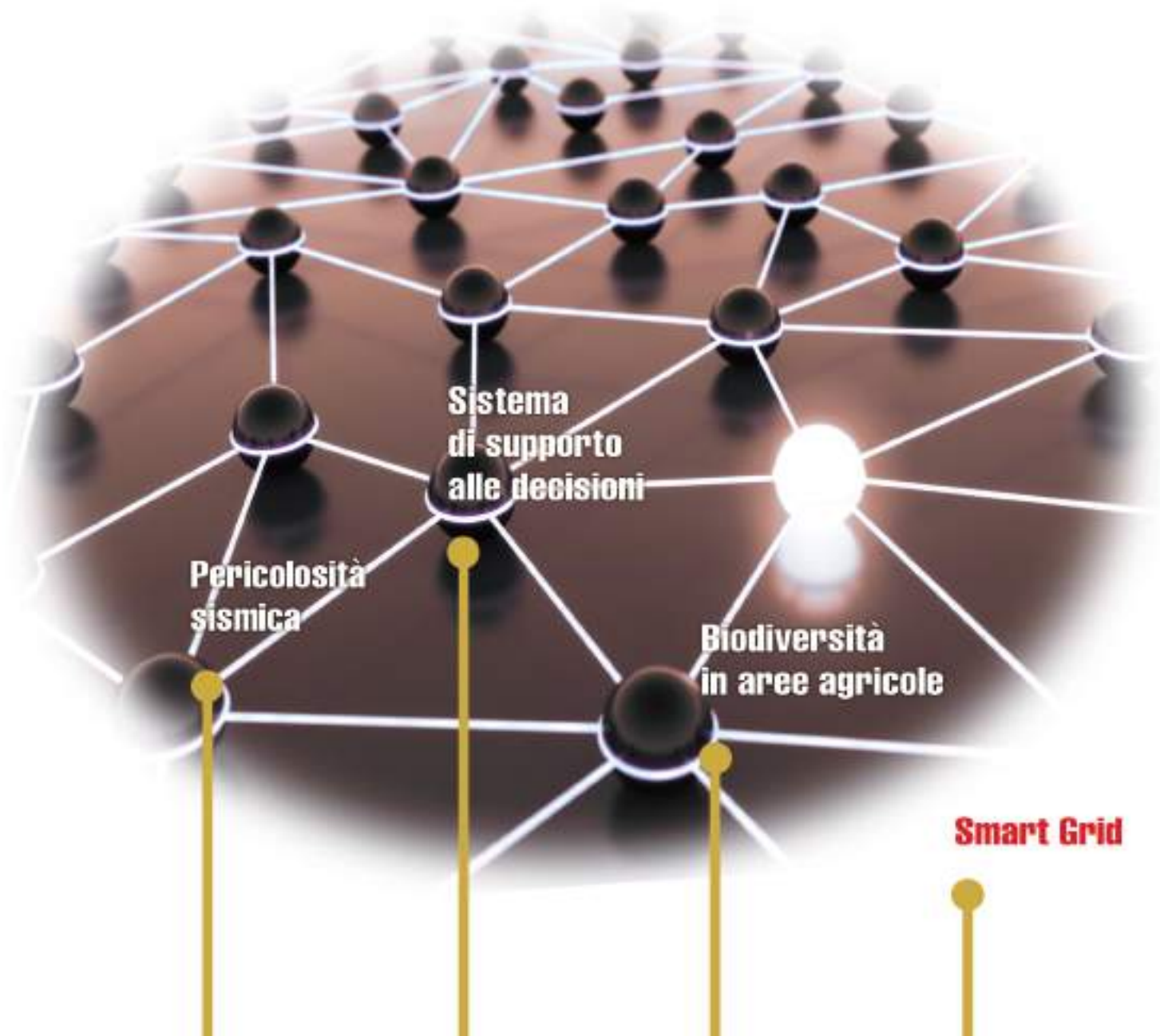




bimestrale dell'ENEA  
anno 59  
maggio - agosto 2013

# Energia, Ambiente e Innovazione

3-4/2013





## Direttore Responsabile

Diana Savelli

## Comitato di Direzione

Pietro Agostini, Vincenzo Artale, Giacobbe Braccio,  
Marco Casagni, Gian Piero Celata, Carlo Creminini,  
Pierino De Felice, Roberta Delfanti,  
Francesco Di Mario, Roberta Fantoni, Elena Fantuzzi,  
Massimo Forni, Massimo Frezzotti, Massimo Iannetta,  
Carmela Marino, Paride Meloni, Silvio Migliori,  
Roberto Morabito, Aldo Pizzuto, Vincenzo Porpiglia,  
Rino Romani, Sergio Sangiorgi, Massimo Sepielli,  
Leander Tapfer, Ezio Terzini, Carlo Tricoli,  
Francesco Troiani, Marco Vittori Antisari, Gabriele Zanini

## Comitato tecnico-scientifico

Osvaldo Aronica, Paola Batistoni, Ilaria Bertini,  
Paolo Clemente, Paolo Di Lazzaro, Andrea Fidanza,  
Stefano Giammartini, Rossella Giorgi, Giorgio Graditi,  
Massimo Maffucci, Laura Maria Padovani, Paolo Ruti,  
Emilio Santoro

## Coordinamento editoriale

Giuliano Ghisu

## Collaboratori

Daniela Bertuzzi, Paola Carrabba, Orietta Casali,  
Antonino Dattola, Barbara Di Giovanni

## Edizione web

Antonella Andreini, Daniela Bertuzzi, Concetta Manto

## Promozione

Paola Crocianielli

## Traduzioni

Carla Costigliola

## Progetto grafico

Paola Carabotta, Bruno Giovannetti

## Per informazioni e contatti: infoeal@enea.it

*Gli articoli riflettono le opinioni degli autori e non necessariamente quelle dell'ENEA*

## Pre-stampa

FGE Srl - Fabiano Gruppo Editoriale  
Regione San Giovanni, 40 - 14053 Canelli (AT)  
e-mail: info@fgeditore.it

## Stampa

Varigrafica Alto Lazio  
Via Cassia, km 36,300 (Zona industriale) - 01036 Nepi (VT)

## Registrazione

Tribunale Civile di Roma  
Numero 148 del 19 aprile 2010 del Registro Stampa

Finito di stampare nel novembre 2013



Prodotto realizzato impiegando carta Symbol Freelifce certificata FSC

## 1 Inizia un nuovo percorso

Diana Savelli

## Sa Spazio aperto 2

### Dibattito

## 2 Valutazione della pericolosità sismica: considerazioni

G. Bongiovanni, P. Clemente, M. Forni,  
S. Hallemikael, G. Martini, A. Paciello, D. Rinaldis,  
V. Verrubbi, A. Zini

### Politiche

## 10 Incentivare il miglioramento dell'efficienza energetica degli edifici: il Green Deal inglese

V. Cinquemani

### Società

## 14 Case intelligenti per consumatori intelligenti?

O. Amerighi, B. Felici, P. Corrias, G. Borrelli,  
M. C. Tommasino, M. Rao

### Prospettive

## 20 Le Smart Grid: necessità o opportunità per il futuro assetto delle rete elettrica nazionale

I. Bertini, B. Di Pietra

### Proposte

## 26 Valutazioni preliminari per il recupero di sabbie da impianti di depurazione per il ripascimento dei litorali

R. Pica, F. Pasanisi,  
G. Cesaro, C. Tebano, A. Salluzzo

## Rd Research & development 36

## 36 Landslide hazard assessment of the Messina Municipality area (Sicily)

C. Puglisi, L. Falconi, G. Leoni

## 43 A Risk Analysis and Decision Support System for Nuclear Accidents in the Mediterranean Area

R. Delfanti, M. Pollino, V. Rosato, L. La Porta,  
M. D'Isidoro, S. Sandri, M. Guarracino,  
E. Napolitano, M. Barsanti, V. Artale,  
P. Agostini, I. Delbono, F. De Rosa, A. di Sarra,  
E. Fantuzzi, R. Lorenzelli, E. Negrenti, P.M. Ruti,  
F. Padoani, G. Zanini

## 52 The restoration of the Tower of Montorio, Italy, after the 2003 earthquake

B. Carpani

## 64 The LIFE+ DINAMO project: a model of social participation for the conservation and increase of biodiversity in agricultural areas

P. Carrabba, B. Di Giovanni, M. De Mei,  
L. Bacchetta, L. M. Padovani

## 71 Energy consumption analysis and carbon footprint of a building of the University of Milano-Bicocca: starting point for a sustainability report

G. Magatti, C. Bellantoni, M. Cavallotti,  
R. Benocci, M. Gualtieri, M. Camatini

## 78 Historical heritage safeguard: remote sensing by drones for knowledge and emergency

E. Candigliota, F. Immordino

## Rb Rubriche 86

86 dal **Mondo**

87 dall'**Unione Europea**

89 dalle **Istituzioni nazionali**

91 dai **Giornali**



# Inizia un nuovo percorso

Diana Savelli



Sono davvero onorata di essere stata scelta dal Vertice ENEA come nuovo Direttore Responsabile della rivista “Energia, Ambiente e Innovazione”.

Ho accettato l’incarico con l’entusiasmo che contraddistingue il mio carattere e che non è andato affievolendosi nel corso della mia carriera lavorativa ma, al contrario, è cresciuto e maturato.

Il Direttore che mi ha preceduto, il dott. Vincenzo Ferrara, nei quasi tre anni in cui ha condotto la rivista, ha apportato su di essa un profondo cambiamento e dato un importante impulso al suo rilancio.

Questo da un lato rende il mio compito più facile, dall’altro mi investe di una grande responsabilità.

Per fortuna, posso contare su una “squadra” rodada, con competenze ad ampio spettro, che condivide il mio entusiasmo e che mi ha assicurato il suo sostegno.

Insieme, abbiamo ipotizzato un nuovo “percorso” per la rivista, che prevede alcuni ritocchi nella sua struttura e una serie di interventi e iniziative – come l’inserimento nei circuiti internazionali delle riviste scientifiche e l’utilizzo di nuovi strumenti in rete - che hanno come obiettivo l’aumento della sua diffusione. Seguendo l’istinto tipico dell’ingegnere, ho previsto anche una ridefinizione del processo che porta alla produzione della rivista, ai fini di una sua ottimizzazione.

Ho volutamente parlato di “percorso”, in quanto i cambiamenti (e spero i risultati) saranno ponderati e progressivi.

Contiamo anche sul contributo dei nostri lettori, che intendiamo tenere sempre informati dei traguardi via via raggiunti e ai quali chiediamo di inviare consigli, proposte e - se necessario - anche pareri e critiche.

Alcuni cambiamenti sono già riscontrabili in questo primo fascicolo e riguardano la struttura della rivista, che abbiamo articolato in tre sezioni.

Nella prima, denominata “Spazio aperto”, prevediamo la pubblicazione di articoli - prevalentemente in italiano - che trattano argomenti di attualità scientifica e tecnologica, affrontano questioni scientifiche controverse, presentano proposte tecnologiche e di strategie.

Gli articoli della seconda sezione (“Research & Development”), esclusivamente in lingua inglese, riguarderanno i risultati di attività di ricerca scientifica, la messa a punto di nuove tecnologie o di applicazioni innovative, studi, analisi e valutazioni tecnico-scientifiche, rassegne approfondite.

La parte finale della rivista continuerà ad ospitare una serie di “Rubriche” che, in maniera sintetica, forniranno informazioni sulle politiche e le misure approvate o discusse a livello internazionale, europeo e nazionale e sugli argomenti e avvenimenti su cui i media nazionali hanno maggiormente puntato l’attenzione, con riferimento alle tematiche della rivista.

Riprendendo una iniziativa importante e di grande successo del precedente Direttore, “Energia, Ambiente e Innovazione” continuerà a realizzare una serie di “Speciali” monografici su tematiche tecnico-scientifiche di attualità o strategiche.

Concludo ringraziando tutti i lettori che continueranno a seguire la rivista e a tutti coloro che ci aiuteranno con i loro contributi ad arricchirla e a farla crescere.

*Diana Savelli*

# Valutazione della pericolosità sismica: considerazioni

Un'efficace politica di prevenzione sismica non può prescindere da una corretta valutazione della pericolosità, che consente di individuare le aree dove intervenire, definendo una scala di priorità, e di dosare gli interventi necessari. L'analisi di pericolosità viene effettuata mediante due approcci, quello probabilistico e quello deterministico, che potrebbero essere affiancati per una più completa e cautelativa definizione delle azioni sismiche. Fondamentali sono la formazione dei futuri cittadini affinché imparino a convivere con il rischio e la corretta informazione in occasione di eventi sismici

■ *Giovanni Bongiovanni, Paolo Clemente, Massimo Forni, Salomon Hailemichael, Guido Martini, Antonella Paciello, Dario Rinaldis, Vladimiro Verrubbi, Alessandro Zini*

**N**egli ultimi anni si sono verificati eventi sismici di magnitudo molto elevata, che hanno causato vittime e distruzione anche in paesi tradizionalmente più preparati del nostro sia in termini di prevenzione che di interventi in emergenza. Si è parlato spesso di terremoto eccezionale, non prevedibile, e certamente eventi come quello che l'11 marzo 2011 si è verificato al largo della costa orientale giapponese con il conseguente tsunami, o quelli del Cile del 27 febbraio 2010, di Haiti del 12 gennaio 2010 e del Wenchuan (Cina) del 12 maggio 2008 non sono all'ordine del giorno nel mondo e, in particolare, in Italia. Nel nostro pa-

ese eventi di minore energia, come quelli dell'Aquila del 2009 e dell'Emilia del 2012, hanno comunque provocato ingenti danni sia al tessuto edilizio residenziale sia a quello produttivo, oltre che alle strutture di interesse storico-artistico. Si tratta di due casi limite: il primo si riferisce ad un'area ad elevata sismicità, sede di importanti e relativamente frequenti eventi ben descritti dalle testimonianze delle varie epoche, il secondo ad una zona ritenuta a bassa sismicità. In entrambi i casi le scosse principali sono state accompagnate da foreshock e/o aftershock di varia intensità.

I motivi di tali disastri vengono attribuiti, da alcuni, soprattutto a una valutazione non corretta della pericolosità sismica nelle zone in questione, da altri, soprattutto a una scarsa qualità delle costruzioni. Nel presente articolo sono affrontati questi temi con l'obiettivo di fornire spunti di riflessione e discussione.

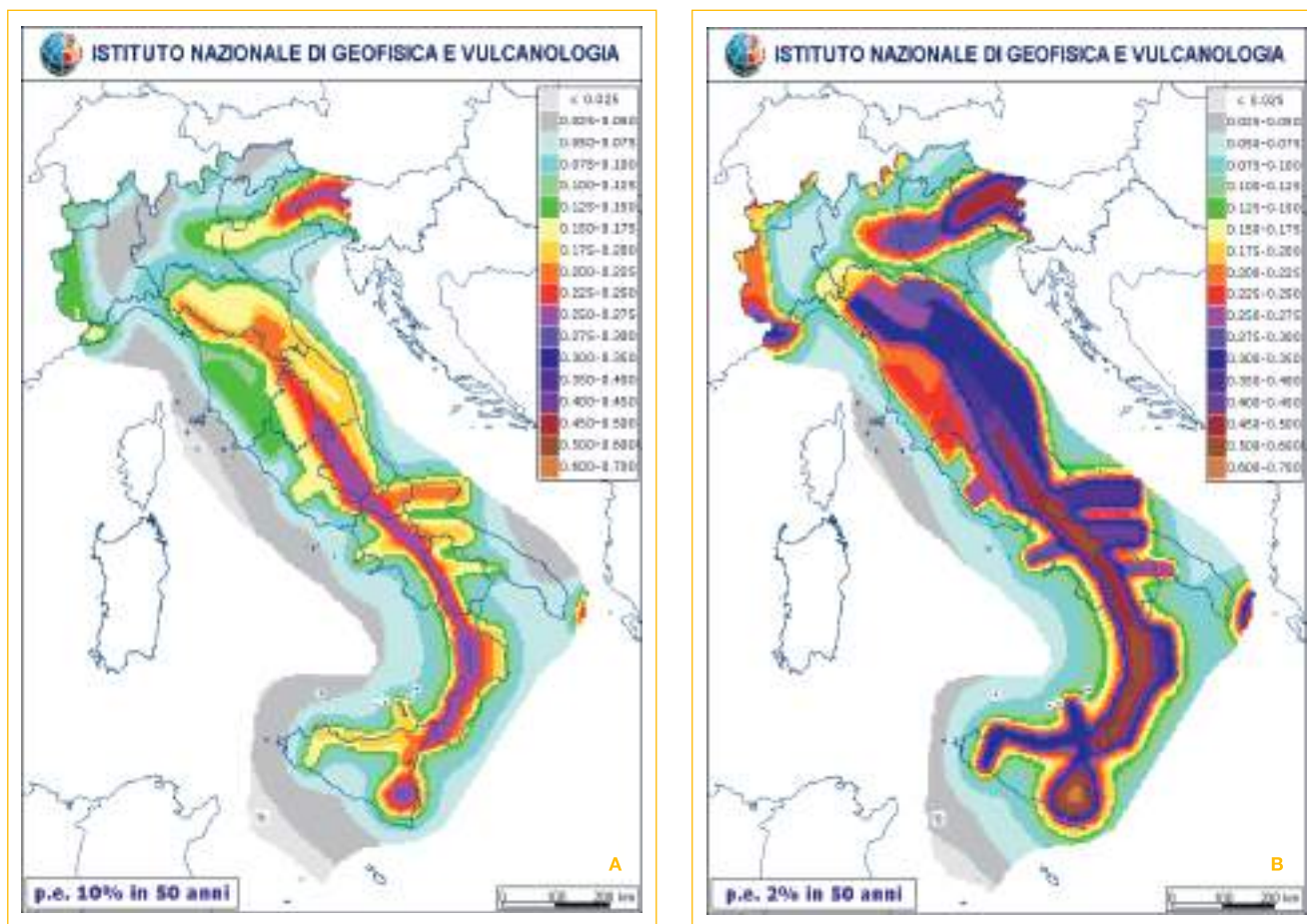
## Pericolosità sismica di riferimento

La pericolosità sismica è una misura dell'entità dei fenomeni attesi in un sito in un determinato periodo di tempo. Attualmente la valutazione della pericolosità sismica di riferimento sul territorio italiano si basa su un approccio probabilistico (PSHA, probabilistic seismic hazard analysis) che consiste nella stima della probabilità che si verifichi un livello di scuotimento sismico maggiore di un assegnato valore, entro un dato periodo di tempo. Il livello di scuotimento può essere espresso mediante un parametro caratteristico: in genere la classificazione sismica e le norme tecniche per le costruzioni fanno riferimento all'accelerazione orizzontale massima su suolo rigido (PGA, peak ground acceleration) che, essendo un parametro sintetico, è utile ai fini della classificazione del territorio ma non è rappresentativo dell'energia

■ *Giovanni Bongiovanni, Paolo Clemente, Salomon Hailemichael, Guido Martini, Antonella Paciello, Dario Rinaldis, Vladimiro Verrubbi, Alessandro Zini*  
 ENEA, Unità Tecnica Caratterizzazione, Prevenzione e Risanamento Ambientale

■ *Massimo Forni*  
 ENEA, Unità Tecnica Ingegneria Sismica





**FIGURA 1** Mappe della pericolosità sismica di riferimento in termini di PGA relative, rispettivamente, ad una probabilità del 10% (a) e del 2% (b) di essere superata in 50 anni. Fonte: INGV

rilasciata né degli effetti sulle costruzioni (Bongiovanni et al., 2012). L'approccio probabilistico, introdotto alla fine degli anni 60 (Cornell, 1968), risulta particolarmente utile per la capacità di incorporare le incertezze relative ai dati di input e di formulare il risultato in modo tale da permetterne la sovrapposizione ad altri tipi di pericolosità ambientali. Utilizza i dati sismologici disponibili per delimitare e caratterizzare le sorgenti sismogenetiche in termini di

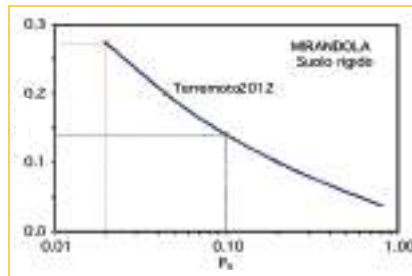
massima magnitudo e di ricorrenza (numero atteso di eventi in un anno per ciascun intervallo di magnitudo) e definire un modello di attenuazione dell'energia sismica.

Ciò permette di attribuire al sito di interesse una "storia sismica", che tiene conto dei contributi di tutte le sorgenti individuate. Assumendo un modello statistico delle "comparsesismiche" è quindi possibile ottenere stime del valore del parametro di riferimento che ha una assegnata

probabilità di essere superato al sito in un dato intervallo di tempo o, equivalentemente, che ha un assegnato tempo medio di ritorno; interpolando i risultati ottenuti per più siti, si possono ricavare le mappe di pericolosità, come quelle di riferimento per l'attuale normativa, realizzate in termini di PGA (Meletti e Montaldo, 2007). Al riguardo è bene evidenziare subito che i risultati dell'analisi probabilistica sono sempre relativi al cosiddetto "suolo rigido", ossia

non tengono conto di come il moto sismico in superficie possa essere modificato, in termini di ampiezza, durata e contenuto in frequenza, rispetto a quello in profondità o su roccia (bedrock), a causa delle condizioni geologiche e geomorfologiche locali.

L'approccio probabilistico fornisce mappe di pericolosità (Figura 1), ciascuna relativa ad un valore della probabilità che si verifichi un livello di scuotimento sismico maggiore di quello indicato dalla mappa stessa in un certo intervallo di tempo (usualmente di 50 anni), o a un determinato valore del tempo di ritorno. Nella progettazione di nuove costruzioni ordinarie, quali gli edifici per civili abitazioni, si fa riferimento al livello di scuotimento che ha nella zona una probabilità del 10% di essere superato in 50 anni, che equivale a un tempo di ritorno di 475 anni (Figura 1a). Tale scelta può non essere sufficientemente cautelativa. Ad esempio, all'evento sismico dell'Emilia del 20 maggio 2012 le mappe di pericolosità attribuivano una probabilità inferiore al 5% in 50 anni, ossia un tempo di ritorno di oltre 1000 anni, come si deduce dalla Figura 2, dove sono diagrammati i valori di PGA in funzione della probabilità di accadimento per il sito di Mirandola. L'evento, quindi, non era ritenuto impossibile ma semplicemente poco probabile o, meglio, poco frequente. Ad aggravare i danni, in questo caso, ha contribuito il fatto che i territori della Pianura Padana Emiliana siano stati inseriti tra le zone sismiche soltanto dal 2003; pertanto tutte le costruzioni realizzate prima di allora, e quindi gran parte delle strutture



**FIGURA 2** Valori di PGA in funzione della probabilità di accadimento  $P_R$  per il sito di Mirandola  
Fonte: ENEA

esistenti, sono state progettate senza tener conto delle azioni sismiche. Anche per questo motivo numerosi edifici industriali hanno subito danni importanti o sono addirittura crollati: in alcuni casi le strutture erano labili per azioni orizzontali o i nodi tra i pilastri e le travi non erano in grado di trasmettere nemmeno minime azioni sismiche (Clemente et al., 2012). Val la pena ricordare che la classificazione del territorio nazionale è iniziata a seguito del disastroso evento di Messina e Reggio Calabria del 1908 e ha sempre seguito e quasi mai anticipato la realtà. Basti ricordare che al momento del sisma del 2002, il territorio comunale di San Giuliano di Puglia (Molise) era un'isola non classificata sismica in un mare di Comuni già da tempo inseriti tra le zone sismiche. La classificazione attuale supera questi limiti: l'intero territorio nazionale è stato classificato attribuendo valori di pericolosità, in termini di accelerazione orizzontale massima su suolo rigido per diversi valori del tempo di ritorno, ai punti di una maglia di lato pari a 5,5 km prescindendo dai confini amministrativi, evitando così innaturali discontinuità. Specie in aree ad elevata densità di

popolazione e per le strutture di attività produttive di interesse nazionale, come già previsto dalle vigenti norme per quelle di particolare rilevanza o strategiche, andrebbe adottato un grado di sicurezza maggiore riferendosi, ad esempio, alla mappa in Figura 1b, relativa ad una probabilità di superamento del 2% in 50 anni, ossia ad un tempo di ritorno di 2475 anni, che rappresenta il massimo attualmente contemplato dalle norme tecniche, compatibile con le nostre conoscenze sulla storia sismica. Al riguardo va osservato che eventi meno frequenti, con tempo di ritorno superiore a 2475 anni, potrebbero essere a noi sconosciuti; inoltre non va trascurata la possibilità di faglie ancora non identificate, come quella che generò il terremoto che il 16 luglio 2007 ( $M=6,6$ ) colpì la cittadina di Chūetsu, nella prefettura di Niigata in Giappone, dove è situata la centrale nucleare di Kashiwazaki-Kariwa, la prima al mondo con un reattore di terza generazione e la prima a subire un terremoto violento.

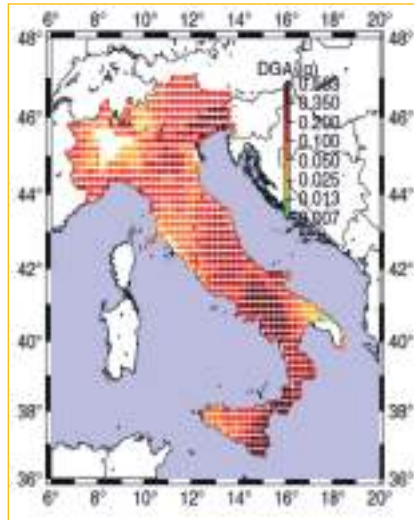
In definitiva l'approccio probabilistico fornisce una descrizione della pericolosità che consente una scelta del grado di sicurezza o, inversamente, del rischio che si vuole accettare, che può essere ridotto significativamente ma non annullato.

Un'alternativa a quello probabilistico è l'approccio deterministico (DSHA, deterministic seismic hazard analysis) che fa riferimento all'evento massimo credibile, in grado di produrre quello che è ragionevolmente ritenuto il maggior livello di scuotimento al sito. Il metodo tiene conto sia della sismicità storica, ossia degli eventi osservati, sia delle

caratteristiche delle sorgenti che possono interessare il sito, e determina il terremoto di progetto in termini di magnitudo, meccanismo focale e distanza. La DSHA non tiene conto del tasso di ricorrenza dei terremoti, ma considera gli scenari in grado di generare il livello di scuotimento ritenuto verosimilmente maggiore al sito; di contro, l'approccio probabilistico tiene conto di tutti gli scenari di scuotimento possibili, inclusi quelli della DSHA (Abrahamson, 2006).

Un metodo relativamente recente è il neodeterministico (NDSHA, Neo-Deterministic Seismic Hazard Analysis).

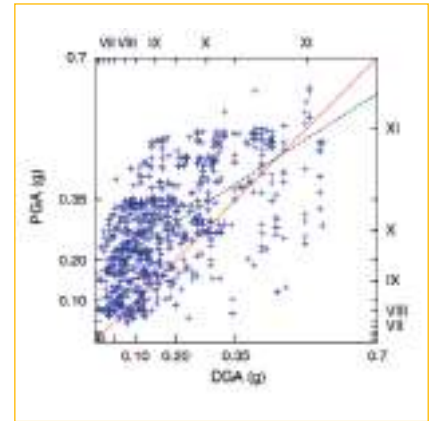
A partire dalle informazioni disponibili in merito alla struttura della litosfera, alla distribuzione e caratteristiche delle sorgenti sismiche e al livello di sismicità dell'area in esame e utilizzando modelli numerici per simulare la generazione e la propagazione delle onde sismiche, il metodo permette di calcolare sismogrammi sintetici dai quali estrarre i valori dei parametri rappresentativi dello scuotimento sismico (Panza et al. 2001). Come affermano gli stessi Autori, la scarse conoscenze sulla struttura interna della Terra non permettono di calcolare forme d'onda sintetiche con contenuto in frequenza superiore ad 1 Hz, di interesse per la maggior parte delle strutture civili; l'estensione a frequenze superiori è fatta tenendo conto dei risultati delle analisi PSHA. I sismogrammi, vengono calcolati in relazione a diversi scenari, ovvero a differenti posizioni delle sorgenti e diversi valori dell'energia rilasciata dalle sorgenti stesse, consentendo analisi parametriche che forniscono la stima dell'incertezza associata al livello di pericolosità sismica del sito



**FIGURA 3** Mappa di pericolosità ottenuta con NDSHA  
Fonte: Zuccolo et al., 2011

esaminato (Zuccolo et al., 2011). L'approccio neodeterministico fornisce una mappa di pericolosità (Figura 3) in termini di accelerazione al suolo di progetto (DGA, design ground acceleration), che è relativa al massimo evento credibile e che, pertanto, ai fini di un confronto, andrebbe paragonata alla mappa ottenuta con l'approccio probabilistico per un periodo di ritorno molto elevato.

