

Valutazione degli effetti a lungo termine di un programma nazionale di riduzione dei rischi da inondazione

Cesar Oboni e Dr. Franco Oboni, Riskope International, www.riskope.com

Versione italiana a cura di Ing. Claudio Angelino e Ing. Bartolomeo Visconti, Polithema Società di Ingegneria, www.polithema.net

Introduzione

Questo articolo é tratto dal libro “*Improving Sustainability through Reasonable Risk and Crisis Management*” (F. Oboni, C. Oboni, 2007, www.riskope.com) che tratta in dettaglio della necessità di prendere in conto in modo trasparente e chiaro i rischi a livello di decisioni gestionali relative a progetti in ambiti locali, regionali od anche nazionali. Integrare i rischi nelle decisioni implica ben inteso anche sviluppare la capacità di misurare l’efficacia a lungo termine di un programma di riduzione dei rischi con il fine di stabilire se i traguardi raggiunti costituiscono un livello adeguato di messa in sicurezza, se devono ancora essere incrementati, o se i rischi sono stati ridotti in modo troppo elevato rispetto ai vari criteri di giudizio.

Il programma a scala nazionale che viene studiato come esempio é quello che il governo giapponese ha messo in opera a partire dal 1950, e che è tuttora operativo anche ai giorni nostri, per proteggere le popolazioni di quel paese dalle importanti inondazioni che si manifestano in occasione del verificarsi di tifoni ed altri fenomeni meteorologici di forte intensità.

La metodologia ed il modo di rappresentare i risultati adottati in questo studio sono di grande interesse anche per l’Italia nell’ambito di analisi, per esempio, di problemi relativi alla riduzione di rischi naturali o di origine antropica su scala nazionale, come potrebbero essere per esempio siccità, sismicità, innalzamento del livello del mare, tsunami e terrorismo.

Come si vedrà l’oggetto di questo articolo non é quello di studiare dettagliatamente i tifoni e le inondazioni, bensì quello di presentare un’analisi che permetta di valutare il beneficio diretto che una spesa effettuata da un governo in termini di protezione da uno o più pericoli può avere sulla popolazione in termini di riduzione oggettiva del rischio e dell’investimento consentito “per vita salvata”. I principi sviluppati in questo articolo sono quindi universalmente applicabili e costituiscono la base per una valutazione oggettiva dell’efficienza di programmi di prevenzione in atto o già conclusi. Tecniche simili sono utilizzabili per valutare a priori l’efficienza di futuri programmi a larga scala di riduzione dei rischi su base nazionale.

Le informazioni riportate in questo studio sono tutte derivate da fonti bibliografiche su un arco temporale storico di oltre mezzo secolo (dal 1951 al 2005), che possono essere consultate principalmente sul sito <http://agora.ex.nii.ac.jp/digital-typhoon/>. Nel caso in cui i dati fossero mancanti o non disponibili sono state fatte delle ipotesi e delle assunzioni per poter coprire i vuoti e consentire comunque di portare avanti la discussione.

Lo studio si sviluppa secondo i principi base di un *Quantitative Risk Assessment*, che possono essere così riassunti:

- Definizione del sistema oggetto di studio (il Giappone come nazione studio per i pericoli).
- Identificazione del pericolo (tifoni) in termini di probabilità di accadimento e magnitudine del fenomeno.
- Valutazione delle conseguenze (inondazione con perdite umane e danni alle infrastrutture).

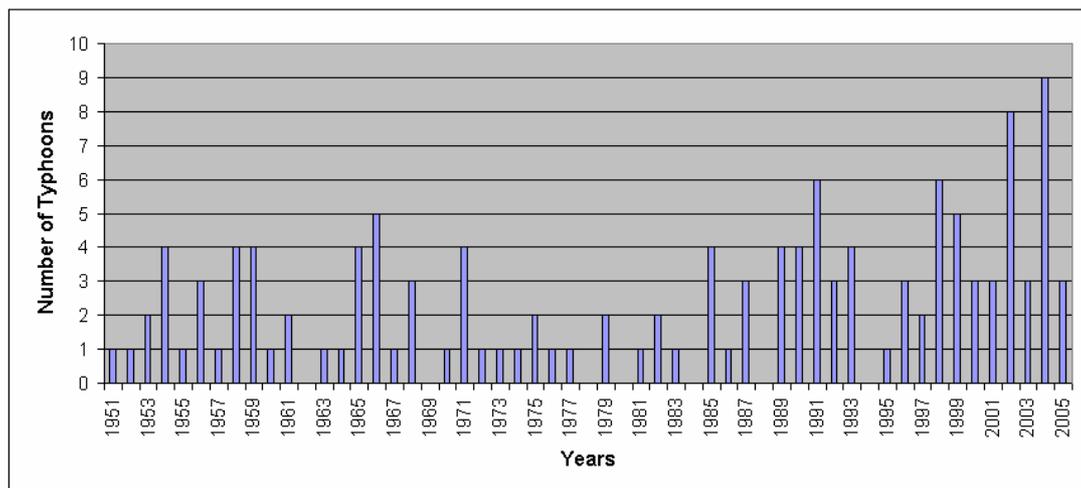


Fig. 1 Numero di tifoni per anno (1951-2005) in Giappone

- Valutazione dei rischi a breve e medio termine.
- Esame degli effetti e dei risultati delle politiche nazionali di mitigazione dei rischi messe in atto a partire dal 1961 a seguito del terribile tifone Ise-Wan che nel 1959 causò circa 5000 morti.
- Discussione del *Disaster Countermeasures Act* (il documento attuativo delle contromisure contro i disastri naturali) in termini di benefici sociali ottenuti in funzione degli investimenti di mitigazione che sono stati effettuati.

