

Risk Analysis: Sistema di valutazione del rischio riconducibile alle sedi del Gruppo Telecom Italia

Francesco Mazzei ^(a), Roberto Cera ^(b), Domenico Liberatore ^(c), Mauro Fiorentino ^(d), Aurelia Sole ^(d), Giuseppe Spera ^(c), Gerardo Perillo ^(c), Salvatore Manfreda ^(d), Gianfranco Giusto ^(d), Giancarlo Giachetti ^(e)

^(a) Telecom Italia S.p.A., Via di Val Cannuta, 250 - 00100 Roma. e-mail: francesco.mazzei@telecomitalia.it

^(b) Dipartimento di Architettura, Pianificazione ed Infrastrutture di Trasporto, Università degli Studi della Basilicata, 85100 Potenza. e-mail: cera.roberto@tin.it

^(c) Dipartimento di Strutture, Geotecnica, Geologia applicata all'ingegneria, Università degli Studi della Basilicata, 85100 Potenza. e-mail: liberatore@unibas.it

^(d) Dipartimento di Ingegneria e Fisica dell'Ambiente, Università degli Studi della Basilicata, 85100 Potenza. e-mail: manfreda@unibas.it

^(e) Spectrum Graphics S.p.A., Via dei Cardi, 1 - 00040 Ariccia (Roma). e-mail: giachetti@spectrum.it

Sommario

Risk Analysis è lo strumento a supporto delle decisioni della funzione *Risk Management* di Telecom Italia, e consiste in una metodologia per l'identificazione, la valutazione ed il controllo dei rischi che gravano sul patrimonio (danni diretti) e sulle attività (danni indiretti) dell'azienda. Tramite *Risk Analysis* viene effettuata la valorizzazione del patrimonio aziendale e monitorata l'esposizione al rischio delle sedi per effetto di incendi, allagamenti, terremoti e alluvioni, mediante modelli di valutazione appositamente sviluppati. Per la stima degli immobili, è stato sviluppato un modello che determina dinamicamente il valore di ogni edificio, nella particolare accezione di costo di ricostruzione. Per il rischio sismico, è stato sviluppato un modello di valutazione della vulnerabilità, coerentemente con quanto indicato nell'OPCM 3274/2003, basato sulle caratteristiche tipologiche e strutturali dei singoli fabbricati. Per il rischio idraulico è stato necessario predisporre una classificazione dell'esposizione sull'intero territorio nazionale, che è stata ottenuta integrando gli studi delle Autorità di Bacino con i risultati di una metodologia speditiva basata sulle caratteristiche geomorfologiche del territorio.

Risk Assessment

Ogni attività imprenditoriale comporta il dover operare nell'incertezza, con la necessità di gestire il rischio connesso al *core business* dell'impresa, correlato indissolubilmente alle decisioni chiave dei vertici aziendali. Dinamicità delle tecnologie, globalizzazione e tendenze del mercato, instabilità politica ed economica del contesto nazionale ed internazionale, aggravano le condizioni e determinano un incremento del clima di incertezza in cui si opera. Nelle aziende di piccole dimensioni, normalmente prive di ingenti risorse finanziarie, la sottovalutazione dei rischi potrebbe essere fatale e comprometterne la sopravvivenza, qualora dovesse verificarsi un evento negativo inatteso di proporzioni considerevoli. Nelle grandi aziende, la parcellizzazione delle competenze dei manager aziendali comporta una conseguente visione parziale delle problematiche e dei rischi connessi alle attività dell'azienda stessa; in tale contesto vi è la necessità di sistemi di controllo interno e del monitoraggio continuo e sistematico del rischio, col coinvolgimento di tutti gli *asset* aziendali, quale perno per la valutazione e il controllo complessivo dei rischi (Beretta, 2004).

La realizzazione di un “sistema” di *Risk Assessment*, da compiere anche con l’apporto di collaborazioni specialistiche esterne, è basata su un processo ciclico continuo che deve necessariamente seguire i cambiamenti aziendali, ed è costituito dalle seguenti fasi:

- Individuazione dei rischi.
- Valutazione dei rischi presenti: sono accettabili o no?
- Se non sono accettabili occorre valutare gli investimenti necessari per la diminuzione del rischio (prevenzione, protezione).
- I rischi residui: sono accettabili o no?
- Se non sono accettabili: trasferimento del rischio a terzi (assicurazione, *outsourcing*) o assunzione in proprio (accantonamento di risorse finanziarie).

L’attività di *Risk Assessment*, al cui interno trova spazio un sistema denominato *Risk Analysis*, è propedeutica alla predisposizione dei piani di “*Disaster Recovery*” e di “*Business Continuity*” finalizzati a proteggere gli *asset* strategici ed il valore dell’azienda, prevedendo i principali scenari di crisi e minimizzando, conseguentemente, i tempi di reazione in caso di sinistro.

