West Coast/Alaska Tsunami Warning Center*, attivo dal 1967 e che si affianca al centro di Honolulu), Cile (*Sistema Nacional de Alarma de Maremotos*, dal 1966), Giappone (a cura della *Japan Meteorological Agency* - JMA, dal 1952), e Russia (*Yuzhno-Sakhalinsk Tsunami Warning Center*, dal 1958).

Il sistema nazionale Cileno, ad esempio, ha messo a punto un sistema di monitoraggio denominato *TREMORS*, costituito da una serie di sensori sismici sulla terra ferma,

un sistema DART posizionato 286 miglia al largo a 5000 m di profondità, e 18 piattaforme digitali satellitari installate lungo la costa del territorio continentale e delle isole, in grado di monitorare in tempo reale le variazioni del livello del mare (vedi fig. 3). Questo moderno sistema satellitare, in funzione dal 2000, è in grado di confermare l'approssimarsi di uno tsunami alla costa e sostituisce i tradizionali mareografi.

In Giappone esistono sei centri di allerta tsunami regionali collegati a oltre 300 sensori posizionati lungo le isole giapponesi, tra cui 80 sensori idrometrici, in grado di monitorare l'attività sismica attorno al paese. Attraverso l'ausilio di modelli di previsione numerica, messi a punto nel 1999, il sistema è in grado di fornire indicazioni circa altezza, velocità, destinazione e ora d'arrivo di uno tsunami diretto verso le coste nazionali. In caso di rischio tsunami, in non più di 10 minuti vengono allertate le popolazioni da evacuare. Un sistema di questo tipo costa attorno ai 20 milioni di dollari all'anno: un prezzo forse troppo elevato per paesi in via di sviluppo. Affiancato al sistema di monitoraggio, lungo alcuni tratti di costa giapponese, sono state realizzate barriere alte fino a 12 metri a protezione degli abitati retrostanti in caso di tsunami locali originati da sismi così prossimi alla costa da non consentire l'evacuazione, come quello di Hokkaido del 1993, che in pochi minuti ha abbattuto sull'isola un'onda alta 30 metri.

Da menzionare anche il caso del Canada, dove l'University of Victoria sta sviluppando un programma, chiamato NEPTUNE, che prevede il posizionamento sul fondo marino, sopra la placca tettonica di Juan de Fuca (200.000 km²) al largo della Columbia Britannica, di una rete di 30 o più mini-laboratori sottomarini collegati attraverso 3000 km di fibre ottiche (vedi figg.4 e 5).

Queste stazioni, completamente automatizzate e la cui entrata in funzione è prevista per il 2007, saranno dotate di strumenti in grado di monitorare eventi quali tempeste, migrazioni di fauna ittica, sismi, eruzioni sottomarine e tsunami, e di trasmettere i dati al personale posto sulla terra ferma (vedi fig. 6). Il progetto, paragonato al lancio nello spazio del telescopio Hubble, ha un costo che supera i 60 milioni di dollari.



Figura 3 – Distribuzione degli elementi costituenti il sistema di monitoraggio "TREMORS" lungo le coste del Cile (Servicio Hidrográfico e Oceanográfico da la Armada)



Figura 4 – Estensione della rete di monitoraggio prevista nell'ambito del progetto "Neptune" (NEPTUNE CANADA, University of Victoria)

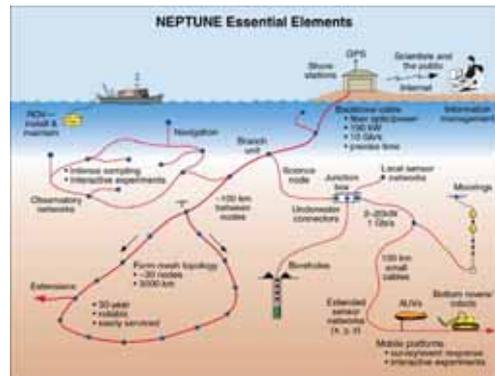


Figura 5 – Schema di funzionamento del progetto "Neptune" (NEPTUNE CANADA, University of Victoria)

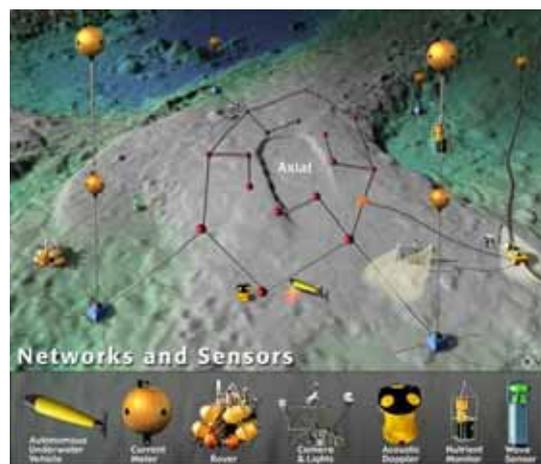


Figura 6 – Esempio di una delle 30 stazioni automatizzate previste nell'ambito del progetto "Neptune" (NEPTUNE CANADA, University of Victoria)

I sistemi regionali del Pacifico sono dotati di una tecnologia più semplice che procede a generale l'allerta a partire dalla sola analisi di dati sismici. Usando dal bacino del Pacifico, non si incontrano sistemi di monitoraggio e allerta attualmente in funzione.

A sostegno della necessità di istituire un sistema di controllo delle acque dell'Atlantico, lo scorso anno il geofisico Bill McGuire del *Benfield Hazard Research Center* di Londra ha lanciato un preoccupante allarme, secondo il quale un versante del vulcano Cumbre Vieja, nelle Canarie, ha dato segni di instabilità e potrebbe crollare alla prossima eruzione. Ciò originerebbe uno tsunami che raggiungerebbe le coste di Africa, Europa e America con onde alte fino a 10 metri. Nell'Oceano Indiano, i due sismi che hanno colpito l'Indonesia negli ultimi mesi, il secondo dei quali non ha fortunatamente provocato un maremoto, hanno fortemente rimarcato la necessità e l'urgenza di istituire una rete di monitoraggio anche in questa area.

Proprio in questi mesi, l'UNESCO sta coordinando un programma per lo sviluppo di un sistema regionale di allerta e mitigazione di tsunami per l'Oceano Indiano (IOTWS), a cui prendono parte, oltre ai paesi interessati, anche organismi internazionali quali il PTWC e il JMA. Una serie di incontri, il primo dei quali a Parigi lo scorso marzo, seguito da uno alle Mauritius in Aprile, mirano a definire in tempi brevi le strategie e le tecniche di sviluppo di una rete di sistemi di allerta nazionali coordinati da un sistema centrale, sull'esempio del PTWC, stabilendo le procedure di allerta e i sistemi di comunicazione da adottare.

Realtà e prospettive in Italia

Attualmente non esiste nessun sistema di protezione nemmeno lungo le coste europee. Progetti scientifici finanziati dall'Unione europea negli anni '90, hanno consentito di redigere cataloghi che mostrano come i maremoti più disastrosi abbiano investito le coste meridionali del continente, colpendo paesi come Portogallo, Italia, Grecia e Turchia.

L'ultimo caso italiano è stato il doppio maremoto di Stromboli del 2002, che ha generato onde alte fino a 10 metri.

In Italia l'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV) gestisce attualmente la rete Mednet, costituita da una ventina di stazioni sismometriche installate nell'area mediterranea dal Marocco alla Turchia, ed i cui dati vengono trasmessi alla sala sismica di Roma e analizzati in tempo reale. L'analisi è limitata a terremoti di magnitudo superiore a 4.5. Tale sistema rappresenta, pertanto, il punto di partenza per la creazione di un sistema di allerta tsunami. Il progetto Supermednet, presentato dal prof. Enzo Boschi, presidente dell'INGV, all'ultima conferenza mondiale a Kobe sulla riduzione dei disastri, ha come obiettivo la creazione di un *Mediterranean Tsunami Warning Center*, realizzabile mediante l'integrazione della rete Mednet con 30 nuove stazioni, 200 mareografi e 16 boe, da distribuire nei paesi lungo la costa dell'Africa settentrionale, del vicino oriente e dei balcani. Tale progetto prevede un investimento iniziale di circa 5 milioni di euro.

A questo progetto se ne affiancano altri attualmente in fase di sviluppo. Università, come quella di Trieste, stanno effettuando simulazioni sulla propagazione di possibili moti ondosi nell'Adriatico a seguito di eventi sismici in prossimità delle coste, utilizzando le registrazioni di eventi accaduti in passato. Questi studi stanno fornendo le prime indicazioni su dove sarebbe opportuno installare le stazioni di monitoraggio. Attualmente l'Istituto Nazionale di Oceanografia e Geofisica Sperimentale (OGS) ha

nell'Adriatico sistemi radar costieri che misurano le correnti superficiali, oltre a quattro boe meteo-oceanografiche e mareografiche al largo delle foci di Isonzo, Tagliamento, Po e in mare aperto al largo della Croazia. Tali stazioni sono usate a scopo di monitoraggio ambientale, misurando grandezze quali temperatura, salinità, correnti marine, e caratteristiche biologiche dell'acqua. Una modifica e rilocalizzazione delle boe potrebbe contribuire al sistema di monitoraggio del Mediterraneo.