Frequenza e probabilità di accadimento dei tifoni

Nell'ambito del periodo considerato tra il 1951 ed il 2005 si sono registrati in Giappone 133 tifoni così come mostrato nel grafico di Figura 1.

La grande mole di dati disponibile per il Giappone consente la valutazione delle frequenze e delle probabilità di accadimento di eventi di varia magnitudine. Malgrado ciò nella prima parte dello studio si pone l'attenzione su frequenze e probabilità generiche di occorrenza di "un tifone" di magnitudo non specificata.

La frequenza indica il numero di accadimenti di un certo fenomeno nell'unità di tempo mentre la probabilità misura la possibilità che un certo fenomeno si verifichi in un determinato periodo di tempo. Nonostante la differenza fondamentale i due concetti vengono spesso confusi.

Il calcolo della frequenza generica è semplice ed è dato dal numero di tifoni di qualsiasi magnitudo che si sono verificati, diviso per il numero di anni del periodo in oggetto. In questo caso la frequenza generica risulta essere pari a $133/54=2.46$ tifoni/anno.

Per gli scopi di questo lavoro il periodo di studio di 54 anni è stato diviso in tre sottoperiodi di eguale durata pari a 18 anni e cioè: Periodo I: 1951-1969, Periodo II: 1970-1987 e Periodo III: 1988-2005.

Si può notare (Figura 1) che il periodo I è interessato da 40 tifoni mentre gli altri due periodi hanno rispettivamente 26 e 27 tifoni. L'uso di semplici algoritmi matematici (Poisson, 1838) consente di convertire una frequenza in una probabilità e permette di calcolare che la probabilità di non vedere alcun tifone "l'anno prossimo" (fine del periodo III, 2006) è pari a 0.02 mentre era 0.1 alla fine del periodo I (1970) rispettivamente 0.23 alla fine del periodo II (1988).

La probabilità di avere almeno un tifone "l'anno prossimo" era quindi pari a circa $1-0.1=0.9$ nel 1970, 0.77 nel 1988 ed un incredibile 0.98 nel 2006!!

Ora consideriamo la magnitudine dei tifoni. Ci sono moltissime informazioni che sono necessarie per comparare la forza di questi fenomeni:

- La dimensione (diametro in chilometri: più è grande più il tifone è forte)
- Il massimo vento rilevato (più è veloce più il tifone è forte)
- La pressione atmosferica nell'occhio del tifone (più è bassa e più il tifone è forte).

A causa di ragioni di carattere storico e di assenza di misurazioni queste informazioni non sono note per tutti gli eventi considerati e pertanto si è reso necessario individuare nella pressione atmosferica nell'occhio del tifone il parametro caratteristico di tutti gli eventi considerati.

I dati di pressione atmosferica possono essere utilizzati per generare delle classi o categorie di tifoni (quelle ufficiali non possono essere utilizzate a causa della assenza di dati completi per ogni evento) sui tre periodi di 18 anni che sono oggetto di studio: si sono pertanto definite 13 categorie sulla base della pressione atmosferica nell'occhio del tifone.

Osservando la Figura 2, che mostra con un diagramma a barre sovrapposte il numero di tifoni verificatisi per ciascuna classe nei tre periodi, si può osservare un rafforzamento della frequenza delle classi di medie e basse pressioni, cioè si

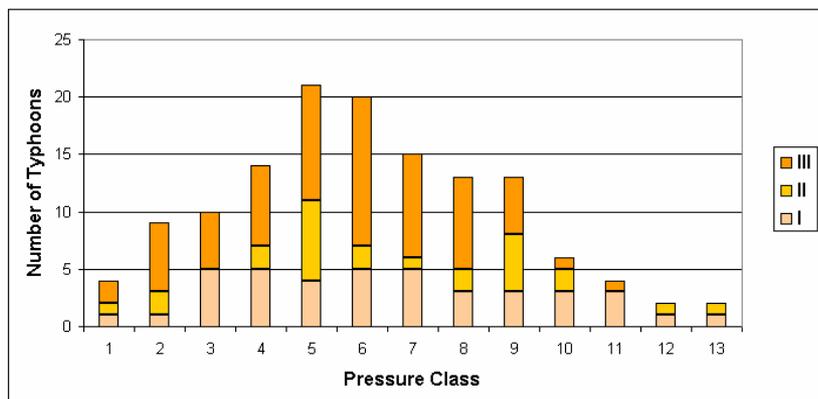


Fig. 2 Numero di tifoni per classe di pressione in ogni periodo studiato

hanno fenomeni sempre più frequenti ma unitariamente meno violenti. Ma, come è stato detto precedentemente, ci sono altri fattori molto più importanti di questa semplice interpretazione, ragione per cui non ci troviamo, con i dati disponibili, nelle condizioni di poter stabilire una relazione tra violenza del fenomeno e cronologia. Pertanto nel prosieguo di questo studio assumeremo che la violenza distruttiva di un tifone non è funzione dell'anno in cui questo si è verificato.