Le informazioni contenute in *Risk Analysis* consentono di determinare il livello di rischio delle sedi aziendali e, conseguentemente, di poter valutare l’opportunità di adottare “piani azione” mirati al miglioramento o al mantenimento degli standard di sicurezza prefissati. A tal fine, occorre misurare il livello di rischio presente in ogni immobile, assegnando un punteggio ad ogni caratteristica significativa, e rapportare il punteggio complessivo con un “punteggio obiettivo” che dipende dalla valenza e dall’importanza strategica attribuita ad ogni sede. Oltre alla determinazione del livello di rischio, è necessario effettuare un’attività di monitoraggio e controllo ciclico per accertare le condizioni reali in cui si trovano le sedi aziendali e gestire il *feed-back* delle verifiche effettuate per determinare gli *action-plan* finalizzati al superamento delle criticità riscontrate.

Risk Analysis

Il progetto *Risk Analysis*, realizzato a partire dalla fine dell’anno 2003, è stato ideato con l’intento di fornire alla funzione *Risk Management* di Telecom Italia un supporto nella identificazione, nella valutazione e nel controllo dei rischi ambientali ed infrastrutturali assicurabili, con particolare riferimento al patrimonio immobiliare e alle attività dell’azienda, al fine di ottimizzare gli investimenti riconducibili alle differenti forme di copertura assicurativa, valutando l’opportunità di azioni mirate al mantenimento ed al miglioramento degli standard di sicurezza della singola sede e più, in generale, per la salvaguardia degli interessi dell’azienda.

L’applicativo è stato realizzato su piattaforma web ed è fruito sulla rete Intranet di Telecom Italia dal personale autorizzato. Il sistema è di tipo “dinamico” in quanto è stato realizzato in modo tale da seguire le eventuali variazioni del patrimonio e del business aziendale, che possono determinare la modifica, l’acquisizione o l’alienazione degli edifici e delle infrastrutture di rete. All’interno di *Risk Analysis* è possibile individuare una componente alfanumerica, costituita dalla base dati e dai modelli di valutazione, e una componente cartografica, che consente di inquadrare gli eventi nel contesto territoriale e di interagire con il sistema.

Il sistema è basato sul WEB/Application server IIS 5.0 di Microsoft, che consente la gestione e la pubblicazione delle informazioni su una rete Intranet. Per quanto concerne la realizzazione della base dati, l’utilizzo di Oracle 8.1.7 permette una gestione efficace e sicura delle informazioni (*Figura 1*). La cartografia è costituita da vari livelli informativi che possono essere classificati come: livelli di sfondo (Regioni, Province, Comuni) e i livelli di servizio (Centrali Telecom, Autoparchi, Strade, Corsi d’acqua etc.). La componente cartografica è un’applicazione di tipo client-server che utilizza Microsoft Internet Explorer come browser internet e si avvale sulle funzionalità offerte dal software ESRI ArcIMS versione 3.1. L’applicativo è sviluppato con

l'utilizzo delle tecnologie JavaScript, ASP e HTML, mentre le funzionalità del prodotto sono realizzate utilizzando gli ActiveX Connectors di ArcIMS e la tecnologia ADO della Microsoft per la gestione dei dati nel RDBMS (Figura 2).