Un altro progetto interessante, che dovrebbe integrare la rete Supermednet, è stato realizzato dall'Istituto Nazionale di Fisica Nucleare e dall'INGV che hanno appena messo a punto un sistema di osservazione sottomarino abissale, situato 25 chilometri al largo dell'Etna. Tale sistema integra le informazioni fornite da un telescopio sottomarino (un prototipo del Progetto NEMO), il cui compito è di analizzare i neutrini presenti sul fondo del mare, con quelle di un osservatorio geofisico e ambientale (denominato *Submarine Network 1*) installato dall'INGV, in grado di monitorare l'attività sismica e eventuali moti ondosi in profondità. L'intero sistema è collegato mediante un cavo ad un laboratorio dell'INFN nel porto di Catania, ed è in grado di trasmettere in tempo reale i dati rilevati.

L'implementazione ed il coordinamento dei sistemi attualmente esistenti consentirà, quindi, di ottenere una rete di monitoraggio estesa al bacino del Mediterraneo a protezione anche delle coste di casa nostra.

Riferimenti bibliografici on line

- National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA) - <http://www.noaa.gov/>
- NOAA's National Weather Service - Pacific Tsunami Warning Center - <http://www.prh.noaa.gov/ptwc/>
- International Tsunami Information Center (ITIC) - <http://www.prh.noaa.gov/itic/>
- Progetto NEPTUNE - University of Victoria, Canada - <http://www.neptunecanada.ca/index.html>
- Paroscientific, Inc. - Tsunametri - <http://www.paroscientific.com/tsunameter.htm>
- Australian Government, Geoscience Australia - Tsunami warning systems - <http://www.ga.gov.au/urban/factsheets/tsunami3.jsp>
- Intergovernmental Oceanographic Commission of UNESCO - <http://ioc.unesco.org/iocweb/index.php>
- UNESCO, Indotsunami website - <http://ioc.unesco.org/indotsunami/>
- Japan Meteorological Agency (JMA) - http://www.jma.go.jp/JMA_HP/jma/indexe.html
- Yuzhno-Sakhalinsk Tsunami Warning Center (YSTWC), Sakhalin isl., Russia - <http://www.science.sakhalin.ru/Tsunami/>
- West Coast & Alaska Tsunami Warning Center - <http://wcatwc.arh.noaa.gov/>
- Servicio Hidrográfico e Oceanográfico da Armada (Cile) - <http://www.shoa.cl/>
- Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV) - <http://www.ingv.it/>
- Istituto Nazionale di Fisica Nucleare (INFN) - <http://www.inf.n.it/indexit.php>
- Istituto Nazionale di Oceanografia e Geofisica Sperimentale (OGS) - <http://www.ogs.trieste.it/OGS/index.html>

Difese attive e passive per mitigare gli effetti di uno tsunami

Stefano Bobbi, Disaster Management Consulting

Il bilancio umano dello tsunami del 26 dicembre 2004 nel sud est asiatico è impressionante e nell'immediato il soccorso a sopravvissuti e sfollati è la cosa più importante, ma l'esperienza insegna che ogni problema, soprattutto se può portar danni e se è in qualche misura prevedibile, deve essere oggetto di interventi di prevenzione al fine di evitare o quantomeno ridurre gli effetti negativi.

Quando sono in gioco fenomeni naturali intensi ed estesi nel territorio, nel momento in cui il fenomeno si manifesta, l'intervento dell'uomo per mitigarne gli effetti in corso può essere inutile e a volte impossibile.

I fenomeni naturali come trombe d'aria, terremoti, maremoti, sono spesso generati da forze assolutamente al di fuori della nostra portata: laddove non siano prese le dovute e possibili misure di prevenzione, non resta che cercare rifugio ed attendere la fine dell'evento.

Parlare di disastro "naturale" riferendosi allo tsunami del 26 dicembre è perlomeno fuorviante; la natura non è né buona né cattiva ma sta all'uomo conoscere e rispettare le sue leggi. Tutta la regione interessata è sempre stata soggetta a terremoti e tsunami catastrofici: gli studi storici riportano tsunami a Sumatra nel 1797, 1833, 1843, 1881 e nel ventesimo secolo, decine di terremoti nell'area con magnitudo superiore a 7. Nella stessa isola di Simeulue, vicina all'epicentro del recente disastro, nel 2002 si è avuto un sisma anticipatore di magnitudo 7.4. Dobbiamo anche tenere in debita considerazione che l'area del terremoto è tra le più studiate al mondo e i dati sismologici, geodetici e geofisici lasciavano presagire la possibilità di un sisma di grandi dimensioni in considerazione del fatto che la placca indoaustraliana, scivolando al di sotto di quella eurasiatica allo spaventoso tasso di 7 mm all'anno, accumulava energia che però non si stava liberando attraverso terremoti.

Dal mio punto di vista è più corretto parlare di catastrofe annunciata ma i dati indicano anche come, a causa del processo irreversibile descritto in precedenza, tutta l'area in questione sia ad alto rischio anche per gli anni futuri.

Assodato che tali fenomeni si possono prevenire in qualche misura, oltre a instaurare una rete di monitoraggio efficiente e procedure operative di allarme che arrivino velocemente alla popolazione, è possibile attuare opere di mitigazione degli effetti di uno tsunami già durante la delicata fase della ricostruzione.

La restaurazione degli ambienti naturali: le barriere coralline

L'organizzazione internazionale Coral Cay Conservation ha recentemente diffuso un comunicato in cui afferma che le barriere coralline del parco marino delle Surin Islands (un gruppo di cinque isole della Thailandia) sono in uno stato migliore di quanto era stato ipotizzato inizialmente e precisa che anche se tutti i coralli danneggiati dallo tsunami dovessero morire soltanto l'8 % delle barriere che esistevano prima del maremoto sono andate perdute.

Gli allarmi catastrofici sulla salute delle Coral Reef lanciati all'indomani del disastro (si era parlato di impatto irreversibile sull'intero ecosistema marino Thailandese) vengono periodicamente smentiti al seguito di ricerche sul campo condotte in maniera più accurata.

Le barriere coralline forniscono una barriera fisica dal fondo alla superficie del mare facendo infrangere l'onda a largo, disperdendo così l'energia distruttiva prima che raggiunga la spiaggia e riparano la costa dall'erosione. Quando uno tsunami lascia le acque profonde del mare aperto e si avvicina alle acque basse della costa la velocità diminuisce ma l'energia totale non cambia ragion per cui aumenta l'altezza dell'onda. Gli tsunami perdono pochissima energia nel corso della loro rapidissima propagazione e per questo motivo, è auspicabile che l'onda venga fatta infrangere prima di rovesciarsi sulla costa; fondamentale importanza assume la tipologia del fondale.

In prima istanza mi sento di proporre la restaurazione delle Coral Reef distrutte o danneggiate dallo tsunami.

In passato nel sud est asiatico le popolazioni locali erano solite distruggere, tramite esplosioni, intere aree di barriera per ricavare ingenti quantità di pesce e negli ultimi anni l'inquinamento dovuto agli scarichi a mare della recente urbanizzazione e il surriscaldamento globale del pianeta che provoca il fenomeno dello sbiancamento delle barriere (che porta come conseguenza ultima la morte del corallo) hanno reso sempre più critica la situazione. Il passaggio dell'onda non ha provocato grosse devastazioni del fondale, ragione per cui ci può portare a pensare tali barriere come strumento di difesa per la costa, ma l'onda di ritorno ritraendosi ha riversato in mare una grossa quantità di detriti, fango, sabbia, sostanze inquinanti che rischia di soffocare il suddetto ambiente marino.

Una prima soluzione potrebbe essere quella di organizzare un piano di pulizia dei coralli e delle Pass ostruite (le Pass sono piccole interruzioni della barriera corallina che collegano l'oceano con il mare dell'atollo). Successivamente è necessaria una ricostruzione artificiale delle barriere stesse. Non mi fraintendano gli amanti della natura incontaminata ma già da alcuni anni si è riusciti ad ottenere una crescita delle barriere delle isole Maldive grazie all'aiuto dell'uomo che ha creato alcuni piccoli ambienti artificiali favorevoli ai coralli. Si tratta di coni di acciaio in cui passa corrente elettrica e nei quali si accumula del fango e ciottoli sui quali i coralli possono crescere.

Al fine di proteggere la costa delle barriere artificiali sommerse (da non confondere con le barriere frangiflutti poste a difesa dei nostri litorali), composte da corpi naturali come pietre e tronchi, risulterebbero più funzionali rispetto al corallo ma l'impatto sull'ecosistema sarebbe tutto da verificare anche se gli esperimenti condotti in tal direzione sembrano mostrare una felice integrazione dell'ecosistema marino con queste strutture.

La restaurazione degli ambienti naturali: le foreste di mangrovie

Il 14 gennaio 2005 il governo Malese ha deciso di voler restaurare gli ambienti di mangrovie laddove sono stati danneggiati; questo perché ci si è resi conto che durante il maremoto alcune zone costiere della Malesia, ancora ricoperte da mangrovie, hanno subito danni minori perché protette da questa barriera naturale.