Il costo delle conseguenze dei tifoni

Dall'analisi dell'intero periodo di studio si può derivare una importante mole di informazioni circa le vittime (intese come morti, feriti o persone disperse) di ogni tifone.

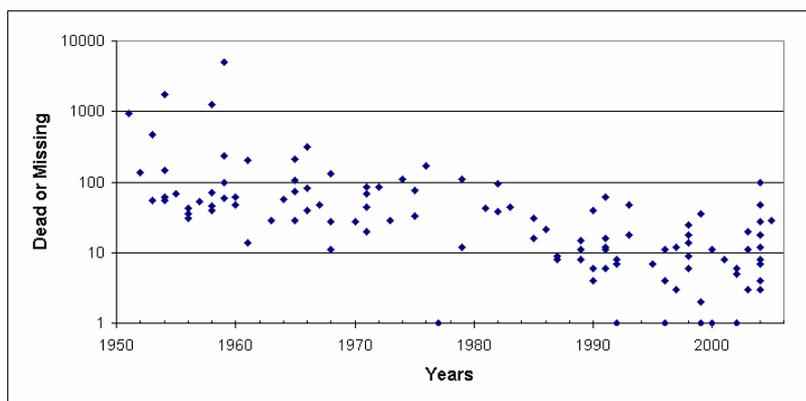
La stima di perdite di vite umane nel mondo a seguito di violenti fenomeni naturali varia dall'unità a numerose vittime, fino a valori di 100'000 – 500'000 morti nel caso di grandi terremoti verificatisi in epoca storica (Shansi, Giappone, terremoto, 1556) (Lee, 2004). Tuttavia sia il termine “morto” che quello “ferito” coprono un ampio spettro di conseguenze negative.

Per esempio, nel caso di un ferito, i costi relativi possono essere dovuti a:

- salvataggio
- gravità delle ferite e traumi
- guarigione del ferito
- limite temporale oltre il quale ci si può attendere una completa guarigione od ancora
- danni permanenti ad una delle normali funzionalità fisiche o vitali.

Ciononostante non esiste alcuna definizione standard internazionalmente accettata del termine “ferito” il che porta ad avere molte incertezze al momento di stilare statistiche o di utilizzare per uno studio i dati relativi ad eventi storici.

Così si può solamente stimare il costo medio di una persona ferita e diventa fondamentale lo stabilire preventivamente quali componenti di questo costo vengono prese in conto o escluse dall’analisi. Allo stesso modo le statistiche sui morti sono altrettanto incerte in quanto bisognerebbe considerare con cura l’ora del decesso, cosa che non viene in generale fatta (bisogna definire con chiarezza se si stanno esaminando i morti avvenuti durante l’evento o piuttosto quelli che si sono verificati successivamente allo stesso, etc.). Questo tipo di considerazioni porta ad accettare i dati disponibili come approssimati, al meglio, nella migliore delle ipotesi.



La Fig. 3 mostra una generale tendenza al ribasso del numero

Fig. 3 Vittime vs. anno di accadimento

di morti e dispersi con il passare degli anni. Se si vuole definire un’immagine dell’impatto dei tifoni sulla vita umana nel periodo di 54 anni si potrebbe calcolare il numero medio di morti per tifone, cioè $14659/133=110$. Questo numero offre però una falsa impressione, poiché esiste una grande maggioranza di tifoni che non producono vittime o quasi: la stima della media è infatti influenzata negativamente dai pochi tifoni occorsi prima del 1960, che le conferiscono un tono esagerato.

Così, invece della media sembra opportuno utilizzare in questo studio la mediana (cioè la linea statistica che divide il campione in due metà esattamente uguali) che si stabilisce per il caso studiato a 20 vittime per evento, e che costituisce quindi un modo realistico di misurare l’impatto generico dei tifoni sulle vite umane in Giappone nel periodo considerato.

Adottando quindi per i tre periodi di 18 anni la mediana, ed accostandole il minimo ed il massimo numero di morti e feriti si ottiene la seguente tabella:

Periodo	Morti\feriti per anno			Morti\feriti per evento		
	Min	Mediana	Max	Min	Mediana	Max
I	0	135	5492	0	61	5098
II	0	44	217	1	32	169
III	0	23	225	0	8	99

Analizzando la tabella si può evidenziare come i valori mediani decrescano nettamente con il passare del tempo e come si portino verso il minimo di riferimento dal momento che solo pochi tifoni generano un elevato numero di morti e feriti per ogni periodo.