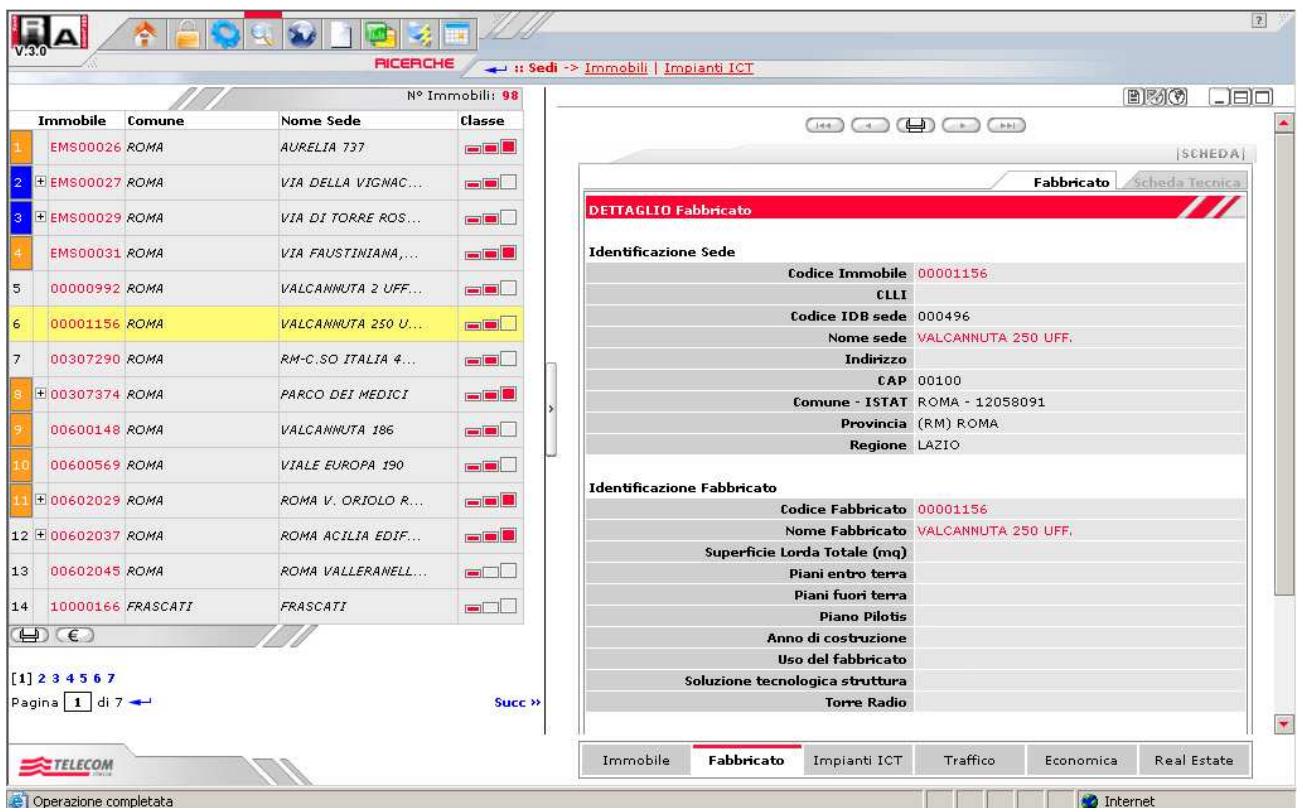


Figura 1 – Sezione alfanumerica del sistema.