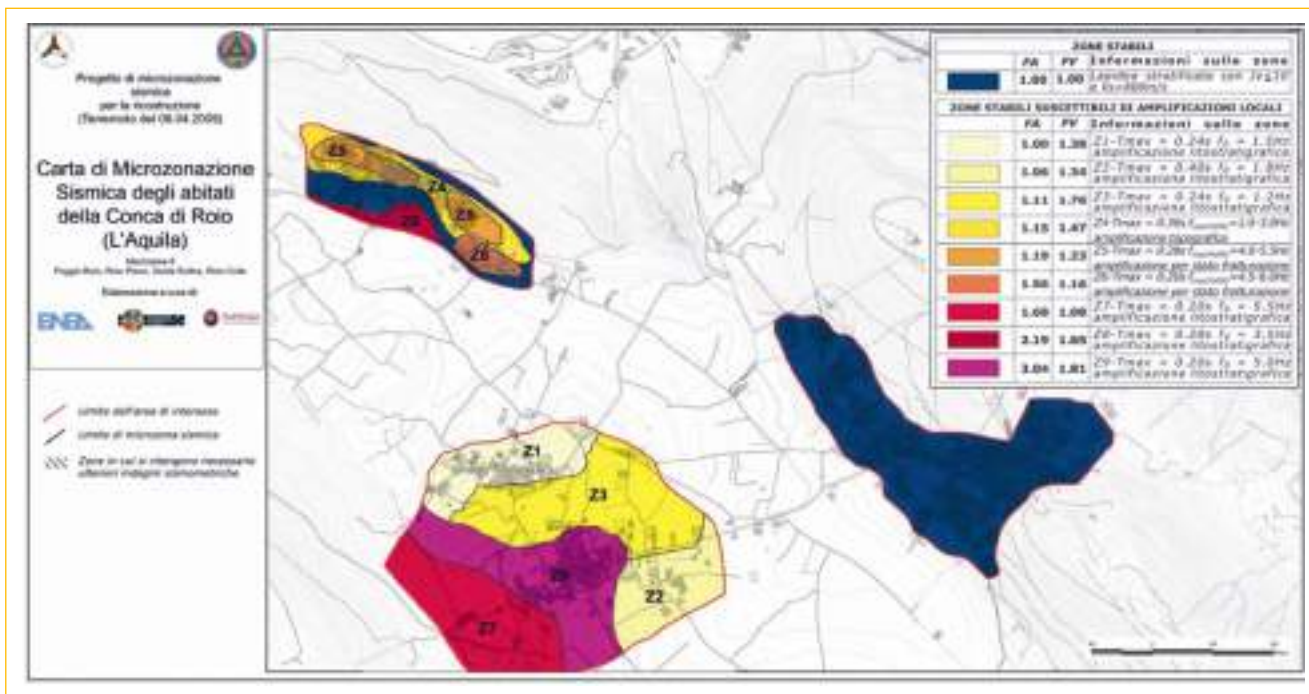
In Figura 4 sono riportate le coppie di valori PGA-DGA per il territorio italiano, considerando per la PGA il caso di probabilità di superamento del 2% in 50 anni (tempo di ritorno = 2475 anni). Si nota che i punti sono quasi ovunque al di sopra della bisettrice a dimostrazione che mediamente i valori di PGA sono più cautelativi dei valori di DGA; la PGA è mediamente più bassa soltanto per valori molto elevati del livello di scuotimento. I due approcci, probabilistico e deterministico, non sono necessa-



**FIGURA 4** Confronto tra le stime del PGA (prob. di eccedenza 2% in 50 anni) e del DGA: la linea continua in rosso è la bisettrice  $PGA=DGA$ ; la linea tratteggiata in nero è la retta di regressione dei dati  
Fonte: Zuccolo et al., 2011

riamente alternativi, anzi possono essere affiancati confrontandone i risultati, come si fa normalmente per le piattaforme petrolifere offshore in aree ad alta sismicità (Chang et al., 2005), pur ricordando che alcune norme, come le ACI 376-10 del 2010 (Code Requirements for Design and Construction of Concrete Structures for the Containment of Refrigerated Liquefied Gases), prescrivono l'uso del metodo probabilistico con la motivazione che fornisce valori conservativi dello scuotimento sismico. Va infine ricordato che il valore massimo dell'accelerazione al suolo da solo non è significativo degli effetti sulle strutture e che andrebbero sempre considerati gli spettri di risposta di ogni specifico sito (che consentono di valutare i massimi effetti in funzione delle caratteristiche dinamiche delle strutture) o, ancora meglio, un congruo numero di accelerogrammi rappresentativi dello scuotimento





**FIGURA 5** Microzonazione sismica della Conca di Roio, Comune di L'Aquila. La scala cromatica si riferisce ai differenti valori dei fattori di amplificazione sismica  
 Fonte: Gruppo di Lavoro MS-AQ, 2010

possibile, da assumere come input al piede delle strutture. La disponibilità di una banca dati accelerometrica mondiale, con numerose registrazioni su siti di vario tipo, dovrebbe favorire l'utilizzo di terremoti reali nella progettazione strutturale

### Microzonazione sismica

Come appena precisato, la valutazione della pericolosità di base non è sufficiente a definire le azioni sismiche al piede di una struttura in quanto fornisce informazioni relative allo scuotimento sismico su suolo rigido, che può subire notevoli variazioni per effetti locali, in termini di valori di picco, durata e contenuto in frequenza, e assumere valori molto diversi a brevi distanze.

Anche durante il sisma emiliano le caratteristiche locali del sottosuolo hanno determinato un maggior contenuto alle basse frequenze dello scuotimento, con effetti più dannosi per strutture meno rigide come i campanili e gli edifici industriali.

Di qui la necessità della microzonazione sismica (Figura 5), che si sviluppa su tre livelli (Gruppo di lavoro MS, 2008). Nel Livello 1 il territorio in esame viene suddiviso in microzone omogenee in prospettiva sismica (MOPS), classificate in aree instabili, da non utilizzare per lo sviluppo urbanistico, aree stabili, quindi utilizzabili, ed aree stabili ma suscettibili di amplificazione. Per queste ultime è necessario un approfondimento per valutare l'am-

plicazione sismica in superficie, che può essere fatto, per i casi più semplici, mediante l'uso di abachi predisposti (Livello 2) e, per i casi più complessi, mediante accurate misure in sito e un'adeguata modellazione numerica (Livello 3).

I fattori di amplificazione sismica, calcolati sulla base di parametri geologico-tecnici e geofisici caratteristici per ogni microzona e rappresentativi del comportamento medio dell'area, sono uno strumento utile per la scelta delle aree più idonee allo sviluppo urbanistico e possono fornire indicazioni sull'opportunità di eseguire analisi di risposta sismica locale in siti specifici per la progettazione di singole opere (Rinaldis & Clemente, 2013).



## Protezione delle strutture esistenti

I valori dell'azione sismica forniti dai due approcci, probabilistico e deterministico, sono sempre utilizzabili nella progettazione delle nuove co-

struzioni. L'obiettivo di ottenere un analogo livello di protezione, ossia l'adeguamento sismico, non è quasi mai raggiungibile per le costruzioni esistenti. Infatti, gran parte delle strutture esistenti (circa il 70%) è

stata progettata con norme sismiche meno severe di quelle attuali o addirittura senza tener conto dell'azione sismica, perché in area classificata sismica soltanto di recente oppure progettata in epoca antecedente qualunque norma, e risulta molto difficile o addirittura impossibile renderle conformi alle nuove norme per motivi tecnologici e/o economici. Per esse si accetta il miglioramento, ossia un livello di protezione inferiore rispetto a quello richiesto per le nuove costruzioni; pertanto, una differenza anche significativa tra i valori di pericolosità forniti dai due approcci viene di fatto attutita in valore assoluto (Clemente et al., 2013). A volte, soprattutto per le strutture di interesse storico, conviene procedere al contrario: gli interventi sono scelti tenendo conto di quello che è tecnicamente ed economicamente realizzabile, anche nel rispetto della concezione architettonico-strutturale originaria e del valore storico, e successivamente si verifica che il livello di miglioramento raggiunto sia non minore di un minimo accettabile. Nella pratica si accettano valori ridotti dell'azione sismica anche fino al 60% di quella assunta per il progetto delle nuove costruzioni, come accade nei lavori di riparazione a seguito di eventi sismici.

## La nuova classificazione sismica del Lazio

Nel corso degli studi per la nuova classificazione sismica del Lazio, è stata messa a punto dall'ENEA una metodologia che, sulla base dell'analisi dei parametri di accelerazione al sito previsti dalla classificazione sismica nazionale e della sismicità storica che ha interessato il territorio regionale, consente l'identificazione di aree con caratteristiche omogenee di scuotibilità locale e la definizione di registrazioni accelerometriche rappresentative del moto atteso al suolo (Orazi et al. 2008, Rinaldis et al. 2011).

A tal fine il territorio regionale del Lazio è stato suddiviso in Unità Amministrative Sismiche (UAS), corrispondenti ai territori dei singoli Comuni o, nel caso del Comune di Roma, dei municipi. In particolare, sono stati analizzati statisticamente i valori e le forme degli spettri ad hazard uniforme (UHS) disponibili per tutto il territorio nazionale (Meletti e Montaldo 2007, Montaldo e Meletti 2007) e mediante la tecnica statistica della "cluster analysis" sono stati identificati raggruppamenti di UAS con caratteristiche omogenee delle accelerazioni del suolo; detti raggruppamenti, insieme ai valori di massima accelerazione orizzontale attesa, sono alla base della classificazione delle UAS nelle nuove zone sismiche (Zone 1, 2A, 2B, 3A, 3B).

Per la definizione degli accelerogrammi di riferimento, l'analisi della sismicità storica che ha interessato il territorio regionale ha fornito alcuni parametri sismologici (meccanismo focale, magnitudo, distanza epicentrale) utilizzati come chiavi di ricerca nelle banche dati accelerometriche mondiali. Sono state così selezionate diverse serie di registrazioni reali compatibili con le caratteristiche sismologiche e geologiche dei terremoti ai quali possono essere soggetti i diversi gruppi di UAS.

Mediante una tecnica di confronto di forma tra gli spettri di risposta delle registrazioni e gli spettri UHS medi dei raggruppamenti di UAS identificati con l'analisi statistica, sono state selezionate 5 tracce accelerometriche per ogni gruppo di UAS. L'assegnazione degli accelerogrammi di riferimento alle singole UAS è avvenuta scalando le tracce del gruppo di cui fa parte la UAS al valore medio dell'accelerazione di picco, vale a dire dell'accelerazione dello spettro di risposta corrispondente al periodo  $T=0$ , calcolato per ogni UAS sulla base dei valori previsti dalla classificazione sismica nazionale. Gli accelerogrammi di riferimento individuati in ciascuna UAS sono a disposizione dei professionisti per gli studi di microzonazione sismica e le analisi di risposta sismica locale da eseguire nel territorio regionale del Lazio (DGR Lazio n. 387/09, DGR Lazio n. 545/10).

## Previsione dei terremoti

È noto che la previsione a breve termine, ossia l'identificazione con qualche giorno o settimana di anticipo del giorno, dell'area epicentrale e della magnitudo di un sisma, al momento non è possibile e forse non lo sarà mai. Analogamente, non è possibile nemmeno escludere l'accadimento di un sisma.

Alcune esperienze sembrerebbero dimostrare il contrario: il 4 febbraio 1975 la città di Haicheng (provincia di Liaoning, in Manciuria, Cina) fu evacuata un giorno prima di un evento di magnitudo 7,3, salvando la vita a oltre 3 milioni di persone. La previsione era frutto di un programma di studi avviato in Cina nel 1966, nell'ambito del quale furono diramati numerosi allarmi per eventi sismici che, però, in molti casi non si sono verificati. La previsione si basava sull'osservazione di alcuni fenomeni, i cosiddetti precursori sismici, che spesso si verificano prima di un evento importante, tra cui l'aumento del numero di terremoti di bassa magnitudo: la scossa principale, come è successo anche all'Aquila nel 2009, è spesso preceduta e seguita da sciami sismici, a volte di lunga durata, ma ciò non si verifica sempre, quindi la relazione non può essere presa come certa. Una cosa però è certa: dopo decine o centinaia di scosse, pur di intensità relativamente debole, gli edifici, specie quelli in cattivo stato di salute, meno recenti e con scarsa manutenzione, potrebbero aver subito danni e non avere più la capacità di sopportare azioni sismiche che avevano prima. Che cosa si fa in questi casi? Un semplice esame visivo non basta. Una corretta valutazione dello stato di salute di un edificio richiede accurate analisi sperimentali sui materiali e sulla struttura; sulla base dei risultati di tali analisi va tarato un modello matematico, che consenta la valutazione della sicurezza della struttura. Ovviamente si tratta di operazioni che possono essere costose e richiedere tempi non

brevi e in caso di esito negativo l'edificio va evacuato. A livello mondiale, dopo quello cinese il più importante esperimento di previsione è stato avviato, nella seconda metà degli anni 80, a Parkfield in California, con riferimento a un settore della famosa faglia di San Andreas (Bakun and Lindh, 1985). Lo studio, che ha anche l'obiettivo di fornire informazioni sul processo di genesi dei terremoti, si basa sull'analisi dei dati forniti dalle numerose reti di monitoraggio in relazione alla deformazione in prossimità della faglia, al movimento lungo la faglia ed ai terremoti associati, nonché sull'analisi dei possibili fenomeni precursori. Pur fornendo dati indispensabili per una maggiore conoscenza del fenomeno sismico, l'esperimento non è stato in grado di offrire una corretta previsione a lungo termine né di individuare chiari fenomeni precursori nel breve periodo (Bakun et al., 2005). Sulle anomalie delle sequenze dei terremoti di bassa magnitudo, in particolare in relazione alla loro frequenza, intensità e localizzazione, si basano alcune sperimentazioni di previsione a medio termine condotte da un gruppo internazionale che comprende ricercatori dell'Università di Trieste (Peresan et al., 2005). I risultati, soprattutto se saranno affinati in termini di estensione dell'area interessata e di ampiezza dell'intervallo di tempo – al momento entrambi relativamente grandi – potrebbero essere utili nelle scelte della scala di priorità di interventi a scopo preventivo, sempre che le previsioni forniscano informazioni con un congruo anticipo. Recentemente è sta-

to avviato, nell'ambito di un accordo quadro tra Dipartimento della Protezione Civile e Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, il progetto "S3 - Previsione a breve termine e preparazione dei terremoti" che ha l'obiettivo di identificare e valutare procedure per la previsione a breve termine sulla base dell'analisi retrospettiva di molteplici parametri considerati informativi sulla genesi dei terremoti, in due aree campioni: la Pianura Padana e l'Appennino meridionale.

### Scienza e informazione

La difesa dai terremoti comporta l'assunzione di decisioni e non può prescindere dall'informazione dei cittadini. Secondo il nostro parere, il ruolo degli esperti è quello di fornire alle istituzioni le proprie valutazioni deducibili sulla base delle attuali conoscenze, evidenziandone chiaramente il grado di incertezza e, quindi, l'affidabilità. Essi devono poter operare senza nessun tipo di condizionamento, in qualità di scienziati. La decisione sul da farsi



**FIGURA 5** “Edificio non sicuro in caso di sisma”: cartelli come questo in California sono molto diffusi

spetta alle autorità pubbliche preposte e non può che essere nella direzione della massima prudenza anche se dovesse costare il sacrificio di una stagione turistica o di qualche notte all'aperto. Alle stesse autorità spetta anche il compito di informare adeguatamente i cittadini sui rischi in gioco e sulle azioni messe in campo, mettendoli in condizione di decidere cosa fare.

Per questo è necessario insegnare ai cittadini a convivere con il rischio. Lo hanno ben capito in Giappone, dove la popolazione apprende come comportarsi in caso di terremoto fin dai primi anni di scuola. Ciò contribuisce a formare cittadini consapevoli, che pretendono la sicurezza delle proprie abitazioni, e progettisti e costruttori che sanno come garantirla. Sempre nell'ottica

dell'informazione, un esempio che noi riteniamo debba essere seguito è quello della California, in cui viene affisso all'ingresso di numerosi edifici un cartello che indica chiaramente la loro scarsa sicurezza dal punto di vista sismico (Figura 6), riconoscendo il diritto di chi si reca in un edificio per lavoro, svago o altro, di sapere se sta entrando in una struttura sicura o meno.

## bibliografia

- Abrahamson N. A. (2006). "Seismic hazard assessment: problems with current practice and future developments.". *Proceedings, First European Conference on Earthquake Engineering and Seismology*, Geneva, Switzerland, 17 pp.
- Bakun W.H., Lindh A.G. (1985). "The Parkfield, California earthquake prediction experiment", *Science*, 229, 619-624.
- Bakun W. H., Aagaard B., Dost B., Ellsworth W. L., Hardebeck J. L., Harris R. A., Ji C., Johnston M. J. S., Langbein J., Lienkaemper J. J., Michael A. J., Murray J., Nadeau R. M., Reasenberg P. A., Reichle M. S., Roeloffs E. A., Shakal A., Simpson R. W., Waldhauser F. (2005). "Implications for prediction and hazard assessment from the 2004 Parkfield earthquake". *Nature*, 437, doi:10.1038/nature04067.
- Bongiovanni G., Buffarini G., Clemente P., Saitta F. (2012). "Building in seismic areas: towards a new prevention policy". 15th World Conf. on Earth. Eng., 15WCEE, (Lisbon, 24-28 Sept.), Paper No. 0672.
- Chang B., Abraham M., Peng B. F. (2005). "Comparison of ISO and API Design Guidelines Using 3 Existing". Offshore Platforms Offshore Technology Conference (Houston, TX, USA).
- Clemente P., Forni M., Martelli A. (Eds) (2012). *Focus on The Pianura Padana Emiliana Earthquake. Energia, Ambiente e Innovazione*, No. 4-5, Parte II, ENEA, Roma.
- Clemente P., Rinaldis D., Bongiovanni G., Saitta F. (2013). "What information are needed to design anti-seismic structures?". *Proc. Earthquake Resistant Engineering Structures, ERES 2013 (July 8-10, A Coruña)*, WIT Transactions on The Built Environment.
- Colombi A., Hålemikael S., Martini G., Martino S., Paciello A., Peloso A., Salvatori L., Scarascia Mugnozza G., Verrubbi V. (2013). "Studies for seismic microzonation in Latium region (Italy) by experiencing the application of official guide-lines in intra-mountain plains". *Proc. Earthquake Resistant Engineering Structures, ERES 2013 (July 8-10, A Coruña)*, WIT Transactions on The Built Environment.
- Cornell C. A. (1968). "Engineering seismic risk analysis", *Bull. Seism. Soc. Am.*, 58(5), pp. 1583-1606.
- Gruppo di lavoro MS (2008). *Indirizzi e criteri per la microzonazione sismica. Conferenza delle Regioni e delle Province autonome - Dipartimento della Protezione Civile*, Roma, 3 vol. e DVD.
- Gruppo di Lavoro MS-AQ (2010). *Microzonazione sismica per la ricostruzione dell'area aquilana. Regione Abruzzo - Dipartimento della Protezione Civile, L'Aquila*, 3 vol. e CD-rom.
- Kellis-Borok V., Soloviev A. (2003). *Nonlinear Dynamics of the Lithosphere and Earthquake Prediction*. Springer Series in Synergetics, Heidelberg, 338 pp.
- Meletti C., Montaldo V. (2007). *Stime di pericolosità sismica per diverse probabilità di superamento in 50 anni: valori di ag. Progetto DPC-INGV S1, Deliverable D2*, <http://esse1.mi.ingv.it/d2.html>
- Montaldo V., Meletti C. (2007). *Valutazione del valore della ordinata spettrale a 1sec e ad altri periodi di interesse ingegneristico. Progetto DPC-INGV S1, Deliverable D3*, <http://esse1.mi.ingv.it/d3.html>
- National Earthquake Prediction Evaluation Working Group, *Earthquake Research at Parkfield, California, for 1993 and beyond*, U.S. Geological Survey Circular 1116, 14pp., 1994.
- NTC (2008). *Norme tecniche per le costruzioni*. Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti, Decreto Ministeriale del 14 gennaio 2008, Supplemento ordinario alla G.U. n. 29 del 4 febbraio 2008.
- Orazi A., Colasanto F., Colombi A., Martini G., Paciello A., Pugliese A., Rinaldis D., Zini A. (2008). "The Seismic Zonation of Latium Region Based on New Criteria", *Proc. 14th World Conference on Earthquake Engineering (Beijing, 12-17 October)*, IAEE & CAEE, Mira Digital Publishing, Saint Louis, Paper 07-0199.
- Panza G., Romanelli F., Vaccari F. (2001). "Seismic wave propagation in laterally heterogeneous anelastic media: theory and applications to seismic zonation". *Advances in Geophysics*, 43, 1-95.
- Peresan A., Kossobokov V., Romashkova L., Panza G.F. (2005). *Intermediate-term middle-range earthquake predictions in Italy: a review*. *Earth Science Reviews*, 69 (1-2), 97-132.
- Rinaldis D., Clemente P. (2013). "Seismic input characterization for some sites in Italy". *Proc. Earthquake Resistant Engineering Structures, ERES 2013 (July 8-10, A Coruña)*, WIT Transactions on The Built Environment.
- Rinaldis D., Pugliese A., Martini G., Zini A. (2011). "Analisi della pericolosità sismica di base". In Scarascia Mugnozza G. (ed.), *La pericolosità sismica nel Lazio. Pericolosità sismica di base, analisi di risposta sismica locale e studi per la microzonazione sismica*, Italian Journal of Engineering Geology and Environment - Book Series, Università La Sapienza, Rome, Cap. 1, 21-53.
- Zuccolo E., Vaccari F., Peresan A., Panza G. (2011). "Neo-deterministic and probabilistic seismic hazard assessment: a comparison over the Italian territory". *Pure Appl. Geophys.*, 168, 69-83.

# Incentivare il miglioramento dell'efficienza energetica degli edifici: il Green Deal inglese

Il governo britannico ha varato una normativa, chiamata Energy Act 2011, che prevede interventi per 7 milioni di abitazioni esistenti entro il 2020. Fra le misure in programma la più imponente è il Green Deal, approvato a inizio 2013, che promuove misure di miglioramento dell'efficienza energetica degli edifici, residenziali e non, senza spese iniziali per i proprietari: il costo degli interventi verrà saldato con l'ammontare dei risparmi nelle bollette di elettricità e gas resi possibili dagli interventi

■ Virginia Cinquemani

“**G**reen Deal: energy savings for your home or business”: è lo slogan con il quale il sito ufficiale del governo britannico (<https://www.gov.uk/green-deal-energy-saving-measures/>) promuove questa iniziativa secondo la quale si può avere accesso a misure di miglioramento dell'efficienza energetica degli edifici, residenziali e non, senza spese iniziali. Il costo, infatti, rientrerà direttamente dai risparmi in bolletta. Un incentivo statale promosso e capitanato dall'iniziativa privata – risultano coinvolti attori britannici di prim'ordine nel ramo finanziario, edilizio ed energetico – è stato lanciato per riattivare il mercato dell'edilizia che languiva in uno stato di profonda stagnazione, tramite la riqualificazione energetica del patrimonio edilizio esistente.

Un'idea ispirata da un ambizioso progetto pilota completato nel 2010, la *Victorian Terrace* al BRE (Building Research Establishment, <http://www.bre.co.uk/>) sito a Watford, Regno Unito. Un edificio di epoca vittoriana in condizioni precarie, con un rating di certificazione energetica pari a “F”, che un team “visionario” ma articolato intorno a ricercatori e partner dell'industria edilizia ha trasformato in un modello di efficienza energetica (con un rating “A/B”), grazie ad un approccio organizzato in tre step: *'fabric first'*, ossia il miglioramento dell'involucro edilizio prima di tutto (riparazioni impro-rogabili, quindi isolamento termico con materiali innovativi delle mura- ture e della copertura, vetri camera); *'then heating and hot water'*, ossia upgrade degli impianti di riscaldamento ed acqua calda sanitaria; *'finally renewables'*, infine l'adozione di sistemi di micro-generazione per venire incontro al fabbisogno ener-

getico residuo di un involucro già reso efficiente.

In questo progetto (che oggi può essere visitato dal pubblico come parte di tour organizzati all'Innovation Park del BRE), molti materiali sperimentali sono stati utilizzati per la prima volta in assoluto. Tra questi, ad esempio, l'Aerogel, un isolante termico ad altissima efficienza, di spessore tra i 5 e i 10 mm, con la conduttività termica più bassa di qualunque materiale solido conosciuto (pari a 0,013 W/mK), originariamente creato dalla NASA per isolare le tute aerospaziali.

Il governo britannico, che ha finanziato in parte il retrofit della *Victorian Terrace*, ha tratto insegnamento dalle opportunità offerte da un'operazione del genere su una potenziale larga scala operativa.

La Gran Bretagna, come altri paesi, ha risentito del periodo di recessione più lungo dal dopoguerra ad ora. Nonostante ciò, nel 2011 l'industria

■ Virginia Cinquemani  
BRE - Building Research Establishment,  
Gran Bretagna





**FIGURA 1** La Victorian Terrace presso il Building Research Establishment (BRE), a Watford



**FIGURA 2** Isolante Aerogel

edilizia ha generato 89,5 miliardi di sterline del valore aggiunto lordo, 6,7% del totale nazionale, dando lavoro a 2,04 milioni di persone. Questo per sottolineare come, nonostante la “double-dip recession”, l’industria edilizia – pure in sofferenza a causa di un numero notevolmente inferiore rispetto al passato di contratti nei lavori pubblici e nell’edilizia domestica – abbia continuato a costituire uno dei settori trainanti dell’economia negli ultimi cinque anni, in termini di impiego e produzione, direttamente nel settore di competenza e a cascata nell’indotto ad essa collegato ed interdipendente. Il governo, in collaborazione con l’industria, ha pertanto elaborato una strategia tesa al rilancio dell’e-

conomia e della creazione di nuovi posti di lavoro in un settore trainante rispetto all’economia nazionale. I fattori di successo ci sono tutti: il 74% del patrimonio edilizio in Gran Bretagna è stato costruito anteriormente al 1975 e il settore residenziale-edilizio in particolare è responsabile del 27% dei gas climalteranti prodotti nel Regno Unito; ancora, il prezzo dell’energia è salito in maniera significativa negli ultimi anni, così da obbligare quasi 4 milioni di persone che vivono in abitazioni fatiscenti e fatalmente inefficienti da un punto di vista energetico, a spendere più di un decimo della spesa media familiare in elettricità e gas. In aggiunta a ciò, il governo ha stabilito dei target stringenti per ridurre dell’80% le emissioni di carbonio totali del paese entro il 2050, inclusa l’ambiziosissima normativa secondo la quale tutte le abitazioni di nuova costruzione dal 2016 dovranno dimostrare di essere “zero carbon” (ossia le emissioni prodotte dalle case e dalle attività che in esse si svolgono dovranno risultare pari a zero nel corso dell’anno solare). A questa scadenza seguirà il target dell’eco-retrofit di 7 milioni di abitazioni esistenti entro il 2020. A questo scopo è stata varata una normativa chiamata *Energy Act 2011*, che include il *Green Deal*, il *roll out di smart metres*, la sicurezza energetica ed altre iniziative relative alla gestione energetica in Gran Bretagna. Ma cosa è il *Green Deal* e come può contribuire a rilanciare questa complessa macchina economica? Il *Green Deal*, lanciato ufficialmente il 28 gennaio scorso come progetto a lungo termine, è un sistema di

supporto finanziario che consente ai proprietari di immobili esistenti (intesa in termini di edilizia residenziale, commerciale e pubblica) di incrementare l’efficienza energetica di tali edifici tramite pacchetti di misure di retrofit il cui costo non verrà affrontato immediatamente, ma che verrà saldato, mese per mese, attraverso le bollette di elettricità e gas con l’ammontare che verrà risparmiato.

In aggiunta al *Green Deal*, un incentivo finanziario a partire da £ 1.000 (1.170 euro) per proprietà verrà riconosciuto a tutti coloro che firmeranno un contratto di *Green Deal* in questa fase di start-up, mentre un altro incentivo per famiglie a basso reddito o residenti in edifici che presentano condizioni di particolare criticità operativa verrà sostenuto dal cosiddetto *ECO (Energy Company Obligation)*, entrata in vigore il 1 maggio 2013, allo scadere di simili accordi legislativi terminati all’inizio di quest’anno): si tratta di un protocollo d’intesa firmato dai principali fornitori energetici britannici, che li obbliga a supportare progetti di efficienza energetica nel settore residenziale ed a ridurre progressivamente le loro emissioni di carbonio. È stato stimato che il *Green Deal*, il cui reale impegno finanziario è stato valutato in circa 14 miliardi di sterline (16,4 miliardi di euro), creerà più di 60.000 posti di lavoro entro il 2015 nell’industria dell’isolamento di murature portanti in mattoni (intervento molto efficace da un punto di vista di miglioramento energetico, ma normalmente uno dei più difficili e costosi da implementare), senza considerare i possibili posti

di lavoro creati nell'indotto immediatamente collegato (tramite la manifattura, distribuzione, progettazione, consulenza ed installazione di 45 diverse misure di efficienza energetica: da finestrate a doppia camera, a nuovi impianti di riscaldamento/raffrescamento, ai sistemi di micro-generazione energetica – dalla co-generazione al fotovoltaico – ed altri sistemi di isolamento termico).

Il processo del *Green Deal* è stato studiato per essere piuttosto semplice nella sua fase applicativa:

- una valutazione sull'efficienza energetica della proprietà, con inclusa una stima dei lavori che potrebbero essere portati a termine per migliorarne l'efficienza, viene svolta da un consulente autorizzato *Green Deal*;
- viene prodotto un EPC (*Energy Performance Certificate*, o certificato di performance energetica dell'edificio in oggetto) con un report che riassume i suggerimenti sulle tecnologie e le misure più appropriate per la proprietà in questione, coerenti con le finalità di *Green Deal* (l'utente ha la possibilità di chiedere più di una valutazione con preventivo a vari *Green Deal Providers* - operatori di energia, fornitori al dettaglio di fai da te ed altri servizi ecc.);
- una volta scelto il Provider, le misure di miglioramento energetico verranno implementate dalle aziende autorizzate all'installazione;
- il *Green Deal Provider* prescelto pagherà immediatamente le aziende in appalto per i lavori, mentre i proprietari degli im-



**FIGURA 3** Tipiche misure energetiche compatibili con il Green Deal  
Fonte: The Green Deal Warehouse

bili (o inquilini, nel caso di immobili in affitto), ripagheranno il debito maturato col Provider tramite le bollette di elettricità e gas (che adesso risulteranno meno onerose grazie alle misure di efficienza applicate), con contratti fino a 25 anni, ed usufruendo nel contempo di un risparmio economico e di edifici più confortevoli.

La regola fondamentale alla base della fattibilità del *Green Deal* è la cosiddetta Golden Rule, secondo la quale il risparmio economico previsto, dato da una domanda inferiore di energia, dopo l'installazione nell'edificio delle misure di efficienza energetica, deve essere superiore al costo complessivo di materiali ed installazione delle stesse misure. Inoltre, il payback deve essere non più lungo della vita della tecnologia installata. Riuscire a rientrare in questi parametri non è sempre semplice, specialmente per interventi onerosi che prevedono payback a lungo termine, quali ad esempio l'isolamento delle mu-



**FIGURA 3** Costi di energia per il consumatore, prima e dopo il Green Deal  
Fonte: Gibbs and Dandy

raiture; in questi casi possono intervenire altri sussidi compatibili con il *Green Deal*, come l'*Energy Company Obligation*.