Il fenomeno si è verificato in India, nell'area del Tamil Nadu dove diversi villaggi nel distretto di Chidambaram risultano essere colpiti in maniera minore perché protetti da una piccola foresta di mangrovie conosciuta col nome di Alaithi Kadukal, che in lingua Tamil significa "la foresta che controlla le onde", e anche nell'Andhra Pradesh le mangrovie hanno permesso ad alcuni pescatori costieri di trovare riparo dall'onda e salvare la vita.

Gli ecosistemi tropicali posseggono meccanismi naturali molto complessi per proteggersi dalle grandi onde provocate da tifoni o dagli tsunami.

Le mangrovie, ad esempio, agiscono da "materasso" assorbendo l'energia distruttiva delle onde, limitano le inondazioni e sono un ottimo rimedio per l'erosione costiera.

Quello che mi sento di proporre, sulla scia della decisione del governo Malese, sono una sorta di interventi che potremmo definire di ingegneria naturalistica "integrata" in considerazione delle realtà del luogo.

Sarebbe però utopistico pensare che il ripristino unicamente della parte di foresta danneggiata possa reggere un'onda d'urto di tali dimensioni; la foresta di mangrove mantenuta allo stato originale ha retto bene mentre quelle già danneggiate precedentemente o ridotte dall'uomo sono state spazzate via.

La conversione indiscriminata delle coste e dei boschi di mangrovie avvenuta negli ultimi decenni per farne allevamenti di gamberi, centri urbani e impianti turistici, ha lasciato la costa e la popolazione che la abita molto più esposta alla furia degli eventi naturali.

Nel Bangladesh i boschi di mangrovie e altri boschi costieri (come la Casuarina Equisetifolia o le varie palme da cocco) hanno fatto una differenza visibile nel mitigare gli effetti degli uragani così frequenti nel golfo del Bengala; al contrario in Thailandia alcune delle installazioni turistiche più colpite (nelle province di Phuket, Phang Nga e Krabi) erano costruite su coste che una volta erano foreste naturali.

La regione dell'oceano Indiano conta tra le più importanti foreste di mangrovie al mondo, ma i paesi maggiormente colpiti dallo tsunami (India, Thailandia, Sri Lanka, Indonesia) sono anche quelli che negli ultimi anni hanno registrato la maggiore perdita di queste foreste; secondo lo Iucn (Unione mondiale della conservazione) l'Indonesia ha perso oltre il 30% delle sue foreste negli ultimi 20 anni, la Thailandia il 50% e risulta essere ancora più impoverito lo Sri Lanka.

L'onda, arrivata con una forza capace di risucchiare sabbia e vegetazione più giovane, non è riuscita a spazzare via la barriera di mangrovie e Casuarina mantenute allo stato originale.

Questo è stato possibile grazie alle particolari caratteristiche delle mangrovie: oltre a essere piante terrestri capaci di tollerare l'elevata salinità del mare aperto, crescono molto vicine tra loro sostenute da radici arcuate che formano un groviglio complesso e intrecciato che si espande orizzontalmente ma soprattutto riesce a penetrare profondamente nel fango.

Tale apparato radicale può contrastare l'erosione costiera e trattenendo il terreno nella sua fitta maglia, genera un effetto stabilizzante dovuto al peso del terreno trattenuto; in generale il rinforzo maggiore si ha quando le radici penetrano in uno strato alterato di transizione (nel nostro

caso il terreno sabbioso-fangoso della spiaggia) in cui la resistenza a trazione cresce con la profondità.

La schematizzazione del meccanismo di azione delle radici all'interno di un suolo può essere ricondotta alla teoria sulle terre rinforzate ed ai modelli teorici sul rinforzo con fibre.

Il comportamento di un suolo radicato, da un punto di vista meccanico, è simile a quello di un qualsiasi materiale composito costituito da una matrice relativamente plastica in cui sono inserite fibre elastiche dotate di resistenza alla trazione sufficientemente elevata. Quando il terreno è sottoposto a tensioni di taglio, attraverso la tensione tangenziale che si sviluppa tra le particelle di terreno e superficie esterna delle radici, viene mobilizzata una resistenza addizionale dovuta allo sviluppo di forze di trazione all'interno delle radici stesse; per la descrizione di questo comportamento sono stati proposti diversi modelli di tipo statico e modelli basati sull'equilibrio limite delle forze (Wu, Waldron, Gray e Oshashi, ecc.) che mettono in luce un incremento di resistenza al taglio dovuto alla presenza delle radici.

Nel caso di onda anomala le radici possono rallentare l'asportazione di sedimenti durante il "risucchio" dell'onda e imbrigliarne la propagazione successiva una volta che la stessa abbia scaricato la sua energia sul terreno.

Verificata la stabilità della pianta si può ora comprendere quale effetto possa avere sull'idrodinamica delle onde un presidio uniforme e continuo di mangrovie: uno smorzamento dell'altezza dell'onda dissipando parte della sua energia distruttiva, anche se parziale, e un ritardo nel tempo di raggiungimento della costa retrostante andando così a mitigare l'effetto di istantaneità del rovesciamento dell'onda sulla costa.

Particolare cura andrà posta alla ricerca dell'ottimizzazione del posizionamento della vegetazione in quanto come già detto occorre realizzare una barriera fitta e continua posta a protezione delle zone più densamente abitate, situazione questa che mal si concilia con le esigenze di impianti turistici e di buona parte della popolazione che trae unico sostentamento dal turismo, e con governi autoritari che mal concepiscono la possibilità di un ritorno delle coste al loro stato naturale.

Riconoscendo come legittime le esigenze di tutte le parti in causa si potrebbero studiare particolari disposizioni (ad esempio vere e proprie isole all'interno della spiaggia, disposizioni in parallelo, ecc.) riducendo di poco le spiagge bonificate e favorendo una nuova tipologia di turismo come ad esempio il turismo "ecologico"; il turista moderno dovrebbe accettare di buon grado la possibilità di scoprire le originali caratteristiche naturali dei luoghi che frequenta.

La restaurazione degli ambienti naturali: le palme da cocco

Vi è un'altra pianta che potrebbe essere utilizzata maggiormente come protezione dalle onde anomale ed è la palma da cocco.

Questa pianta è il secondo elemento portante dell'ecosistema costiero tropicale di queste zone: con il suo tronco alto (in alcuni casi fino a 40 metri), snello e flessibile, abituata a resistere alla forza di uragani e monsoni stagionali non ha subito grosse perdite nel corso della catastrofe del 26 dicembre. Neppure l'inusuale presenza di grosse quantità d'acqua salmastra sul terreno

dovrebbe aver creato problemi a questa pianta, abituata a crescere al limite delle spiagge e a pochissima distanza dal mare.

La coltivazione di palme da cocco ha rappresentato, e ancora in parte rappresenta, prima dell'arrivo del turismo di massa, una delle principali fonti di reddito per tutte le popolazioni del sud-est asiatico. La nascita del turismo ha ridotto le coltivazioni per far posto agli insediamenti urbani.

Anche questa pianta può tornar utile alla nostra causa: posta come protezione alle case dei pescatori oppure a difesa dei villaggi turistici che si spingono sino alla spiaggia o ancora sugli atolli a protezione degli esclusivi bungalow, possono salvare parecchie vite umane. È auspicabile che vi sia una massiccia restaurazione di queste piante soprattutto lungo le zone costiere e in particolar modo in quella zona cuscinetto che divide il centro urbano vero e proprio dalla spiaggia.

La ricostruzione e la riorganizzazione del territorio

Un nuovo problema si affaccia all'orizzonte: proprio in tale zona risiedono le maggiori strutture alberghiere e i poveri villaggi dei pescatori.

Dalle interviste rilasciate dai pescatori sopravvissuti è apparso chiaro che, nonostante siano consapevoli del rischio a cui è soggetta la zona costiera, non si trasferiranno più all'interno perché non possiedono porti di attracco per le loro imbarcazioni che sono costretti, ogni giorno, a trascinare sulla sabbia. I loro villaggi densamente popolati (spesso 500 metri di spiaggia sono abitati da più di mille persone) ma costruiti con materiali non idonei a sopportare la furia dell'onda, sono stati spazzati via mentre le strutture turistiche in cemento armato e mattoni hanno resistito alla forza d'urto.

Dobbiamo però registrare che le abitazioni in mattoni in campo aperto sono state rase al suolo mentre le poche circondate da palme da cocco hanno in qualche modo resistito.

Si potrebbe proporre, in questo caso, una fascia costiera di tutela in cui sia vietata la costruzione edilizia (quindi anche la ricostruzione), da destinare alla creazione di un cuscinetto naturale, agevolando però i pescatori locali con zone debitamente attrezzate per il rimessaggio e l'approdo delle loro rudimentali imbarcazioni; non stiamo parlando di moli o banchine come siamo soliti intendere noi occidentali ma di strutture molto più minute e integrate con l'ambiente circostante.

La zona cuscinetto proposta, oltre ad avere un effetto di smorzamento dell'altezza dell'onda, dovrebbe contenere al suo interno delle opere (trincee drenanti, fossi di guardia,...) in grado di facilitare quello che in idraulica degli efflussi possiamo definire riflusso dell'onda (un problema gravissimo è infatti la permanenza di vaste aree allagate per lunghi periodi dopo l'evento). Tali opere dovrebbero si facilitare il defluire delle acque salate al loro luogo d'origine ma anche fungere da filtro per incorporare le eventuali sostanze inquinanti (oli, combustibile, liquami, ecc.) liberatesi durante l'inondazione.