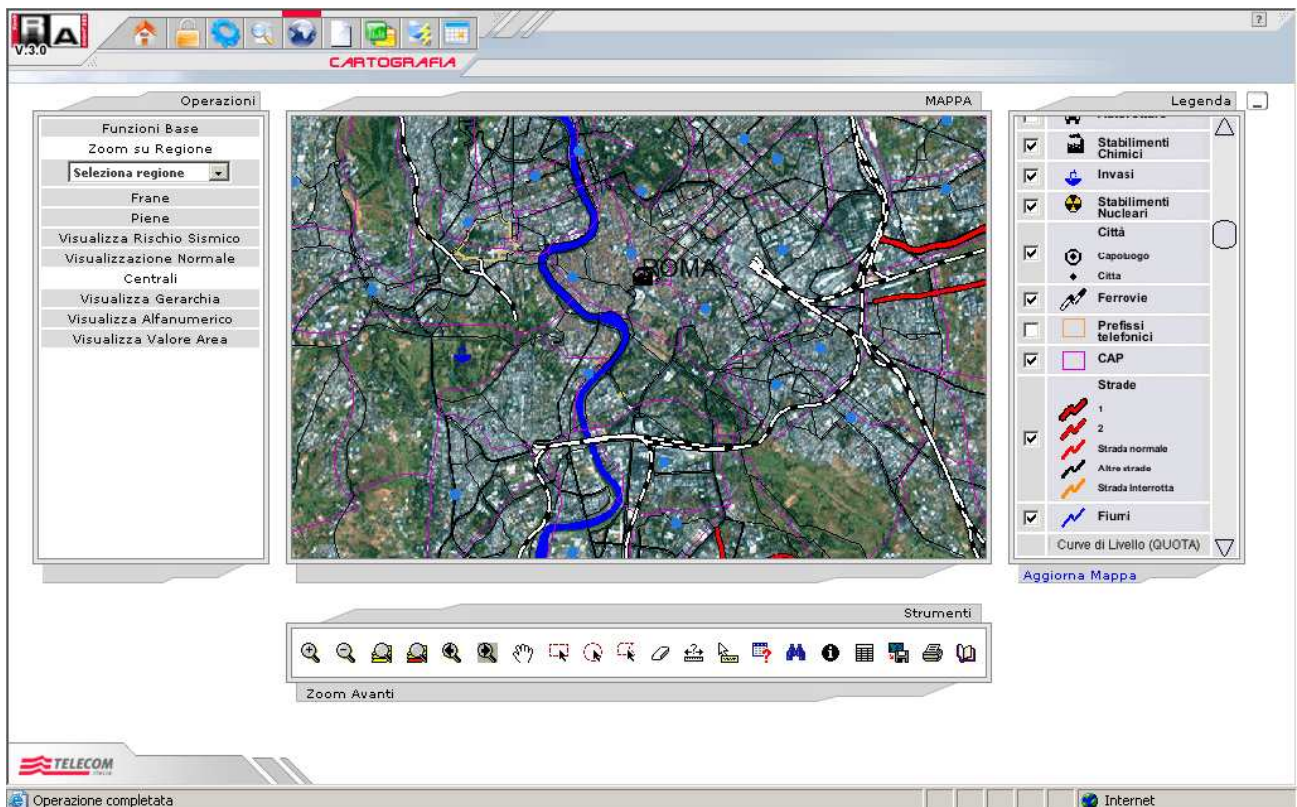


Figura 2 – Sezione GIS del sistema.

Valutazione economica del patrimonio immobiliare

Una delle principali caratteristiche di *Risk Analysis* è la dinamicità, nel senso che è stato realizzato tenendo conto di una realtà in continua evoluzione, dove è possibile acquistare o vendere un immobile, ma anche intervenire modificando la destinazione d'uso di alcuni ambienti di un intero edificio. Per questo motivo il primo requisito del modello di stima del patrimonio immobiliare è la possibilità di aggiornare il risultato della valutazione, utilizzando algoritmi diversi in funzione della consistenza e della destinazione d'uso di ogni ambiente di un edificio.

L'obiettivo della stima del patrimonio immobiliare è legato alla valutazione del trasferimento del rischio a terzi (assicurazione) e quindi il valore da determinare è legato alla particolare accezione di "valore a nuovo" fornita dall'ANIA (Associazione Nazionale fra le Imprese Assicuratrici), utilizzata in quelle coperture assicurative che consentono di garantire un indennizzo pari non solo al valore della cosa assicurata al momento del sinistro, ma anche corrispondente alle spese necessarie per riacquistare o ricostruire la cosa stessa. Di conseguenza, il criterio di stima adottato è legato al concetto di riproduzione, che nel caso specifico corrisponde al costo complessivo di costruzione definito nella norma UNI 10839 quale "Sommatoria delle risorse allocate da un promotore per la realizzazione di un'opera edilizia con riferimento alle diverse componenti di costo che caratterizzano l'intervento (costo tecnico di costruzione, onorari professionali, oneri finanziari ...)". Per questo motivo, il procedimento adottato appartiene alla categoria *Cost Approach* (IVSC, 2003), un procedimento basato sulla stima del costo da sostenere per la costruzione di un bene identico o comunque in grado di fornire la stessa utilità del bene oggetto di stima. Considerando l'eterogeneità degli edifici, per destinazione d'uso, per i materiali presenti, per le tecniche costruttive utilizzate, ma soprattutto per l'epoca di costruzione, nel modello sono stati realizzati due distinti procedimenti di stima, definiti secondo le direttive degli *International Valuation Standards* dove sono previste due diverse interpretazioni:

- *Replacement Cost*, o costo di sostituzione, riferito alla sostituzione del bene con un altro di pari utilità, realizzato con tecniche e materiali disponibili al momento di stima.
- *Reproduction Cost*, o costo di riproduzione, che presuppone una precisa replica del bene oggetto di stima, riproducendolo in ogni dettaglio.

In entrambi i procedimenti, la determinazione del costo tecnico di costruzione (C_{tc}) avviene con un procedimento analitico, associando un prezzo unitario (pu_i) alla quantità (Q_i) di ogni materiale e/o lavorazione (i), come ad esempio i metri cubi di calcestruzzo, secondo la seguente formula:

$$C_{tc} = \sum_{i=1}^n (pu_i Q_i) \quad [1]$$

Dove i prezzi unitari (pu_i) sono ricavati da un listino prezzi realizzato, adottato e aggiornato dal gruppo Telecom Italia, e le quantità (Q_i) sono determinate simulando il processo di progettazione che porterebbe alla ricostruzione di ogni edificio. Nella definizione dei procedimenti di stima, si è tenuto conto delle disposizioni della normativa vigente nel settore edilizio, ma soprattutto delle linee guida aziendali per la progettazione ex-novo degli edifici, dove il gruppo Telecom Italia impone degli standard più restrittivi rispetto a quelli previsti dalla normativa, o dei vincoli legati al mantenimento della continuità di funzionamento degli apparati ICT (*Information Communication Technology*), come nel caso degli impianti di alimentazione.