Nella Figura 4, che mette a confronto la pressione atmosferica nell'occhio del tifone con l'anno di accadimento e con il numero di morti per evento, la dimensione (diametro) delle bolle rappresenta il numero di morti per evento. Si può osservare, come già indicato, come una bassa pressione nell'occhio non sia certamente il solo indicatore della forza del tifone e quindi dei numeri di morti e feriti che esso causa, specialmente quando si considerino gli effetti simultanei ma opposti

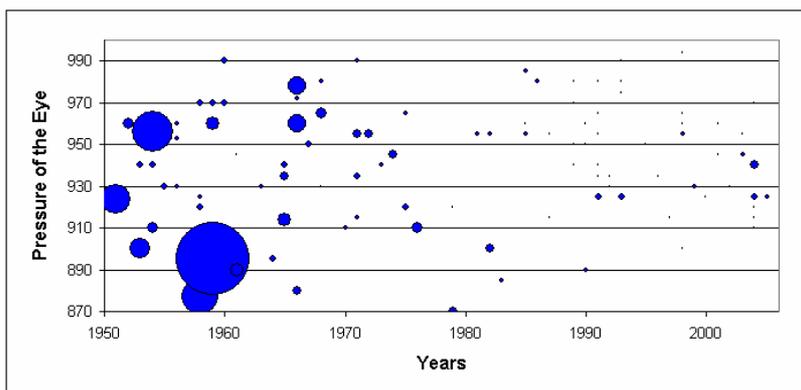


Fig. 4 Feriti vs. pressione atmosferica nell'occhio del tifone vs. anno

dell'incremento del numero di misure mitigative e di crescita di popolazione che si sono verificati in Giappone nell'arco di tempo studiato.

Quanto osservato precedentemente porta alla conclusione che uno studio di questo tipo (su scala nazionale e con i dati disponibili) può solo guardare a relazioni di tipo macroscopico, generalizzate ad un'intera nazione, a causa della complessità degli ambienti all'interno dei quali intervengono i fenomeni naturali, con la complicità delle interferenze di tipo antropico, della crescita demografica e del comportamento completamente stocastico dei fenomeni considerati in termini di percorso, intensità, etc. (Fig. 5).

Nel caso in cui si volesse restringere ad un'area di maggior dettaglio i risultati dello studio allora le informazioni disponibili diventerebbero insufficienti dal momento che i dati dei 54 anni non bastano a fornire una base statistica per aree specifiche. E' questo il momento in cui è

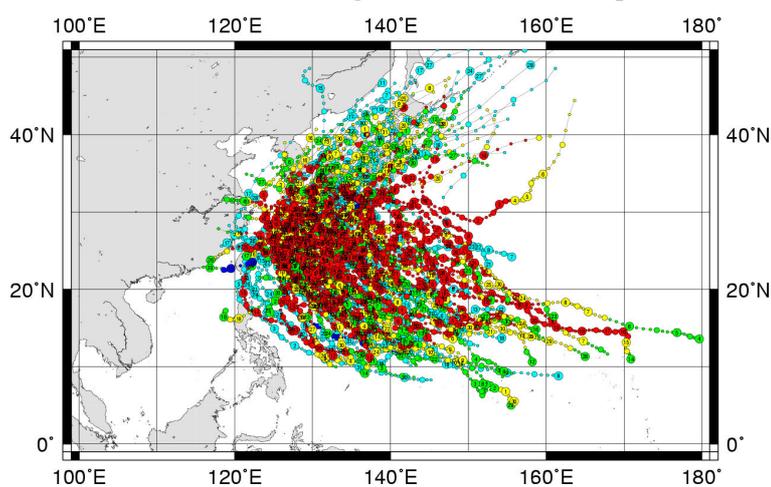


Fig. 5 Percorso dei 133 tifoni registrati in Giappone

necessaria una forte esperienza e ragionamento da parte del team che opera il *Risk Assessment* che deve integrare e completare le statistiche spesso irrilevanti o incomplete con stime corrette delle probabilità, ivi incluso l'utilizzo di modelli e sistemi che evolvono dinamicamente (cambiamenti climatici, etc.). Il punto di incontro in cui convergono statistiche incomplete e stime di probabilità è lo spazio di azione quotidiana degli esperti che lavorano nel *risk management*.

In aggiunta alle considerazioni precedenti bisogna sommare i significativi cambiamenti di densità della popolazione e di uso del territorio che si sono nel frattempo verificati portando all'assunzione che, in assenza di interventi mitigatori, lo stesso tifone con la stessa forza e traiettoria produrrebbe oggi molte più vittime di quante ne avrebbe prodotte 50 anni fa (Tatano, 2005).

Sulla base di informazioni disponibili al grande pubblico la popolazione del Giappone è cresciuta approssimativamente da 83 a 127 milioni nel periodo 1950-2007, con un incremento del 53 % che non può essere ignorato quando si valutano rischi su base comparativa o quando si discutono i benefici sociali che derivano dagli investimenti nelle opere di mitigazione.

Risk Assessment

Una volta ottenute le probabilità ed i costi delle conseguenze definiti in termini di morti/feriti è possibile valutare l'evoluzione dei rischi generati dai tifoni in Giappone nei tre periodi considerati. Per ciascun periodo possiamo infatti valutare il rischio mediano per l'anno successivo, utilizzando la probabilità di "1 o più tifoni per l'anno prossimo" ed il valore mediano del numero di morti/feriti sul periodo in esame.