Il sistema finanziario dietro il *Green Deal* non manca di una certa complessità. Per permettere ai proprietari (o anche agli affittuari degli immobili) di pagare il debito nel corso degli anni della convenzione tramite l'ammontare risparmiato sulle bollette energetiche piuttosto che in anticipo, una serie di entità private (istituti bancari, fornitori energetici, costruttori, manifatture: tra i partecipanti, nomi illustri come EDF Energy, Goldman Sachs, HSBC, Kingfisher, Lloyds Bank, npower, PwC) si sono unite in un consorzio formato su iniziativa privata dell'industria, non governativo e no-profit, la *Green Deal Finance Company* (GDFC), nata con il duplice obiettivo di mettere a punto e gestire un sistema di supporto finanziario per il *Green Deal* che fornisca agli utenti il miglior rapporto qualità/prezzo. Il coinvolgimento diretto di importanti attori del mercato finanziario e grandi operatori del mercato energetico, rassicura gli esperti sulla effettiva operatività di questo modello.

Per lanciare questo progetto al suo primo round s'è reso necessario un primo investimento pari a un miliardo di sterline (1,17 miliardi di euro), proveniente da fondi pubblici e fondi europei pari a 700 milioni di euro, e da fondi privati prevalentemente ad alto rischio; infatti, la difficoltà maggiore nel promuovere un piano finanziario di questa entità, è costituita dalla sua stessa "novità", senza precedenti e, pertanto, senza garanzie. La riluttanza degli investitori privati in particolare registrata fin quasi al lancio del progetto (gennaio 2013), i tassi di interesse piuttosto elevati (minimo 7,67%) rispetto a quanto originariamente previsto, la mancanza di chiarezza sui dettagli ed obiettivi di questo progetto insieme alla partenza a scoppio ritardato del sistema di finanziamento, ha fatto sì che molte siano a tuttora le incertezze che circondano il *Green Deal* tra gli utenti.

A complicare la situazione, una serie di fattori:

- banche ed altri istituti di credito offrono altre forme di prestito per misure di miglioramento dell'efficienza energetica in competizione con il *Green Deal* (con tassi di interesse a partire dal 2,29%), alcune tramite estensione dei mutui sulle proprietà;
- da sondaggi effettuati, in tempi di austerità, la gente è meno propensa ad accendere nuovi debiti, nonostante gli esperti dicano che questi prestiti a lungo termine siano in realtà meno onerosi e verranno concessi a più gente rispetto a prestiti ordinari;
- il prestito viene acceso sull'im-

mobile, non sul proprietario, per cui se l'immobile viene ceduto, anche il contratto *Green Deal* passa al proprietario successivo, e questa regola ha creato non pochi dubbi nei proprietari sulla futura vendibilità dei loro immobili;

- l'associazione di consumatori *Which?* ha messo il pubblico in guardia dai pericoli insiti in un sistema che si basa effettivamente su rappresentanti che offrono prodotti "porta a porta" (oltre a valutare le misure di miglioramento dell'efficienza energetica);
- vige una certa incertezza sulla garanzia di prodotti innovativi a risparmio energetico e installazioni oltre i 5 anni, quando i contratti *Green Deal* sono stipulati tra i 10 e i 25 anni;
- il governo ha lanciato il *Green Deal* in maniera poco eclatante, e molti addetti ai lavori hanno criticato la mancanza da parte del governo di obiettivi chiari e di dettagli per il pubblico, cosicché pochi a tutt'oggi sanno effettivamente di cosa si tratti.

News contrastanti si susseguono in questo periodo: da un calcolo recente, dopo 6 mesi di *Green Deal*, circa 19.000 proprietà sono state sottoposte a valutazione, ma solamente 200 sono effettivamente state riqualificate secondo il protocollo *Green Deal*; da una stima della *Cavity Insulation Guarantee Agency*, il numero di abitazioni nelle quali sia stato installato un isolamento all'interno di murature a cassetta (la maniera più efficace ed economica per migliorare l'efficienza energetica della maggior

parte delle abitazioni costruite in Gran Bretagna dopo il 1919) negli ultimi 12 mesi è crollato del 97%, probabilmente perché incentivi governativi precedenti al *Green Deal* permettevano l'installazione di quasi tutte le misure a costo zero, mentre con il *Green Deal* i proprietari devono accendere un prestito sulla proprietà; di contro, e in difesa del *Green Deal*, il Governo fa sapere che si tratta di un piano a lungo termine, appena all'inizio, e che questa partenza a singhiozzo non comprometterà la riuscita del risultato finale di ristrutturare almeno 682.000 abitazioni in questa decade; in aggiunta a ciò, implementare il *Green Deal* potrebbe incrementare il valore delle abitazioni fino al 38%, come si apprende da uno studio fatto su un campione di 300 mila abitazioni.

Nonostante le numerose critiche, se questo sistema dovesse decollare come pianificato, sarebbe il primo al mondo ad offrire un sistema ad ampio respiro, che copra non solo la micro-generazione ma anche le misure di efficienza energetica, che giovi non solo al settore residenziale ma anche al settore dell'edilizia commerciale e pubblica, organizzato su iniziativa privata con l'appoggio del governo. Un sistema potenzialmente replicabile in altri paesi con un ricco patrimonio edilizio esistente, inclusa l'Italia, purché si possano mettere in atto misure di controllo sulle aziende autorizzate e sulla certificazione di prodotti, così da regolamentare questo sistema a tutela dei consumatori, come già sta succedendo in Gran Bretagna. ●

# Case intelligenti per consumatori intelligenti?

La “casa intelligente” è l’abitazione dotata di una rete tecnologicamente avanzata che collega tra loro sensori, dispositivi e apparecchiature domestiche accessibili e controllabili a distanza. L’insieme di tali dispositivi consente di fornire servizi che rispondono ai bisogni delle persone che vivono all’interno dell’abitazione: ottimizzazione energetica, sicurezza domestica, assistenza alle attività domestiche.

Quali sono in Italia le barriere all’accettazione e alla diffusione delle “tecnologie per la casa intelligente” e quali i possibili driver? I risultati di uno studio incentrato sul consumatore

■ Oscar Amerighi, Bruna Felici, Patrizia Corrias, Gaetano Borrelli, Maria Cristina Tommasino, Marco Rao

**I**l concetto di “casa intelligente” (Smart Home, SH) si riferisce a un’abitazione dotata di una rete tecnologicamente avanzata che collega tra loro sensori, dispositivi e apparecchiature domestiche monitorabili, accessibili e controllabili a distanza. L’insieme di tali dispositivi consente di fornire servizi che rispondono ai bisogni delle persone che vivono all’interno dell’abitazione<sup>1</sup>.

La rapida evoluzione dei sistemi elettronici, telematici e informatici anche in ambito domestico offre interessanti prospettive per la diffusione delle “tecnologie per la casa intelligente” (Smart Home Technologies, SHT) sul territorio nazionale. I servizi forniti da queste tecnologie rientrano essenzialmente in tre macro-categorie collegate tra loro:

ottimizzazione dell’uso e del consumo di energia (con potenziali vantaggi sia per i consumatori sia per gli operatori dei servizi energetici); sicurezza domestica; assistenza alle attività domestiche (particolarmente rilevanti per disabili e anziani). Recenti indagini sperimentali sulle SHT si sono rivolte all’analisi del comportamento e degli stili di vita di individui e gruppi familiari. Il grado di utilizzo e di accettazione delle soluzioni tecnologiche può, infatti, variare sulla base della presenza di diversi parametri tra cui: caratteristiche socio-demografiche degli utilizzatori; esperienze precedenti con sistemi tecnologicamente avanzati; modalità di fornitura dei servizi (legate alle regole e ai meccanismi del mercato).

L’Unità Centrale Studi e Strategie dell’ENEA ha realizzato, in collaborazione con Policy Studies Institute at the University of Westminster (Regno Unito, coordinatore), Cardiff University – School of Psychology

(Regno Unito), ed Ecologic Institute (Germania), il progetto “Consumer preferences for smart homes: a comparative study between the United Kingdom, Germany and Italy”<sup>2</sup>. Lo scopo principale è stato fornire indicazioni circa il grado di accettazione da parte dei consumatori e le relative preferenze per le SHT nei tre paesi oggetto dell’indagine, per poi tradurle in raccomandazioni pratiche per l’industria energetica e per il decisore pubblico su come sfruttare potenziali driver e superare le eventuali barriere evidenziate nei diversi contesti analizzati.

Nel presente lavoro si riassumono i principali esiti dello studio per l’Italia.

## Introduzione

Nel dibattito odierno sulle scelte di politica energetica, i concetti di “efficienza” e “risparmio” hanno assunto una rilevanza crescente, proporzionalmente alla maggiore consapevolezza delle conseguenze delle crisi climatiche in atto, alle

■ Oscar Amerighi, Bruna Felici, Patrizia Corrias, Gaetano Borrelli, Maria Cristina Tommasino, Marco Rao  
ENEA, Ufficio Centrale Studi e Strategie



maggiori incertezze legate all'approvvigionamento energetico necessario a sostenere l'attuale modello di sviluppo delle economie avanzate ed emergenti e non ultimo all'aumentato costo del servizio che in tempi di recessione impone risparmi alle famiglie.

L'insieme di queste esigenze ha prodotto azioni in ambito europeo verso l'uso razionale ed efficiente dell'energia, quali il pacchetto Clima Energia "20-20-20", con l'obiettivo di favorire un processo di riconversione dell'economia verso un sistema di produzione e consumo dell'energia a minori emissioni di carbonio.

Anche in ambito italiano, il percorso che ha portato alla definizione della Strategia Energetica Nazionale<sup>3</sup>, ha confermato il ruolo prioritario dell'efficienza energetica per ridurre costi, emissioni e impatto ambientale del sistema energetico.

La tecnologia riveste un ruolo centrale per consentire una produzione energetica a ridotto impatto emissivo, per migliorare l'efficienza energetico-ambientale dei processi produttivi industriali e per ottimizzare usi e consumi finali da parte dei consumatori. Gli scenari del sistema energetico italiano elaborati da ENEA per supportare e orientare, coerentemente con le direttive europee, le politiche energetiche a livello nazionale evidenziano come i migliori risultati in termini emissivi e di consumi finali dell'energia si raggiungano grazie all'efficienza energetica negli usi finali, supportata nel medio-lungo periodo da una modifica nel comportamento degli utenti finali verso

stili di vita meno "energivori"<sup>4</sup>. Per comprendere meglio le potenzialità offerte dalla penetrazione di nuove tecnologie è necessario, tuttavia, affrontare il tema dell'accettazione sociale, senza la quale sembra difficile l'accettazione di qualsiasi nuovo modello di comportamento. Si tratta di identificare e mettere in moto i meccanismi necessari a promuovere una partecipazione più attiva dei cittadini, chiamati più direttamente a sostenere, con le proprie scelte, la transizione verso un modello di consumo più responsabile e sostenibile.

Il fattore di successo di una innovazione tecnologica sta dunque anche nel grado di accettazione da parte del consumatore. Tale grado di accettazione può essere favorito attraverso una attiva partecipazione dell'utente finale nelle fasi iniziali di realizzazione del dispositivo tecnologico, come dimostrato dagli studi basati sul design orientato all'utente e partecipato, che confermano l'importanza di coinvolgere il consumatore fin dalla fase di progettazione e disegno dei dispositivi, in modo da renderli più facili all'utilizzo<sup>5</sup>.

In base a queste considerazioni, è evidente che la comprensione dei comportamenti individuali e di gruppo all'interno degli ambienti di vita, e la casa è il principale di questi ambienti, è fondamentale, in quanto la mancata considerazione di questi fattori potrebbe portare il consumatore a percepire l'introduzione della innovazione nella vita quotidiana come una "minaccia", che incide sulla vita quotidiana fino a toccare la dimensione delle libertà individuali<sup>6</sup>.

## Metodologia

Dal punto di vista metodologico, il progetto si è articolato in diverse fasi:

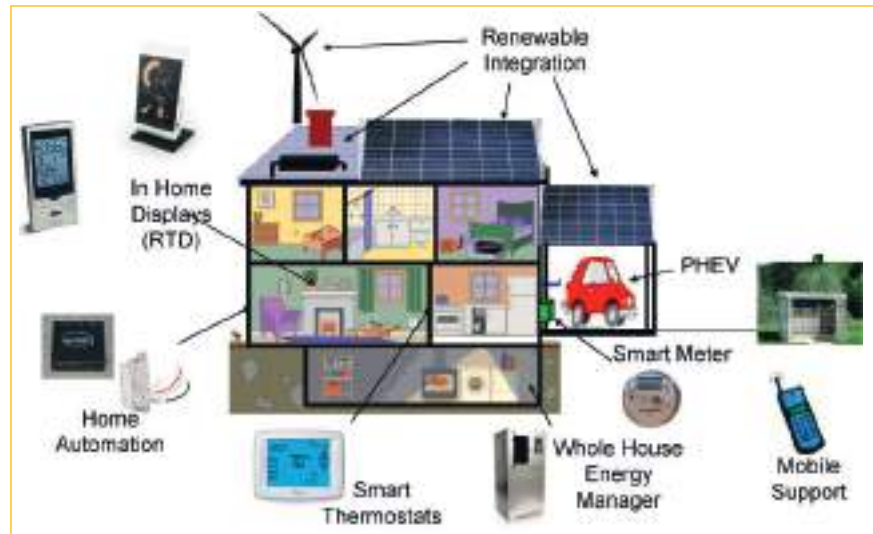
- rassegna della letteratura sul tema Smart Home per definire il concetto di "casa intelligente" (tecnologie esistenti e servizi offerti, problematiche ecc.) e per evidenziare gli approcci incentrati sul ruolo del consumatore;
- interviste con esperti del settore per capire le attuali barriere allo sviluppo del mercato, le possibili implicazioni sociali, e le maggiori sfide per l'integrazione di SHT in edifici esistenti;
- focus group di informazione e discussione partecipata con gruppi selezionati di consumatori;
- analisi comparativa di dati europei, come le indagini Eurobarometer su comportamenti e atteggiamenti dei consumatori sulle tematiche energia, ambiente, nuove tecnologie, privacy e sicurezza informatica, e di dati nazionali relativi a variabili socio-economiche e demografiche e al consumo e uso dell'energia.

Dato il taglio prevalentemente qualitativo del progetto, particolare enfasi è stata data alla dimensione partecipativa, mediante la quale si è tentato di far emergere le preferenze dei consumatori ed il grado di accettazione delle tecnologie per la casa intelligente. In questa ottica, tra i vari metodi di partecipazione del cittadino il focus group è sembrato il più idoneo per due motivi. Primo, perché permette di osservare le differenze nelle percezioni e negli atteggiamenti tra diversi gruppi di consumatori nei

singoli paesi. Secondo, perché può contribuire a spiegare differenze e similitudini in funzione delle caratteristiche socio-economiche e demografiche dei tre paesi (Regno Unito, Germania e Italia)<sup>8</sup>.

I partecipanti ai focus group sono stati selezionati, in primo luogo, in base alla dimensione geografica del proprio contesto abitativo. Diversi studi mostrano, infatti, che il contesto (prevalentemente urbano o prevalentemente rurale) in cui le persone vivono è una variabile rilevante per spiegare comportamenti e azioni di individui e comunità a favore dell'ambiente<sup>9</sup>.

In particolare, per ciascun paese, sono state identificate due realtà diverse per dimensioni e caratteristiche demografiche, un grande centro urbano ed una città di piccole dimensioni<sup>10</sup>. Per l'Italia, le città scelte sono state Roma (circa 2 milioni e 800 mila abitanti) e Gubbio (poco più di 30 mila abitanti)<sup>11</sup>. La seconda variabile considerata è stata la tipologia familiare, definita in funzione dell'età e della presenza o meno di figli nel nucleo familiare. Sono stati pertanto definiti tre tipi di nuclei familiari: "pre-famiglia" (sotto i 30 anni sen-



**FIGURA 1** Una casa intelligente e le sue molteplici tecnologie<sup>7</sup>

za figli), "famiglia" (da 30 a 50 anni, con figli) e "post-famiglia" (sopra i 50 anni senza figli, o comunque con figli non più conviventi)<sup>12</sup>.

I focus group hanno seguito un format strutturato, durante il quale<sup>8</sup> sono state illustrate le principali caratteristiche e funzioni di diversi dispositivi, tecnologie e relativi servizi per la casa intelligente. Allo stesso tempo, sono state lasciate delle "finestre" aperte alla discussione, per permettere ai partecipanti di porre domande, comunica-

re tra loro e formarsi un'opinione in merito all'argomento.

L'elaborazione dei risultati ha consentito di individuare i principali fattori che influenzano, positivamente o negativamente, l'adozione, l'utilizzo e lo sviluppo di un mercato delle tecnologie per le case intelligenti in ciascun paese.

## Risultati

In generale, gli italiani appaiono assai preoccupati per gli alti costi delle bollette energetiche. Ridur-



**FIGURA 2** Tipo di servizi offerti dalla casa intelligente<sup>13</sup>



**FIGURA 3** Focus group di Roma: sessione plenaria



**FIGURA 4** Focus group di Gubbio: gruppo post-famiglia

re il consumo di energia, sia attraverso dispositivi più efficienti che mediante una modifica dei comportamenti e degli stili di vita, risulta tra i principali fattori motivazionali che possono riorientare le scelte di consumo. In tal senso, un elemento decisivo è rappresentato dal poter disporre della massima trasparenza delle informazioni sui costi energetici nonché sui costi dei dispositivi stessi. Le discussioni nei focus group hanno evidenziato che un accesso facile

te, in tempo reale e in forma semplificata su tariffe e consumi. La difesa e il miglioramento della qualità della vita rappresenta un altro elemento più volte evocato e sul quale far presa per promuovere lo sviluppo del mercato delle case intelligenti in Italia. Le discussioni nei focus group hanno evidenziato il ricorrente legame tra qualità della vita e tematiche ambientali. Si tratta di una sensibilità emersa soprattutto tra i partecipanti all'incontro di Gubbio,

teresse per molti partecipanti. Per un paese come l'Italia, alle prese con un tasso di invecchiamento demografico tra i più elevati al mondo<sup>14</sup>, la sperimentazione di servizi e sistemi per il monitoraggio e il controllo della salute, può esercitare una funzione di training e favorire l'accettazione delle tecnologie in ambiente domestico. L'attenzione alla protezione dell'ambiente domestico sembra essere confermata da un'analoga attenzione riservata dai partecipanti ai servizi per il controllo della sicurezza domestica, attraverso, ad esempio, la ricezione di aggiornamenti sul proprio telefono, così come ai sistemi di rilevazione degli incendi e ai servizi per il controllo della qualità dell'aria. Guardando alle specifiche tecniche più richieste alle tecnologie per la casa intelligente, sono state richiamate la facilità d'uso e l'accessibilità, il tutto volto ad ottenere un completo controllo del dispositivo da parte dell'utilizzatore finale. I partecipanti ai focus group hanno inoltre sottolineato come le tecnologie debbano generare benefici tangibili ed essere pienamente comprese e facilmente utilizzate dagli utenti finali. In termini di barriere, una delle principali preoccupazioni dell'utente riguarda la mancanza di specifiche competenze tecnologiche necessarie a utilizzare e controllare i dispositivi. Il contesto italiano presenta, infatti, fattori di particolare debolezza legati ad una generale limitata diffusione di tecnologie a livello domestico. In tal senso va letta la richiesta di po-



e trasparente alle informazioni su costi e consumi energetici, anche di singoli elettrodomestici, può fornire elementi utili per adattare le abitudini di consumo energetico degli abitanti della casa. Tali elementi fanno ritenere che vi sia sufficiente spazio e interesse per le tecnologie e per i servizi che forniscono informazioni dettagliate

quasi a suggerire che nei piccoli centri il valore di una migliore gestione dell'uso dell'energia e dei consumi domestici si associ con più forza ad una revisione degli stili di vita in termini di riduzione dell'impatto ambientale. La relazione tra tecnologie per la casa intelligente e salute costituisce un ulteriore elemento di in-



ter testare in anticipo le soluzioni tecnologiche proposte, al fine di verificarne l'effettiva utilità. Alcuni partecipanti ai focus group hanno suggerito di implementare una strategia commerciale basata sul "provare per credere" per superare questa barriera di disabitudine all'uso della tecnologia nella quotidianità. Nella stessa direzione va anche la preferenza riguardante la modalità di fruizione dei servizi per la casa intelligente: in molti casi si preferisce l'affitto temporaneo all'acquisto diretto di servizi e tecnologie. Allo stesso modo, la consapevolezza dei propri limiti, soprattutto tra gli anziani, induce timori per gli eventuali guasti o per le possibili inefficienze che un gesto errato dell'individuo potrebbe creare ad un sistema tecnologico complesso.

Tra le principali sfide, trasversali rispetto ai gruppi familiari e al contesto territoriale, per la diffusione delle SHT in Italia, vi sono dunque considerazioni di carattere economico, quali i costi per l'acquisizione dei dispositivi e per la loro gestione e manutenzione, considerazioni di carattere tecnologico come la paura di malfunzionamenti, l'assenza di competenze necessarie per un corretto uso, e considerazioni legate alla privacy, in relazione al tema dell'intrusione tecnologica che può limitare le libertà personali o che può creare una progressiva dipendenza in chi ne fa un uso costante.

Sono emerse anche differenze riconducibili, in particolare, alla localizzazione geografica e alle caratteristiche del proprio contesto

abitativo. Le famiglie delle città di grandi dimensioni, che più di frequente vivono in condomini, preferiscono soluzioni tecnologiche comuni e concordate con i propri vicini, mentre le famiglie delle città di piccole dimensioni, residenti con maggiore frequenza in case a schiera o indipendenti, attribuiscono relativamente più importanza ai singoli cambiamenti comportamentali.

I focus group hanno infine evidenziato una diffusa consapevolezza della ricchezza e della fragilità del nostro territorio. La presenza di edifici storici nei centri urbani rende le nostre città, molte delle quali con origini medievali, prestigiose e fragili al tempo stesso, anche a causa del medio-alto rischio sismico che contraddistingue la maggior parte del nostro territorio<sup>15</sup>. Diversi partecipanti ai focus group hanno sottolineato l'entità dell'impatto di possibili interventi innovativi in edifici esistenti. Particolarmente indicative in tal senso sono state le opinioni espresse dai partecipanti ai focus group di Gubbio, nel cui centro storico si trovano numerose case risalenti al 1300-1400 che comportano elevati costi di manutenzione.

### Conclusioni

I risultati ottenuti tramite la partecipazione attiva dei potenziali utilizzatori finali di tecnologie per la casa intelligente hanno mostrato similarità e divergenze nelle preferenze dei consumatori ed evidenziato possibili criticità su cui intervenire per favorire la diffusione di queste tecnologie nel

contesto italiano. L'intervento può essere tanto di natura pubblica (si pensi al ruolo del Green Public Procurement per stimolare lo sviluppo del mercato o al ruolo del regolatore o di un'autorità garante per tutelare il diritto alla privacy e la sicurezza dei dati individuali), che di natura privata, coinvolgendo le imprese del settore energetico nelle risposte ai bisogni degli utilizzatori finali. Ciò può avvenire sia attraverso i prodotti e i servizi offerti che mediante la definizione di strategie di comunicazione volte a informare il potenziale acquirente sui benefici offerti dalla tecnologia.

È interessante notare come in Italia siano emerse tre figure principali di consumatore-tipo.

- Il "tecono-consapevole": appartenente al gruppo dei più giovani (soprattutto residenti nel grande centro urbano), particolarmente attento alle tematiche ambientali. Conosce la tecnologia ma non attribuisce ad essa un valore fideistico: anche per questo preferisce l'esercizio del controllo diretto sui dispositivi rispetto ad un funzionamento automatico. Vuole essere maggiormente informato sui costi e sui consumi. Riguardo alle SH apprezza le potenzialità che possono aprirsi in termini di sistemi di sicurezza per la casa e la salute delle persone.
- Il "parsimonioso": appartenente al gruppo dei meno giovani, attribuisce particolare importanza alla questione energetica nel suo complesso. Riguardo alla tecnologia, non è un esperto, ha paura di potenziali malfunzio-



namenti e degli alti costi legati alle innovazioni tecnologiche, ma non è un tecno-resistente. La dimensione economica orienta la visione delle SH come opportunità per ridurre i costi delle bollette energetiche.

- Il “pronto al cambiamento e altruista”: mediamente giovane e con figli, è particolarmente sensibile alle tematiche energetiche e ambientali ed è disposto a cambiare il proprio comportamento e

stile di vita per ridurre i propri consumi energetici e il risultante impatto sull'ambiente. La tecnologia è vista come uno strumento per migliorare la performance energetica e la sicurezza dell'abitazione, ma non deve diventare qualcosa di invasivo.

Pur considerando la natura qualitativa dello studio, appare interessante la proiezione ed estensione del campione analizzato sui dati storici nazionali. Nella prima metà del prossimo

anno, infatti, ENEA sarà impegnata nell'analisi dei risultati dell'indagine nazionale sugli usi energetici delle famiglie, realizzata da Istat con il supporto tecnico dell'Agenzia. A quel punto, vi sarà la possibilità di valorizzare analisi qualitative come quella realizzata per mezzo di un confronto e riscontro con risultati statisticamente significativi, derivanti da questionari somministrati ad un campione rappresentativo delle famiglie italiane.

## bibliografia

1. Si vedano, ad esempio, Chan, M., Campo, E., Estève, D., Fourniols, J.-Y., 2009. Smart homes — Current features and future perspectives. *Maturitas* 64, 90-97; Chan, M., Esteve, D., Escriba, C., Campo, E., 2008. A review of smart homes - Present state and future challenges. *Computer Methods and Programs in Biomedicine* 91, 55-81; King, N., 2003. Smart Home - A Definition. Intertek Research & Testing Center, Milton Keynes; Taylor, A.S., Harper, R., Swan, L., Izadi, S., Sellen, A., Perry, M., 2007. Homes that make us smart. *Personal and Ubiquitous Computing* 11, 383-393.
2. Il progetto, della durata di 13 mesi (marzo 2012–marzo 2013) è stato finanziato da E.ON SE nell'ambito dell'E.ON International Research Initiative (EIRI) per l'anno 2012 sul tema “Smart Home a New Customer Relationship with Energy”.
3. Il testo definitivo della Strategia Energetica Nazionale è stato approvato con Decreto Interministeriale l'8 marzo 2013. Per approfondimenti, si veda: [http://www.sviluppoeconomico.gov.it/images/stories/normativa/20130314\\_Strategia\\_Energetica\\_Nazionale.pdf](http://www.sviluppoeconomico.gov.it/images/stories/normativa/20130314_Strategia_Energetica_Nazionale.pdf).
4. Si vedano: ENEA, 2010, “Rapporto Energia e Ambiente, Analisi e Scenari 2009”; ENEA, 2012, “Rapporto Energia e Ambiente 2009-2010, L'Analisi”.
5. BEUC, European Consumer organization, 2012, “Empowering Consumers through smart metering”; Scott Davidoff, Min Kyung Lee, John Zimmerman, Anind K. Dey, USA 2006, “Smart Homes, Families, and Control”; Min Kyung Lee, Scott Davidoff, John Zimmerman and Anind K. Dey, USA 2008, “Designing for control – Finding roles for Smart Homes”; BeAware, European Research Project, Project Report “Designing Effective Feedback of Electricity Consumption for Mobile User Interfaces”, Partners from Sweden, Finland and Italy (Enel, Engineering, IES, University of Padova), 2011.
6. Tom Hargreaves, Michael Nye, Jacquelin Burgess, UK 2010, “Making energy visible: A qualitative field study of how householders interact with feedback from smart energy monitors”; Bernadette Sutterlin, Thomas A. Brunner, Michael Siegrist, “Who puts the most energy into energy conservation? A segmentation of energy consumers based on energy-related behavioral characteristics”, Zurigo 2011.
7. Fonte: Ossel, M. B. M., 2011, ‘Smart grids and the home: managing the edge of the smart grid’, ETSI Smart Grids Workshop, 5-6 April 2011, Sophia Antipolis, France.
8. Si veda: Borrelli G., 2005, “Il cittadino di fronte alle scelte ambientali”, in *Messer Milione... Internet*, a cura di A.R. Montani, Liguori Editore, Napoli.
9. Si vedano, ad esempio, Berenguer, J., Corraliza, J.A., Martín, R., 2005, Rural-Urban Differences in Environmental Concern, Attitudes, and Actions, *European Journal of Psychological Assessment*, 21(2): 128-138; Huddart-Kennedy, E., Beckley, T. M., McFarlane, B. L. e Nadeau, S., 2009, Rural-Urban Differences in Environmental Concern in Canada. *Rural Sociology*, 74: 309-329.
10. La distinzione tra grande e piccolo centro, usata ai fini dell'analisi come proxy di contesto urbano o rurale, si basa sulla recente definizione OECD-EC di “città in Europa” dove si identifica come tale una realtà con un centro urbano di almeno 50000 abitanti. Si veda: Dijkstra L. e Poelman, H., Regional Focus 01/2012: Cities in Europe — The new OECD-EC definition, [http://ec.europa.eu/regional\\_policy/sources/docgener/focus/2012\\_01\\_city.pdf](http://ec.europa.eu/regional_policy/sources/docgener/focus/2012_01_city.pdf)
11. Nel caso del Regno Unito, sono state scelte Londra (circa 8 milioni di abitanti) e Bridgend (circa 40 mila abitanti). Per la Germania, sono state scelte Berlino (circa 3 milioni e mezzo di abitanti) e il Brandeburgo (uno dei sedici Stati federali della Germania), caratterizzato da numerosi villaggi ed estesi spazi rurali.
12. Nel caso dell'Italia, i limiti di età usati nella definizione delle tipologie familiari sono stati elevati rispetto a Regno Unito e Germania per tenere conto del fatto che un numero maggiore di individui con più di 30 anni vive nell'abitazione della famiglia di origine con i propri genitori.
13. Fonte: Balta-Ozkan, N., Davidson, R., Bicket, M., Whitmarsh, L., 2012, *The development of smart homes market in the UK, under review*.
14. In Italia, vi sono oltre 9 milioni di persone di età compresa tra 70 e più anni, per una quota sul totale della popolazione superiore al 15%. L'indice di vecchiaia, nelle versioni elaborate da Eurostat ed UN, vede l'Italia al secondo posto in Europa (dopo la Germania) e al terzo nel mondo (Giappone al primo posto). Un'utile fonte di semplice consultazione al riguardo è il database di World Bank <http://data.worldbank.org/indicator>; per l'Italia, le numerose banche dati messe a disposizione da Istat come ad esempio <http://demo.istat.it/pop2012/index.html>.
15. Un esperto in bioedilizia ha sottolineato l'importanza di installare un sistema di monitoraggio remoto per verificare la stabilità degli edifici. In tal senso, le SHT potrebbero fornire un contributo importante per quanto riguarda la prevenzione e la sicurezza degli edifici a rischio.