Ho notizie che per la ricostruzione si stanno utilizzando tecniche e materiali più adeguati rispetto alle costruzioni precedenti, grazie all'aiuto di volontari e personale specializzato messo a disposizione dalle varie organizzazioni.

Nel distretto di Cuddalore, in India, le pareti perimetrali e le fondazioni delle case vengono realizzate in ferro cemento mentre il tetto è quello che possedevano le abitazioni della zona con foglie di palma da cocco perché offre un'adeguata protezione dall'insolazione e dalle intemperie e non necessita maestranze specializzate per la manutenzione.

La ricostruzione delle abitazioni con materiali più adeguati è sicuramente una via auspicabile ma al tempo stesso si dovrebbe pensare a proporre nuove geometrie delle aree abitate che evitino di esaltare la furia dell'onda costretta a sfogarsi in pochi varchi. Ad esempio una geometria a scacchiera risulterebbe assorbire meglio l'energia dell'onda rispetto a una muraglia continua di case separate tra loro da stretti vicoli; infatti studiando le rovine lasciate dal maremoto è possibile capire come siano rimaste in piedi soprattutto le strutture poste in senso perpendicolare rispetto alla linea della costa che hanno offerto meno resistenza all'urto dell'acqua.

Partendo da questa considerazione i ricercatori del laboratorio SENSEable del prestigioso MIT (Massachusetts Institute of Technology) coordinati dall'ing. Carlo Ratti in collaborazione con gli studenti di Harvard e con il centro di progettazione inglese Buro Happold, hanno messo a punto una nuova modalità di costruzione in grado di garantire una solidità fino a cinque volte superiore a quella delle tradizionali abitazioni della costa dello Sri Lanka. L'idea è quella di suddividere la struttura unica delle tradizionali abitazioni cingalesi in quattro pilastri portanti realizzati in blocchetti di cemento intrecciati con tondini di metallo che gli conferiscono una solidità molto simile al calcestruzzo ma a un prezzo minore lasciando che le parti che completano l'edificio vengano realizzate con prodotti tipici e personalizzabili nel tempo. La disposizione di queste abitazioni dovrebbe permettere all'acqua di defluire rendendo il progetto senza dubbio molto interessante.

A mio avviso, tali strutture, anche se più resistenti, non possono comunque essere posizionate a ridosso della costa.

Se da una parte si introduce nella popolazione il concetto di avere una casa sicura, dall'altro si rischia di offuscare quella che è la regola fondamentale per salvarsi la vita in caso di tsunami: scappare e portarsi il prima possibile nei punti del territorio circostante a maggiore quota rispetto al livello del mare.

Infine si può ipotizzare la costruzione di strutture di rifugio a più piani e di adeguata robustezza che presentino grande facilità di accesso ai piani più alti tenendo però in debita considerazione che in molte isole dell'arcipelago Malese vi è il divieto di costruire abitazioni al di sopra dell'altezza delle palme proprio per non andare a stravolgere lo *sky-line* costiero.

Conclusioni

In conclusione credo che la potenza restauratrice della natura possa recuperare prima di quanto si creda gran parte del suo patrimonio perduto o addirittura sostituirlo con nuovi ecosistemi che meglio si adatteranno alle nuove condizioni istauratesi.

Sarà compito dell'uomo contemporaneo saper sfruttare al meglio gli insegnamenti che essa ci fornirà, sapendo cogliere per tempo le indicazioni e tradurle in scienza e tecnica.

Per la bibliografia contattare l'autore.

Vulcani e tsunami: gli interventi all'isola di Stromboli del 2002/2003

Daniele F. Bignami, Politecnico di Milano

Gli tsunami, come possono essere generati dai terremoti, possono essere conseguenza anche delle attività vulcaniche. Il rischio legato ai fenomeni vulcanici però, allo stesso modo del rischio idrogeologico e a differenza del rischio sismico, può essere affrontato utilizzando le informazioni fornite dalla sorveglianza di *precursori* di evento. Cercare di *prevedere* un'eruzione per sapere quando avverrà, con quale intensità e su quale territorio, è uno dei compiti della vulcanologia. Ai fini di una corretta gestione del territorio e delle calamità (compresi di conseguenza gli tsunami) è importante conoscere le possibilità offerte dalle attività di *previsione* e *preannuncio* nel compiere le scelte di *prevenzione* dei danni, di *salvaguardia* delle persone e dei beni, di organizzazione del *soccorso* e di *superamento dell'emergenza*.

La difesa dalle calamità infatti non può essere affidata alle sole strutture della protezione civile, intese solo come organizzatrici di soccorsi e di interventi urgenti da mettersi in atto, anche se con la migliore preparazione, solo al verificarsi di una eventuale situazione di emergenza. Occorre invece che ogni comunità, in maniera coordinata con gli esperti della protezione civile e con gli esperti degli istituti di ricerca scientifica competenti nei diversi rischi, attraverso le istituzioni, perseguano, con metodo e responsabilità, le migliori politiche possibili di *riduzione del rischio*.

Risulta da questo punto di vista interessante analizzare l'intervento in via di conclusione a Stromboli per evidenziare l'utilità e l'efficacia della collaborazione tra le differenti discipline "tecnologiche", "fenomenologiche", "organizzative" e "pianificatorie", che hanno concorso alle attività di riduzione del rischio sull'isola.

Il contesto

Stromboli è un vulcano esplosivo che si eleva per quasi 3000 metri dal fondo del mare (la sua quota s.l.m. è invece pari a 924 m), situato 22 miglia marine a nord-est di Lipari, facente parte dell'arcipelago delle isole Eolie, che sono parte di una struttura vulcanica ad arco generata dalla convergenza tettonica tra le placche africana ed europea al largo delle coste settentrionali della Sicilia.

Sull'isola sono presenti l'abitato di Stromboli (Comune di Lipari - ME) e il villaggio di Ginostra. Complessivamente 400 abitanti, ma in estate le presenze turistiche raggiungono le 4-8.000 presenze.



Figura 1 - L'isola di Stromboli e l'arcipelago delle Eolie (Sicilia)

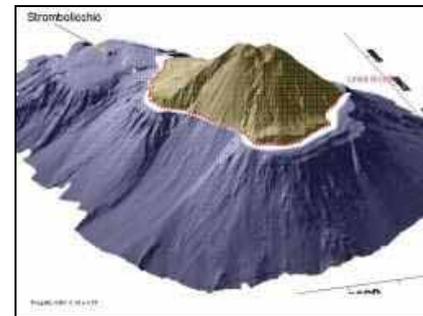


Figura 2 - Stromboli: il vulcano e il suo sviluppo sia nella parte emersa, sia nella parte sommersa (DPC)

Abitanti e turisti assistono quotidianamente, senza pericoli di rilievo, alle continue emissioni di gas e alle frequenti esplosioni (circa ogni 10-20 minuti e alte fino a 100-200 m) che si verificano in quota all'interno della zona dei crateri sommitali. Questa attività è così tipica tanto da essere stata definita *stromboliana*. Essa dura sull'isola da circa 2.000 anni e segnala la presenza, all'interno del cono vulcanico, di un condotto magmatico aperto. Turisti e abitanti però sono anche esposti con frequenze "episodiche" a fenomeni più violenti, come colate laviche, esplosioni maggiori, parossismi, valanghe di materiale caldo, ricadute di ceneri e piccoli tsunami.

Le analisi delle informazioni storiche sull'attività vulcanica a Stromboli evidenziano come questi fenomeni hanno causato, dal 1558 ad oggi, alcune decine di morti (l'ultimo decesso, di un turista in visita ai crateri in quota, è del 1986) e non pochi danni alle aree abitate e coltivate (che a seguito dei fenomeni avvenuti del 1930 sono state abbandonate), anche se non hanno riscontrato il verificarsi eventi di portata distruttiva. Poiché il tipo di attività vulcanica di Stromboli è inalterata da molti secoli, le analisi condotte dai vulcanologi sono ritenute valide per una estrapolazione dei possibili eventi futuri.

Gli eventi recenti

Il 28 dicembre 2002 a Stromboli è iniziato un periodo di attività vulcanica, con colate di lava e movimenti franosi, culminati il 30 dicembre in una frana di circa 16 milioni di m³ di roccia per la maggior parte staccatasi al di sotto del livello del mare. La frana ha causato uno tsunami alto fino a 10 metri, che ha investito, con intensità calante al crescere della distanza, anche le altre isole Eolie e le coste di Calabria e Sicilia (dove, a Milazzo, sono stati rotti gli ormeggi di una nave da carico), causando, a Stromboli e in misura minore nelle altre isole dell'arcipelago, ingenti

Tabella 1 - Tipologie di evento e relativi tempi di ritorno.