E' anche possibile valutare per esempio il rischio legato al primo tifone "del prossimo anno": per ottenerlo si valuta la probabilità di avere esattamente un tifone il prossimo anno e la si abbina alla conseguenza attesa, vale a dire il numero di morti/feriti "per evento". Poiché i tifoni in Giappone hanno una così alta probabilità di accadimento è la prima alternativa quella che risulta essere più interessante: in altri casi la scelta dell'orizzonte temporale utilizzato per la valutazione del rischio è di primaria importanza e sovente molto meno ovvia. Naturalmente se si considerano orizzonti temporali molto lunghi anche piccole probabilità annuali porteranno ad alte probabilità totali (sull'orizzonte temporale) con un potenziale rilevante cambiamento del profilo di rischio apparente di un ente governativo, di un'attività imprenditoriale o di un paese intero.

Il risultato del calcolo del rischio (probabilità moltiplicata per le conseguenze) è condensato nella tabella facente parte della Figura 6.

Periodo	Rischio (in termini di morti/feriti)
I	120
II	33
III	22

Se si esaminassero anche altri pericoli (per esempio terremoti, vulcani, cambiamenti climatici, etc.) in uno studio a più ampio raggio allora le stime del rischio potrebbero consentire dei termini di paragone, delle classifiche di efficienza e una razionale allocazione degli investimenti.

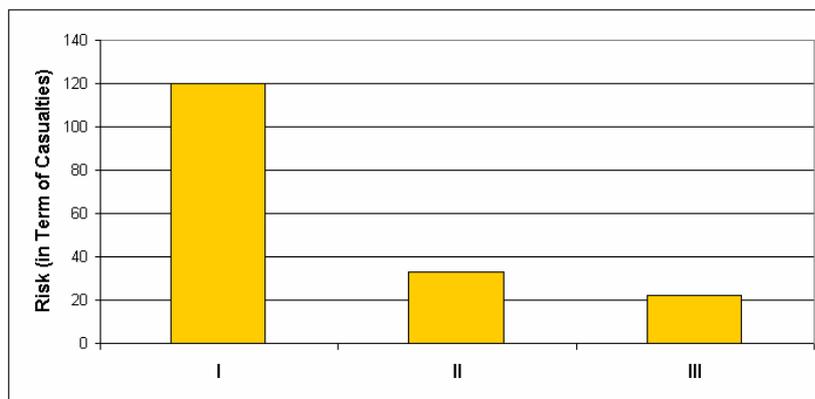


Fig. 6 Rischio in termini di morti/feriti vs. periodo

Misure mitigative

Il danno enorme causato dal tifone Ise-wan nel 1959 è stato il punto di non ritorno per la gestione dei disastri in Giappone, nel senso che a seguito dell'evento è stato implementato su scala nazionale un sistema di programmazione delle difese e preparazione della gestione dei disastri naturali.

Così nel 1961 è nato il *Disaster Countermeasures Basic Act*. Il

documento porta ad un approccio a tre componenti: i) un aumento della spesa totale per i disastri, ii) un aumento su ampia scala delle opere strutturali di controllo delle inondazioni e iii) il passaggio da una politica reattiva a una di tipo preventivo.

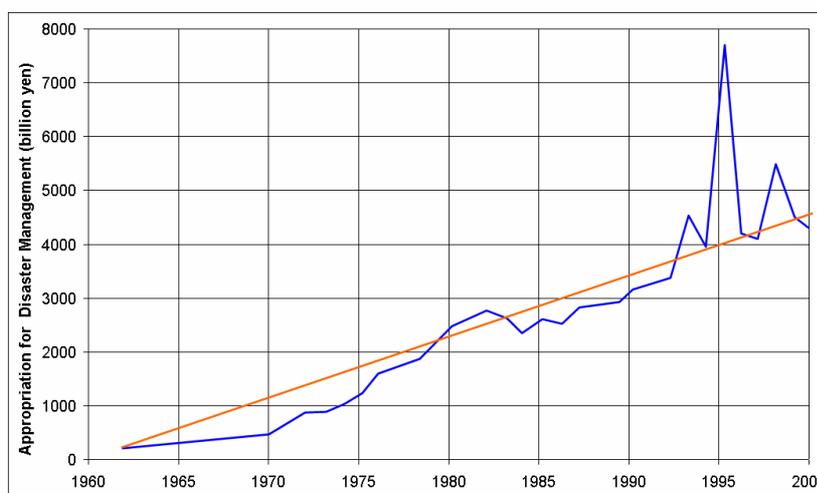


Fig. 7 Spesa per la gestione dei disastri tra il 1961 e il 2000 in Giappone

La linea blu in Figura 7 mostra la spesa sostenuta dal governo giapponese per la gestione dei disastri senza tenere conto dell'inflazione.

Questa assunzione semplificativa è resa possibile dal fatto che l'inflazione è stata molto bassa in Giappone durante gli anni '70 e '80 con addirittura dei periodi di inflazione negativa dal 1993 al 2002 (Chiodo, Owyang, 2003). Lo studio è condotto direttamente in yen alla luce delle significative variazioni che si sono registrate nel periodo relativamente al tasso di scambio dollaro – yen che è variato tra 80 e 360 yen per dollaro (Imai, 2002). Inoltre, per grande parte del periodo considerato l'Euro non esisteva ancora.

La linea arancione rappresenta un modello lineare semplificato che annulla le violente variazioni della spezzata blu dovute ad azioni di emergenza contro altri tipi di disastri. Il picco del 1995 è per esempio dovuto al terremoto di Hanshin-Awaji e quindi è stato escluso dalla linea arancione. L'equazione che governa la retta arancione è data da $(800/7) \cdot (\text{anno} - 1960)$. Quindi l'ammontare complessivo di spesa per il periodo 1961 – 2005 ammonta a 115'714 miliardi di yen.