# Le Smart Grid: necessità o opportunità per il futuro assetto delle rete elettrica nazionale

Con la liberalizzazione della produzione di energia elettrica e l'incentivazione delle fonti rinnovabili, sono sorti e si sono collegati alla rete elettrica tantissimi auto-produttori. Ma il gran numero di impianti diffusi nel territorio, spesso alimentati da fonti aleatorie e non programmabili come l'eolico e il fotovoltaico, ha determinato una situazione critica delle reti di distribuzione, tradizionalmente basate sul trasporto unidirezionale dell'energia elettrica da poche grandi centrali al cliente finale.

Un'analisi svolta dall'ENEA coinvolgendo gli operatori del sistema elettrico ha individuato i complessi interventi tecnici da effettuare per adeguare la rete alla nuova situazione, interconnettendo in modo "intelligente" generazione, trasmissione, distribuzione e utenti finali. Una opportunità tecnologica per la ricerca e le imprese che lavorano alla modernizzazione del sistema

■ *Ilaria Bertini, Biagio Di Pietra*

## La crescente diffusione della generazione distribuita

Negli ultimi anni il nuovo paradigma di produzione e distribuzione di energia secondo il modello di generazione distribuita (GD) ha ottenuto grandi consensi nel panorama scientifico e politico nazionale e internazionale grazie agli indirizzi della politica energetica europea, alla necessità di affrancarsi dalla dipendenza dalle importazioni di energia convenzionale, agli obiettivi di efficienza energetica e alla generosa politica incentivante intrapresa dal Governo italiano. La concomitanza di questi stimoli non è stata però oppor-

tunamente sostenuta da azioni che avrebbero dovuto svilupparsi parallelamente alla forte diffusione degli impianti di GD (eolico e fotovoltaico in particolare) che ha determinato una situazione critica.

L'attuale struttura del sistema elettrico italiano, pur essendo in fase di evoluzione, è ancora fondamentalmente di tipo passivo e atto a trasportare l'energia prodotta nelle grandi centrali ai clienti finali.

L'entrata in scena di metodologie e approcci basati sulla GD e il forte sviluppo di sorgenti a fonti rinnovabili non programmabili, hanno introdotto elementi come la bi-direzionalità, aleatorietà ed intermittenza che mal si conciliano con la struttura passiva delle reti, in particolare di quella di distribuzione, meno evoluta della

rete di trasmissione, con annesse ripercussioni sulla loro gestione sicura, affidabile ed efficiente.

Sotto la spinta di politiche europee in ambito energetico molto stringenti e ambiziose ("pacchetto 20-20-20"), una politica incentivante da parte del Governo italiano molto generosa anche se talvolta causa di distorsioni di mercato, il forte assistenzialismo economico prestato all'attività degli impianti mobilitati per compensare gli squilibri del sistema elettrico (capacity payment, corrispettivo per mancata produzione eolica), sono tutti elementi che hanno contribuito ad alimentare una diffusione della GD che ad oggi presenta alcune difficoltà di gestione sia dal punto di vista economico che di sicurezza.

La produzione lorda di energia elet-

■ *Ilaria Bertini, Biagio Di Pietra*  
ENEA, Unità Tecnica Efficienza Energetica

trica da impianti di GD nel 2011, in Italia, è stata pari a 29,2 TWh (circa il 9,7% dell'intera produzione nazionale di energia elettrica), l'incremento rispetto al 2010 è dovuto soprattutto all'installazione di impianti alimentati da fonte solare. Il numero totale di impianti classificabili nella categoria della GD sono saliti a 335.318 unità (330.168 impianti fotovoltaici, 2.549 impianti idroelettrici, 2.014 impianti termoelettrici e 587 impianti eolici).

### I problemi insorti con lo sviluppo della generazione distribuita

Se i dati evidenziano il tumultuoso sviluppo, sono gli *stakeholder* del sistema elettrico a subire i danni di uno sviluppo non sostenibile per carenze infrastrutturali e tecnologiche, mancanza di obblighi e regolazioni tecniche che consentano maggior controllo e partecipazione alla gestione del sistema elettrico anche degli impianti di GD, assenza di obiettivi condivisi, una politica di gestione del sistema elettrico e interventi che siano efficaci nel breve periodo nel risolvere eventi critici, ma anche lungimirante nel medio-lungo periodo. Questi obiettivi possono essere perseguiti solo attraverso una gestione del sistema elettrico inteso come rete, come sistema adibito al flusso di energia elettrica, sistema nel quale si integrano e si gestiscono in modo efficiente azioni e comportamento di tutti gli utenti connessi in modo da garantire un funzionamento economicamente efficiente, con basse perdite, elevato livello di sicurezza e continuità e qualità della fornitura. L'individuazione di problematiche e criticità di un intero "sistema" piuttosto che del singolo portatore

d'interesse, è un passo fondamentale per un'analisi critica e per la formulazione di soluzioni condivise che conducono a vantaggi per la totalità. Nel caso particolare della GD, solo attraverso questo passaggio d'individuazione delle criticità comuni si possono formulare le soluzioni più adeguate sia per quel che riguarda gli interventi più urgenti, sia per le strade future da percorrere per un'evoluzione virtuosa del "sistema" elettrico italiano.

### Analisi delle criticità della generazione distribuita

In quest'ottica ENEA ha svolto un'analisi delle principali criticità attraverso la prospettiva di diversi attori del sistema elettrico che hanno contribuito a delineare una visione d'insieme importante per un argomento complesso e multidisciplinare come questo.

Dalle interviste condotte, infatti, sono emersi problematiche e criticità legate alla diffusione della GD nel sistema elettrico nazionale, in parte superati come di seguito descritto:

- **saturazione virtuale della rete:** consiste nella "prenotazione" della capacità delle reti con richieste di connessione delle varie unità di produzione a cui non fa seguito la realizzazione dell'impianto. Come specificato anche dall'Autorità per l'energia elettrica e il gas (AEEG), la capacità di trasporto viene impegnata non da impianti realizzati o di certa realizzazione, ma da "propositi" di realizzazione la cui numerosità, tra l'altro, ne rende poco realistica l'effettiva realizzabilità. In una nota del settembre 2011, l'AEEG indica come il fe-



nomeno avrebbe raggiunto livelli preoccupanti in quanto "a fronte di quasi 250.000 preventivi di connessione alle reti di distribuzione e trasmissione accettati, corrispondenti a circa 196 GW di potenza, solo 42 GW sono relativi ad impianti già connessi. Dei restanti 154 GW, ben **140 GW** (attribuiti a 22.000 preventivi) sono **relativi ad impianti che non hanno ancora ottenuto l'autorizzazione alla realizzazione ed esercizio, ma che comunque continuano ad impegnare capacità sulle reti, generando il problema della saturazione virtuale**". Le cause sono da ricercare sia nella mancata semplificazione e razionalizzazione dell'iter autorizzativo sia nella massimizzazione dei ricavi per alcuni speculatori hanno causato danni a carico soprattutto dei produttori/investitori "sani" in quanto questo ha costituito barriera all'ingresso nel settore.

- **saturazione reale della rete:** consiste nella congestione della rete, che in quanto satura non riesce a veicolare efficacemente la produzione elettrica immessa dalle sorgenti non programmabili (es. fotovoltaico, eolico), con effetti sulla qualità del servizio e mancato sfruttamento del potenziale rinnovabile, ricorso a produzioni da fonte conven-



zionale con annesso aumento dei costi dell'intero "sistema" elettrico, che ricadono nella componente A3 del prezzo del kWh. Le cause sono da individuare nella concentrazione e localizzazione dello sviluppo degli impianti di GD alimentati da fonti rinnovabili non programmabili, in particolare eolico e fotovoltaico, con presenza di picchi concentrati in poche ore della giornata in quelle aree zonali in cui la rete elettrica è più carente nelle ore di basso carico. I danni sono a carico di gestori di rete (danni alla qualità del servizio e penalità), produttori (mancata produzione e mancata vendita), consumatori.

- **sicurezza e power quality:** dove per sicurezza si intende l'assenza di interruzioni dell'erogazione di elettricità, in cui il valore della tensione scende vicino allo zero, mentre per power quality si intende il grado con il quale le caratteristiche della potenza in rete si allineano all'ideale forma d'onda sinusoidale di tensione e corrente con valori di tensione e frequenza il più vicino possibili ai valori nominali. Sicurezza e *power quality* vengono costantemente messe a rischio dalla "non programmabilità" delle fonti energetiche che, essendo allacciate alla rete in modalità "fit and forget", non prevedono la possibilità di controllare e modificare, in riferimento ad un programma predefinito, la quantità di energia immessa in rete.

Inoltre, secondo la precedente regola di connessione degli utenti attivi alla rete, il gestore di rete non aveva capacità di monitorare ed eseguire una regolazione diretta sugli impianti

alimentati da fonti rinnovabili in configurazione GD e gli stessi impianti GD non erano obbligati a prestare servizi di rete, con danni alla *power quality* del sistema elettrico.

Gli impianti di produzione da fonti

rinnovabili connessi alla rete di MT (media tensione) e BT (bassa tensione) prima dell'aprile 2012 erano dotati di sistemi di protezione e di interfaccia tarati in modo da sconnettersi quando sia la frequenza di rete sia la

### Logiche di controllo per micro reti

Una delle chiavi di sviluppo e diffusione della generazione distribuita risiede nella realizzazione di micro reti attive, ovvero porzioni del sistema di distribuzione contenenti appunto unità per la generazione distribuita, sistemi di accumulo di energia e carichi. Ciascuno di questi componenti dialoga con un sistema centrale di controllo che riceve dati e segnali dal campo ed eroga comandi attraverso gli attuatori. Evidentemente, l'approccio integrato prevede la gestione e la trasformazione dell'energia passando attraverso gli stadi intermedi della distribuzione sotto forma di energia elettrica o termica. Nello stadio della distribuzione dell'energia elettrica è possibile ottenere risparmi consistenti ed è attualmente a questo stadio che si sviluppa l'interazione fra i diversi attori del distretto (produttori/consumatori). Generalmente la fornitura è erogata da parte di un unico soggetto dei servizi ancillari, cioè dei servizi espletati sulla rete sia lato generazione sia lato carico per garantire oltre alla qualità della fornitura anche il funzionamento in sicurezza della rete.

L'esigenza di garantire la fornitura dei servizi ancillari base è tanto maggiore quanto più diffusa è la presenza all'interno della micro rete di generatori non programmabili come le fonti rinnovabili (fotovoltaico ed eolico), in quanto sono causa di problematiche come fluttuazioni di tensione e non contemporaneità tra produzione e carico.

Presso il Centro Ricerca ENEA di Casaccia è stata avviata, in collaborazione con il Dipartimento DIAEE dell'Università degli Studi di Roma "La Sapienza", l'attività di realizzazione di un compensatore statico di energia attiva e reattiva da installare in un nodo specifico della rete per l'erogazione dei servizi di rete sopra esposti con logiche di controllo e gestione personalizzabili in modo da ottimizzarne il funzionamento.

Tra servizi di rete che sarà possibile simulare con la nuova piattaforma software si mettono in evidenza il servizio di 'load levelling' che consiste nell'inseguimento o livellamento del carico elettrico delle utenze connesse alla rete o la variazione della potenza reattiva immessa in un nodo di generazione per regolare le oscillazioni della tensione. L'obiettivo è quello di poter gestire una parte dell'anello a media tensione del Centro Casaccia come micro rete attiva applicando i servizi di rete ancillari sopra esposti seguendo anche le azioni di controllo prefigurate dalla nuova norma CEI 0-21.





tensione di rete fuoriuscisse da una stretta banda.

La precedente taratura dei sistemi di protezione e interfaccia non consentiva ai sistemi GD di partecipare attivamente alla soluzione delle problematiche di rete in quanto in presenza di una variazione significativa di frequenza di rete o per significative variazioni della tensione di rete, gli impianti soggetti alla perturbazione si disconnettevano in cascata causando il cosiddetto “effetto domino” e costringendo il gestore della rete nazionale (Terna) a potenziare i dispositivi di difesa e a sovrastimare l’approvvigionamento delle risorse (riserva rotante).

### Le prime misure intraprese

Al fine di superare il problema della saturazione virtuale delle reti elettriche, l’AEEG con la delibera ARG/elt 187/2011 ha imposto ai richiedenti delle connessioni pervenute a partire dal 1° marzo 2012 (con l’eccezione dei clienti finali domestici) una “cauzione” da versare ai gestori di rete

pari a 20,25 €/kW nel caso in cui gli impianti siano in aree individuate come “critiche” al momento del ricevimento della richiesta di connessione. Il corrispettivo versato sarà poi restituito al richiedente in caso di effettiva realizzazione dell’impianto o qualora il procedimento autorizzativo avesse esito negativo per cause non imputabili al richiedente. I corrispettivi versati in forma di cauzione vengono trattenuti se trascorsi 2 anni dalla data di accettazione del preventivo, il richiedente rinunci all’iniziativa in tutto o in parte, come indicato al comma 32.3 e 32.4 della delibera.

Al fine di far fronte alle problematiche tecniche di gestione della rete nazionale in presenza di una massiccia quantità di generazione diffusa, sono state modificate le regole tecniche di riferimento per la connessione di utenti attivi alla rete di MT e BT e i requisiti base a cui gli impianti di produzione di energia elettrica devono rispondere ai fini della sicurezza del sistema elettrico nazionale interconnesso.

In particolare dal 2012, con la nuova CEI 021 “Regola tecnica di riferimento per la connessione di Utenti attivi e passivi alle reti BT delle imprese distributrici di energia elettrica” e con l’allegato A70 del codice di rete di Terna, sono stati introdotti importanti novità nella gestione degli impianti alla rete di MT e BT.

Le nuove regole, oltre a rivedere le soglie di intervento della protezione di interfaccia e prevedere nuove soglie tensione e frequenza, richiedono agli impianti connessi in generazione distribuita una partecipazione più attiva alle problematiche di rete. In particolare è previsto l’obbligo di prestare *servizi di rete* quali:

- regolare la potenza attiva immessa per la regolazione della tensione nel nodo di misura;
- prevedere due soglie di tensione e frequenza, una delle quali inscrivibile da comando remoto del distributore locale così come previsto anche delibera ARG/elt 84/12, consente che la protezione d’interfaccia dell’impianto di produzione operi in maniera opportuna contemperando le esigenze locali (distributore) con quelle di sistema.

### Le azioni da intraprendere

Come previsto dall’allegato D della CEI 021, nella prospettiva di evoluzione delle reti di distribuzione verso il paradigma delle *Smart Grid*, è necessario definire un insieme di segnali finalizzati al governo della rete di distribuzione in presenza di una massiccia quantità di generazione diffusa. Tali segnali dovranno consentire di:

- erogare i servizi di rete attraverso una modulazione apposita di

- potenza attiva e reattiva secondo quanto richiesto dal distributore;
- distaccare i generatori in caso di ricezione del relativo segnale di teledistacco;
- abilitare/inibire le soglie di frequenza del SPI;
- fornire le misure di tensione, potenza attiva e reattiva nel punto di misura.

Con le nuove regole tecniche si è avuta anche una evoluzione delle funzionalità base degli inverter utilizzati per la connessione degli impianti di GD alla rete, permettendo le seguenti nuove funzionalità:

1. la gestione delle eventuali disconnessioni dell'impianto fotovoltaico dalla rete elettrica su richiesta del gestore;
2. la gestione dell'impianto attraverso comandi da remoto (con la connessione web);
3. la gestione efficace dei repentini abbassamenti di tensione stabilizzando la tensione in ingresso nella rete;
4. la gestione della potenza erogata nei transitori di frequenza;
5. la gestione più efficace delle protezioni dell'impianto;
6. la regolazione della potenza immessa in rete;
7. la migliore gestione dell'energia reattiva immessa in rete.

Inoltre, al fine di fronteggiare criticità caratterizzanti per la condizione in cui attualmente versa il sistema elettrico, le azioni di risposta dovrebbero essere:

- Potenziamento della rete elettrica sia di trasmissione che di distribuzione come previsto negli articoli 17 e 18 del DLgs 28/11 di attuazione della direttiva 2009/28/

CE, accompagnata da una semplificazione delle procedure autorizzative e criteri di incentivazione basati sulla remunerazione degli investimenti ben definita ed extrar remunerazione nel caso di interventi nelle aree critiche (ARG/elt 87/10). Nel medio-lungo periodo un progetto di più ampia scala di ammodernamento dell'infrastruttura che preveda lo sviluppo degli impianti di GD piuttosto che adeguarsi ad essi.

- Stimolare la previsione del corretto programma di produzione degli impianti da fonti rinnovabili non programmabili attraverso un sistema premio/incentivo valorizzato ad un prezzo medio anziché al prezzo puntuale orario e che sia funzione del segno dello sbilanciamento aggregato zonale: in alcune ore può comportare un maggior ricavo/minor onere (e quindi un margine positivo) rispetto al prezzo zonale orario e quindi uno sgravio per il sistema elettrico, in altre ore può invece comportare un minor ricavo/maggior onere (e quindi un margine negativo) rispetto al prezzo zonale orario comportando un aggravio per il sistema elettrico. A sostegno di tale partecipazione e responsabilizzazione dei produttori fonti rinnovabili non programmabili al servizio di dispacciamento, sarà fondamentale, importante sarà il sostegno fornito dagli asset di produzione, cioè di apparati hardware quali sensori ed attuatori per il monitoraggio degli impianti produttivi che installati sulle utility di produzione permettono di determinare il carico ottimale di produzione.

- Introduzione di nuovi strumenti di flessibilità con due leve su cui poter intervenire quali la flessibilizzazione della domanda e sistemi di accumulo potendo contare su alcuni vantaggi in entrambi i casi. I 37 milioni di contatori intelligenti installati sul 95% dei punti di connessione sul territorio nazionale, una volta abilitati alla comunicazione bidirezionale del flusso informativo dal sistema elettrico real-time, renderanno il consumatore attivo nella determinazione del prezzo dell'energia e aumento del differenziale tra fascia F1 e F2/F3, ad un valore superiore a quello attuale (10%). Bisogna puntare sui sistemi di accumulo sfruttando il grande potenziale idroelettrico in Italia che è una tecnologia consolidata, valida dal punto di vista sia economico (Levelized Unit Electricity Cost pari a 120 €/kWh) che energetico. La soluzione di maggiore interesse ed economicamente vantaggiosa dal distributore della rete è quella di accumulo diffuso di batterie, dimostrata da un risultato nell'analisi benefici/costi da cui si ricava che i benefici derivanti dall'adozione di questa soluzione sarebbe 2 volte il costo sostenuto.
- Nuovo disegno dei mercati con un maggiore allineamento tra Mercato del Giorno Prima (MGP) e Mercato per il Servizio di Dispacciamento (MSD).
- Evoluzione del sistema incentivante verso un modello output-based, cioè calcolato in base ad indici prestazionali in sostituzione dell'attuale basato sulla remunerazione del capitale.

## L'evoluzione verso la Smart Grid

La soluzione inglobante tutte le altre, che abilita l'attuale sistema elettrico a sostenere livelli di penetrazione elevati di GD, garantendone affidabilità e una gestione efficiente e poco sbilanciata verso un utente piuttosto che un altro, è l'evoluzione verso una gestione "intelligente" di tutte le funzionalità del sistema elettrico: dalla generazione, alla trasmissione, alla distribuzione, fino all'utente finale.

La Smart Grid consentirà:

- Adeguamento della rete di trasmissione, già più evoluta della rete di distribuzione, conferendo la flessibilità richiesta nella gestione di elevate quantità di produzione di energia proveniente da aree distanti dai siti di consumo, attraverso nuove interconnessioni, corridoi di energia, capacità di controllare flussi di potenza, sistemi di accumulo e un codice di rete armonizzato con quello degli altri Paesi europei così da integrare il mercato di bilanciamento transfrontaliero.
- Il coordinamento tra le reti di trasmissione e di distribuzione assicurando un miglior coordinamento nella gestione delle situazioni di emergenza sulla base di standard condivisi e l'applicazione di piani di difesa in grado di coordinare il contributo della GD con la domanda attiva, anche durante condizioni di emergenza e sul livello europeo. Il controllo della domanda da parte del gestore della rete di trasmissione esercitato anche sulle utenze non rilevanti sfruttando il controllo della domanda esercitato sulla rete di distribuzione dallo stesso distributore grazie ad appositi dispositivi

e tecnologie. L'aggregazione della offerta di energia proveniente dai numerosi impianti di GD, nella Virtual Power Plant (VPP), garantendo il rispetto del profilo aggregato di produzione e servizi distribuiti di bilanciamento della rete.

- Garanzia di servizi e funzionalità della rete di distribuzione come rispondere alle nuove esigenze di integrazione della GD, migliorare l'esercizio della rete, definire nuovi criteri di pianificazione d'investimento, migliorare la flessibilità della domanda e le funzionalità del mercato e aumentare il livello di "awareness" del consumatore circa il proprio comportamento energetico. L'evoluzione verso la Smart Grid consentirà l'abbattimento dei costi diretti (costo d'interrompibilità, costo di mancata produzione eolica, costo di penalità sulla qualità del servizio di trasmissione e costo di penalità sulla qualità del servizio di distribuzione), connessi alle inefficienze della rete gestita nella modalità passiva per un risparmio di 5 Mld € da qui al 2020, ma escludendo i costi indiretti (costi di dispacciamento, costi di manutenzione delle reti, costo degli asset produttivi, costo delle utenze elettriche) a fronte di 30 Mld € di investimento. L'evoluzione verso la Smart Grid procederà per fasi che prevedono un primo step di sperimentazione (già attuato in Italia con la delibera ARG/elt 39/10), un secondo di dispiegamento su larga scala nei punti di sbilanciamento tra prelievo e consumo e un terzo step riguardante la regolazione del dispacciamento sulla rete di distribuzione attraverso segnali di prezzo (regolatore) o automatici (distributore) che consentano di cam-

biare all'occorrenza l'immissione o il prelievo nei punti di connessione alla rete.

L'Italia gode in questo ambito di un vantaggio rappresentato dalle eccellenze tecnologiche, da un'avanguardia (AMI) nel campo delle tecnologie abilitanti la Smart Grid e da una fiducia riposta in essa da tutti gli *stakeholder/driver* interpellati come superamento delle criticità del sistema elettrico e in termini di impatto economico, non commisurato allo stadio di avanzamento del processo di diffusione delle Smart Grid, ancora al primo step.

Per raggiungere tali obiettivi è necessario che il regolatore italiano dia importanti segnali in due direzioni: definire un sistema incentivante basato su indicatori prestazionali che giudichino la bontà dell'investimento (come nel caso dell'indice IB); definire un quadro di riferimento bilanciato e collegato per tutte le funzionalità del sistema elettrico attraverso l'applicazione, in tutti i campi critici o inefficienti, di un sistema cost&revenue sharing. Il coinvolgimento del consumatore finale, che diventa prosumer attraverso la sua consapevolezza e quindi l'informazione del cliente circa il suo comportamento energetico, e la possibilità di modulare la propria domanda e offerta, sono le maggiori sfide della Smart Grid. L'interfaccia cliente finale/rete elettrica sarà mantenuta attraverso il contatore e gestita da remoto. I fornitori dei servizi saranno gli operatori delle reti di distribuzione, i fornitori di servizi di misura, venditori di energia e le Energy Service Company (ESCO), mentre i beneficiari delle migliorie sul sistema utilizzatori e produttori. ●

# Valutazioni preliminari per il recupero di sabbie da impianti di depurazione per il ripascimento dei litorali

I ripascimenti artificiali rappresentano una apprezzata misura di protezione costiera, ostacolata dalla disponibilità di adeguati volumi di sedimento. Da qui l'idea, formulata in questo articolo, di utilizzare le sabbie estratte dai reflui degli impianti di depurazione. Tali sabbie sono attualmente conferite in discarica, incidendo tra l'altro sui costi della depurazione. La possibilità di recupero del materiale dovrebbe essere adeguatamente verificata tenendo conto delle caratteristiche di progetto e delle norme a tutela della salute e dell'ambiente costiero nonché quelle sulla gestione dei rifiuti e dei sedimenti

■ Raffaele Pica, Francesco Pasanisi, Giampiero Cesaro, Carlo Tebano, Antonio Salluzzo

**L**e aree costiere, e in particolare le coste basse, rappresentano da sempre luoghi privilegiati per gli insediamenti e le attività umane. La vicinanza con il mare, grazie alle sue numerose risorse, al clima temperato, ai commerci ed ai trasporti marittimi ha favorito storicamente lo sviluppo di grandi civiltà in prossimità delle coste; il bacino del Mediterraneo rappresenta, in tal senso, uno degli esempi più significativi. Bisogna, inoltre, considerare le potenzialità di sviluppo economico offerte dal turismo balneare e dal diporto nautico.

La presenza del mare, tuttavia, rappresenta anche una fonte di potenziali minacce, tra le quali una delle più gravi è rappresentata dal rischio di erosione costiera, spesso innescata od aggravata dalla pressione antropica. L'erosione, oltre alla distruzione del territorio, comporta anche un aumento della vulnerabilità della popolazione e delle infrastrutture nei confronti dell'ingressione marina a seguito di mareggiate.

Nel nostro Paese, il problema dell'erosione costiera assume una rilevanza notevole. Infatti, la popolazione che vive stabilmente nei Comuni costieri (escludendo i flussi stagionali legati al turismo) viene stimata in 16,9 milioni, corrispondenti a circa il 30% della popolazione nazionale. Al tempo stesso, l'analisi diacronica della posizione della linea di riva riferita agli ultimi 50 anni evidenzia che 1170 km di costa bassa, pari a circa il 24%

del totale, mostrano una tendenza all'arretramento, con vari medi superiori a 25 m<sup>1</sup>.

Gli interventi di contrasto all'erosione costiera vengono normalmente suddivisi<sup>2,3,4</sup> in "difese rigide", quali barriere frangiflutti, pennelli o altri interventi strutturali, e "difese morbide", tra le quali i più importanti sono i ripascimenti artificiali.

I ripascimenti, ovvero il versamento di sedimenti sul litorale da proteggere, possono essere riguardati sia come interventi di rimedio diretto a fenomeni di erosione, mediante la ricostruzione della spiaggia, sia come un intervento di protezione del territorio retrostante, attraverso l'avanzamento della linea di riva ed un'adeguata sagomatura del profilo di spiaggia. I ripascimenti artificiali, frequentemente accoppiati a barriere sommerse, sono molto apprezzati a causa del limitato impatto visivo ed ambientale, e rappresentano una

■ Raffaele Pica, Francesco Pasanisi, Carlo Tebano, Antonio Salluzzo  
ENEA, Unità Tecnica Tecnologie Portici,  
Laboratorio di Chimica Ambientale

■ Giampiero Cesaro  
Direttore impianto di depurazione  
consortile "Area Nolana", loc. Bosco  
Estirpato Marigliano (NA)



scelta pressoché obbligata in litorali di elevato valore paesaggistico.

L'esperienza maturata negli ultimi decenni mostra che il fattore di maggiore criticità nella realizzazione di un ripascimento risiede nella difficoltà di reperire materiale di riempimento avente i requisiti richiesti dal progetto, compatibile con il materiale nativo, idoneo dal punto di vista ambientale e, al tempo stesso, disponibile in quantità adeguate e a costi accettabili.

Tralasciando i ripascimenti in ghiaia, che pure presentano interessanti caratteristiche tecniche, economiche, ed ambientali<sup>5,6</sup> le possibili fonti di sabbie tradizionalmente uti-

lizzate per i ripascimenti artificiali sono elencate nel seguito:

1. Cave terrestri e depositi in alvei fluviali;
2. Depositi marini offshore, draganti da fondali profondi antistanti il sito di intervento;
3. Sabbie litoranee, convogliate mediante interventi detti di bypassing o back-passing, rispettivamente, a seconda che il sito di intervento si trovi sottoflutto o sopraflutto rispetto al verso del trasporto solido litoraneo;
4. Materiale proveniente da dragaggi di canali navigabili e aree portuali.

Un'ulteriore classificazione delle fonti di alimentazione degli areni-

li<sup>7,8</sup> distingue tra fonti "interne" e fonti "esterne" al sistema litoraneo (Tabella 1).

Tutte le possibili fonti di sedimenti presentano vantaggi e svantaggi dal punto di vista tecnico, ambientale ed economico. La coltivazione di cave terrestri, storicamente le prime ad essere utilizzate, ha perso gradualmente importanza, principalmente a causa dell'elevato impatto ambientale e dei costi di trasporto. Attualmente, nei casi in cui le caratteristiche dei sedimenti e le condizioni ambientali lo consentono, si preferisce utilizzare cave sottomarine<sup>9</sup>, in particolare nei casi in cui siano disponibili depositi di

	DEPOSITI SOTTO MARINI	RIPRISTINO DEL TRASPORTO SOLIDO FLUVIALE	SCAVI NELL'ENTROTERRA
Fonti interne	Spagge relitte, depositi offshore	Bypass dei sedimenti nelle opere idrauliche	Ampliamento dei bacini portuali
	Delta/conoidi fluviali relitti	Rimodulazione delle opere idrauliche	Dragaggio degli invasi
		Gestione della vegetazione fluviale	Scavi edili
			Cave
	ACCUMULI LITORANEI	ACCUMULI LITORANEI SOMMERSI	GESTIONE DELLA NAVIGAZIONE IDRAULICA
Fonti esterne	In presenza di moli portuali e di pennelli	Barre di foce, fiumi e canali	Dragaggio delle foci di fiumi e canali
	A ridosso delle opere di protezione	Accumuli a tergo delle scogliere foranee	Ampliamento dei bacini portuali
			Dragaggio delle bocche portuali
	In zone di accumulo naturale (punti di convergenza del trasporto solido litoraneo)		

**TABELLA 1** Principali fonti di alimentazione delle spagge  
Fonte: Regione Emilia-Romagna, 2011

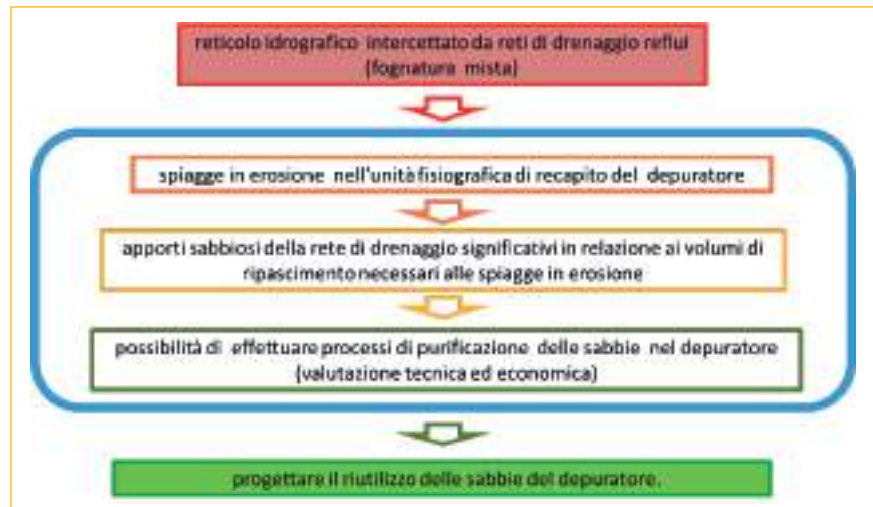
sabbie relitte riferibili a paleospiege dell'ultimo periodo glaciale, di composizione potenzialmente simile a quelle del sito di intervento. Prendendo a riferimento il periodo 1995-2007, si stima in oltre 17 milioni di m<sup>3</sup> il volume di sabbie relitte prelevate dai fondali ai fini di ripascimento in Italia<sup>10</sup>.