Fenomeno	T di ritorno
Colate laviche (fino al mare nella <i>Sciara del Fuoco</i>).	3,7 anni
Esplosioni maggiori (lanci di blocchi e emissioni di gas nocivi nelle zone limitrofe ai crateri, oltre quota 400 m s.l.m.). 1986: 1 morto.	6 mesi
Parossismi (eventi esplosivi più potenti con lanci di "bombe" fino a 10 t anche a 2,5 Km di distanza e con detonazioni udite in Sicilia e Calabria (80 Km di distanza). 1930: 24 feriti e 6 morti, 1919: 4 morti)	16 anni (ultimi due secoli: 8; dal 1874: 5)
Valanghe di materiale caldo (gas e ceneri ad alta temperatura più pesanti dell'aria che percorrono a notevole velocità le pendici del vulcano).	20 anni
Tsunami. 1 morto dal 1879.	20 anni

danni alle imbarcazioni e agli edifici vicini alla costa (nessun lutto grazie al periodo di vuoto turistico).

Il 5 aprile 2003 si è verificata una violenta esplosione dai crateri centrali che ha proiettato materiale lavico soprattutto alle quote superiori ai 400 m, ma è arrivata anche a colpire due edifici a Ginostra. L'emissione di lava avvenuta ad una quota di circa 550 m, nella zona dell'isola chiamata "Sciara del Fuoco", è proseguita fino al 21 luglio 2003.

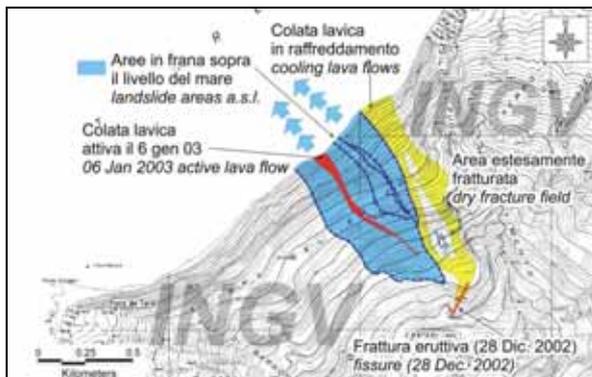


Figura 3 - Schematizzazione dell'evento del 28 Dicembre 2002 (INGV).



Figura 4 - Le onde di tsunami a Stromboli (DPC)

La risposta

Immediatamente dopo l'inizio dell'attività eruttiva ed il maremoto da essa generato, il 30 dicembre 2002, in base alla Legge n. 286 del 27/12/2002, sono stati conferiti al Capo del Dipartimento della Protezione Civile (DPC) i poteri di agire a mezzo di ordinanza in deroga alle leggi vigenti, poteri che in precedenza potevano venire esercitati, in base alla Legge n. 225 del 24/02/1992, solo dopo la dichiarazione di *Stato di Emergenza* (avvenuta in questo caso il 10/01/2003).

Il 2 gennaio, in applicazione di quanto previsto dalla direttiva *Augustus* sulla pianificazione di emergenza¹ è stato attivato a Lipari un Centro Operativo Misto (COM) e, sfruttando la prevista versatilità dei contenuti della direttiva, anche un Centro Operativo Avanzato (COA) a Stromboli. In entrambi i centri sono state attivate *funzioni di supporto*, alcune delle quali specifiche per l'evento in corso e non previste dallo "standard" del Metodo *Augustus*. A Lipari sono state attivate le *funzioni di supporto*:

¹ Il Metodo *Augustus* è la sintesi operativa degli indirizzi per la pianificazione di emergenza, preparata dal DPC, per soddisfare il bisogno di unitarietà, ai diversi livelli amministrativi dello Stato, nella gestione delle emergenze.

- pianificazione d'emergenza (per la protezione della popolazione delle isole Eolie, della Sicilia e della Calabria);
- evacuazione (degli abitanti di Stromboli);
- assistenza della popolazione;
- gestione del traffico aereo (elicotteri) e marittimo.

A Stromboli sono state invece attivate quelle:

- tecnico-scientifica (per l'analisi dei fenomeni in atto);
- pianificazione di emergenza;
- telecomunicazioni (per assicurare le comunicazioni);
- mass media (per curare i rapporti con la stampa);
- sanità;
- volontariato (per la gestione dei diversi gruppi);
- censimento della popolazione (per la verifica dei dispersi).

Il 21 gennaio il Capo del DPC, nominato *Commissario delegato* per l'emergenza alle Eolie, sentito il parere della Sezione Rischio Vulcanico della Commissione Nazionale per la Previsione e la Prevenzione dei Grandi Rischi (CNPPGR), ha nominato un apposito Comitato tecnico-scientifico, avente funzione di supportarne l'attività di gestione dell'emergenza.

Passata la fase di emergenza e in base alle valutazioni della CNPPGR il 26 febbraio sono stati rimossi sia l'ultima preclusione di accesso all'isola ai non residenti (decretata nelle ore immediatamente successive agli eventi di fine 2002), sia l'invito a non restare sull'isola ai residenti, alcuni dei quali (una ventina a Stromboli e quattro a Ginostra) non hanno mai voluto abbandonare l'isola, nemmeno nei primi giorni di gennaio in cui oltre ai fenomeni eruttivi il vento soffiava a 50 nodi e il mare era forza 7.

Fin dai primi giorni successivi all'evento, sempre in collaborazione con la CNPPGR e con numerosi enti di ricerca e università, è stata avviata presso il COA la gestione di una innovativa rete di monitoraggio attiva 24 ore su 24 per la sorveglianza del vulcano e in particolare della zona della "Sciara del Fuoco". Essa prevede la raccolta (in continuo o con cadenza giornaliera) di dati radar, fotogrammetrici, G.P.S., termici, infrasonici, sismici, clinometrici, magnetometrici, gravimetrici, chimici, geochimici e batimetrici.

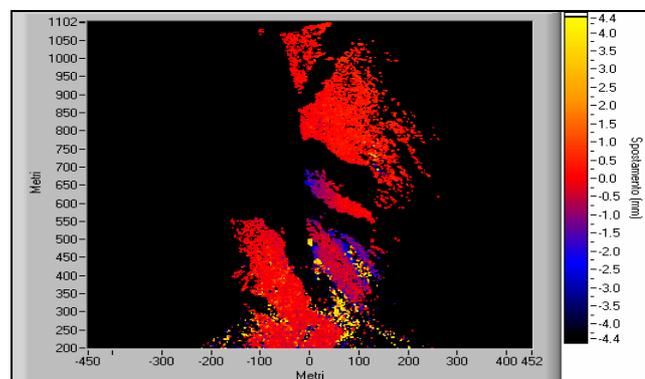


Figura 5 - Immagine radar dei movimenti franosi (LisaLAB)

Inoltre essa sfrutta, allo scopo di avvisare la popolazione della eventuale formazione di altri tsunami, i dati trasmessi da due ondametri e due telecamere fisse (rispettivamente posizionati al largo e in vista della zona della Sciara del Fuoco).

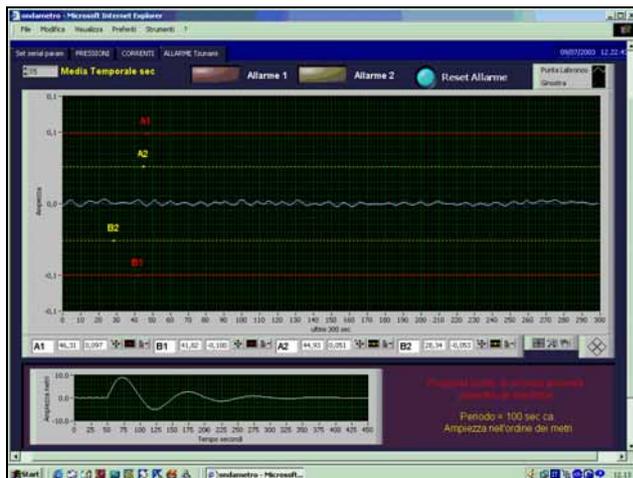


Figura 6 – L'interfaccia software di gestione dell'allarme tsunami (DPC)

Il piano di emergenza per il rischio tsunami prevede infatti, non appena venisse segnalata dagli strumenti un'onda anomala (o una frana incipiente nella zona della Sciara del Fuoco), l'attivazione di un allarme a mezzo di sirene allo scopo di permettere alla popolazione di allontanarsi dal mare e dalle spiagge e di salire oltre la quota di sicurezza (10 m s.l.m.) per recarsi nelle aree di raccolta. Per le altre isole Eolie e per le coste della Calabria e della Sicilia è previsto un sistema di invio a tutte le autorità di sms, e-mail e fax gestito automaticamente da tre personal computer appositamente dedicati a questa funzione.



Figura 7 - Particolare del piano per il rischio tsunami a Stromboli: in rosso le sirene, in verde vie di fuga e aree di raccolta (DPC)

Sempre a tutela della popolazione, con ordinanza del 20 aprile il sindaco del comune Lipari ha vietato alla popolazione di superare quota 290 a Stromboli senza essere accompagnati dalle guide vulcanologiche e ha sancito la completa interdizione a superare quota 400, mentre un'ordinanza della Capitaneria di Porto di Milazzo ha interdetto la navigazione nel tratto di mare entro i 400 m dalla costa della Sciara del Fuoco.