Un fattore determinante nel modello di stima, è rappresentato dalla relazione esistente fra: sistema costruttivo, epoca di costruzione e destinazione d'uso. A questo proposito, l'evoluzione della normativa antisismica e la modifica della classificazione sismica del territorio nazionale potrebbero determinare una variazione del costo di ricostruzione, quale risultato di un diverso sistema costruttivo, in termini di dimensioni delle singole componenti o di soluzione adottata, rispetto all'edificio esistente. Questa valutazione viene effettuata in modo automatico dal sistema, che è in grado di stimare il costo di ricostruzione degli edifici considerando la necessità di operare

modifiche strutturali, e non, imposte dall'aggiornamento normativo. Per questo motivo la quantità (Q_i) di ogni materiale e/o lavorazione della precedente formula [1] è il risultato di una serie di considerazioni, di verifiche, di scelte e di calcoli, che danno corpo al modello di valutazione a partire dalle informazioni disponibili per ogni edificio.

$$Q_i = f(\text{consistenza, dest. d'uso, terreno, classificazione sismica, epoca di costruzione, ecc ..}) \quad [2]$$

L'affidabilità dei risultati della stima dipende da tre fattori:

- Il paradigma, rappresentato dallo stesso modello di valutazione, sviluppato in seguito allo studio della complessa realtà del patrimonio immobiliare.
- Le fonti, intese in termini di dati utilizzati nel modello, distinte tra informazioni disponibili nei sistemi aziendali e informazioni da acquisire mediante sopralluoghi.
- Le variabili e le costanti, utilizzate nelle equazioni matematiche, che rappresentano le scelte e le regole contenute nel modello di valutazione, dove le variabili dipendono dalle caratteristiche del singolo edificio e le costanti sono valide per tutti gli immobili, e possono essere modificate in un processo di calibratura e affinamento dei risultati del sistema.

La Vulnerabilità ed il Rischio Idraulico del Territorio Nazionale

La valutazione dei rischi legati a fenomeni alluvionali può incidere nelle scelte di allocazione di risorse aziendali e nelle strategie di gestione del rischio (assunzione in proprio o trasferimento a terzi). La presenza diffusa delle sedi aziendali su tutto il territorio nazionale ha portato alla realizzazione di un *data base* GIS finalizzato a descrivere l'esposizione al pericolo di allagamento integrando la frammentaria documentazione disponibile con i risultati di una metodologia sviluppata ad hoc.

Lo studio delle aree esposte al pericolo d'inondazione rappresenta un argomento di grande attualità per la pianificazione e la difesa del territorio. L'individuazione di tali aree costituisce un problema complesso sia per le incertezze legate alla definizione delle forzanti di tipo idrologico sia per le incertezze legate alla parametrizzazione dei modelli di propagazione dell'onda di piena in alveo e nelle aree di esondazione.

Negli ultimi anni, un grande sforzo è stato profuso nell'individuazione delle aree a rischio di esondazione attraverso gli studi idrologici ed idraulici redatti dalle Autorità di Bacino mediante la stesura dei Piani per l'Assetto Idrogeologico (Copertino et al., 2006). I risultati di questi lavori con la relativa documentazione cartografica e tecnica sono stati acquisiti, per le finalità del presente studio, e sono stati riportati in un sistema GIS in modo da sistematizzare tali informazioni in un quadro d'insieme, ma è opportuno sottolineare che le Autorità di Bacino stanno procedendo con priorità diverse ad eseguire la mappatura del territorio nazionale, che ad oggi risulta ancora parziale. Quindi, è stato possibile produrre una copertura parziale del territorio che comprende le aree: della regione Basilicata, Calabria, Emilia-Romagna, Liguria, Marche, Puglia, Veneto, bacino del Fiume Arno, Po, Tevere e Volturno. Per tale motivo sono state individuate strategie d'analisi alternative, basate sulle caratteristiche geomorfologiche ed idrologiche del territorio, per valutare l'esposizione in aree in cui non sono disponibili studi di dettaglio così come in buona parte del territorio nazionale.

La crescente disponibilità di modelli digitali del terreno ad alta risoluzione ha portato un maggiore attenzione della ricerca allo sviluppo di modelli cosiddetti "DEM-based" vale a dire basati sull'analisi diretta della morfologia fluviale tramite DEM (Williams et al., 2000. Gallant e Bowling, 2003. Nardi, 2005). In particolare, si è osservato che le aree esposte al pericolo d'inondazione risultano fortemente legate a caratteristiche geomorfologiche del territorio. Tali aree, infatti, mostrano una forte dipendenza dall'indice topografico di Kirkby (1975), definito come $IT = \ln(a_d / \tan(\beta))$, dove a_d è l'area drenata per unità di larghezza del contorno di cella e $\tan(\beta)$ è la pendenza locale. L'indice topografico contempla al suo interno due grandezze rappresentative una della struttura del reticolo idrografico e la seconda della presenza o meno di aree pianeggianti nelle immediate vicinanze del reticolo.