Gli importi sopra quotati corrispondono ad un programma “per tutti i disastri”. Se si assume una percentuale unica su tutto il periodo per il rapporto tra la spesa per i tifoni e quella totale si può calcolare il quantitativo totale di denaro speso effettivamente per mitigare i tifoni.

La Fig. 8 mostra gli effetti del piano strutturale di controllo delle inondazioni messo in essere dal Giappone tra il 1967 ed il 1995 in termini di riduzione delle aree inondate.

La linea blu rappresenta la superficie totale di aree inondate durante ogni anno, mentre la linea verde mostra il totale di aree residenziali che sono state inondate. Come si può facilmente vedere emerge una tendenza alla diminuzione delle superfici inondate con il tempo.

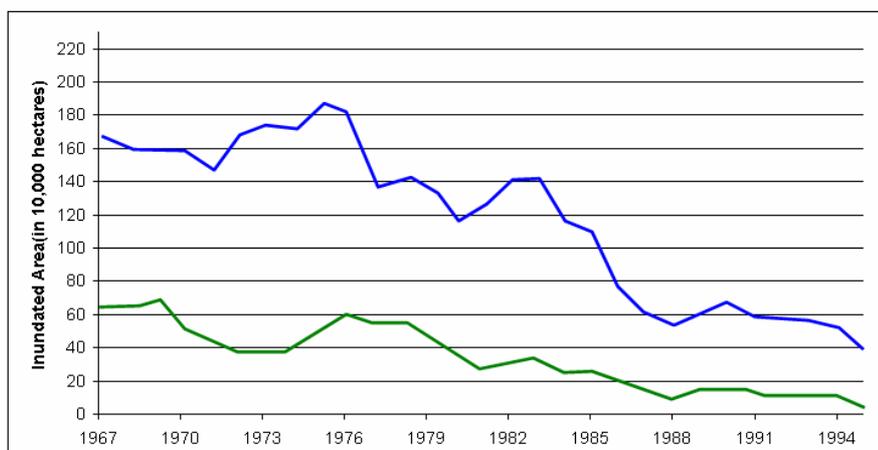
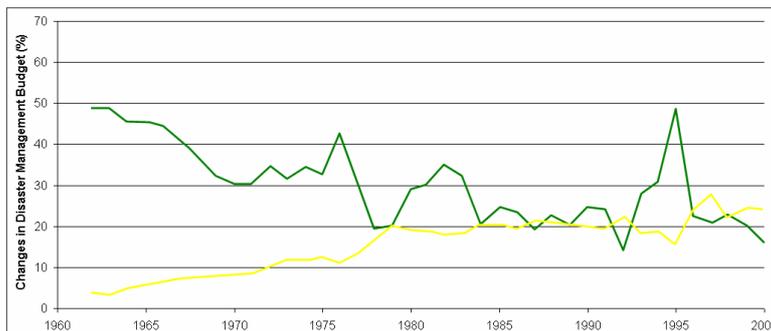


Fig. 8 Aree inondate vs anno

Il cambio di politica gestionale del problema da un approccio di tipo reattivo ad uno di tipo preventivo emerge dalla Fig. 9 dove la linea verde rappresenta la percentuale di budget destinata alla ricostruzione post



evento mentre quella gialla rappresenta la percentuale di budget destinata alla prevenzione dell'evento calamitoso.

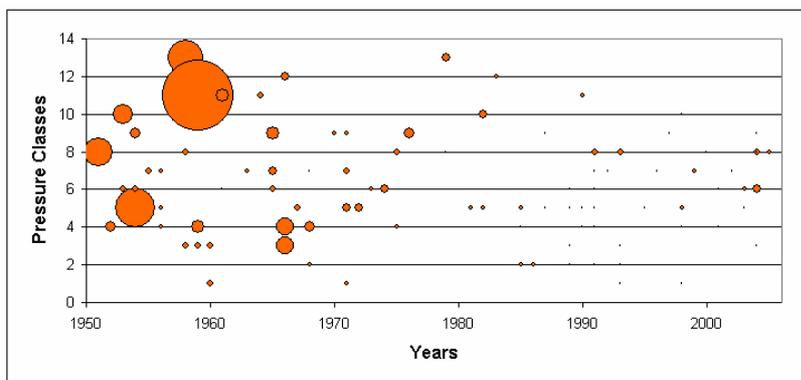
Fig. 9 Proporzioni relative tra costi percentuali per prevenzione dei disastri e costi percentuali per ricostruzione da disastri

Come si può vedere si ha una tendenza a diminuire i costi per la ricostruzione post evento e ad aumentare quelli per opere di tipo preventivo.

Efficienza dei fondi destinati al programma di mitigazione

L'aumento di fondi ed il cambio di politica da reattivo a preventivo con la tendenza al decremento dei danni osservati ci porta a proporre le due seguenti domande. La prima sembra essere particolarmente diretta e di facile risposta: veramente tutte le misure di mitigazione hanno portato ai risultati sperati, cioè alla riduzione del danno?