Per poter riprendere l'attività escursionistica sul vulcano, rinomata a livello internazionale e rilevante dal punto di vista economico per l'isola, e per permettere un accesso ragionevolmente sicuro a ricercatori ed esperti è in fase avanzata di realizzazione un nuovo sistema di sentieri e di aree di riparo (*shelter*) per la salita alla zona dei crateri, allo scopo di diminuire, rispetto all'attuale percorso (che bordeggia la Sciara del Fuoco), l'esposizione degli escursionisti agli effetti dei fenomeni eruttivi di media intensità. Sempre per migliorare la sicurezza sull'isola (ma anche nel resto delle isole Eolie e sulle coste della Calabria e della Sicilia) è stata installata una nuova rete

radio, in aggiunta ai tradizionali sistemi di comunicazione che potrebbero non garantire il funzionamento in situazione di emergenza, dedicata a garantire le comunicazioni nel caso di eventi calamitosi (come nel caso di uno tsunami di particolare intensità). A questo scopo è stato attivato anche un sistema satellitare di rilevamento (su GIS) della posizione delle guide vulcanologiche che accompagnano in quota operatori di protezione civile, scienziati e turisti.



Figura 8 - Le restrizioni di accesso a Stromboli nel 2003-04 (DPC)

Il 7 marzo inoltre è stata emanata una Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri con la quale sono stati presi numerosi provvedimenti per fronteggiare l'emergenza, come a seguito di ogni grande emergenza. Essa ha autorizzato una convenzione con l'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV) per la gestione delle attività di monitoraggio e ha stabilito la realizzazione di infrastrutture per il trasporto aereo e marittimo: un sistema di 8 *elisuperfici*, distribuite in diversi punti dell'isola destinato ad eventuali attività di prevenzione e soccorso, supporto logistico, monitoraggio e lotta agli incendi, e un *molo*, a Ginostra, per garantire l'eventuale evacuazione dell'abitato, attualmente accessibile solo via mare in condizioni di mare poco mosso con imbarcazioni di dimensioni assai ridotte. Il problema evacuazione in condizioni meteo avverse in presenza di fenomeni eruttivi rilevanti c'è anche per Stromboli, tanto che è stato previsto nei piani di emergenza l'eventuale utilizzo delle navi della Classe *San Giorgio* con i mezzi da sbarco della Marina Militare.

Conclusioni

L'intervento descritto mostra come le esigenze di protezione civile per la difesa della popolazione dai rischi naturali (anche nel caso di calamità come le eruzioni vulcaniche e gli tsunami) possano guidare anche interventi di gestione territoriale e realizzazione infrastrutturale compatibili con il mantenimento degli insediamenti e delle attività economiche delle comunità.

Per la bibliografia contattare l'autore.

Le catastrofi naturali nei paesi in via di sviluppo: l'azione della cooperazione internazionale e gli sbocchi professionali dell'ingegnere A&T

Luca Palazzotto, COOPT-Cooperazione Internazionale

L'evento del 26 Dicembre 2004 ha messo più che mai in evidenza un problema ricorrente delle regioni povere del mondo: la loro drammatica vulnerabilità di fronte alle catastrofi naturali. La ragione risiede nelle scarse capacità di questi paesi di far fronte agli imprevisti: economie deboli e politiche instabili non consentono l'attuazione di azioni adeguate per la preparazione e prevenzione dei disastri.

Il problema della vulnerabilità dei paesi in via di sviluppo di fronte alle minacce naturali è stato da tempo preso in considerazione nell'ambito della cooperazione internazionale, fino al punto di essere stato considerato come una linea di azione chiave da parte di ECHO (European Community Humanitarian Office), il dipartimento di aiuti umanitari dell'Unione Europea, presente in tutte le regioni del mondo in cui si riscontrano situazioni di emergenze umanitarie dovute a guerre, guerriglie, conflitti sociali o catastrofi naturali.

ECHO è nata nel 1992 come ufficio di aiuti umanitari dell'Ue, sviluppando una esperienza negli interventi di prima emergenza ed emergenza. Negli anni ha ampliato i propri campi d'azione insieme al proprio portafoglio.

Nel 1996 è nata, all'interno di ECHO, la linea di finanziamento DIPECHO, specificamente incentrata sulla preparazione ai disastri (Disaster Preparedness), toccando talvolta anche aspetti legati più propriamente alla prevenzione. DIPECHO è tutt'ora una linea di finanziamento unica nel mondo della cooperazione, ed ha il merito di aver definitivamente evidenziato un problema chiave dei paesi in via di sviluppo (la vulnerabilità) definendo linee d'azione appropriate dirette a ridurre l'entità.

Prima ancora che un problema, quello della vulnerabilità è un concetto divenuto oggetto di studio da parte di istituzioni internazionali e centri di ricerca sullo sviluppo, la cui peculiarità è di essere al contempo tra le cause e gli effetti della povertà dei paesi in via di sviluppo.



Figura 1 - Comunità inondata (aprile 2005, provincia de Los Rios, Ecuador).

Cercando di darne una definizione approssimativa, la vulnerabilità si può considerare come l'incapacità di una persona, comunità, stato... di rispondere ad un fenomeno avverso.

La condizione di dipendenza è considerata come la principale causa che origina vulnerabilità.

Per rendere più chiaro il concetto è bene presentare un esempio concreto.

L'economia di uno stato come l'Ecuador si basa essenzialmente sull'esportazione di banane, petrolio, gamberetti e cacao. Il paese non garantisce alcuna tutela sociale ai propri cittadini: nè sanitaria, nè tantomeno pensionistica. La politica ha demandato questo compito interamente alle assicurazioni, che solo i ricchi si possono permettere di pagare.

In un tale sistema economico un anno di siccità, o ancora peggio di inondazioni, provoca un disastro economico a cui il paese non è in grado di rispondere. In particolare si impoveriscono gli strati sociali più deboli (i giornalieri impiegati dalle aziende per la raccolta delle banane, pagati 6 dollari diari senza nessuna garanzia di continuità e senza tutele sociali o sanitarie alcune) che vedono aggravarsi il proprio stato di povertà e che divengono vittime e a loro volta causa della vulnerabilità del paese.

Come si può immaginare i fenomeni di dipendenza si intrecciano in un circolo vizioso: da un lato si osserva la dipendenza esterna del sistema economico dall'esportazione di prodotti agricoli, dall'altro quella interna della popolazione, impiegata per circa il 50 per cento nel settore agricolo stesso.

DIPECHO promuove progetti incentrati sulla "riduzione della vulnerabilità" attraverso un insieme di azioni congiunte e tra esse complementari, a partire dall'educazione a livello locale, fino all'implementazione di sistemi di risposta alle minacce (Early Warning System), dalle opere di mitigazione, al rafforzamento degli organismi di risposta (Protezione Civile, Croce Rossa, Pompieri...).

Se da un lato si dice che "un dollaro speso in prevenzione equivale a 7 risparmiati nella ricostruzione", resta da



Figura 2 - Inondazione di una azienda agricola produttrice di banane, (aprile 2005, provincia de Los Rios, Ecuador).

aggiungere che solo una prevenzione adeguata può raggiungere un tale obiettivo. Diversamente si va incontro ad un inutile spreco di risorse economiche ed energie umane.

Nonostante le intenzioni, le scarse competenze degli operatori delle ONG e degli organismi internazionali, rende in linea di massima difficile il conseguimento di risultati efficaci nell'ambito dei progetti finanziati.

Si tratta però di una linea di finanziamento molto giovane ed in continua e rapida evoluzione, ed insieme ad essa stanno evolvendo le istituzioni e le organizzazioni che vi lavorano.

Molti di questi organismi si stanno rendendo conto della necessità di competenze più specifiche per poter dare vita ad azioni che abbiano riscontri concreti e con una efficacia non più occasionale.

Non a caso si manifesta con sempre maggior convinzione la necessità di supporti più consistenti da parte della comunità scientifica alle azioni sviluppate dalle singole organizzazioni

(http://europa.eu.int/comm/echo/whatsnew/calls_en.htm

oppure

http://europa.eu.int/comm/echo/whatsnew/calls_fr.htm,

in particolare leggere le indicazioni date nel capitolo 1.3).

Tra gli ambiti di azione trasversali al tipo di minaccia naturale una importanza notevole è ricoperta dall'acqua (protezione, approvvigionamento, potabilizzazione, gestione idrica per irrigazione, ecc.) per lo stretto legame con la diffusione di epidemie, causa di aumento della vulnerabilità delle comunità più povere e isolate.

Come già accennato, la linea di finanziamento DIPECHO parla di "preparazione" (*preparedness*) e non di "prevenzione".

La differenza è molto semplice: se nell'ambito della prevenzione si agisce per ridurre il rischio che un certo fenomeno produca effetti devastanti (nel caso di un terremoto, la prevenzione potrebbe essere la costruzione di edifici antisismici), la preparazione è più incentrata sull'educazione.

L'azione prevede dunque processi formativi a tutti i livelli, a partire da quello comunitario fino al nazionale e regionale (inteso come insieme di nazioni appartenenti ad una regione geografica con caratteristiche geomorfologiche, climatiche e sociali molto simili).

Le opere di mitigazione hanno, all'interno di questa linea, carattere prevalentemente dimostrativo: non si propongono dunque di risolvere definitivamente un problema, ma piuttosto di indicare soluzioni adeguate alle capacità locali di azione.