Accanto al materiale proveniente da cave terrestri e marine, negli ultimi tempi è cresciuto l'interesse per la possibilità di riutilizzare a scopo di ripascimento i materiali provenienti da dragaggi portuali. Tale scelta è in linea con l'idea di riutilizzare materiali intercettati da strutture antropiche e trasformarli in una risorsa in grado di restituire, in parte, alla fascia costiera l'apporto sedimentario; esperienze interessanti, in tal senso, sono state compiute in diverse regioni italiane, tra cui, in particolare, la Liguria, l'Emilia Romagna e la Toscana.

A tale ultima soluzione si collega concettualmente l'idea di riutilizzare a scopo di ripascimento le sabbie provenienti dagli impianti di depurazione delle acque reflue, di cui, almeno nel nostro paese, non si ha notizia di esempi significativi, fermo restando che tale ipotesi dovrà preventivamente essere approfondita dal punto di vista tecnico e normativo.

### Sabbia e purificazione dei reflui

In determinate condizioni di funzionamento i reflui fognari possono addurre significative quantità di sabbie agli impianti di depurazione delle acque, soprattutto laddove gli stessi sono a servizio di sistemi fognari di tipo "unitario" o "misto"



**FIGURA 1** Percorso logico per la valutazione preliminare per l'attivazione di progetto per il recupero delle sabbie

(acque piovane da superfici impermeabilizzate e acque nere).

Nonostante il territorio del trattamento dei rifiuti per il loro riutilizzo sia un campo ricco di insidie e sempre molto difficile da percorrere, vi possono essere condizioni estremamente favorevoli che possano indurre ad un percorso logico come quello che in questo lavoro viene proposto (Figura 1).

La problematica dell'allontanamento delle sabbie dal processo di purificazione dei reflui fognari è univocamente riconosciuto come un "step" propedeutico al buon funzionamento di gran parte dei processi adottati per il trattamento dei reflui domestici. D'altro canto, in grandi centri urbani i sistemi fognari, attraverso il drenaggio di territori e strutture poco permeabili, intercettano notevoli quantità di materiali, tra cui le sabbie, che altrimenti avrebbero seguito il reti-

colo idrografico naturale fornendo un contributo positivo al bilancio sedimentario delle aree fluviali e marino-costiere.

Limitandosi al caso più comune di fognature miste, normalmente progettate per accogliere una portata dell'ordine di  $1/50 \div 1/100$  di quelle di progetto, l'apporto di materiale sabbioso risulta distribuito nel tempo e nello spazio con notevole variabilità. In particolare, lo strato di copertura superficiale delle aree drenate, le opere antropiche e, più in generale, le condizioni di assetto idrogeologico del territorio, in determinate condizioni meteo climatiche generano restituzioni "impulsive" di solidi, in cui la componente sabbiosa è preponderante.

Diversi autori riportano valori medi oscillanti tra 0,003 e 0,3 m<sup>3</sup> di sabbia per ogni m<sup>3</sup> di acqua trattata<sup>11,12</sup>. In ogni caso, il dissabbiamento deve trovare posto tra i "trattamenti



**FIGURA 2** Sabbie accumulate nel comparto biologico di un depuratore a fanghi attivi

preliminari” da effettuarsi sul refluo. In particolare, qualora sia previsto un sistema biologico di abbattimento delle sostanze organiche, come di solito è auspicabile che avvenga per reflui con frazione preponderante di scarichi domestici, l’efficienza di questa fase è influenzata negativamente dal contenuto di inerti che possono sfuggire ai trattamenti preliminari (Figura 2). Gli impianti basati sulla sedimentazione a gravità in canali areati, installati a valle del sollevamento e della grigliatura del liquame grezzo, sono quelli che dimostrano la maggior frequenza di buon funzio-

namento. Questi sistemi sono stati implementati, a partire dagli anni ‘80, con “classificatori-lavatori” per il successivo condizionamento delle sabbie estratte allo scopo di renderle quanto più possibile omogenee e prive di frazione organica.

Nella stragrande maggioranza dei casi si assiste quindi ad una configurazione di processo come indicata in Figura 3.

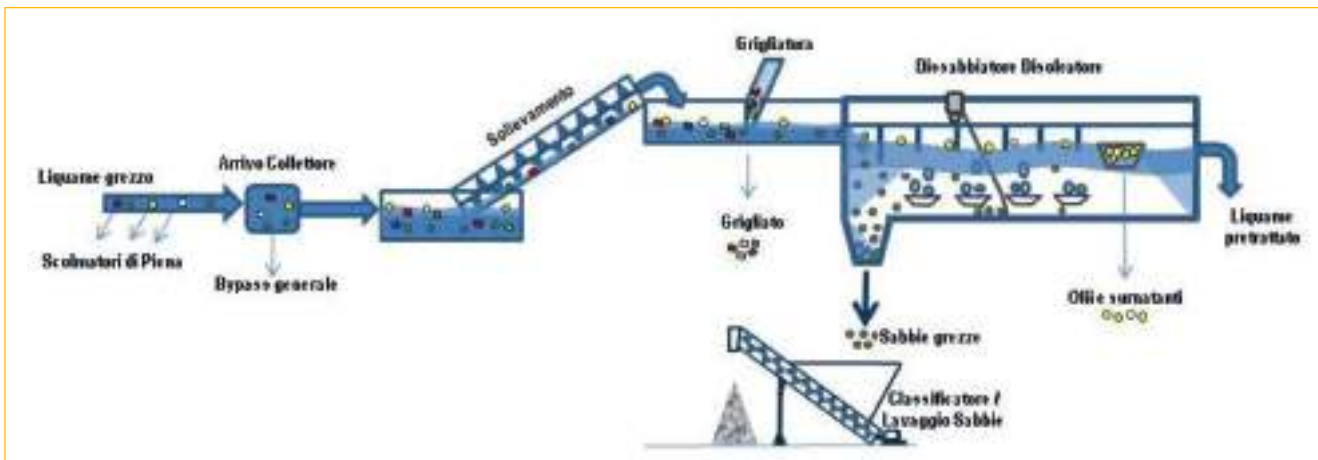
Questo tipo di layout prevede in sintesi che le sabbie ed il materiale grigliabile vengano sollevati in modo da poter eseguire le operazioni di pretrattamento a quote più alte rispetto all’arrivo della fognatura, che normalmente avviene diversi metri sotto il piano campagna. Si procede quindi con l’allontanamento prima dei materiali più grossolani (grigliatura) e successivamente dei materiali più fini (dissabbiatura e disoleatura).

Tale schema ha però lo svantaggio di dover sollevare in caso di pioggia notevoli quantità di sabbie, che giocoforza per le loro caratteristi-

che abrasive incidono negativamente sui sistemi di sollevamento (Figura 4).

Diversi autori suggeriscono, pertanto, la possibilità di inserire la fase di dissabbiatura a monte del sollevamento iniziale (Figura 5). Quest’ultima soluzione è però poco praticata per la difficoltà di esercire, con regimi idrici fortemente variabili, le strutture al servizio dell’arrivo della fognatura. In particolare ci si riferisce alla difficoltà di esercire il dissabbiamento sul refluo grezzo non grigliato, per arrivi sotto il piano campagna già di qualche metro. Volendo far riferimento a più moderni ed efficaci schemi per il trattamento delle portate di pioggia, drenate da ampi comprensori soggetti a significativi intrusioni sabbiose nella rete fognaria, si può adottare uno schema del tipo di riportato in Figura 5.

I pretrattamenti hanno in genere un costo limitato rispetto a quello dell’intero ciclo di trattamento dei reflui. In particolare, l’insieme delle



**FIGURA 3** Schema di trattamento preliminare per l’estrazione delle sabbie dai reflui

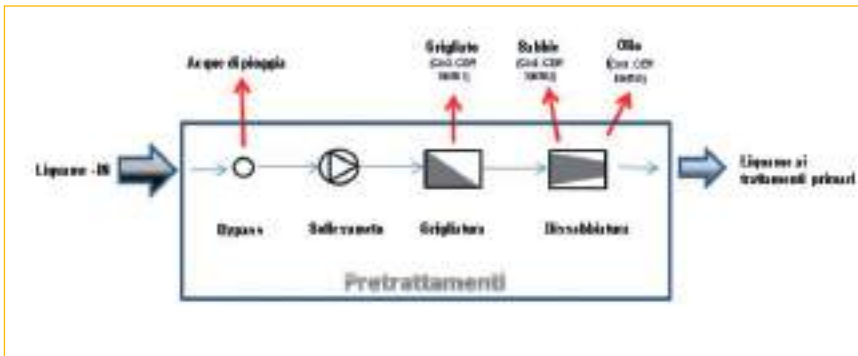


FIGURA 4 Schema semplificato di pretrattamento dei reflui

apparecchiature dedicate alla dissabbiatura ed al condizionamento degli inerti estratti richiede una potenza normalmente al di sotto dei 5-10 kW per impianti fino a 100.000 Abitanti Equivalenti (AE) e difficilmente supera i 50 kW per impianti fino a 1 milione di AE; laddove dove le potenze installate raggiungono l'ordine di 5-10 MW (Figura 6).

È opportuno osservare, a riguardo, che i consumi energetici specifici

tipici di impianti a fanghi attivi sono dell'ordine di 300–500 Wh per m<sup>3</sup> di refluo trattato, per impianti tradizionali e salgono intorno a 1000 Wh/m<sup>3</sup> per impianti ad MBR con punte massime fino a 3000 Wh/m<sup>3</sup>. A fronte di una così ingente spesa energetica, i pretrattamenti impegnano consumi estremamente modesti, come si osserva dalla Tabella 2.

Anche dal punto di vista dell'impiego di personale dedicato, la dissab-

biatura rappresenta un comparto poco oneroso in quanto, in genere, tutte le macchine possono essere gestite in automatico e non vi sono parametri chimici o microbiologici in grado di influenzare significativamente le operazioni di gestione.

Il costo maggiore nel ciclo delle sabbie è pertanto rappresentato da quello occorrente per il loro smaltimento. Infatti se in passato le sabbie trovavano spesso un riutilizzo "interno al depuratore" nella ricostruzione dei letti drenanti delle vasche di essiccamento dei fanghi, da circa una ventina di anni questa tecnologia è ampiamente caduta in disuso, a favore del trattamento meccanico di disidratazione dei fanghi. Pertanto, allo stato attuale, le sabbie provenienti dagli impianti di depurazione vengono generalmente conferite in discarica.

### Principali caratteristiche progettuali del materiale utilizzato per i ripascimenti artificiali

Il progetto di un ripascimento artificiale prevede essenzialmente la quantificazione dei volumi di sedimentazione necessari ad ottenere un assegnato avanzamento della linea di riva, note la geometria e la granulometria del sito e tenendo conto dell'azione del moto ondoso, sia sotto forma di modellamento cross-shore, sia di modellamento long-shore. A tale scopo, la granulometria del materiale di riempimento, ed in particolare il diametro medio dei granuli  $d_{50}$ , rappresenta la caratteristica più importante da considerare in fase di progetto.

Con riferimento al profilo trasver-

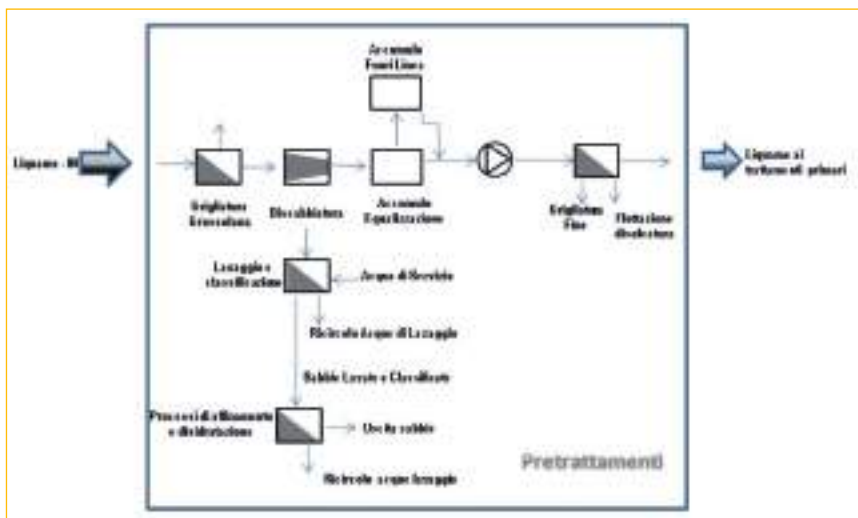
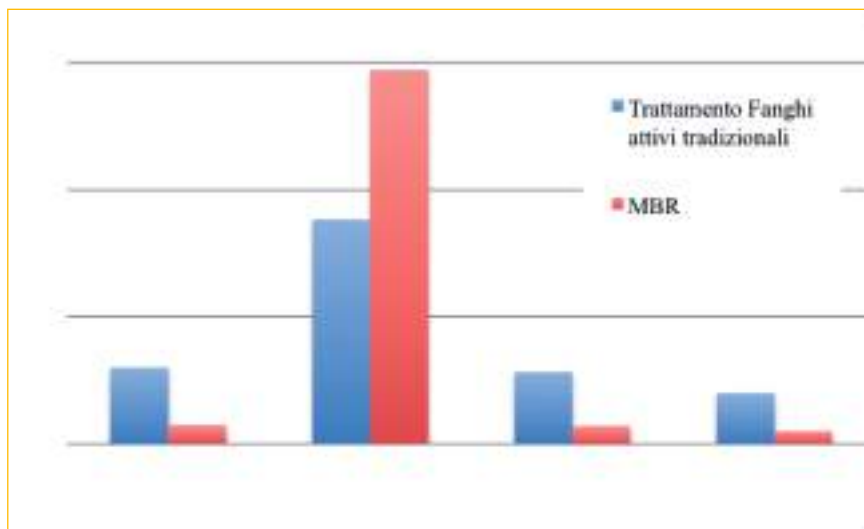


FIGURA 5 Schema avanzato di pretrattamento dei reflui





**FIGURA 6** Rapporto tra i consumi energetici nei diversi comparti di trattamento reflui in impianti a fanghi attivi

sale, l'orientamento generale prevede di effettuare il riempimento utilizzando materiale più grossolano di quello nativo, allo scopo di ottenere un profilo di equilibrio del ripascimento di pendenza maggiore rispetto al profilo di spiaggia originario<sup>13</sup>. Tale condizione è necessaria per ottenere un cosiddetto "profilo intersecante", ovvero un profilo di ripascimento che, in condizioni ideali di equilibrio, interseca il profilo di spiaggia originario ad una profondità inferiore alla profondità di chiusura, limite offshore della spiaggia attiva<sup>14,15</sup>, riducendo

il volume di sedimento necessario all'intervento (Figura 7).

Un valore del diametro  $d_{50}$  più elevato, unitamente ad una opportuna classazione granulometrica, contribuisce a ridurre la perdita di materiale post-intervento per allontanamento della frazione fina, che comporta, normalmente, la necessità di utilizzare un volume maggiore di quello di progetto (overfill ratio). Inoltre, l'uso di materiale più grossolano contribuisce a conferire una maggiore stabilità al sedimento di prestito anche nei confronti del modella-

mento long-shore e a ridurre il tasso di erosione del litorale, limitando così l'incidenza dei costi di manutenzione.

Accanto alla composizione granulometrica, è necessario considerare anche la mineralogia, che incide in misura decisiva sul colore dei sedimenti. È necessario, in tal senso, assicurare la piena compatibilità anche dal punto di vista colorimetrico<sup>16</sup> del materiale di prestito con il sedimento nativo, allo scopo di evitare il ripetersi di esperienze negative che si sono verificate negli scorsi anni.

Infine, il materiale da utilizzare per il ripascimento degli arenili deve rispettare i requisiti qualitativi per tutelare l'ambiente e la salubrità dell'ecosistema marino-costiero, come stabilito dall'art. 109 del D. Lgs. 152/2006 e dal D. Lgs. 219/2010. Questo aspetto è discusso nel paragrafo successivo riguardante lo stato dell'arte della normativa in materia.

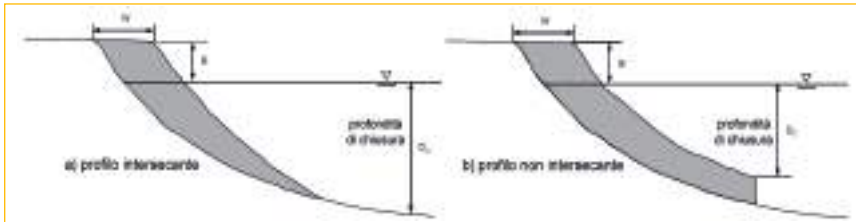
### Riferimenti normativi

La definizione del quadro normativo rappresenta un fattore decisivo nello sviluppo della presente proposta progettuale. In questa sede, compatibilmente con lo stato "embrionale" dell'idea, ci si limiterà a fornire solo alcuni cenni preli-

#### CONSUMI ENERGETICI PER LA DISSABBIATURA NEGLI IMPIANTI DI DEPURAZIONE

Soffianti aria al servizio dei canali areati per il dissabbiamento e per l'estrazione	0,2 - 0,5 Wh/m <sup>3</sup>
Movimentazione carroponti	0,05 - 0,1 Wh/m <sup>3</sup>
Classificatori/lavatori	0,01 - 0,05 Wh/m <sup>3</sup>

**TABELLA 2** Consumi energetici della fase di dissabbiatura



**FIGURA 7** Confronto tra profili trasversali di un ripascimento artificiale in condizioni ideali di equilibrio

Fonte: Coastal Engineering Manual<sup>15</sup>

minari, rimandando i necessari approfondimenti ad eventuali fasi più avanzate dello sviluppo della proposta.

In linea generale, si può affermare che la tutela dell'ambiente è ricompresa tra le materie di competenza esclusiva dello Stato, mentre la potestà legislativa delle Regioni è ammessa soltanto ove sia espressamente prevista; per contro, la valorizzazione dei beni ambientali è invece materia di legislazione concorrente, nella quale le fonti statali debbono soltanto individuare i principi fondamentali, mentre quelle re-

gionali sono libere di dettare autonomamente la disciplina; infine, vi è la responsabilità amministrativa delle Province per attività con dimensioni intercomunali.

In questo contesto il "Codice dell'Ambiente" (D. Lgs. 152/2006 "Norme in materia ambientale") costituisce il riferimento di base.

Dal punto di vista normativo, le sabbie estratte dai sistemi di depurazione delle acque di fogna sono classificate come "Rifiuti non pericolosi", con codici CER (Catalogo europeo dei rifiuti) nel capitolo 1908 "rifiuti prodotti dagli impianti per il tratta-

mento delle acque reflue, non specificati altrimenti" ed in particolare con il codice 190802 "rifiuti dell'eliminazione della sabbia"; come tali possono essere smaltiti in "Discariche per rifiuti non pericolosi".

La classe CER 19 rappresenta, in diverse situazioni la tipologia, di rifiuti non pericolosi maggiormente prodotti in territori fortemente antropizzati. A titolo di esempio si riporta la Tabella 3.

Accanto alle norme relative al trattamento delle sabbie estratte dai reflui fognari, è stato studiato il quadro normativo in materia di caratterizzazione dei sedimenti, essenzialmente limitata alla fonte statale.

Il 22 dicembre 2010 è entrato in vigore il D.Lgs. 219/2010, in attuazione della direttiva CE 2008/105/CE, relativa a standard di qualità ambientale nel settore della politica delle acque, che ha modificato la parte terza del Codice dell'Ambiente. In particolare, il decreto abroga il precedente D.M 367/2003 e modifica l'Art. 78 del codice dell'Ambiente.

Per quanto riguarda la caratterizzazione e movimentazione dei sedimenti marini, in assenza di disposizioni legislative e regolamentari specifiche, il testo di riferimento è il Manuale per la movimentazione dei sedimenti marini pubblicato da APAT e ICRAM nell'agosto 2006<sup>17</sup>. Relativamente all'utilizzo di sabbie estratte dai reflui fognari, allo stato attuale, la normativa (D.M. 5/2/1998, integrato dal D. Lgs. 186/2006) prevede la possibilità di recupero, mediante una procedura semplificata, dei rifiuti classificati con codice CER 190802 nei cemen-

Produzione rifiuti speciali in Campania - CER 19 non pericolosi (2005)		
CER	Descrizione	Totale kg/anno
190703	percolato di discarica, diverso da quello di cui alla voce 19 07 02	384.198.596
190805	fanghi prodotti dal trattamento delle acque reflue urbane	129.901.667
190814	fanghi prodotti da altri trattamenti delle acque reflue industriali, diversi da quelli di cui alla voce 19 08 13	39.482.791
191212	altri rifiuti (compresi materiali misti) prodotti dal trattamento meccanico dei rifiuti, diversi da quelli di cui alla voce 19 12 11	27.245.811
190802	rifiuti dell'eliminazione della sabbia	23.805.835
190203	miscugli di rifiuti composti esclusivamente da rifiuti non pericolosi	21.335.871
191202	metalli ferrosi	15.981.715
191210	rifiuti combustibili (CDR: combustibile derivato da rifiuti)	14.385.094
19 19 00	da quello di cui alla voce 19 12 06	12.754.000

**TABELLA 3** Produzione di rifiuti speciali in Campania nel 2005

Fonte: Piano Regionale 2010-2013 di gestione integrata dei Rifiuti Speciali In Campania con aggiornamento al 2010 (DGR Campania n. 1826 del 18/10/2007)

tifici e nell'industria dei laterizi. Va evidenziato, tuttavia, che, nella maggior parte dei casi, si ricorre allo smaltimento in discarica.

In conclusione, si può affermare che l'attuale panorama normativo non affronta esplicitamente la possibilità di recupero a scopo di ripascimento delle sabbie convogliate dalle reti di drenaggio dei reflui. Pertanto, nell'iniziale sviluppo della presente idea progettuale, sono state prese a riferimento le prescrizioni del citato Manuale ICRAM-APAT<sup>17</sup> per il recupero dei sedimenti marini ai fini di ripascimento. Tale ragionamento appare giustificato dalla sostanziale analogia tra i due casi, relativamente all'origine, alla qualità dei materiali ed al loro recapito, tenendo conto della necessità di salvaguardare l'ambiente marino-costiero.

### Considerazioni tecniche ed economiche

Per una prima valutazione di fattibilità economica, i costi della presente idea progettuale sono stati confrontati con quelli di un ripascimento effettuato ricorrendo a fonti tradizionali. Per semplicità, sono state considerate solo le spese vive, escludendo i costi indiretti in termini di consumo

del territorio e di impatto ambientale. A riguardo, si osserva, comunque, che la presente proposta, qualora praticabile, comporterebbe un vantaggio, in quanto alternativa allo smaltimento in discarica.

Inoltre, coerentemente con la natura preliminare del presente lavoro, si è ritenuto sufficiente limitare l'analisi al costo della sabbia, trascurando gli altri oneri di cantiere. Le presenti considerazioni economiche, pertanto devono essere intese soltanto come una stima di larga massima.

Nel caso di sabbie di cava terrestre, la voce di costo maggiore è quella relativa alla coltivazione dell'inerte ed al trasporto fino al sito di intervento, che normalmente avviene su gomma. I costi reali risultano, pertanto, variabili essenzialmente in funzione della distanza dalla cava di prestito. Dall'esame dei prezzi dei Provveditorati Regionali alle Opere Pubbliche e dalla documentazione progettuale relativa ad interventi recenti, si può stimare un costo variabile nell'intervallo 20-25 €/m<sup>3</sup> di sabbia, comprensivo di trasporto e posa in opera. In alcuni casi è previsto un supplemento che tiene conto della distanza della cava dall'area di intervento (per la Campania, 0,53 €/m<sup>3</sup> km per distanze superiori a 30 km).

Per le sabbie provenienti da fondali marini, invece, si può stimare una spesa di circa 8 €/m<sup>3</sup> prendendo a riferimento un'area di dragaggio in un raggio di 1,5 km dall'area di progetto.

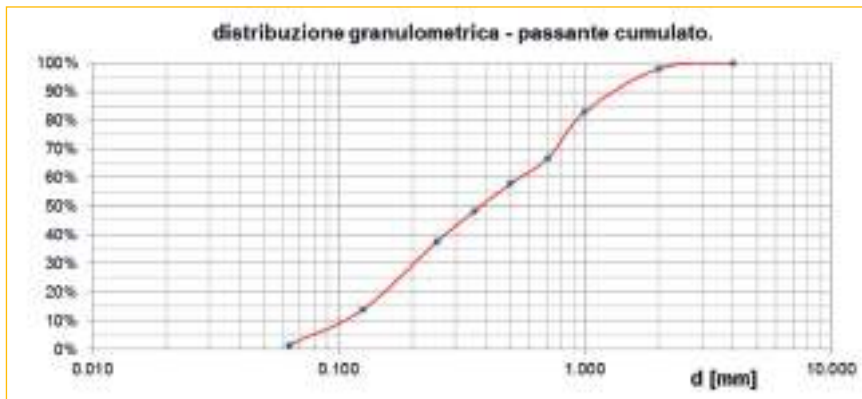
Nel caso di utilizzo di sabbie provenienti da impianti di depurazione, essendo nullo il costo di produzione del materiale, occorrerà considerare il trasporto delle sabbie dal depuratore alla spiaggia, per il quale si può stimare una spesa di 0,50-0,60 €/m<sup>3</sup> km. D'altra parte, il recupero delle sabbie estratte dal ciclo depurativo permette il risparmio degli oneri di conferimento in discarica, che, tenendo conto anche della scarsa disponibilità di siti di smaltimento, è di almeno un ordine di grandezza superiore a quelli finora considerati; attualmente il servizio viene offerto sul mercato ad un costo dell'ordine di 150 €/Mg di sabbia.

A titolo di esempio, considerando una sabbia di densità apparente di 1,6 Mg/m<sup>3</sup>, ed ipotizzando, per semplicità, una distanza dal sito di progetto di 20 km per la cava terrestre ed il depuratore, e 1,5 km per l'area di prelievo dei sedimenti sottomarini al largo, si ottiene, con riferimento alle stime più sfavorevoli per le sabbie da depuratori, la seguente tabella comparativa (Tabella 4).

Si evince che, nell'ipotesi in cui la sabbia estratta dal depuratore sia già compatibile con il recupero ai fini di ripascimento, si otterrebbero risparmi dell'ordine di 159 €/Mg, rispetto al caso di sabbie terrestri e 148 €/Mg per sabbie marine, corrispondenti, rispettivamente, a 254 €/m<sup>3</sup> e 237 €/m<sup>3</sup>.

CONSUMI ENERGETICI PER LA DISSABBIATURA NEGLI IMPIANTI DI DEPURAZIONE		
Costo materiale e trasporto	16 €/Mg	5 €/Mg
Costo materiale		0
Costo trasporto		7 €/Mg
Risparmio per mancato conferimento in discarica		-150 €/Mg

**TABELLA 4** Confronto tra le principali voci di spesa per un ripascimento nell'ipotesi di recupero di sabbie da impianti di depurazione



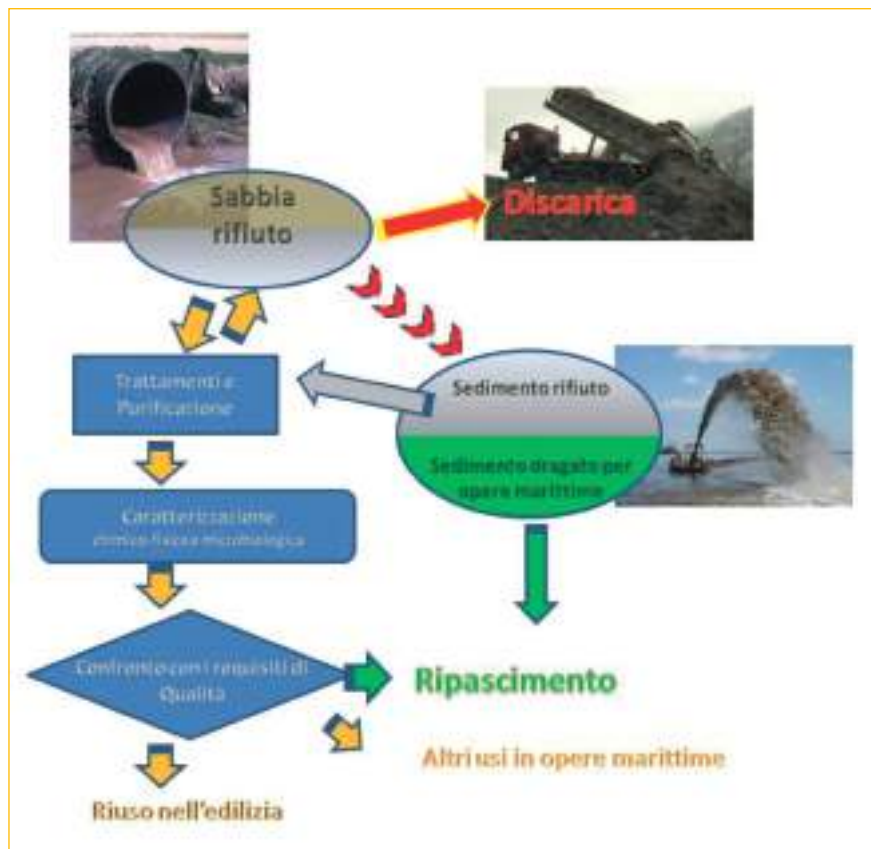
**FIGURA 8** Curva granulometrica di un campione di sabbia prelevata da un impianto di depurazione in Campania

del sedimento. Per ciascuna delle classi di qualità, denominate con le lettere A, B e C, ordinate dalla migliore alla peggiore, viene indicata la modalità di gestione compatibile. In particolare, il ripascimento degli arenili è consentito per sabbie di categoria A1; se l'intervento è limitato alla sola spiaggia sommersa è ammesso anche sedimento di classe A2. Nella presente proposta, ai fini di una preliminare valutazione di fattibilità, si ritiene ragionevole applicare tali metodologie e classificazioni

Ipotizzando, per esempio, un intervento con profilo di ripascimento di area 50 m<sup>2</sup>, valore tipico corrispondente ad un avanzamento della linea di riva dell'ordine di 20 m, il risparmio sarebbe quantificabile in circa 1.200.000 €/km di spiaggia.