La seconda è invece piuttosto spinosa: l'enorme quantitativo di denaro investito è stato realmente ben speso?



Una prima semplice risposta diretta alla prima domanda è "sì,

certamente" (si vedano le bolle arancioni di Fig. 10), dal momento

Fig. 10 Classi di pressione vs morti/feriti/ vs anno

che la dimensione delle bolle stesse diminuisce in maniera significativa dopo gli anni 70' con una diminuzione drastica dei morti/feriti per evento a parità di classe di magnitudo.

Tuttavia, per poter rispondere alla seconda domanda bisogna sviluppare un ben più complesso sistema di analisi che tenga conto della simultaneità della crescita degli investimenti per le opere mitigative, dell'aumento sostanziale della popolazione e dei

differenti tipi di perdite e danni (vite umane, edifici, infrastrutture, etc.). I dati sulle perdite sono piuttosto abbondanti ed includono i danni alle persone (morti, feriti) ed i danni agli edifici (distruzione, inondazione, danno parziale) anche se, come già discusso, essi possono contenere delle forti incertezze.

Al fine di poter produrre un confronto abbiamo selezionato due eventi molto simili (basandoci sui dati ufficiali disponibili e sui criteri di analisi definiti in precedenza) di cui il primo nel 1964 e il secondo nel 1990 con percorsi significativamente simili e la stessa pressione minima all'interno dell'occhio del tifone.

La Fig. 11 riassume in dati di riduzione dei danni comparando questi due specifici fenomeni del 1964 e 1990.

Naturalmente non si possono comparare questi risultati con il quantitativo di denaro speso dal governo negli anni intermedi, perché anche ammettendo di conoscere il percorso preciso di ogni specifico tifone non siamo in grado di dire quali misure mitigative hanno avuto un impatto positivo e quali no su quel tifone. Questo è anche il motivo per cui lo studio deve essere mantenuto su larga scala a livello nazionale.

Damages	1964	1990	Reduction
Dead	56	40	28.57%
Injured	530	131	75.28%
Houses destroyed	71269	16541	76.79%
Houses inundated	44751	18183	59.37%

Fig. 11 Differenze di danni tra il tifone del 1964 e quello del 1990 con la riduzione percentuale tra i due casi

Conducendo lo stesso tipo di analisi sull'intero paese si hanno i risultati descritti nel seguito.

Damages	I	III	Raw Difference	Reduction(%)
Dead	12583	828	11755	93.42%
Injured	60844	8642	52202	85.80%
Destroyed Houses	2552115	402249	2149866	84.24%
Inundated Houses	3720251	384576	3156233	84.84%

Tornando alla prima domanda proposta la risposta completa sarebbe "sì, molto, la riduzione di tutti i danni è superiore all'80 % sui differenti obiettivi" (vedere Fig.12).

Fig. 12 Differenze nei danni tra il primo ed il terzo periodo con la riduzione percentuale tra i due periodi

Ora per poter rispondere alla seconda domanda diventa inevitabile proporre un paragone esplicito tra questi numeri e l'impressionante cifra di 115'714 miliardi di yen spesi per il programma di "gestione di tutti i disastri". Sfortunatamente non siamo in possesso della partizione specifica che individua gli investimenti specificatamente realizzati per il problema dei tifoni. Così per i paragoni si utilizzerà l'intera cifra dell'investimento ed il risultato finale verrà discusso tenendo ben in chiaro che solo una parte dello stesso è stato usato specificatamente per i tifoni.

Ora che abbiamo mostrato che la riduzione del rischio è stata efficace concentriamo la nostra attenzione sugli investimenti prodotti dal Giappone per salvare vite umane. Naturalmente questo studio non attribuisce nessun costo ad una vita umana (Mooney,

1977, Jones-Lee, 1989, Marin, 1992, Pearce, D.W. et Al., 1995), una nozione spesso considerata ripugnante ed eticamente inaccettabile (http://www.provincia.torino.it/sic_stradale/dwd/pdf/costi.pdf), ma guarda a quanto denaro è stato speso dal governo per salvare la vita di un cittadino potenzialmente esposto ad una inondazione.

In altre parole misureremo l'investimento in opere di mitigazione che una società (un popolo) è pronta a fare per salvare delle vite umane o la sua attitudine a spendere per un certo scopo (Willingness to Pay (WTP)).

Naturalmente il WTP di una certa società è fortemente influenzato da ragioni di carattere culturale, religioso, filosofico ed evidentemente da motivi di carattere economico dal momento che esso considera allo stesso momento in contemporanea la “visione del rischio” e “la risposta al rischio” della società stessa. Marin (1992) ha indicato che nel Regno Unito, con i prezzi del 1990, il WTP era dell'ordine di 2 – 3 M£ e altri studi (Lee & Jones, 2004) definiscono intervalli tra 1.9MUS\$-9MUS\$ per paesi sviluppati con un valore medio approssimativamente individuato in 3.5MUS\$.

A causa della mancanza di dati di dettaglio questo studio è basato su stime approssimate di costi delle conseguenze sulla base seguente:

- 30 milioni di yen come prezzo per una casa di medie dimensioni distrutta
- 3 milioni di yen per una casa inondata e una persona ferita.