L'indice è poi stato modificato introducendo un valore di a_d elevato ad un esponente $n < 1$. In tal caso, l'indice modificato,

$$IT_m = \ln\left(\frac{a_d^n}{\tan(\beta)}\right), [3]$$

mostra una dipendenza ancor più marcata con le aree esposte al pericolo di allagamento. Tale indice è stato utilizzato per individuare le aree che sono più esposte al rischio d'inondazione attraverso una caratterizzazione di tipo geomorfologico (si veda, a titolo d'esempio la *Figura 3*). Per la caratterizzazione geomorfologia del territorio si è utilizzato un modello digitale del terreno interferometrico prodotto dalla NASA mediante un volo *space-shuttle* (dettaglio 90 m).

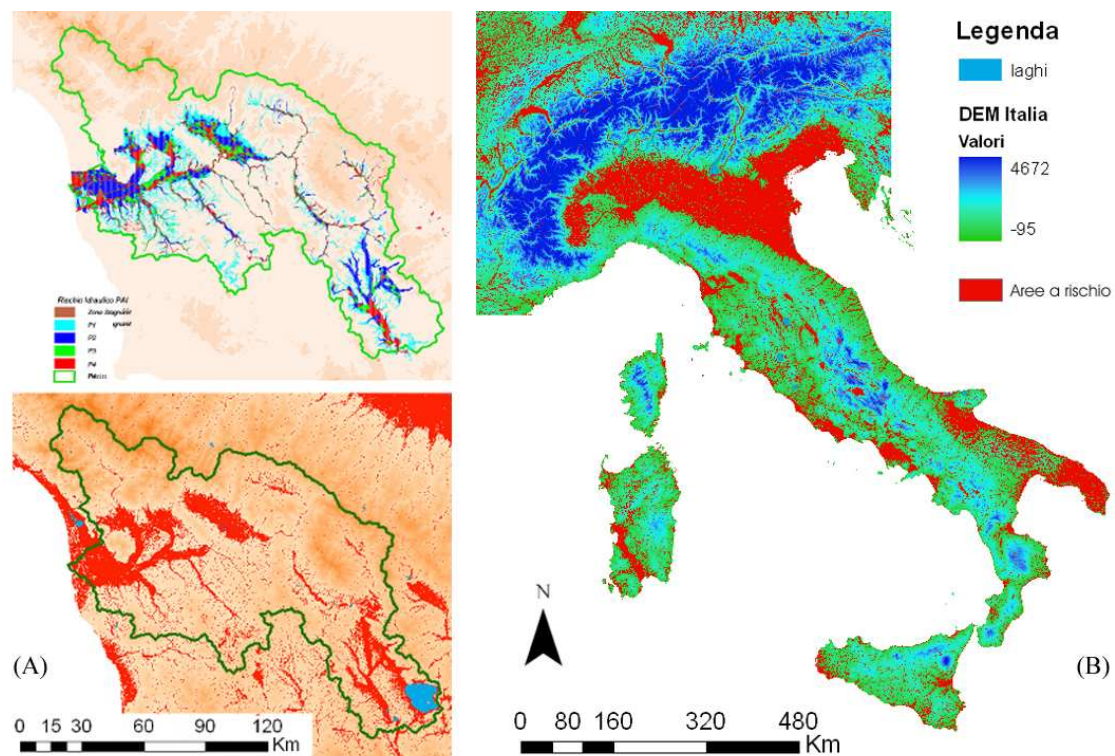


Figura 3 - Confronto tra le aree definite a rischio di inondazione nel Piano per l'Assetto Idrogeologico del fiume Arno e quelle ricavate mediante la metodologia proposta (A) ed aree inondabili per l'intero territorio nazionale valutate attraverso l'uso dell'indice topografico modificato (B).

L'informazione sulle aree allagabili è stata intersecata con quella relativa agli edifici Telecom presenti sul territorio nazionale ottenendo una classificazione sull'esposizione al pericolo di allagamento. Sulla base di una classificazione della tipologia degli edifici, sulla presenza o meno di infrastrutture tecnologiche ai piani più esposti ad eventi di piena è stata generata una matrice della vulnerabilità, funzionale alla definizione del grado di rischio cui è sottoposto ciascun edificio.

La Vulnerabilità e il Rischio Sismico degli immobili

Il rischio sismico è determinato dalla combinazione della pericolosità sismica del territorio, della vulnerabilità delle costruzioni e dell'esposizione degli elementi a rischio.