Tali valori, sia pure nei limiti della presente analisi economica, possono essere riguardati come il margine di spesa ammissibile per la caratterizzazione ed i successivi trattamenti di affinazione che possono essere necessari per rendere le sabbie estratte idonee al ripascimento.

Per quanto riguarda gli aspetti tecnici, occorre considerare sia i parametri qualitativi delle sabbie, sia la loro compatibilità con i sedimenti nativi. Relativamente al primo punto, il citato *Manuale per la movimentazione dei sedimenti marini*<sup>17</sup>, stabilisce i criteri di campionamento e di analisi, e, sulla base delle risultanze analitiche, individua diverse classi di qualità



**FIGURA 9** Schema logico del processo di verifica e valutazione per il recupero delle sabbie dai reflui fognari



anche alle sabbie provenienti dai depuratori. Per quanto riguarda la compatibilità con i sedimenti nativi, occorre tenere conto essenzialmente dell'assortimento granulometrico, della mineralogia e del colore delle sabbie disponibili e di quelle della spiaggia originale. A riguardo, si riporta in Figura 8, a titolo di esempio, la curva granulometrica di una sabbia estratta da un impianto di depurazione della Campania in occasione di un evento di pioggia. La distribuzione granulometrica presenta un diametro  $d_{50}$  pari a 0,38 mm, valore pienamente compatibile con quelli normalmente adottati nei ripascimenti degli arenili. Il complesso delle verifiche tecnico-economiche della fattibilità dell'intervento, tenendo conto dei vincoli normativi può essere schematizzato nella Figura 9.

## Conclusioni

L'ingente valore degli arenili e la crisi del sistema del conferimento in discarica dei materiali, insieme alla necessità di migliorare l'efficienza energetica dei processi biologici negli impianti di depurazione dei reflui, devono spingere ad una maggiore attenzione alla ottimizzazione delle risorse, ed alla sostenibilità dei processi di trattamento delle acque. Le sabbie estratte dal reticolo fognario sono, per alcuni territori, una seria voce di spesa ed al tempo stesso un flusso di materia sottratto al reticolo idrografico naturale. La necessità di equilibrare il bilancio sedimentario dei litorali suggerisce una maggiore attenzione per reindirizzare l'attuale recapito della frazione sabbiosa contenuta in questo materiale. L'idea proposta in questo lavoro si potrà sviluppare valorizzando gli effetti sinergici che può trovare l'attivazione di una "filiera" per il recupero

delle sabbie a partire dai depuratori, considerando, in particolare:

- l'elevata incidenza economica nella diminuzione dei consumi elettrici nei sistemi di trattamento a fanghi attivi;
- il risparmio per il mancato conferimento in discarica;
- la restituzione del materiale inerte in vece di materiali di cava per le opere di ripascimento;
- la disponibilità di acque da riutilizzare per le tecnologie di purificazione delle sabbie all'interno degli stessi impianti di trattamento dei reflui.

Al tempo stesso si è consapevoli della necessità di dover meglio indagare dal punto di vista legislativo, tecnico ed economico su un passaggio che appare semantico, ma che nell'attuale configurazione normativa separa due mondi del tutto simili, se si guarda il materiale di cui sono costituiti: i sedimenti e la sabbia come rifiuto. ●

## bibliografia

1. ISPRA (2009). Tematiche in primo piano, Annuario dei dati ambientali.
2. K.W. Pilarczyk (1990), "Introduction to coastal protection", Coastal protection, Ed. Balkema.
3. K. d'Angremond (1992), "Beach nourishment", Proceedings of the short course on design and reliability of coastal structures, Venice, Italy, 1-3 October 1992, pagg. 415-432.
4. APAT (2007), Atlante delle opere di sistemazione costiera, Manuali e linee guida, 44/2007.
5. H. Hanson, A. Brampton, M. Capobianco, H.H. Dette., L. Hamm, C. Lastrup, A. Lechuga, R. Spanhoff (2002), "Beach nourishment projects, practices and objectives-a European review". Coastal Engineering, vol. 47, pagg. 81-11, Ed. Elsevier.
6. C. Cammelli, N.L. Jackson, K.F. Nordstrom, E. Pranzini (2006), "Assessment of a gravel nourishment project fronting a seawall at Marina di Pisa, Italy", Journal of Coastal Research, Special Issue 36, pagg. 770-775.
7. Coastance Project (2010), Regional policies and littoral management. territorial action plans for coastal protection management practices. Report D1, Phase A, Component 4.
8. Regione Emilia-Romagna (2011), Nuovi strumenti per la gestione dei litorali in Emilia-Romagna. Assessorato alla sicurezza territoriale difesa del suolo e della costa protezione civile.
9. Beachmed Project, (2004), Recupero ambientale e mantenimento dei litorali in erosione con l'utilizzo di depositi sabbiosi marini, Quaderni tecnici. sito web: www.beachmed.eu
10. ISPRA (2011). Tematiche in primo piano, Annuario dei dati ambientali.
11. Metcalf & Eddy (2006), Ingegneria delle acque reflue. Trattamento e riuso, Ed. McGraw-Hill 2006
12. L. Masotti (2012), Depurazione delle acque. Tecniche ed impianti per il trattamento delle acque di rifiuto, Ed. Calderini.
13. R.G. Dean (1992), "Beach nourishment: design principles", Proceedings of the short course on design and reliability of coastal structures, Venice, Italy, 1-3 October 1992, pagg. 301-349.
14. R.G. Dean (2002), Beach nourishment: theory and practice. Advanced series on ocean engineering, vol. 18. Ed. World Scientific.
15. USACE (2002), Coastal engineering manual. Engineer manual 1110-2-1100, Ed. U.S. Army Corps of Engineers.
16. E. Pranzini, D. Simonetti, G. Vitale, 2010. "Sand Colour Rating and Chromatic Compatibility of Borrow Sediments", Journal of Coastal Research, vol. 26, no. 5, pp. 798-808.
17. ICRAM, APAT (2008), Manuale per la Movimentazione dei Sedimenti Marini.



# Landslide hazard assessment of the Messina Municipality area (Sicily)

A summary of the project results of the study led by ENEA in the area of Messina Municipality is presented in this paper. After the disaster occurred on October 1<sup>st</sup>, 2009, the Messina Municipality asked the ENEA team to make a landslide hazard assessment of its whole territory. The project actions have been addressed to both realizing a landslide inventory, a susceptibility map of triggering- and run out areas, an assessment of debris-mud flow intensity and identifying the triggering thresholds of debris-mud flows. The study is meant as a contribution to the development of a quantitative geomorphological approach in landslide investigation and an effective decision-support system for a sustainable urban planning of the area

■ *Claudio Puglisi, Luca Falconi, Gabriele Leoni*

## Introduction

A community that wants to tackle the critical issues determined by a rampant urbanization needs to know about the environmental characteristics of its territory and, among these, the risk conditions which it is subjected to. Here are presented the results of the study led by ENEA in the Messina area (North-East Sicily) after the Giampilieri disaster occurred on October 1<sup>st</sup>, 2009, when heavy rainfall (over 200 mm in 7 hours) triggered more than 1000 debris mud flows (Fig. 1), in an area of about 20 square kilometers. The flows hit 16 villages causing 37 casualties, 140 injured, 1642 evacuated and the interruption of national roads and railways. After this event the Messina Municipality asked the UTPRA-PREV team to make a landslide hazard assessment of its whole territory, to obtain a decision-support system for sustainable urban planning. The study has been addressed to properly model causative factors leading to an effective hazard assessment of both existing and potential phenomena<sup>1</sup>. Part of the study is limited to the debris-mud flows since they are the most common and

destructive landslide typology in the area. Different tasks have been performed on the basis of the experience developed in more than ten years in many sites and at different scales: creation of a database containing information about historical and recent landslides (landslide inventory); identification of the areas prone to triggering landslides (susceptibility map) through the application of a heuristic method; assessment of debris-



**FIGURE 1** Some debris-mud flows occurred in the area on October 1<sup>st</sup>, 2009

■ **Claudio Puglisi, Luca Falconi**  
 ENEA, Technical Unit for Environmental Characterization, Prevention, and Recovery

mud flow run out and intensity; identification of rainfall and pore saturation triggering thresholds.

### Study Area

Messina municipality territory (220 square km) is located at the NE culmination of Peloritani Range. The northern part faces two seas: Mar Tirreno at NW and Mar Ionio at SE. The southern part is represented by the eastern side of Peloritani Mountains, that represent the southern termination of the Calabro-Peloritano arc. This chain is composed by seven metamorphic units (Kabilo Calabride Complex), of pre-alpine age and later involved in Hercynian and Alpine orogenic processes, and tectonically overlapping the sedimentary Maghrebidian units<sup>2</sup>. The rough morphology that characterizes the Peloritani mountains was mainly influenced by: the crystalline lithology, geostructural complex conditions related to orogenic tectonic, recent tectonic and still-in-progress strong uplift affecting the sector since late Miocene. All these conditions have morphologically influenced the area, generating high relief energy, narrow “V” valleys deeply incised, constantly deepening riverbeds often characterized by considerable morphological jumps.

### Landslide Inventory

A landslide inventory represents a key point for urban and territorial planning, giving the chance to learn from the geological processes of the past events in the interpretation of the potential effects of present landslides<sup>3</sup>. In this respect, through the recording of data on historical and recent events, the landslide inventory of the Messina municipality has been created. A special contribution to the archive comes from the analysis of the ground effects induced by the December 1908 earthquake<sup>4</sup>. The historical archive collects information of landslides occurred during a period of time of approximately 500 years, between the XVI century and 2011, even if the vast majority (80%) of them took place between the 20<sup>th</sup> and 21<sup>st</sup> century. For this task, several local institutional libraries, local and national media, web sites, and scientific papers have been consulted. Two separate archives, the first containing 207 records relating to events that occurred from 1523 to 2011, and the second containing 61 records relating

to events induced by the 1908 earthquake, have been registered in a GIS. For each landslide, the databases contain information regarding at least date and location and, whenever possible, the landslide typology, the resulting damage and the probable triggering factor, the data source and its reliability. Most events (60%) are classified as debris-mud flow and are located in Aspromonte Units. Most part of the 1908 catalogued landslides fell in the Messina urban area because the technical reports were addressed to the inhabited areas more than to the mountain and rural zones. The geomorphologic survey has been carried out by digital stereoscopic air photo interpretation on 2007 flight, GIS photointerpretation of 2009 and 2010 orthophoto and field surveys on events from 2009 until 2012. More than 3000 landslides of 4 typologies<sup>5</sup> have been surveyed in an area of 220 km<sup>2</sup> (Fig. 2): debris-mud flows (74%), rock falls (17%), rotational slides (7%) and translational slides (2%). For each landslide typology those factors of geomorphological, lithological, morphometric, structural and land use order were detected. Data considered of high and very high reliability can help to enhance existing regional and national inventories. The information on the landslide factors constitutes the basis



**FIGURE 2** Example of the georeferenced features of some debris-mud flows contained in the inventory (red triangle: triggering point; yellow dot: stop point; red line: triggering area; orange hatched: transport and depositional area; green line: run out path)

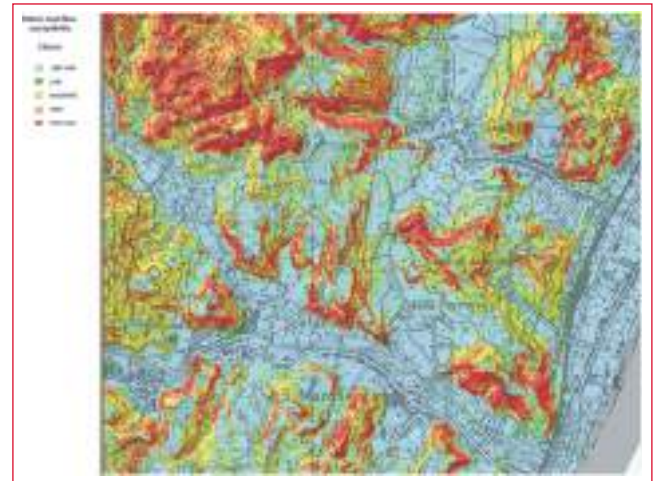


for the definition of the geomorphological susceptibility map of the area<sup>6</sup>. Lastly, data recorded in the archive are the propaedeutic basis necessary to determine the landslide rainfall thresholds.

### Susceptibility

The landslide susceptibility assessment consists in the identification of the areas where potential phenomena could happen in the future. In this study an heuristic methodology has been applied, based on the knowledge of past events and local conditions, acquired by an appropriate field survey<sup>7,8,9</sup>. The statistical analysis of the landslide inventory leads to identify particular conditions and their mutual relationships, distinguished as “discriminating parameters” (conditions necessary for slope instability), or “predisposing factors” (all other conditions that work together in worsening slope stability). The former, commonly lithology and slope angle, indicate potential susceptible zones, whereas the latter contribute to quantify the susceptibility degree. Once the causes have been recognized, it is possible to extend the approach to similar areas, to find those affected by the same hazardous conditions. Finally the GIS overlay of indexed maps, representing each known factor that affects slope instability, points out a potential triggering area of landslides.

The descriptive statistical analysis showed low reliability for slow slope movements (rotational and translational slides) depending on the small statistical sample, about 200 and 50 events, respectively. For all phenomena, the statistical analysis pointed out the great significance of lithology and slope angle: these two discriminating parameters show a great differentiation between class values with and without associated events. Discriminating parameters associated with debris-mud flows, in the study area, are all lithologies, except clays and chinks, for slope angle varying from 17° to 73°, while for rock falls the associated discriminating parameters are all pre-Quaternary deposits for slope angle greater than 26°. Given the general framework of discriminating parameters, which outlines potential susceptible and non-susceptible areas, there are some landslide factors more recurrent than others: these conditions represent the predisposing factors. In most cases, debris mud



**FIGURE 3** Detail of susceptibility map for debris-mud flow typology

flows occur in Miocene Flysch and in metamorphic Units (except Marbles), with slope angle ranging from 36° to 59°, weakly convex-shaped slopes, terraced areas with low or no vegetation and areas close to natural or artificial slope breaks. For rock falls, predisposing factors are represented by Miocene coarse-grained Flysch, Plio-Pleistocene Calcarenites and metamorphic Units (except Phyllites), with slope angles greater than 40°, strong convex-shaped slopes, no vegetation and artificial slope breaks.

The susceptibility function summarizes predisposing factor indices producing the map of the spatial distribution of susceptibility index for the whole study area. For debris mud flows (Fig. 3) high and very high susceptibility areas are located in the central and southern zones of Messina Municipality, already hit by the 2007, 2009 and 2010 events, and in the northern zone, close to neighboring Municipalities hit by the 2011 event. In this framework, the correlation between the spatial occurrence of observed debris-mud flows and the soil erosion susceptibility, as expressed by the synthetic RUSLE index, has been analyzed in three small catchments located in the Messina study area. Two different statistical approaches based on logistic regression analysis have been compared: the general logistic regression analysis and the spatially-constrained logistic regression. Notwithstanding some limitations



given by the lack of a detailed soil survey and the poor consistency of the current rain observation network, the outcomes appeared satisfactory and very encouraging to carry on with further investigations.

### Debris-Mud Flow Run Out

Especially important for prevention activities is to recognize the potential path of the debris-mud flows from the triggering point to the stop. The run out distance of a huge number of debris-mud flow, occurred after 2007 in the Messina Municipality area, was calculated following the literature approach<sup>10,11</sup>. The mobilized volume multiplied by the altitude difference ( $\Delta h$ ) between the triggering point (Piff) and the stop point (Pip), in abscissa, and the distance traveled by the phenomena from the Piff to Pip in the ordinate were plotted. To estimate the volume of each single occurred phenomena, the product of the maximum depth of failure surface (which varies from 0.2 to 1.5 m) by the triggering area, derived by photo interpretation, was calculated; such product has then been reduced through an experimentally-obtained correction factor of the niche shape, equal to 0.62. Aiming to avoid leaving out the mobilized volumes in the transit areas and following field observations, an average thickness values of these zones were considered variables from 0.2 to 1m. Because of their significant kinematics difference, channelled and unchannelled phenomena have been analyzed separately. The equations of the interpolation

lines derived from the two graphs are as follows:

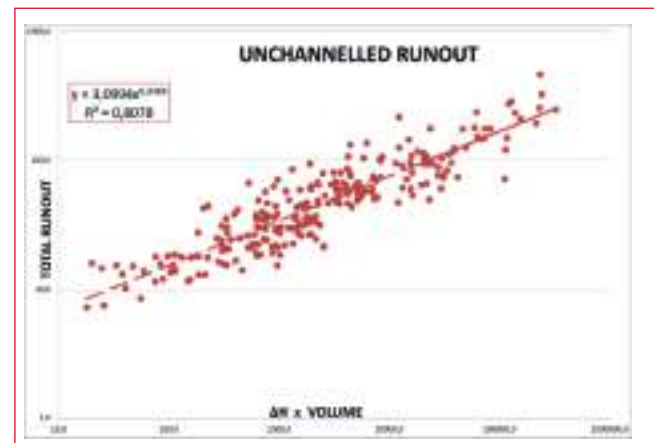
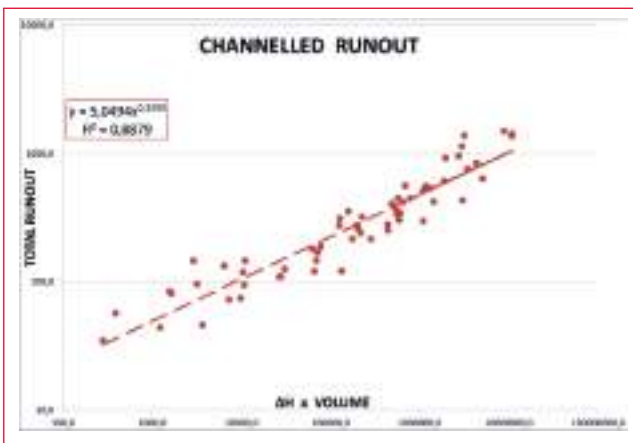
- Channelled phenomena:  $y = 4.861x0.329$  with a mean square error of  $R^2 = 0.894$
- Unchannelled phenomena:  $y = 3.127x0.341$  with a mean square error of  $R^2 = 0.817$

Comparing these equations with those proposed by Rickenmann, it appears that, for equal volumes mobilized and equal altitude difference between the triggering point and the stop point, the run out distance in the Peloritani area is lower than in other regions.

Subsequently, these formulas have been revised to make the applicability to potential phenomena more effective and easier to use. With this aim it has been chosen to substitute the stop point of the flow with the foot of the slope, where the speed of the mobilized mass starts decreasing to lose its erosive power and to deposit material. In a first approximate analysis, the foot of the slope has been identified with the contour line of the slope angle equal to  $28^\circ$ .

New charts have been elaborated, where in the abscissa the product of mobilized volume multiplied by the altitude difference ( $\Delta h$ ) between the triggering point (Piff) and the foot of the slope ( $28^\circ$  contour line) was placed. The equations of the interpolation lines derived from these new graphs are the following (Fig. 4):

- Channelled phenomena:  $y = 5.049x0.329$  with a mean square error of  $R^2 = 0.887$
- Unchannelled phenomena:  $y = 3.099x0.346$  with a mean square error of  $R^2 = 0.807$



**FIGURE 4** Site-specific run out equations for channelled and unchannelled debris-mud flows

A confirmation of the reliability of this new processing was carried out by comparing the original equations and their evolution, which indicates an excellent agreement between the curves. Therefore, given the volume of the potentially mobilized material and basing on these curves, it is possible to calculate the run out of potential debris-mud flows with a good approximation.

### Debris-Mud Flow Intensity

The intensity expresses the destructive capacity of a phenomenon, essential datum to design suitable protection structures. It may be expressed in a relative scale, referring it to damage or loss degree, or in terms of characteristic variables of the phenomenon (e.g., speed, volume, energy)<sup>12</sup>. According to the methodology, the intensity is considered as equal or proportional to the kinetic energy developed by the landslide, since the ratings for speed and size may be partial.

During the field survey several points were identified in order to measure the speeds achieved by the debris-mud flows occurred in October 1, 2009. Adopting the Johnson & Rodine approach<sup>13</sup>, it was possible to estimate the average

speed of a flow by measuring the raising that occurs in the outer portion of a curve due to the centrifugal force. The identified measurement points were characterized by the presence of traces left by the transit of the flow, like mud deposits or abrasions in the tree bark. Applying the Johnson & Rodine formula to different points of the mud-debris flow paths, specific velocities were calculated, in order to outline the deceleration curves for different occurred debris-mud flows. Maximum speed values range between 8 and 16 m/s.

Along the path traveled by the considered flow, at each point where speed was calculated, the value of developed kinetic energy was obtained. By calculating the product of the mass – equal to the product of the volume by the average density (estimated as 2000 kg/m<sup>3</sup>) – by the speed, maximum developed energies were estimated in the order of thousands of kilojoules. Finally, volume, distance of propagation and velocity were estimated for several potential phenomena identified by the susceptibility map, in order to estimate the potential energy in different points along the path in which new phenomena could develop (Fig. 5).

### Rainfall Thresholds for Debris-Mud Flow

The analysis of the triggering thresholds is aimed at answering the question of when an event can take place. Based on the historical information on rainfall – the main triggering factor of this type of landslides – the triggering thresholds of debris-mud flows have been investigated with the aim to provide additional elements to the knowledge of the critical rainfall, useful for developing effective early warning systems<sup>14,15</sup>.

The study was based on the daily rainfall data of the Waters Observatory of the Sicily Region and on a database of 46 debris-mud flows occurred between 1933 and 2011. The temporal distribution of the 46 debris-mud flows indicates a concentration in the autumn months, with a maximum in October.

The data used in the elaboration were annual normalized values of the rainfall in the day of the event, compared with those of 1, 2, 6, 14 and 29 preceding days. The debris-mud flow events have been divided into two subsets based on the number of concurrent records in the same date. The trend lines of the distribution of the normalized values of these two subsets have permitted



**FIGURE 5** Very high susceptibility areas (green) with the propagation distances expressed in meters (yellow) and the maximum kinetic energy expressed in thousands of kilojoules (pink)



**FIGURE 6** Normalized rainfall of the day of landslides occurrence and of the previous 14 days. The recent disastrous events of 07/09/2000 (blue circle), 01/10/2009 (purple circle) and 25/10/2007 (orange circle) have been highlighted

to distinguish 3 different fields of severity (Fig. 6). It is remarkable that the most significant recent events are always positioned above the high severity daily threshold line.

The current landslide real-time monitoring, particularly for debris-mud flows, are mainly based on the measurement of rainfall. Nevertheless, the factor most directly related to the triggering of this landslide typology is the soil moisture level, which not only depends on the intensity of rainfall in a given moment, but also on the thermo-precipitation regime of the previous period. By coupling rainfall and soil water content data, the study would contribute to the development of more effective early warning systems for debris-mud flows. Precipitation data of the event of October 1, 2009 and of other more recent events registered by the Sicilian regional rain gauges network were used. The state of soil saturation was investigated by installing FDR probes (Frequency Domain Reflectometry) in June 2012.

Soil has been sampled in correspondence of the levels where the FDR probes have been placed. In general, they have low clay content, sandy in shallow levels and finer in the deepen horizons. Being in correspondence of metamorphic parent materials, consisting of shales and phyllites, these soils generally have thixotropic properties. After the measurement of the mass density, the soils were brought to saturation, showing a water content ranging from 19% (37% of skeleton) to 43% (2.5% in skeleton).

The measurement of the gravimetric water content,

carried out with the pressure plate extractors [16], allowed to estimate the water content in the immediate surroundings of the event of 1 October, 2009. Once having determined the hydrologic boundary conditions<sup>17</sup>, the water retention capacity was calculated as the difference between maximum water content (WCsat) and field capacity (WCCC) for each horizon and, then, for the entire soil thickness. The modeling conducted with a simplified method has shown that, at the moment of the triggering of debris-mud flows of October 1, 2009, the soil above the slopes of the study area reached the pore saturation. The responses of the twelve FDR probes seem to confirm the data modeling, showing in some cases a marked sensitivity to the rainfall input.

## Conclusions

The morphology of Messina's territory, the development of towns and villages up to creek outlet, the transformation of riverbed in street and the abandonment of terracing have contributed to increase the geomorphological risk of the area. The study provided a framework of the degree of landslide hazard in the territory of Messina and will constitute a necessary basis for the definition of sustainable risk mitigation actions. The proposed methodology is a contribute to the development of a quantitative geomorphological approach in landslide investigation. In particular, it is worth mentioning that:

- although the registered events contained in the landslides inventory have different significance according to the different reliability of the sources and to the dissimilar detailing level of the reported description, they represent, by the way, a valid tool not only for experts in the sector but also for anyone who may face the issues linked to the geomorphologic risk assessment;
- the heuristic method for susceptibility assessment integrates multidisciplinary knowledge, both quantitative and qualitative. Furthermore, it allows the use also by operators lacking specific statistical or modeling expertise, it can be explained easily to stakeholders and gives a framework of large areas, pointing out the emergencies that need prior response;
- by applying the site-specific formulas, it is possible to estimate the run out distance of the mobilized material of the potential triggering areas. This tool is especially

useful for land planning and civil defense policies;

- although it is necessary to perform site-specific analysis in order to assess the energies expected with the accuracy required for site operations, the results of this study provide a rough estimate of the energy that can be developed from the triggering of debris-mud flows in the area;
- although it is necessary to recognize the limitation of this study, constituted by the small size of both daily and hourly dataset, the rainfall threshold analysis has yielded significant results for the study area, correlated with similar studies conducted in other areas proposed by several authors;
- the study on the soil saturation threshold is still at an early stage and the results have strong limitations, relating mainly to the small size of the dataset. However, it is possible to presume that it can provide useful data for future implementation of the early warning monitoring stations that can be used for the specific purposes of Civil Protection.

## Acknowledgements

This study was funded by the Municipality of Messina. Dr. Carmelo Gioè, geologist of the Municipality of Messina, is sincerely thanked for the support he provided to the study. The interpretation of the geology of the study area and the elaboration on the soil saturation processes greatly benefited from the support of the PhDs Pino Paolo and Rosario Napoli. The authors are grateful to Elisa Brustia, Valerio Comerci, Mauro Lucarini, geologists from ISPRA, for their contribution about the ground effects of the Messina earthquake of 1908. Field activities, GIS elaboration and aerial photo interpretation could not be achieved without the efforts made by Danilo Campolo, Silvia Lumaca, Simona Malerba and Antonino Torre, young Sicilian geologists. Finally, special thanks are due to Cinzia Crovato, Sergio Grauso, Augusto Screpanti, Vladimiro Verrubbi, Alessandro Zini, colleagues from ENEA, for their contribution to laboratory physical analysis, RUSLE elaboration and GPS measuring. ●

## references

- [1] Puglisi C. et alii (2013). Valutazione della pericolosità da frana nel territorio del Comune di Messina. Rapporto Tecnico ENEA, RT/2013/18/ENEA, <http://hdl.handle.net/10840/4771>
- [2] Lentini F., Catalano S., Carbone S. (2000). Nota illustrativa della Carta geologica della Provincia di Messina (Sicilia Nord-Orientale). Scala 1:50000. S.EL.CA, Firenze. 70 pp.
- [3] Bach Kirschbaum D., Adler R., Hong Y., Hill S., Lerner-Lam A. (2010). A global landslide catalog for hazard applications: method, results, and limitations. *Nat Hazards* (2010) 52:561–575. DOI 10.1007/s11069-009-9401-4
- [4] Comerci V., Blumetti A.M., Brustia E., Di Manna P., Fiorenza D., Guerrieri L., Lucarini M., Serva L., Vittori E., 2008, The effects on the environment of the 1908 Southern Calabria – Messina earthquake (Southern Italy). In: Di Bucci D., Neri G., Valensise G. (a cura di), Riassunti estesi del Convegno “1908 – 2008 Scienza e Società a cento anni dal grande terremoto”, Dipartimento Protezione Civile, Università di Messina, INGV. Reggio Calabria 10-12 dicembre 2008. Miscellanea INGV, Anno 2008\_Numero 03
- [5] Varnes D.J. & IAEG Commission on Landslides (1984). Landslides Hazard Zonation – a review of principles and practice. UNESCO, Paris, 63 pp.
- [6] Calcaterra D., Parise M., Palma B. (2003). Combining historical and geological data for the assessment of the landslide hazard: a case study from Campania, Italy. *Natural Hazards and Earth System Sciences* (2003) 3: 3–16. European Geosciences Union 2003
- [7] Casagli N., Catani F., Puglisi C., Delmonaco G., Ermini L., Margottini C. (2004). An Inventory-Based Approach to Landslide Susceptibility Assessment and its Application to the Virginio River Basin, Italy. *Environmental & Engineering Geoscience*, X (3)
- [8] Abbattista F., D’Agostino G., Delmonaco G., Di Filippo L., Falconi L., Leoni G., Margottini C., Puglisi C., Romano P., Spizzichino D. (2005). La valutazione della suscettibilità da frana: applicazione alle colate rapide di Cervinara (AV). *Geologia tecnica & ambientale*, n°1/2005. ISSN 1722-0025
- [9] Leoni G., Barchiesi F., Catalano F., Dramis F., Fubelli G., Lucifora S., Mattei M., Pezzo G. & Puglisi C. (2009). GIS methodology to assess landslide susceptibility: application to a river catchment of Central Italy. *Journal of Maps*, v2009, 87–93. 10.4113/jom.2009.1041
- [10] García-Ruiz J.M., Beguería S., Lorente A., Martí C. (2002). Comparing debris flow relationships in the Alps and in the Pyrenees. *Instituto Pirenaico de Ecología, Zaragoza, Spain*
- [11] Rickenmann D. (1999). Empirical Relationships for Debris Flows. *Natural Hazards*, 19: 47–77
- [12] Jakob M. (2005). A size classification for debris flows. *Engineering Geology*, 79 (3-4), pp. 151–161. <http://www.scopus.com/search/submit/citedby.url?eid=2-s2.0-33746886177&refeid=2-s2.0-21044455463&src=s&origin=reflist&refstat=core>
- [13] Johnson A.M. & Rodine J.R. (1984). Debris flow slope stability. Editors Brusden D. & Prior D.B., p. 257–361. John Wiley and Sons, New York
- [14] Aleotti P. (2004). A warning system for rainfall-induced shallow failures. *Engineering Geology*, Volume 73, Issues 3–4, June 2004, Pages 247–265
- [15] Basile G., Panebianco M. (2011). Experimental alert model for hydrogeological risk: a case study in Sicily. *Proceedings of the Second World Landslide Forum – 3-7 October 2011, Rome*
- [16] van Genuchten M.Th., Leij F.J., Yates S.R. (1991). The RETC Code for Quantifying the Hydraulic Functions of Unsaturated Soils. Environmental Protection Agency Report n. EPA/600/2-91/065, pp. 92.
- [17] Aronica G. T., Brigandi G., and Morey N. (2012). Flash floods and debris flow in the city area of Messina, north-east part of Sicily, Italy in October 2009: the case of the Giampilleri catchment. *Nat. Hazards Earth Syst. Sci.*, 12, 1295–1309, 2012. doi:10.5194/nhess-12-1295-2012





## A Risk Analysis and Decision Support System for Nuclear Accidents in the Mediterranean Area

Possible accidents in nuclear power stations around the Alpine area could have serious impacts on all areas of the Mediterranean basin, as well as on the Mediterranean sea itself. The DIFURAD system – developed by a joint effort of various ENEA technical units – starting from the quantities of radionuclides released into the atmosphere following the accident, is able to predict their dispersion in the atmosphere, deposition on the ground and on the sea, possible dispersion in water and to simultaneously evaluate the effects of deposition, through the use of several information layers, both static (socio-economic) and dynamic (impact on transport and roads)

■ R. Delfanti, M. Pollino, V. Rosato, L. La Porta, M. D’Isidoro, S. Sandri, M. Guarracino, E. Napolitano, M. Barsanti, V. Artale, P. Agostini, I. Delbono, F. De Rosa, A. di Sarra, E. Fantuzzi, R. Lorenzelli, E. Negrenti, P.M. Ruti, F. Padoani, G. Zanini

### Introduction

The production of Energy in the European countries is largely based, for a considerable extent, on Nuclear Power Plants (NPP).