Questa importante distinzione limita di fatto la possibilità di eseguire interventi in grado di prevenire le catastrofi su larga scala (provincia o regione).



Figura 3 - Rio Vinces in secca (gennaio 2005, provincia de Los Rios, Ecuador).

La conseguenza paradossale è che, talvolta, la sola occasione per attuare interventi di prevenzione su una scala adeguata all'entità e all'impatto dei fenomeni naturali, è durante la fase di ricostruzione! Il paradosso è dovuto al fatto che i finanziamenti spesi per la fase di ricostruzione sono di norma molto più ingenti di quelli dedicati alla prevenzione, grazie anche alla grande risonanza mediatica e al forte impatto che i disastri provocano sulla opinione pubblica mondiale.

Parlando di cifre, tra il 1996 e il 2004 ECHO ha destinato alla linea DIPECHO circa 78 milioni di euro per 319 progetti in tutto il mondo, contro i 123 milioni spesi in un sol colpo per offrire aiuto umanitario in Malesia, e i 350 milioni previsti per la fase di ricostruzione (http://www.delvnm.cec.eu.int/en/develop&coop/del&coop_human.htm).

Si potrebbe e si dovrebbe dunque pensare di approfittare degli ingenti finanziamenti stanziati per la fase di ricostruzione per occuparsi al contempo dell'aspetto della prevenzione, includendo come trasversali e imprescindibili le azioni volte a prevenire nuove potenziali catastrofi.

Alla luce delle precedenti considerazioni, un passo importante verso una miglior efficacia degli interventi sia di preparazione e prevenzione, sia di ricostruzione, è la professionalizzazione del settore. Le istituzioni scientifiche e tecniche in grado di apportare qualità a questo tipo di interventi hanno non solo l'opportunità, ma anche il dovere morale di proporsi laddove possano essere d'aiuto, mettendo a disposizione le proprie conoscenze e la propria capacità di analisi dei problemi.

L'attuale carenza delle istituzioni nostrane è indubbiamente la mancanza di flessibilità, necessaria per adattarsi a situazioni e capacità umane molto lontane dai nostri standard.

Questo momento di apertura del mondo della cooperazione a nuovi contributi, grazie all'evoluzione del concetto di cooperazione in seno alla Unione Europea, può offrire una prospettiva interessante all'ingegneria ambientale, la cui competenza tecnica è affiancata da una vocazione più propriamente sociale che è la tutela dell'ambiente (tema sempre più trasversale ad ogni tipo di intervento nell'ambito della cooperazione). È necessario però saper conquistare gli spazi di propria competenza. È una opportunità da cogliere, da un lato per migliorare il mondo della cooperazione e dall'altro per dare un impulso alla figura dell'ingegnere ambientale nel difficile panorama del mondo del lavoro.



Figura 4 - Rio Vinces in piena (aprile 2005, provincia de Los Rios, Ecuador)

Riflessioni sulla conoscenza dei fenomeni naturali e sulla sensibilità alle situazioni di rischio

Vittoria Riboni, Responsabile GdL Acqua&Territorio

Molteplici sono gli aspetti in cui la professionalità di un Ingegnere che si occupa di difesa del suolo viene chiamata in causa in un evento come quello accaduto il 26 Dicembre del 2004: l'estrema vulnerabilità dell'uomo nei confronti di fenomeni naturali rari ma dalle conseguenze apocalittiche, l'importanza dell'istruzione dei tecnici che si devono occupare di tutelare la pubblica incolumità, l'educazione a comportamenti corretti in condizioni di emergenza e la cultura del ricordo e della celebrazione delle catastrofi avvenute in passato a titolo di insegnamento per il futuro.

La sensibilità alle situazioni di rischio

Sin dai tempi antichi si narra di catastrofi o fenomeni naturali più o meno realmente accaduti (il diluvio universale, la scomparsa di Atlantide, ecc). La memoria di questi eventi suscitava negli individui timore nei confronti della natura ma soprattutto grande attenzione ai "segni premonitori".

La tecnologizzazione e l'artificializzazione della nostra quotidianità ci ha allontanati dal contatto diretto con il territorio e quindi la capacità dei singoli di interpretarne direttamente i fenomeni si è ridotta notevolmente.

E' altresì vero che la tecnologia ha reso una cerchia ristretta di persone profonde conoscitrici di una grandissima quantità di fenomeni naturali. Le stesse sono chiamate a progettare opere per la tutela degli individui e a sviluppare tecnologie informative affinché la rapida produzione di informazioni utili alla pubblica incolumità (tramite modelli per la previsione delle piene, dei tornadi, delle eruzioni vulcaniche ecc..) consenta di intervenire in tempi rapidi (tramite sistemi di preallarme, piani di protezione civile, ecc..).

Tutto questo ci rende forti e fragili nello stesso tempo. Basta infatti che un meccanismo della delicata rete informativa si inceppi ed è il caos. Per non parlare di quando questa rete è assente del tutto come nel caso del maremoto in Asia.

Viviamo in sostanza sicuri e fortemente dipendenti dalla tecnologia che ci circonda. La mancanza di reattività di fronte al pericolo che incombe e la scarsa sensibilità al rischio ne sono le conseguenze più diffuse.

Drammatici ed inquietanti sono stati alcuni comportamenti che hanno contribuito ad aumentare il numero delle vittime: chi andava tragicamente incontro alla morte, inoltrandosi verso l'orizzonte alla ricerca "del mare che era sparito", chi invece assisteva impietrito all'innalzamento rapido della corrente e che non era in grado di reagire e gestire per quanto possibile la situazione.

Per questo motivo l'istruzione, la sensibilizzazione al rischio e l'educazione ai comportamenti in situazioni di pericolo sono temi importanti di cui l'ingegnere del nostro settore si deve occupare.

Perché se i singoli individui non sono consapevoli dei rischi che li circondano è senz'altro anche responsabilità di coloro che sanno e che hanno il compito di fornire tutte le

informazioni necessarie e di farlo in modo che le stesse vengano efficacemente recepite.

Questi temi toccano quindi sia aspetti tecnici che culturali: al tecnico il dovere di informare in maniera efficace, al singolo di responsabilizzarsi nelle situazioni di emergenza, dove il contributo di tutti (tecnici e cittadini) è determinate per il risultato finale.

La formazione e l'educazione ai comportamenti

Una adeguata istruzione è importante a tutti i livelli:

A livello della scuola dell'obbligo: ove i giovani studenti hanno una sensibilità maggiore alle problematiche ambientali rispetto agli adulti. Emblematico è il caso di Tilly, bambina britannica di dieci anni, che ha salvato decine di persone dal maremoto perché in grado di capire quello che sarebbe accaduto grazie alle lezioni impartite a scuola: l'istruzione ricevuta l'ha resa sensibile al rischio.

A livello universitario: ove vengono formati i tecnici del futuro. Vorrei a questo punto fare una riflessione sulla capacità dell'ingegnere di oggi di osservare i fenomeni. Devo dire che le esperienze che più mi hanno insegnato sono state quelle in cui ho potuto fare delle osservazioni dirette sul campo. Queste mi hanno dato il senso delle dimensioni dei fenomeni, della complessità degli stessi e di conseguenza dei limiti delle teorie che si applicano nei modelli per la progettazione. La nostra Università ci fornisce un'invidiabile ed insostituibile base teorica, ma a mio parere non è altrettanto invidiabile la preparazione sull'osservazione dei fenomeni. Quanti, laureandi o appena laureati, sanno misurare a occhio la propria stanza? o dire quanto può essere la portata del rubinetto di casa? o quanto pesa un oggetto semplicemente tenendolo in mano? Queste possono sembrare delle banalità ma l'idea delle quantità semplici è importante per capire l'idea delle quantità più complesse. Sapere più o meno quanto "grande" può essere un fenomeno aiuta a capire se i numeri elaborati da un modello matematico possono essere significativi e credibili o meno.

Per tutti i cittadini: la formazione dei cittadini ad un comportamento corretto in situazioni di emergenza può essere svolta sia in forma obbligatoria, tramite leggi specifiche che incentivino la partecipazione a corsi formativi, sia in forma facoltativa attraverso la televisione la stampa e internet con messaggi chiari, semplici ma soprattutto "accattivanti".

Emergenza e comunicazione negli Stati Uniti

L'efficacia del recepimento dell'informazione è certamente funzione della sua accessibilità e chiarezza. Gli Stati Uniti ad esempio sono ad uno stadio molto avanzato in questo, diversi sono gli enti che si occupano di divulgare e sensibilizzare la popolazione sulle calamità naturali.

In particolare il FEMA (*Federal Emergency Management Agency*) è l'ente di maggiore importanza nel settore. E'

un'agenzia federale indipendente che risponde direttamente al presidente degli Stati Uniti.

E' capillarmente presente in tutto il paese con distaccamenti a vari livelli di importanza.