Queste assunzioni ci portano a calcolare che il governo giapponese ha speso una porzione (a noi) sconosciuta di 41'593 miliardi di yen (netto per case danneggiate e persone ferite) per salvare un totale di 11'755 vite (riduzione di vittime tra il Periodo I e il Periodo III).

Ora se si tiene in conto l'incremento di popolazione pari al 53 % allora il numero di vite umane deve essere proporzionalmente aumentato portando ad una riduzione teorica stimata di 18'425 vite.

Il costo che ne risulta è di 2.26 miliardi di yen per vita umana, essendo peraltro ben chiaro che solo una parte di questa cifra è riferita agli interventi contro i tifoni. Se proviamo ad assumere che la quota parte legata ai tifoni sia il 10 % di questa cifra ne risulta un valore realistico specie se comparato agli 0.2 miliardi che altre fonti hanno ipotizzato (2.2MUS\$). Inoltre, dal momento che sicuramente la percentuale dedicata agli interventi contro i tifoni è superiore, si può osservare che l'investimento per vita salvata (adeguato all'incremento demografico) risulta essere all'interno dell'ordine di grandezza (limite superiore) del WTP preso in considerazione da parte di altri paesi sviluppati.

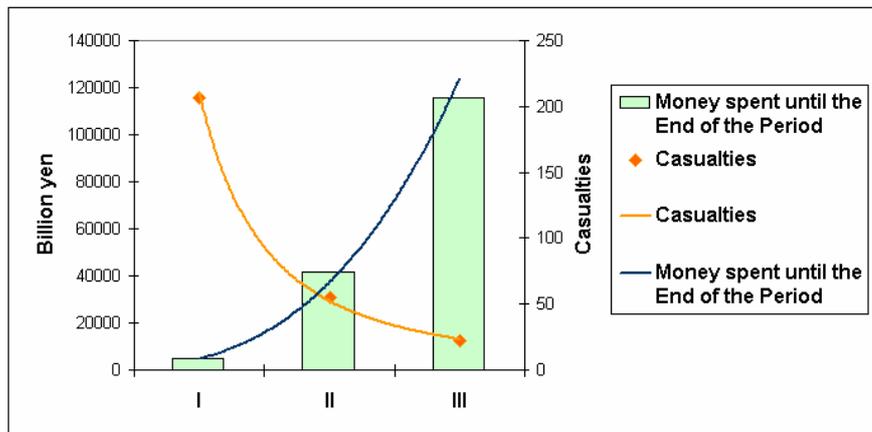


Fig. 13 Mitigazione del rischio in funzione dell'investimento nei tre periodi considerati

fenomeno ben conosciuto nell'ambito della gestione dei rischi, e cioè che i primi passi di un programma di mitigazione portano risultati molto significativi in termini di riduzione del rischio e quindi presentano un'efficienza molto elevata mentre al decrescere del rischio si rendono necessari sempre maggiori investimenti per ottenere vantaggi modesti.

Questo tipo di approccio, completato da un'analisi costi benefici, rappresenta un ottimo metodo per supportare processi decisionali razionali nei programmi umanitari o di mitigazione dei rischi. Con la rapida evoluzione demografica e con le grandi sfide che ci vengono portate dai cambiamenti climatici sarà sempre più necessario poter giustificare con trasparenza i processi decisionali di mitigazione dei rischi ad un livello sia strategico (quale pericolo affrontare) che tattico (come mitigare il rischio dovuto al pericolo prescelto).

Bibliografia

Alexander, D., Principles of Emergency Planning and Management, Terra, Harpenden, 2002

Chiodo, A.J., Owyang, M.T., Symmetric Inflation Ris, Monetary Trends, The Federal Reserve Bank, St. Louis, April 2003

Imai, R., The Inflation Targeting, Lecture on Economics, Kyushu University, 2002/02/07

Jones-Lee, M.W. The Economics of Safety and Physical Risk, Blackwell, Oxford, 1989

Lee, E.M., Jones, D.K.C., Landslide Risk Assessment, Thomas Telford, 2004

Marin, A., Costs and Benefits of Risk Reduction. Appendix in Risk: Analysis, Perception and Management, Report of a Royal Society Study Group, London, 1992

Nella figura 13 è stato tracciato il diagramma del quantitativo di denaro speso fino alla fine del Periodo III in funzione del numero teorico di vite salvate indicizzato all'incremento demografico. Le curve mettono chiaramente in evidenza un

Mooney, G.M., *The Valuation of Human Life*, Macmillan, 1977

Oboni, F., Oboni, C., *Improving Sustainability through Reasonable Risk and Crisis Management*”, ISBN 978-0-9784462-0-8, 2007, www.riskope.com

Pearce, D.W. et Al. *The Social Costs of Climate Change: Greenhouse damage and the benefits of control*. In *Climate Change 1995: Economic and Social Dimensions of Climate Change*. Contribution of Working Group III to the Second Assessment Report of the IPCC, Cambridge University Press, 1995

Poisson, S.-D., *Recherches sur la probabilité des jugements en matières criminelles et matière civile*, 1838

Tatano, H., *Natural Catastrophe Risk Management Policy in Japan: Roles of government to promote public private partnerships*, Global Conference on Insurance and Reinsurance or Natural Catastrophe Risk : The Role of Public-Private Partnerships December 8–9, 2005