La pericolosità sismica del territorio italiano è stata oggetto di numerosi studi. I principali enti di ricerca coinvolti sono l'INGV (Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia), il GNDT (Gruppo Nazionale per la Difesa dai Terremoti, ora inglobato nell'INGV), il SSN (Servizio Sismico Nazionale), l'ENEA e l'ENEL. Per gli scopi della ricerca appaiono particolarmente adatti gli studi del GNDT e del SSN (Lucantoni et al., 2001), che determinano la pericolosità secondo il metodo

proposto da Cornell (Cornell, 1968), il quale considera tutte le possibili sorgenti che possono influenzare il moto del terreno in un dato sito. In particolare, per il territorio italiano, sono state considerate 80 zone sismogenetiche (Scandone, 1997), assumendo che i diversi eventi sismici si verifichino in modo casuale, indipendente e stazionario, così come richiesto dal modello del processo di Poisson.

Il catalogo sismico comprende 2.488 eventi degli ultimi 1000 anni, la cui intensità epicentrale è maggiore o uguale al V-VI grado della scala MCS (Mercalli-Cancani-Sieberg) o la cui magnitudo è maggiore o uguale a 4 (Camassi e Stucchi, 1996). L'attenuazione del moto al suolo con la distanza dall'epicentro è descritta dalle relazioni di attenuazione di Sabetta e Pugliese (Sabetta e Pugliese, 1996) o di Ambraseys (Ambraseys, 1995).

L'analisi di vulnerabilità degli immobili Telecom, in virtù del carattere strategico di questi, richiede una valutazione che non valga solamente in media, ma al contrario colga le caratteristiche peculiari di ciascun edificio. Inoltre, le caratteristiche strutturali degli edifici sono alquanto diverse da quelle dell'edilizia ordinaria a causa di diversi fattori: la presenza di nuclei scala-ascensore, i carichi verticali di entità superiore a quella degli edifici di civile abitazione, la generale migliore qualità di realizzazione. Per tali ragioni è stata scartata la possibilità di applicare direttamente le Matrici di Probabilità di Danno (DPM's: Damage Probability Matrices) determinate per gli edifici ordinari sulla base del danno osservato a seguito di eventi sismici (Braga et al., 1982), ed è stato invece adottato un metodo meccanico per la determinazione della Peak Ground Acceleration (PGA) corrispondente agli stati limite di Danno Limitato (DL) e di Danno Severo (DS).

La valutazione di vulnerabilità viene eseguita per ciascun corpo di fabbrica, inteso come un organismo strutturalmente indipendente all'interno dell'immobile. I dati necessari alla valutazione sono acquisiti tramite una scheda derivata dalla scheda AeDES (Dipartimento della Protezione Civile, 2000) nella quale sono stati introdotti ulteriori elementi volti a determinare il sistema strutturale con maggiore accuratezza; in particolare, per gli edifici con struttura a telaio in calcestruzzo armato, vengono rilevate le travi – emergenti o a spessore – nei telai principali e secondari, sia perimetrali sia interne, la presenza di scale a ginocchio e i nuclei scale-ascensori.

Il calcolo della PGA corrispondente agli stati limite di DL e DS viene eseguito secondo le Linee Guida per la Valutazione della Vulnerabilità Sismica degli Edifici Strategici e Rilevanti della Regione Basilicata (Dolce et al., 2005), sviluppate ai fini delle verifiche delle opere strategiche e rilevanti di cui all'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20 marzo 2003. Il modello di calcolo, integrato considerando i nuclei scala-ascensore, è basato su un'analisi piano per piano, con determinazione degli spostamenti relativi interpiano, ai fini della valutazione dello stato limite di DL, e della resistenza sismica dell'organismo strutturale, ai fini dello stato limite di DS. La verifica prescinde dall'utilizzazione di coefficienti di sicurezza e fattori di confidenza, facendo riferimento ai valori più probabili delle resistenze dei materiali, ai fini della valutazione della vulnerabilità e del rischio sismico "reali".

A partire dalla PGA corrispondente agli stati limite di DL e DS, vengono calcolate le curve di fragilità del corpo di fabbrica, secondo il metodo HAZUS (AA.VV., 2003); combinando queste ultime con la PGA corrispondente al periodo di ritorno prescelto (47.5, 95, 475 anni) vengono calcolate le distribuzioni di probabilità di danno e, infine, viene stimata la perdita economica attraverso i coefficienti di perdita corrispondenti ai diversi livelli di danno.