The geographical distribution of EU nuclear sites shows a remarkable concentration in the regions north of the

Alps, on the French (7), Swiss-German (6) and Slovenian (1) sides.

This situation makes the Mediterranean area particularly vulnerable in the event of nuclear accidents, which, according to severity and nature, may release

- R. Delfanti, M. Barsanti, I. Delbono  
ENEA, Technical Unit for Marine Environment and Sustainable Development
- M. Pollino, L. La Porta, A. di Sarra, V. Rosato, E. Napolitano, P.M. Ruti, V. Artale  
ENEA, Technical Unit for Environment and Energy Modeling
- M. D’Isidoro, G. Zanini  
ENEA, Technical Unit for Models, Methods and Technologies for Environmental Assessments
- S. Sandri, M. Guarracino, E. Fantuzzi  
ENEA, Radiation Protection Institute
- P. Agostini, R. Lorenzelli  
ENEA, Technical Unit for Experimental Engineering
- F. De Rosa, F. Padoani  
ENEA, Technical Unit for Reactor Safety and Fuel Cycle Methods
- E. Negrenti  
ENEA, Technical Unit for Nuclear Fission Technologies and Facilities, and Nuclear Material Management

Country	Reactors in operation (under construction)	Nuclear electricity as % of total generated electricity
Belgium	7	51
Bulgaria	2	31.6
Czech Republic	6	35.3
Finland	4 (1)	32.6
France	58 (1)	74.8
Germany	9	16.1
Hungary	4	45.9
Netherlands	1	4.4
Romania	2	19.4
Slovakia	4 (2)	53.8
Slovenia	1	35.9
Spain	7	20.5
Sweden	10	38.1
United Kingdom	16	18.1
<b>Total</b>	<b>131 (4)</b>	

**TABLE 1** Nuclear power reactors in the EU in 2012  
Source: 2012 Annual report of the EURATOM Supply Agency



**FIGURE 1** Geographical distribution of NPP surrounding Northern Italy boundary line

radionuclides into the atmosphere. Depending on the meteorological conditions, the released material may be transported all over Europe and also to various areas of the Mediterranean basin.

It is therefore crucial to provide the Country (and at the same time the Countries of the Mediterranean basin) with a forecasting system able, within a few hours, to produce qualitative and quantitative estimates of the potential risk to humans and the environment, and to support the prompt definition of emergency plans. The system should be based on realistic scenarios, defined by reliable models of radionuclide dispersion in the atmosphere and in the Mediterranean Sea.

The Fukushima accident recently highlighted the need for such a decision support system in case of accidents or sabotage to nuclear facilities or, in general, of events with significant dispersion of radioactivity. Fortunately NPP accidents represent rare disastrous events, albeit with dramatic consequences; prediction of their impacts is thus crucial to the scientific community, public decision makers, stakeholders, and citizens. ENEA, with its internal effort, has conceived and realized the DIFURAD system providing a number of scenario predictions

which might be useful to all the cited communities. Modern approaches to emergency management and response involve efforts to reduce the vulnerability to hazards, to diminish the impact of disasters and to prepare for, respond to, and recover from those that may occur.

The prototype of the DIFURAD system focuses on the design and development of an innovative methodology, based on geospatial methods, for mapping radionuclide releases from power plants after a severe accident, assessing the impact on the Italian territory and the whole Mediterranean basin and evaluating the consequences for population and the environment. The system integrates model predictions and geospatial data for mapping radionuclide diffusion, scenario definition and disaster planning. DIFURAD intends to respond to these needs and has, as enabling technology, high-performance computing platforms able to provide, within 6-12 hours after the event, reliable and accurate predictions of the consequences during the 7 days following the disaster. The prediction can be routinely updated based on the actual meteo-marine conditions. In particular, a preliminary methodology for mapping the radioactive fallout and its impact over a widespread area has been designed and related spatial resolution issues have been addressed and solved.

### The European Framework

At the European level, user-friendly decision support systems for emergency and post-accident management have been developed in recent years. The RODOS system, Decision Support for Nuclear Emergency Management (Ehrhardt and Weis, 2000) was developed starting in 1989 through a series of EU projects. RODOS is designed to support decision making in case of a nuclear accident in the European area. It includes models to predict the atmospheric dispersion, an hydrological model chain (rivers, lakes, coastal areas) and the transfer of radioactive material through feed and foodstuff, but it is not specific for the Mediterranean area. The ERICA tool (Environmental Risks from Ionising Contaminants: Assessment and Management), also developed through EU projects (Beresford et al., 2007), helps decision makers to assess the impact of radionuclide inputs onto the environment (terrestrial, freshwater and marine) and

to define countermeasures or mitigation actions. The system MOIRA-PLUS (Monte et al., 2009) is a decision support system based on validated models to predict the behavior of  $^{137}\text{Cs}$  and  $^{90}\text{Sr}$  in freshwater systems, to estimate doses to population and to evaluate various countermeasures and mitigation options. Recently (Monte, 2011) MOIRA PLUS has also been implemented for simulating the dispersion of radionuclides in the marine environment.

ENEA's know-how covers all fields relevant to the development of the decision support system, from the characterization of the source term, to the radionuclide diffusion, transport in the atmosphere and the ocean, deposition, and radiation protection, to advanced systems for risk management for critical infrastructures. Leveraging on systems already developed under EU-funded projects, DIFURAD project's team has developed an innovative system integrating observations and models for risk management specifically targeted at the Mediterranean area. It includes up-to-date atmospheric and hydrological models for the area, and integrates observations and model results in a WebGIS system, containing layers with land-use and socio-economic data, to give in a short time a reliable picture of the impacted areas, involved population, economic activities at risk. The system is conceived as a tool to support the authorities in charge for emergency and post-accident management and will be open to integration with tools and systems such as ERICA or MOIRA. The major beneficiary of the DIFURAD system, as for Italy, is the Italian Civil Protection Department, responsible for the operational coordination; the Department has been committed to this task by the "National plan of protective measures for radiological emergencies"<sup>1</sup> - approved with the 19 March 2010 decree of the President of the Council of Ministers – which identifies and regulates the necessary measures to manage the emergency tasks in case of incidents and pollutant emissions that occur in nuclear power plants outside the national territory.

### The DIFURAD Project

The long term objective of the DIFURAD Project is to support a service for risk management in the event of radionuclide release into the atmosphere or into the sea, integrating the observational aspects, dispersion

models and impact assessment tools in a GIS-based Decision Support System (DSS) for emergency and risk management in critical infrastructures.

A central role in the construction of the DIFURAD tool is played by Geographical Information Systems (GIS) technologies (Cova, 1999). In recent years, the geoscientific community has focused on the use of GIS technologies and techniques for supporting natural disaster impact assessment and emergency management tasks. To this end, in recent years several approaches have been proposed, based on the effective exploitation of spatial GUI (Graphical User Interface), geo-visual analytic tools, integrated geographic platforms (SDI, Spatial Data Infrastructures) and GIS spatial analyses (see Charvat et al., 2008; Mueller et al., 2007; Pollino et al., 2011 among others).

With respect to the emergency response issues related to nuclear accidents, multi-source data and GIS integrated analysis can contribute to a better emergency planning, providing fundamental information for immediate response when the disaster occurs. Immediately following the disaster, the DSS should also support emergency response and rescue operations. The DSS conceived in this framework is based on a GIS database where many different information layers contain a number of relevant information on land and infrastructures, needed for impact estimates.

Based on the available information on accidents at NPP, meteorological and oceanographic data, and geo-information layers, the system will assess:

- the source term;
- the dispersion of radioactivity released into the atmosphere in the immediate vicinity of the plant and at Mediterranean scale;
- the long-range transport in the atmosphere
- the deposition at the surface (both land and ocean)
- the dispersion of radionuclides released into the marine environment directly and/or as atmospheric deposition;
- the concentration of radionuclides in marine food matrices;
- the dose to the population from terrestrial and marine pathways.

The source term, i.e. the amount of radioactivity emitted by a power plant during a significant nuclear accident,

will be estimated starting from information on the process taking place in the reactor circuits. In the first few hours after the accident, pre-calculated data will be made available, based on the type of reactor and on the characteristics of the accident. For the following hours/days, computer codes will be developed to simulate the processes in the reactor to estimate step by step (for example every hour) the source term and the emissions from the containment system.

The DIFURAD system will be able to carry out assessments even in case of radioactivity releases arising from sabotage of facilities, or explosive devices, such as improvised nuclear devices (IND) or “dirty bombs” (RDD). DIFURAD may also be used to predict the spread of radioactivity from radioactive wastes sunk (accidentally or intentionally) in the deep areas of the Mediterranean Sea.

DIFURAD could also be interfaced with support tools like ERICA to define the impact on the ecosystem and the need for counter-measures.

The final results, validated through a network of observations, will be integrated into a GIS-based DSS for emergency and risk management in critical infrastructures. The system will support the management of the event and will include radiological, socio-economic aspects and an assessment of the radiation hazard. The system shall provide a decision support for the implementation of counter-measures to reduce, to the possible extent, the occurrence of stochastic effects to the health of the population and to assess the impact on ecosystems. For this reason, DIFURAD implements two different and complementary procedures for the assessment of emissions and their dispersions:

- a rapid procedure, which - based on a multidimensional database - allows a reasonable estimate of emissions and a simulation of their dispersion in the vicinity of the epicentre, at the same event, to provide decision support for evacuation of the population;
- a more sophisticated procedure, which accurately determines the amount of emissions and their dispersion on a regional scale, to provide decision support for medium- to long-term management of the event.

At present, the DIFURAD team has realized a “light” version of DIFURAD, able to demonstrate the potential

of the instrument in case of accident. In this publication, a description of the system architecture, and the application of the first prototype system to two case studies will be given. This prototype was developed with the following objectives:

- Defining the objectives and overall architecture of the system
- Demonstrating the feasibility of an operational system. Several improvements in different aspects (e.g., improvements in the description of the atmospheric and oceanic transport, including the particulate matter; a better integration with the observation network; the optimization of the system to reach the operative phase; etc.) will be needed. We believe, however, that this study provides a useful description of the present stage of development and future capabilities of the system.

#### Area of Action of the DIFURAD System

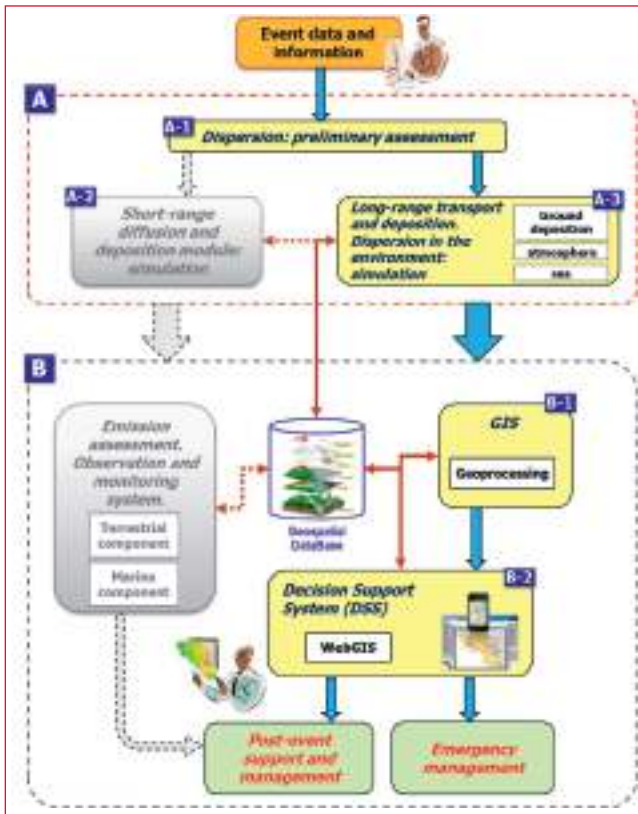
Risk analysis faces the problem of assessing the overall result of a catastrophic event (natural or anthropogenic) considering a series of factors, from its probability of occurrence up to the impact that direct and indirect related effects can produce onto the population, the ecosystem and the economic activities in the area.

In the case of possible nuclear accidents, risk analysis must consider three factors, the product of which would define the risk  $R(i, k)$  for the Infrastructure element  $i$  for the event  $k$ :

- 1 the probability  $P(k)$  that a specific event  $k$ , able to damage the power plant, takes place. This event could be accidental, produced by a human factor (error, tampering, attack) or be associated with a natural cause (earthquake, flood or other).
- 2 the vulnerability  $V(i, k)$  of “the system” to the specific event  $k$ , namely, the probability that the event  $k$ , once occurred, causes damage of some nature to the system.
- 3 the impact  $I(i)$  that the damage which may occur in the system produces on people and goods, in the terms outlined above.

The DIFURAD system focuses on one part of the Impact term (see 3 above), the prediction and assessment of impacts on the environment that an accident at a NPP can cause if it is associated with a release of radionuclides into the atmosphere or the ocean. Among the effects of





**FIGURE 2** DIFURAD operational workflow (the figure reports the so-called “light” version: the Modules not yet implemented are depicted as shadowed)

an accident to a power plant there is the reduction of the operational functionality of the system, associated with a reduction of the production of electric power. DIFURAD does not take into account these effects (reduction of electrical power fed into the grid, blackouts and potential domino effects on other infrastructures dependent on the supply of electrical power) that are covered by another component of a large decision support system that some ENEA Units are implementing in the framework of a large European project<sup>1</sup>.

### Operating Scheme of the DIFURAD System

The DIFURAD system consists of the functional interconnection of several numerical simulation codes (e.g.: atmospheric circulation/diffusion/

ground deposition, marine circulation), and of a Data Base (DB) containing several geographic information layers and environmental information.

Figure 2 shows a schematic diagram of the system components already implemented, consisting of two subsystems, marked “A” and “B”. The results, generated through an integrated approach of observations and simulations (subsystem “A” in Figure 2), will be integrated into a GIS-based DSS aimed at emergency and post-event management (subsystem “B” in Figure 2). The system, as a whole, should be a decision support tool in order to reduce, to the possible extent, the occurrence of stochastic effects to health and to assess the impact on major ecosystems.

The DIFURAD system integrates geospatial tools (subsystem “B” in Figure 2) for predicting and mapping the diffusion and the deposition of radionuclides, and assessing the potential impacts of a possible NPP accident in order to support the response planning. Such components have been set-up by developing a WebGIS interface as specific subsystem of the DSS.

The data-processing unit of the DSS can integrate several subsystems such as:

- Emission assessment/source term definition (A-1 Module in Figure 2);
- Short range diffusion and deposition model/simulation (A-2 Module in Figure 2)
- Long range transport and deposition module (A-3 Module in Figure 2);
- Ocean circulation and radionuclides diffusion module (A-3 Module in Figure 2);
- Geospatial DataBase and GIS (Geoprocessing) Module (B-1 Module in Figure 3);
- Specialized visualization modules (geographically based) for supporting the operator in the decision processes (B-2 Module in Figure 3).

In particular, the WebGIS subsystem (B-2 in Figure 3) has been conceived to operatively support the risk assessment analyses and the emergency management tasks, by means of a user-friendly geographical interface. Thus, the WebGIS allows to visualise and analyse the geospatial data and thematic maps stored in the system DB by means of basic functionalities such as:

- Description and characterization of the area under observation;

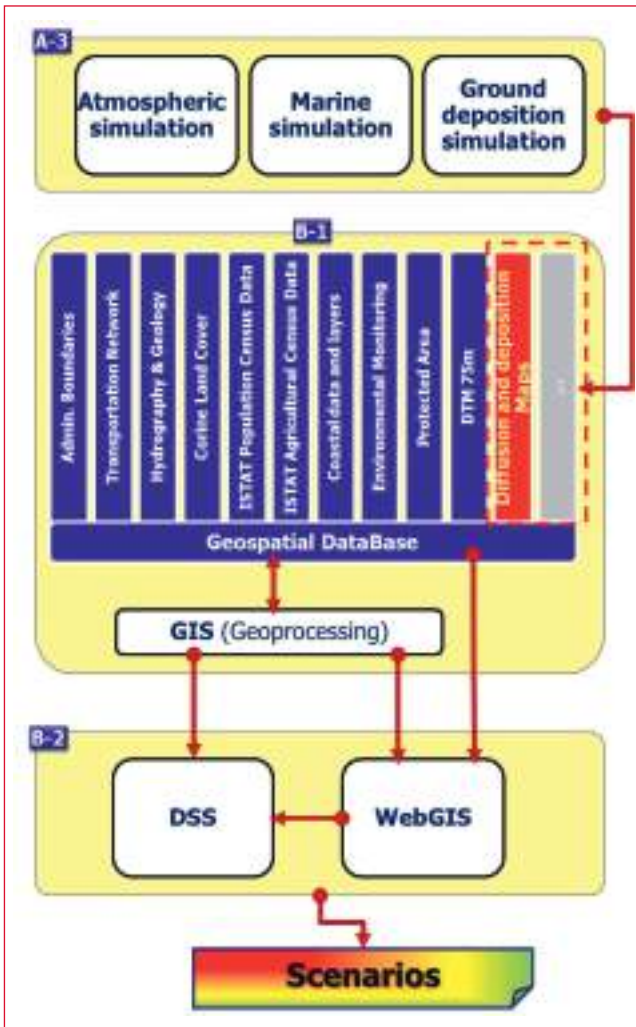


FIGURE 3 DIFURAD schema: Simulation Modules, GIS and DSS

- Production of thematic maps (e.g., radionuclide deposition);
- Impact scenarios (e.g., impact on population, map of deposition in agricultural area, etc.) and their time evolution.

The current version of DIFURAD is limited to two different cases of radioactivity release:

1. *Scenario 1*: Release of radioactivity in the atmosphere from a NPP located along the national borders (e.g., Bugey, France).
2. *Scenario 2*: Release of radioactivity into the sea through

river discharge (release of radioactive material from a NPP located along the Italian river Garigliano). In both cases, the system is able to provide - through such Scenarios - a prompt estimate of the possible impacts on the environment and the population, while providing the basic information for the emergency management.

### Scenario 1

Scenario 1 considers an accident occurring on a NPP located across the north national border (Bugey, France). Once the information about the event is received, module A-1 (Figure 2) provides a rapid estimate of emissions. Modules A-2 and A-3 (Figure 2) provide a simulation of the short range (by means RADCAL code) and regional (by means MINNI system, Mircea et al., 2010) dispersion of the following radionuclides:

- Noble gases ( $^{133}\text{Xe}$ );
- Halogen ( $^{131}\text{I}$ );
- Alkali metals ( $^{137}\text{Cs}$ ).

In particular, the simulation processes in Modules A-2 and A-3 (Figure 2) output the concentration of radionuclides in the atmosphere (Figure 4). The threshold values to be used can be fixed as indicated in the “National plan of

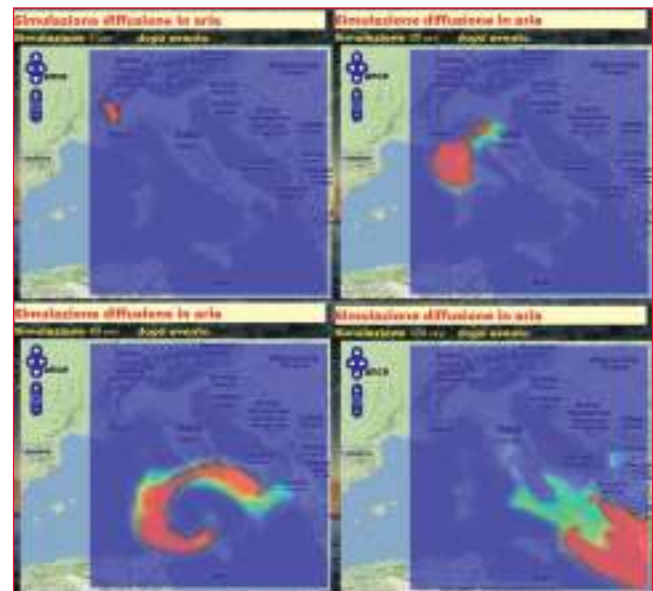


FIGURE 4 Frames extracted from the simulation of the time evolution of radioactive pollution cloud



**FIGURE 5** Example of simulation of  $^{137}\text{Cs}$  ground deposition (36 hours after the event)

protective measures for radiological emergencies“ (The Civil Protection Dept., 2010).

The impact on the population can be assessed in terms of:

- Concentration of radionuclides in air;
- Wet and dry deposition on the ground.

Using the GIS approach (*geoprocessing and spatial analysis*), in Module B-1 (Figure 2) the data will be spatially overlaid with layers containing information on the territory and stored in the Geospatial DB. In particular, GIS layers on urban areas and population (extracted from ISTAT Census data) will be used, together with radionuclide concentrations, to assess the impact on the population.

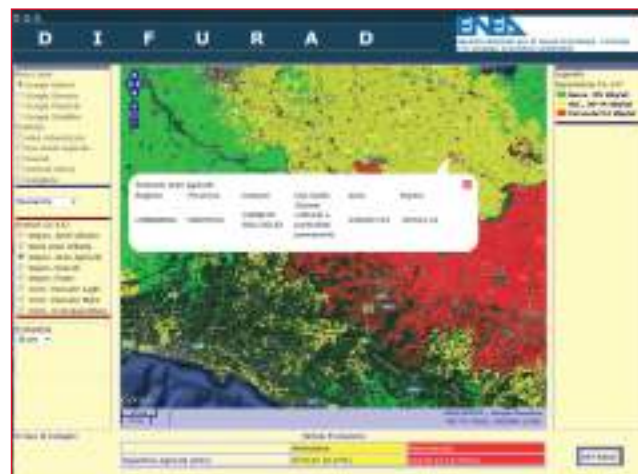
With respect to the ground deposition (Figure 5), the spatial analysis will be based on the GIS overlay between Ground Deposition Maps from A-3 Module and:

- Land Use Maps of the National Territory (e.g., CLC, *Corine Land Cover*), focusing on agricultural land (arable land, orchards, etc.), key-places for food production and environmental matrices;
- Springs and uptake points of drinking water (both surface and groundwater);
- General Census of Agriculture (ISTAT) for the estimation of extensive farms and livestock falling within the area of interest.

The results of the spatial analysis are exploited to produce a risk scenario that converges into the DSS



**FIGURE 6** Example of Scenario:  $^{137}\text{Cs}$  cumulated ground deposition ( $\text{Bq}/\text{m}^2$ ) over Urban Areas. In the lower part of the WebGIS application it also possible to access detailed reports

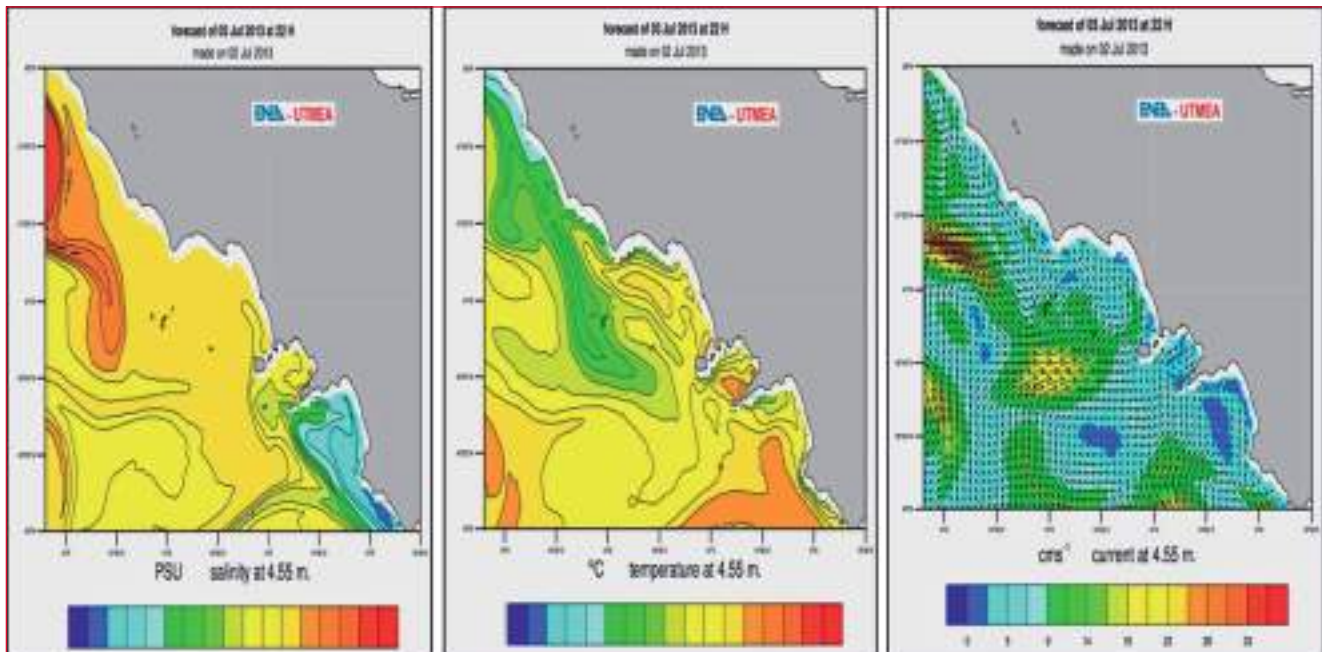


**FIGURE 7** Example of Scenario:  $^{137}\text{Cs}$  cumulated ground deposition ( $\text{Bq}/\text{m}^2$ ) over rural land

(B-2 Module) and is available also through a purposely developed WebGIS interface.

The implemented DSS is able to interactively support public stakeholders, to quickly evaluate consequences for people and environment and to address - in the post-event phase - the emergency management.





**FIGURE 8** Operational oceanographic model of Tyrrhenian Sea: simulation of salinity, temperature and currents

The next Figures show some information resulting from the DIFURAD system. Figures 6 and 7 show, in the DIFURAD WebGIS interface, the detailed list of consequences related to  $^{137}\text{Cs}$  deposition (e.g., impact on population in urban areas, map of deposition in agricultural area, etc.) and its time evolution.

## Scenario 2

Scenario 2 considers a synthetic event based on the release of radionuclides into the sea from a point source along the coast; this could be the consequence, for instance, of an accident to a NPP located along a river (e.g., Garigliano Plant, NPP north of Naples).

The operational model in A-3 shows the forecast of the spreading of the Garigliano river water in the Tyrrhenian Sea. The dispersion of  $^{137}\text{Cs}$  is at present not included in the model, but the areas potentially subject to enhanced radionuclides levels can be identified and consequently monitored, based on the operational oceanographic model of the Tyrrhenian Sea (Figure 8), including the simulation of the riverine input (Figure 9).

The GIS analysis supports the assessment of the impact

on the environment by providing layers related to the hydrographic network, environmental characteristics, coastal features (morpho-bathymetry, sedimentology, marine protected areas, use of coastal areas, fisheries and aquaculture, etc.). Also in this case, the results of the spatial analysis constitute a risk scenario that will feed the DSS (Module B-2), accessible via the DIFURAD WebGIS interface (Figure 9).

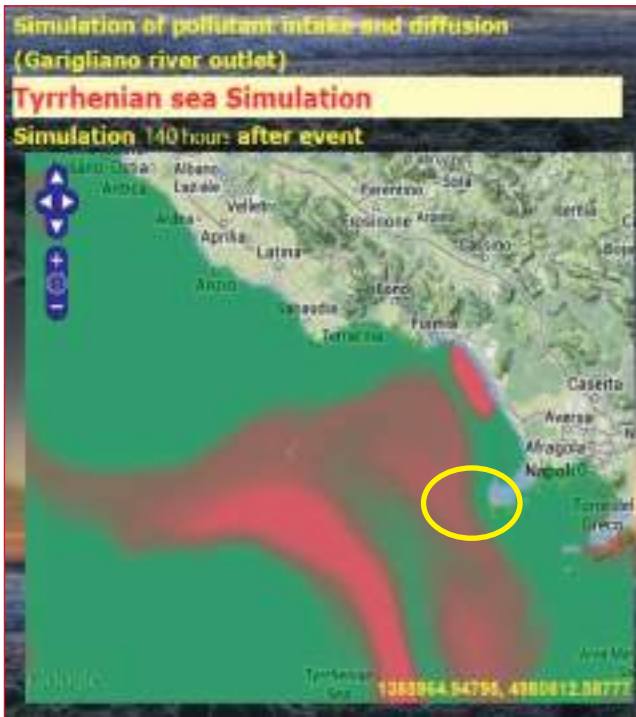
## Conclusions

The DIFURAD DSS is already a versatile system able to incorporate modeling results and to produce risk scenarios (on land and sea areas) based on known radionuclide input and meteorological data. It can be interfaced with operational atmospheric and oceanographic models, in order to define radionuclide pathways in the Mediterranean area.