I principali compiti del FEMA sono:

- fornire informazioni sul livello di allerta;
- insegnare alla popolazione come sopravvivere ad un evento calamitoso;
- fornire supporto tecnico e logistico alle agenzie di emergenza locali;
- coordinare la risposta a livello federale ad un disastro;
- fornire assistenza a tutti i livelli da quello statale a quello individuale durante e dopo l'accadimento di una calamità;
- formare tecnici per la gestione dell'emergenza;
- amministrare il piano nazionale assicurativo contro gli eventi alluvionali;

Il sito web del FEMA è particolarmente articolato e ricco di informazioni utili a tutti. C'è anche una sezione dedicata ai bambini nata allo scopo di spiegare in modo semplice l'origine dei vari eventi calamitosi e di educare ad un comportamento corretto in caso di disastro.

... E in Italia

Anche il nostro paese comunque si sta muovendo in questo senso. Di particolare interesse è a tal proposito il progetto EQUAL sviluppato dalla protezione civile dell'Abruzzo.

Il progetto ha come obiettivo principale la fornitura di un supporto metodologico e tecnico ad imprese sociali che lavorano nel campo della protezione civile mirato ad accrescere la qualità del personale e dei servizi erogati e a sostenere la loro capacità imprenditoriale. Tra le finalità di rilievo c'è la creazione di una nuova figura professionale detta "il comunicatore del rischio" o "informatore di protezione civile" che potrebbe migliorare sensibilmente l'efficacia dell'attività di pianificazione dell'emergenza.

Infatti, la conoscenza del Piano di protezione civile da parte della popolazione è l'elemento fondamentale per rendere un Piano efficace. L'informazione alla popolazione deve essere caratterizzata da uno stretto rapporto tra :

- *conoscenza*: intesa come adeguata informazione scientifica dell'evento mediante l'uso corretto dei mass media;
- *coscienza*: presa d'atto della propria situazione di convivenza in una situazione di possibile rischio presente in un determinato territorio;
- *autodifesa*: adozione di comportamenti corretti in situazioni estreme.

I principali obiettivi del progetto sono quindi:

- Definire e creare la figura di esperto di comunicazione delle organizzazioni no profit nel campo della protezione civile. Tale figura dovrà essere in grado di utilizzare adeguatamente i moderni mezzi di comunicazione per sensibilizzare l'opinione pubblica sui temi inerenti la protezione civile (antincendio, terremoti, dissesto idrogeologico, ecc);
- Creare un osservatorio per la rilevazione del "chi fa cosa" al fine anche di studiare e sperimentare una campagna di sensibilizzazione ai problemi di protezione civile (utilizzando le prime nuove figure professionali formate).

- Creare una efficace rete a vari livelli (regionale, nazionale e transnazionale) per l'interscambio di esperienze e di buone prassi per la diffusione dei risultati e la promozione delle attività gestionali; tale rete si avvarrà delle più moderne tecnologie informatiche.

La memoria storica dei disastri

Infine un altro aspetto importante è la cultura della memoria storica degli eventi catastrofici.

Quante sono oggi le catastrofi avvenute nel nostro Paese che vengono adeguatamente celebrate e ricordate? Le catastrofi sono moltissime, ma di queste pochissime ne ricordiamo la ricorrenza (ad esempio l'alluvione di Firenze, il terremoto in Irpinia, ecc).

Per non parlare del fatto che comunemente si tende a confondere eventi prettamente naturali (la frana della Val Pola-Valtellina 1987) da eventi in cui la mano dell'uomo è stata determinata (la frana del monte Toc nella diga del Vajont, 1963).

Solo in occasione della tragedia nel sud-est asiatico i mass media hanno ricordato il maremoto di Messina del 1908. Questo fu il più grande maremoto mai registrato nel nostro Paese (massimo run-up pari a 13 metri), che ovunque si manifestò con un iniziale ritirarsi delle acque del mare seguito dopo pochi minuti da almeno tre ondate che portarono ovunque devastazioni e decine di migliaia di vittime.

Le località più colpite furono Pellaro, Lazzaro e Gallico sulle coste calabresi e Riposto, S. Alessio, Briga e Paradiso su quelle siciliane.

Abbiamo scoperto insomma che i maremoti ci sono anche da noi. Pare quindi che solo l'occorrenza di catastrofi richiami alla memoria altre catastrofi.

Riferimenti bibliografici

<http://www.protezionecivileinforma.it/>

<http://freeweb.supereva.com/vajont.freeweb/vajont.html?>

[p](#)

<http://www.fema.gov/>

<http://www.cronologia.it/storia/a1908b.htm>

**Nell'ambito di ECOMONDO
AIAT organizza il convegno:**

METODOLOGIE INNOVATIVE PER L'EDUCAZIONE ENERGETICA NELLE SCUOLE

Presentazione del progetto
"Piccoli risparmiatori di Energia"

**Venerdì 28 ottobre
10.00 – 13.00**

Kids4Energy 
piccoli risparmiatori
DI... ENERGIA 

Gli autori

Daniele Fabrizio Bignami, laureato nel 2001 in Ingegneria per l'Ambiente e il Territorio, dottore di ricerca in Pianificazione Urbana Territoriale e Ambientale, collabora con la Fondazione e con il Dipartimento di Architettura e Pianificazione (area di ricerca pianificazione territoriale e ambientale) del Politecnico di Milano. E' responsabile dei seminari didattici di "Metodi di Protezione Civile" e "Metodi Avanzati di Protezione Civile" negli insegnamenti di Protezione Idraulica del Territorio 1 e 2 nei corsi di laurea e laurea specialistica di Ingegneria per l'Ambiente e il Territorio del Politecnico di Milano. E' stato membro del consiglio direttivo di AIAT. (daniele.bignami@polimi.it)

Stefano Bobbi, laureato nel 2003 in Ingegneria per l'Ambiente e il Territorio presso il Politecnico di Milano (vecchio ordinamento), ha collaborato con studi professionali in materia di difesa del suolo e con il Consorzio Irrigazioni Cremonese in campo idraulico. Attualmente è titolare dello studio di ingegneria per la difesa del suolo: Disaster Management Consulting (<http://www.disasterconsulting.it>).

Adriano Murachelli, laureato nel febbraio 2002 in Ingegneria per l'Ambiente e il Territorio, dopo aver coordinato le attività tecniche presso la succursale di Lisbona della multinazionale spagnola *Geotecnia y Cimientos, S.A.*, ha operato in ambito di cantiere presso uno dei consorzi (*Eurovie scarl*) incaricati della realizzazione della linea TAV Milano-Bologna. Attualmente collabora alla progettazione di opere, quali viadotti autostradali, interagenti con sistemi idraulici, ed in particolare con ambienti fluviali. (amurachelli@ingegneriambientali.it).

Giuseppe Passoni, laureato nel 1987 in Ingegneria Idraulica al Politecnico di Milano. Ha conseguito il dottorato in Idraulica Marittima nel 1992 (Milano, Hannover, Bristol). Dal 1996 è docente di Idraulica Marittima, Meccanica dei Fluidi e Regime e Protezione dei Litorali al Politecnico di Milano. Collabora con il CNR-ISAC di Torino e Lecce, con il Woods Hole Ocean. Inst. (MA, USA), con il Lab. Met. Dynam. CNRS di Parigi. Si occupa di ricerca in idraulica marittima e fluidodinamica ambientale. (giuseppe.passoni@polimi.it)

Luca Palazzotto, laureato nel 2002 in Ingegneria per l'Ambiente e il Territorio, lavora per la Ong italiana COOPI - Cooperazione Internazionale. È stato capo del progetto DIPECHO "Reduction of vulnerability to natural hazards in Baba and Vines Cantons, Los Rios Province, Ecuador", finanziato da ECHO (dipartimento di aiuto umanitario dell'Unione Europea). (luicapalazzotto@yahoo.it)

Emanuele Regalini, laureato nel 1998 in Ingegneria per l'Ambiente e il Territorio, ha maturato esperienze di ricerca, progettazione e consulenza in diversi campi dell'ingegneria ambientale. Nel 2002 ha conseguito il diploma del corso avanzato in "Management, economia e diritto dei servizi a rete" del MIP-Politecnico di Milano e dal 2003 collabora con l'Autorità per l'energia elettrica e il gas nella Divisione gestione e controllo della domanda di energia. Dal 2002 è vice-presidente di AIAT (eregalini@ingegneriambientali.it)

Vittoria Riboni, laureata nel 1998 in Ingegneria per l'Ambiente e il Territorio presso il Politecnico di Milano lavora in proprio nel campo della difesa del suolo. Ha ricevuto incarichi professionali dal Politecnico di Milano, dal Comune di Prato, dalla Provincia di Prato, dal Consorzio di Bonifica Ombone P.se e Bisenzio, Attualmente collabora con uno studio di ingegneria civile per la progettazione delle opere idrauliche. E' assistente per le esercitazioni ai corsi di Idrologia dei Poli regionali del Politecnico di Milano a Lecco e Como (vrriboni@ingegneriambientali.it)

Le tematiche ambientali affrontate nei numeri precedenti di AIAT Informa

Il protocollo di Kyoto – Settembre 2003

Energia e clima: al lavoro – Dicembre 2003

Acqua e territorio – Aprile 2004

La mobilità urbana- Luglio 2004

La gestione dei rifiuti - Dicembre 2004

Tutti i numeri passati di AIATInforma sono a disposizione sul sito di AIAT all'indirizzo:
www.ingegneriambientali.it/bacheca/newsletter.php