Conclusioni

Risk Analysis si configura come un prodotto innovativo sotto molti punti di vista, e può essere considerato come il risultato di un approccio manageriale consapevole delle problematiche e delle competenze necessarie per governare, gestire e contenere il rischio, assumendo decisioni che anticipano i possibili effetti di un evento, prima che esso si verifichi. Risk Analysis non è solo uno strumento di supporto alle decisioni, ma è anche la risposta alla necessità di operare in condizioni di incertezza, avvalendosi di modelli che aiutano a rappresentare, simulare e analizzare la complessità

per capire, prevedere e controllare i comportamenti dei sistemi reali. La vera innovazione, quindi, è nell'approccio in chiave sistemica al tema del rischio in ambito aziendale, che determina lo sviluppo di modelli d'interpretazione e di valutazione altrettanto innovativi. Si tratta di un progetto molto ambizioso, realizzato grazie alla caparbia ed all'impegno di un team interdisciplinare, dove le competenze in ambito aziendale si sommano a quelle informatiche e scientifiche, per realizzare un progetto che contiene una forte componente sperimentale che si sposa con la necessità di gestire e prevedere i rischi che gravano sul patrimonio e sulle attività dell'azienda.

Riferimenti bibliografici

- AA.VV. (2003), *HAZUS-MH MR1 – Advanced Engineering Building Module*. Department of Homeland Security Emergency Preparedness and Response Directorate - FEMA Mitigation Division.
- Ambraseys N.N. (1995), Reappraisal of the prediction of ground accelerations in Europe. *Proc. of the 10th European Conference on Earthquake Engineering*. Balkema, Rotterdam, 3041-3048.
- Beretta S. (2004), *Valutazione dei rischi e controllo interno*, Università Bocconi Editore, Milano.
- Braga F., Dolce M., Liberatore D. (1982), Southern Italy Novembre 23, 1980 Earthquake: a Statistical Study on Damaged Buildings and an Ensuing Review of the M.S.K.-76 Scale. *Proc. of the 7th European Conference on Earthquake Engineering*, Vol. 7, Atene, 431-450.
- Camassi R., Stucchi M. (1996), *NT4.1 – Un catalogo parametrico di terremoti di area italiana al di sopra della soglia del danno. Rapporto tecnico del CNR-GNDT*.
- Copertino V., De Vincenzo A., Giosa L., Sole A., Telesca V., Viparelli R. (2006), Strumenti legislativi ed attuativi per la pianificazione e la gestione delle risorse idriche, in *Tecniche per la Difesa dall'inquinamento a cura di G. Frega*, n.26. Nuova Editoriale BIOS (Cosenza), pp455-488.
- Cornell C.A. (1968), Engineering seismic risk analysis. *Bull. Seism. Soc. Am.*, 58, 1583-1606.
- Sabetta F., Pugliese A. (1996), Estimation of response spectra and simulation of nonstationary earthquake ground motions, *Bull. Seism. Soc. Am.*, 86-2, 337-352.
- Dipartimento della Protezione Civile (2000), *Scheda di 1° livello di rilevamento danno, pronto intervento e agibilità per edifici ordinari nell'emergenza post-sismica (AeDES)*.
- Dolce M., Masi A., Cianciarulo C., Ferrara D., Moroni C., Samela C., Santarsiero G., Vona M. (2005), *Linee Guida per la Valutazione della Vulnerabilità Sismica degli Edifici Strategici e Rilevanti*. Regione Basilicata - Centro di Competenza Regionale sul Rischio Sismico (CRiS).
- Gallant J.C., Dowling T.I. (2003), A multiresolution index of valley bottom flatness for mapping depositional areas, *Water Resources Research*, 39(12), 1347.
- International Valuation Standards Committee (2003), *International Valuation Standards*, IVSC, London.
- Kirkby M.J. (1975), Hydrograph modelling strategies, in: *Progress in Physical and Human Geography*, edited by: Peel RF, Chisholm MD, and Haggett P, Heinemann, London, 69–90.
- Lucantoni A., Bosi V., Bramerini F., De Marco R., Lo Presti T., Naso G., Sabetta F. (2001), Il rischio sismico in Italia. *Ingegneria Sismica*, n. 1/2001, 5-35.
- Nardi F. (2005), (tutors: Umbertini L, Grimaldi S, Napolitano F), *DEM Processing for Hydrogeomorphic Application*, Ph.D. Thesis, La Sapienza, Roma.
- Scandone P. (1997), L'attività del GNDT nel triennio 1993-1995. *Rapporto tecnico del CNR-GNDT*.
- UNI 10839 (1999), *Programma di intervento e progettazione in edilizia. Qualificazione e controllo della valutazione estimativa, finanziaria ed economica*.
- Williams W.A., Jensen M.E., Winne J.C., Redmond R.L. (2000), An Automated Technique for Delineating and Characterizing Valley-Bottom Settings, *Environmental Monitoring and Assessment*, 64(1): 105-114.