At present, it includes a number of tools and models developed by ENEA through different projects, that have been purposely adapted to simulate the radionuclides dispersion near- and off-site.

Next steps of the DIFURAD project will be:





**FIGURE 9** Example of simulation of  $^{137}\text{Cs}$  release and diffusion in correspondence to the Garigliano river outlet (150 hours after the event)

- Integrating an internal module able to provide a “source term” assessment (i.e., the estimate of the expected releases inventory on the basis of the type of accident occurred in the NPP);
- Setting up an internal module for radionuclide dispersion to be coupled to the oceanographic operational model;
- Defining an appropriate information layer with detailed socio-economic characteristics of the coastal and marine environments.
- Setting up an interface module allowing the DIFURAD system to be coupled with other existing assessment and management tools (ERICA, MOIRA).

The system DIFURAD belongs to the class of DSS which ENEA is going to realize in several domains where technological infrastructures interact with environment, on the one hand (the environment perturbing the infrastructures) or on the other (the infrastructures perturbing the environment). Understanding and controlling the impacts of such perturbations are important for the control of the anthropic effects on climate change (in the former case) and for protecting society against the threats of the impact that extreme environmental events might have on the infrastructures which supply citizens with primary services. ●

## notes

- [1] Piano nazionale delle misure protettive contro le emergenze radiologiche, Dipartimento della Protezione Civile (2010): [http://www.protezionecivile.gov.it/cms/it/view\\_pde.wp?contentId=PDE23580](http://www.protezionecivile.gov.it/cms/it/view_pde.wp?contentId=PDE23580)

## references

- [1] Beresford, N., Brown, J., Copplestone, D., Garnier-Laplace, J., Howard, B., Larsson, C.M., Oughton, D., Pröhl, G., Zinger, I. (Eds). D-ERICA: An integrated approach to the assessment and management of environmental risk from ionising radiation. Final Deliverable. European Commission, 6th Framework Programme, Contract N°F6RCT-2003-508847 (2007).
- [2] CIPRNET (Critical Infrastructure Preparedness and Resilience Network) FP7 Grant Agreement N° 312450 (FP7 Cooperation, Theme 10: Security).
- [3] Cova, T. J. GIS in emergency management. In: Longley, P. A. et al. (eds). Geographical Information Systems, V 2: Management Issues and Applications, pp. 845--858. John Wiley & Sons Inc., New York (1999).
- [4] Charvat, K., Kubicek, P., Talhofer, V., Konecny M., Jezek, J. Spatial Data Infrastructure and geo-visualization in emergency management. Resilience of Cities to Terrorist and other Threats, pp. 443--473. Springer Science Business Media B.V. (2008).
- [5] Ehrhardt, J., Weis, A. (Eds). RODOS: Decision Support System for Off-site Nuclear Emergency Management in Europe. European Commission, Brussels, Report EUR 19144 (2000).
- [6] Monte, L., Brittain, J.E., Gallego, E., Håkanson, L., Hofman, D., Jiménez, A. MOIRA-PLUS: a decision support system for the management of complex fresh water ecosystems contaminated by radionuclides and heavy metals. Computers & Geosciences 35, 880-896 (2009).
- [7] Monte, L. Customisation of the decision support system MOIRA-PLUS for applications to the marine environment. Journal of Environmental Radioactivity 102, 1112-1116 (2011).
- [8] Mueller, M., Dransch, D., Whuk, M. Spatial GUIs for Complex Decision Support in Time-critical Situations. In: XXIII International Cartographic Conference, 4-10 August 2007, Moscow Russia (2007).
- [9] Mircea, M., Zanini, G., Briganti G., Cappelletti A., Pederzoli A., Vitali L., Page G., Marri P., Silibello C., Finardi S., Calori G. Modelling Air Quality over Italy with MINNI Atmospheric Modelling System: From Regional to Local Scale. In: D.G. Steyn and S. Trini Castelli (eds.), Proceedings of the XXI NATO/SPS International Technical Meeting on Air Pollution Modelling and its Application, 27 Sept. - 1 Oct. 2010, Torino, Italy; ISBN: 978-94-007-1358-1. DOI 10.1007/978-94-007-1359-9\_82a (2010).
- [10] Pollino, M., Fattoruso, G., Della Rocca, A.B., La Porta, L., Lo Curzio, S., Arolchi, A., James, V., Pascale, C. An Open Source GIS System for Earthquake Early Warning and Post-Event Emergency Management. In: Murgante, B., Gervasi, O., Iglesias, A., Taniar, D., Apduha, B.O., (eds) Lecture Notes in Computer Science, Vol. 6783, pp. 376--391. Springer, Berlin/Heidelberg (2011).
- [11] Pollino, M., Fattoruso, G., La Porta, L., Della Rocca, A.B, James, V.: Collaborative Open Source Geospatial Tools and Maps Supporting the Response Planning to Disastrous Earthquake Events. Future Internet, 4, 451--468 (2012)



# The restoration of the Tower of Montorio, Italy, after the 2003 earthquake

Safeguarding architectural heritage against earthquakes is a challenging problem as it demands analysis procedures and intervention criteria which have to meet both conservation and safety requirements. The case-study here presented concerns the restoration of a prominent architectural complex damaged by the 2003 Bolognese Apennines earthquake. ENEA had a supervisory role over the whole rehabilitation process, contributing to define seismic improvement criteria and strengthening intervention techniques consistent with the historical nature of the monument

■ Bruno Carpani

## Introduction

On September 14<sup>th</sup>, 2003, an earthquake of moderate magnitude ( $M_I$  5.0;  $M_W$  5.3; focal depth 8 km) struck the Northern Apennines, with the epicentre located 30 km south of Bologna, Italy (Figure 1). The highest observed intensity of the seismic event was 7 on MCS scale and 6-7 on the EM-98 scale (Figure 2)<sup>1</sup>. Even though no people were seriously injured, more than 200 buildings, including many historic buildings, were declared totally or partially unsafe. Among these, the Tower of Montorio, an architectural complex the most ancient structure of which dates back to at least the 13<sup>th</sup> century. Soon after the earthquake, the property owners entrusted ENEA with the task of carrying out damage survey and analysis; then ENEA had a supervisory role on the restoration project, including technical consultancy to the structural designer (Prof. R. Antonucci, University of Ancona). Earthquake damage, architectonic history and structural characteristics of the monument are here described, as well as the methodological approach employed in the Tower restoration and the resulting interventions to improve the seismic performance of the monument.

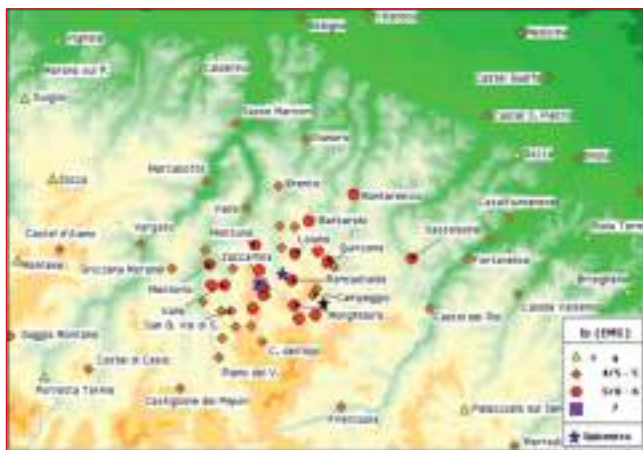


**FIGURE 1** Localization of the 14-09-2003 seismic event  
Source: INGV

■ Bruno Carpani  
ENEA, Seismic Engineering Technical Unit

## A brief information about Tower history

The Tower of Montorio stands on the top of a sandstone rocky spur, bounded on three sides by sheer slopes



**FIGURE 2** Intensity map  
Source: INGV

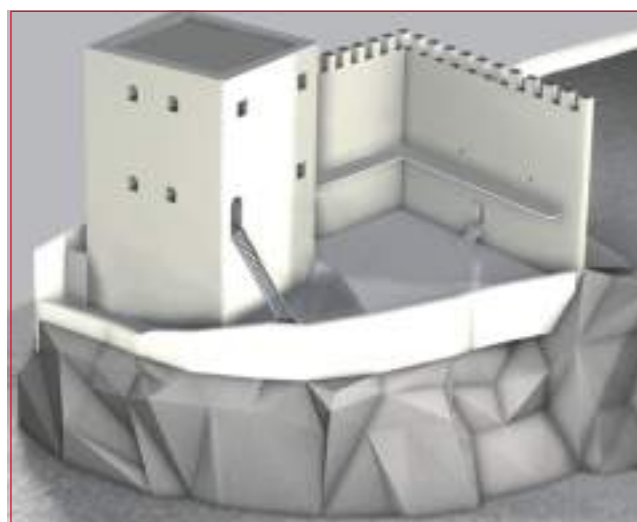


**FIGURE 3** View of the sandstone spur

(Figures 3-4). This kind of topographic position is surely suitable for defensive purposes, and in fact, even if the presence of a castle (*castrum de Montorio*) is attested by XII century codices and fully described in cadastral documents (1235), there is both historical and archaeological evidence supporting the existence of a watchtower belonging to the Longobard fortified frontier (*limes*) with the byzantine Exarchate around the VIII century<sup>2</sup>. In medieval times, the monument was involved in the struggle between local warring factions of Guelphs and Ghibellines, suffering very



**FIGURE 4** South view of the complex



**FIGURE 5** Reconstruction of the original nucleus of the complex (end XII, early XIII c.)  
Source: Amerighi and Gatti<sup>3</sup>

heavy consequences. In particular, in 1325 the Tower was object of a reprisal action by the Ghibelline forces, and, as a result, the castle was sacked and fired while the





**FIGURE 6** View of the complex with the Tower (on the right) and the XVI c. addition (on the left)



**FIGURE 7** General view from east

defensive wall was partially torn down. Later centuries saw the Tower lose gradually his military importance in favour of a residential use, as witnessed by the building work from the XVI century to our times.

The historical importance of the monument was recognized soon after the promulgation, in 1909, of the first Italian law on preservation of national heritage, in force of which it has been protected by the Ministry of Cultural Heritage since 1910.

#### Description of the constructive phases

The whole architectonic complex grew around an original XIII century nucleus, identified by the actual tower, the defense wall and the receptum (Figure 5). The receptum, that is the sheltered inner court where peasants and livestock could take refuge in case of danger, is still perfectly “readable”, and it is the only lasting one in the Bolognese province.

Between 1300 and 1400, a covered porch was added, probably because the tower began to change its function from defense to housing. In the early XVI century an important two-storey addition, consisting of two large vaulted rooms, was built in adherence to the tower. In order to strengthen the building, two large external buttresses were then realized in 1570-80.

Further significant additions in later three centuries led to the present-day configuration (Figures 6-7-8-9). Among the past alterations, particular interest is due to the intervention after the 1869 Vergato earthquake (Imax



**FIGURE 8** General view from south-east



**FIGURE 9** Main front of the complex





**FIGURE 10** Example of masonry texture



**FIGURE 11** Structural discontinuity between adjacent building parts

7.5, Mw 5.4), when because of the resulting damage the tower was lowered by a few meters. Finally, the past century interventions included the buttressing of the eastern sandstone slope and the overall restoration in the seventies (with the demolition of incongruous superfetations but without any structural intervention).

### Structural description

The Tower is a five-level construction (including cellar and garret), with a two-roomed space divided by a central wall, a typical layout of the thirteenth-century tower in the Bolognese Apennine. External dimensions in plan are about 10.6 x 9.3 m, while the height to eaves is 14.5 m. The foundations lay directly on the bedrock. The vertical walls (made by local sandstone, thickness about 1 m. at the ground floor) generally show regular horizontal stone-lines and bigger squared elements on the corners, but somewhere the masonry fabric is inhomogeneous and presents discontinuity due to the subsequent additions (Figures 10-11). The horizontal floors are mainly made by single or double wooden truss frames, with simple plank covered by a light layer of pressed sand or debris. The sixteenth-century addition (cellar, two floors and garret) leans against the N-W tower front and the shelter inner court wall, but the lack of toothings between the wall is evident. The stone-masonry reveals, compared to the Tower, minor thickness (0.6-0.7 m) and a lower mechanical quality. The raised floor rooms are covered by pavilion vaults, while the cellar is covered by a brick barrel vault. Generally, the old roofs are made by light double wooden frames, a lot of which are in degraded condition. Even if string-courses are absent, longitudinal wooden trusses are located at their place, leaning directly on the top of the perimeter walls with the aim to distribute the static loads. In correspondence of the transversal walls, diagonal struts support the longitudinal roof frame.

### Earthquake damage patterns

As pointed out by the structural survey<sup>4</sup>, most of the earthquake damage patterns are attributable to damage mechanisms denoting the ineffectiveness of the connections between the structural elements. Furthermore, the tumultuous constructive history of the complex has involved traumatic alterations which



FIGURE 12,13,14 Damage to pavilion vaults



FIGURE 15,16 Cracks due to façade overturning



FIGURE 18 Damage to architrave



FIGURE 17 Wall-floor detachment



FIGURE 19 Detachment of walled-up window



**FIGURE 20** Detail from previous figure

have affected seismic behavior negatively. Examples of seismic vulnerability are the presence of inhomogeneous masonry sectors built with different techniques and quality; cavities in walls like built-in wardrobe, niches, etc.; evidence of static defects existing before the seismic event (out of plumbs, detachments, previous cracks, etc.); including deteriorated conditions of some structural elements - in particular, wooden beams. So, it is possible to identify two main categories of damage: out of plane first-mode mechanism with overturning of the perimeter walls, and damage due to local weaknesses.

To the former it must be ascribed the damage to the

pavilion vaults (Figures 12-13-14), composite overturning of the walls (Figures 15-16), floor and wall detachments (Figure 17); to the latter, cracks in platbands and architraves (Figure 18), in association with structural discontinuities, detachment of walled up windows built without proper toothings (Figures 19-20).

### Earthquake strengthening of heritage buildings

The modern reflections on seismic protection of architectural heritage in Italy came out after the earthquakes that hit the Friuli and Irpinia regions, in 1976 and 1980 respectively. During the post-seism rebuilding phases only formal safety requirements were taken into account without considering the constructive characters of historical urban centres. This approach, encouraged by specific building regulations, led to a wide use of industrial building techniques and materials like reinforced concrete, at the time thought to be suited to every kind of building but actually inconsistent with the constructive lexicon of the historical masonry fabric. A typical example of this is represented by the systematic replacement of wooden floors with reinforced concrete ones; a practice which led to the loss of one of the most distinguishing features of historical architecture without obtaining any real improvement on safety conditions.

It is obvious that both objectives, safety and conservation, must be effectively pursued.

This critical topic was brought to attention mainly thanks to the research by Antonino Giuffrè<sup>5-6</sup>, that led to a paradigm shift in the field of seismic protection of architectural heritage. According to Giuffrè, the frequently claimed conflict between safety and conservation is often only apparent. The problem can be overcome by looking at the issue from the correct perspective, avoiding to address the issue from a partial point of view: "The antiseismic restoration of historical centres must be conjugated, instead, to the dual meaning of 'safety' and 'preservation'. That is the conjugation of the simple verb 'restore', which isn't such if it does not preserve, and does not preserve if it does not ensure safety."<sup>6</sup>

Once it has been acknowledged that the mitigation of seismic risk to cultural heritage is a matter of restoring, it is possible to define a proper methodological approach to the problem.



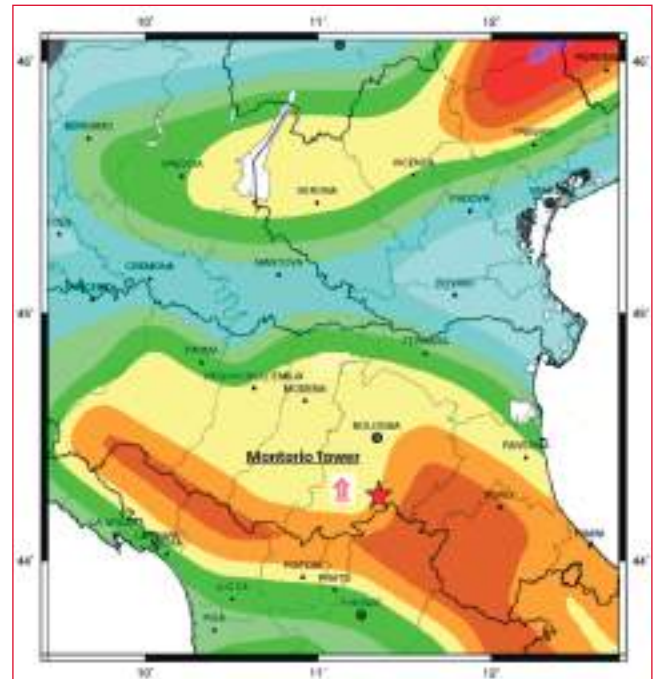
Such approach to the protection of architectural heritage against earthquakes was developed by Giuffrè in the last two decades of the past century. A fundamental statement is about the effectiveness of historical technologies in seismic zones. According to Giuffrè, as confirmed by almost all post-seism damage reports, historical structural typologies – which have been developed by experience over many centuries– show sufficient resistance to earthquakes when they are built in compliance with the “rule of art”. The comparison with the “rule of art” points out structural weaknesses and suggests correct reinforcement interventions and techniques, which have to be consistent with the constructive lexicon of historical building.

Furthermore, Giuffrè stressed the importance of the typological analysis to the study of the monuments, suggesting to call into play also methodologies proper to archaeological science<sup>7</sup>. Regarding intervention techniques and the need to recover the knowledge of ancient builders, it is worth mentioning again Giuffrè’s clear prose: “It is not a matter of sentimental predilection for traditional techniques, but it concerns the mechanical need to assuring a structural homogeneity which modern materials simply cannot achieve, and the cultural need to preserving the historical choices incorporated into our common heritage.”<sup>6</sup>

### The Tower of Montorio’s restoration work

In accordance with the above described methodology, a multidisciplinary approach was employed, adding both the historical and the archaeological perspective to the technical one.

As regards seismic hazard, until 2003 most of the Emilia-Romagna Region (including the Montorio area) was not classified as a seismic zone, although part of its territory had already been mentioned among “high seismic risk areas” in a Ministry Ordinance (n. 2788/1998). But it was only after the collapse of the primary school in San Giuliano di Puglia, occurred during the 2002 Molise-Puglia earthquake, that the Italian seismic hazard classification was finally updated (Ordinance n. 3274/2003) and most of Emilia-Romagna classified as 3<sup>rd</sup> category, including the municipality of Monzuno to which Montorio belongs. Subsequently, the Ordinance n. 3519/2006 defined the seismic hazard map according



**FIGURE 21** Seismic hazard map showing 14-09-2003 earthquake epicentre and Montorio location  
Source: INGV

to the well-established conventional probabilistic approach.

Regarding cultural heritage, the use of the probabilistic approach was already questioned by A. Giuffrè<sup>6-7</sup>. He argued that, for a certain site, basic local information could be lost in the statistical elaborations based on attenuation laws, averaged between data from other sites of the seismogenic zone. Such approach fits well with cost-benefit analysis, but it seems insufficient to elaborate effective preservation strategies on historical building heritage. With that aim, it seems more useful to define the seismic input in terms of macroseismic intensities, drawing data from both historical seismology and seismography, in order to complement statistical analysis. In the framework of Montorio’s risk evaluation, these studies proved very effective to overcome the generalization inherent in the statistical methods, enabling to assess the evidence of past earthquake damage and the relevant repair work. In fact, the official seismological reports failed to notice the importance





**FIGURE 22,23,24** Walls detachment ascribable to 1869 Vergato earthquake



**FIGURE 25** Tie rod inserted in breach after the 1869 Vergato earthquake



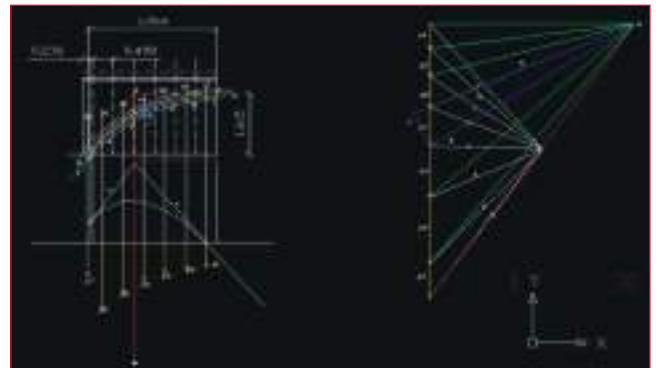
**FIGURE 26** Wooden chain with metal anchor



**FIGURE 27** Remains of the ancient wooden tie



**FIGURE 29** Wooden beams to bending walls corner at the extrados of a pavilion vault



**FIGURE 30** Pressure curve analysis of the pavilion vault  
Source: Amerighi e Gatti<sup>3</sup>



**FIGURE 28** Detail of the bayonet fitting



**FIGURE 31** Steel tie-rod at the extrados of vault



**FIGURE 32** Example of internal tie-rod anchorage



**FIGURE 33** Connection floor-wall



**FIGURE 34** Metal connections to roof elements



**FIGURE 35,36** Stringcourse-tie details

of the 1869 Vergato earthquake (Mw 5,4 I<sub>max</sub> 7-8), which had considerable effects to the Tower that have been recognised by means of both historical and stratigraphic investigations. Such studies also indicate that earthquakes not only caused significant damage, but also played a decisive role in the evolution of the architectural style of the monument, leading to substantial changes to the floor levels and to the openings layout. It was of special importance discovering the detachment between the orthogonal walls in the tower due to the 1869 earthquake (Figures 22-23-24), clearly proving that a first-mode mechanism took place. At the same time, no serious cracks in the walls associated with that event were detected. This is a damage pattern similar to the





**FIGURE 37,38** Stringcourse-tie details



one observed after the 2003 earthquake, so it can be inferred from the past seismic evidence that the walls are able to perform a rather monolithic behaviour. It is well known that such a feature is of primary importance when, as is the case, a kinematic approach have to be employed as analysis method to verify the seismic safety of the structure.

It is worth noticing that after the 1869 earthquake three metal tie-rods was inserted through breaches in the walls (Figure 25).

One of the most interesting findings is that effective strengthening techniques were adopted in the early construction phases, testifying the technical skill of past builders (Figure 26). During the restoration works of the pavilion vaults built in the XVI century, a noteworthy detection of historical longitudinal wooden ties, connected to the masonry walls by way of metallic bayonet, (Figures 27-28) occurred; original diagonal wooden trusses - possibly to bending wall corners - were also discovered (Figure 29). The wood was in very poor condition due to dampness, but numerical tests have confirmed the effectiveness of those elements. The static behaviour of the vault itself was checked by using a graphic method (Figure 30); the construction ability of past architects and bricklayers is again confirmed: in fact, the pressure curve always lies inside the inertial core of the section of the vault, keeping it always in compression. Thus, in the framework of the restoration, it was decided to

maintain this structural scheme, replacing the wooden reinforcements with steel ones (Figure 31).

The other strengthening interventions were chosen according to the same criteria, using techniques derived from the original structural language.

So, with the aim of improving the structural box behaviour and not to allow first-mode mechanism (overturning of external walls), a widespread introduction of steel ties at each level (in both horizontal directions) has been foreseen (Figures 32); in some cases to connect the floor to the wall, the floor beams themselves were anchored by means of metal plates (Figure 33). In order to reduce the flexibility of floors, double-crossed wooden planks were set wherever possible. The inaccessible area of the garret floor has been reinforced by using a steel stringcourse-tie (Figures 35-36). The roof-to-wall connection was realized with upper stringcourse in reinforced masonry, while the top stone-masonry, due to its degraded conditions, was completely reconstructed in a traditional way according to Giuffrè's proposal (Figures 37-38). In addition to the roof-to-wall connection above described, the thrusting effect of the roof was eliminated to screw the wooden trusses to each other (primary and secondary, Figure 34).

Regarding masonry, generalized mortar injections were avoided; in case of widespread cracks – most of the ones sited above the windows – only localized injections of compatible mortar were made. Local repairs of inhomogeneous or cracked masonry were conducted



by means of rip-and-sew technique, with materials similar to the original ones. Furthermore, to improve the monolithic behaviour of walls, artificial *diátonoi* were inserted, exploiting scaffolding holes.

## Conclusions

At the present time, the strengthening works are almost completed, so it is possible to try some conclusions.

As regards vulnerability analysis, in order to overcome the generalization inherent in the statistical methods, a proper evaluation of the seismic hazard should be integrated with historical and archaeoseismological research. The local seismic history and culture research is a matter of special importance, since it reveals how earthquakes struck in that specific site and how they affected those specific buildings built using those specific techniques.

Such studies indicated that earthquakes not only caused significant damage, but also played a decisive role in the evolution of the architectural style of the monument.

As regards damage analysis and strengthening intervention criteria, the actual Tower response to past earthquakes has been detected: two earthquakes, at least, caused out-of-plane overturning of the exterior walls but these didn't suffer heavy damage except in the case of local weaknesses.

Numerical tests have also shown that the observed damage was mainly due to material decay rather than intrinsic structural weakness. In the light of this, the repair intervention has been carried out using techniques compatible with the historical ones and without altering the original structural configuration. ●

## references

- [1] Bernardini F., Camassi R., Ercolani E. (2003). Rilievo macrosismico degli effetti prodotti dalla sequenza sismica iniziata il 14 settembre 2003 (Appennino Bolognese), INGV, [www.ingv.it](http://www.ingv.it).
- [2] Bertacci L., Venturi S., Faglia V., La Torre di Montorio nella montagna bolognese, Istituto Italiano dei Castelli, Roma, 1975.
- [3] Amerighi L., Gatti V. (2007). La Torre di Montorio: progetto di restauro, miglioramento sismico e valorizzazione del complesso, Ms.C. Thesis in Architecture, University of Ferrara.
- [4] Carpani B., Muzzarelli M., Spadoni B. (2004). Rilievo e analisi dei danni subiti dal complesso edilizio denominato Torre di Montorio (comune di Monzuno) a seguito del terremoto dell'Appennino Bolognese del 14 settembre 2003, ENEA Report PROT-P99Q-001.
- [5] Giuffrè A. (1991) *Lecture sulla meccanica delle murature storiche*. Kappa ed., Roma
- [6] Giuffrè A. (1993). *Sicurezza e conservazione dei centri storici. Il caso di Ortigia, Bari, Laterza*.
- [7] Giuffrè A. (1988) *Monumenti e terremoti*. Multigrafica ed., Roma.



# The LIFE+ DINAMO project: a model of social participation for the conservation and increase of biodiversity in agricultural areas

On December 31<sup>st</sup>, 2012, the DINAMO project came to an end. It is an integrated LIFE+ project, which lasted three years and developed a participatory model aimed at conserving and increasing biodiversity at risk of extinction in the agricultural areas of the “Basso Molise” area. The DINAMO project (LIFE08 NAT/IT/000324) saw the participation of the University of Molise as project coordinator, ENEA, CIA Molise, IGEAM DD Srl company as partners, four municipalities of “Basso Molise” and 17 farmers. The project’s objectives were the involvement of farmers in the conservation of local biodiversity through income-supporting measures and the implementation of direct conservation actions on biodiversity through practical demonstration in agricultural and semi-natural areas

■ Paola Carrabba, Barbara Di Giovanni, Massimiliano De Mei, Loretta Bacchetta, Laura Maria Padovani

## Introduction

The DINAMO project (LIFE08 NAT/IT/000324) – the English acronym of the title “Enhancement of biodiversity at risk of extinction in the agricultural areas and habitats: an innovative model of management” – was funded in 2008 by the European Commission through the LIFE+ Programme. The triennial (01/2010-12/2012) demonstrative project was coordinated by the STAT Department of the University of Molise, in partnership with ENEA, the Italian Farmers Confederation of Molise and IGEAM DD srl. The DINAMO model is based on the ecosystem approach principles (UNEP, 2000), a strategy for the conservation and sustainable use of biodiversity in a fair and equitable way (Padovani et al., 2003) and it fits into the European Union Strategy for Biodiversity.

Such a Strategy aims “to develop, in co-operation with Member States, instruments to enhance the conservation and sustainable use of biodiversity across the territory outside protected areas” (EC, COM (1998) 42 final).

The project also answers the objectives of the European Action Plan “Halting the loss of biodiversity by 2010 - and beyond - Sustaining ecosystem services for human well-being” (EC, COM (2006) 216 final), namely: safeguarding the EU’s most important habitats and species (Objective 1), conserving and restoring biodiversity and ecosystem services in the wider EU countryside (Objective 2), reinforcing the compatibility of regional and territorial development with biodiversity in the EU (objective 4).

Also the European Environment Agency (EEA) recently took an interest in the connections among biodiversity, agriculture and ecosystem services in Europe, defining the boundaries within which the DINAMO project operates (EEA, 2010). In addition, with the presentation of the Communication entitled “The CAP towards 2020: Meeting the food, natural resources and territorial challenges of the future” (EC, COM (2010) 672/5), the European Commission highlighted the importance to

■ Paola Carrabba, Barbara Di Giovanni, Loretta Bacchetta,  
Laura Maria Padovani  
ENEA, Technical Unit for Sustainable Development and Agro-  
Industrial Innovation

■ Massimiliano De Mei  
ENEA, Technical Unit for Renewable Energy Sources

promote the support to farmers, who take an active part in environmental protection. Despite the importance of the ecosystem services provided by biodiversity (MEA, 2005) it is, however, necessary to locally identify the conservation options more compatible with the sustainable production of goods and services (food, timber, water resources and fisheries, forest products non-wood products, tourism), in order not to create any economic harm to local entrepreneurs. Such a damage, in fact, would ultimately frustrate the efforts for restoration and conservation of biodiversity. Only the outlook for potential economic benefits, in fact, can convince entrepreneurs to pursue the suggested conservation

actions over time. Starting from these premises and from the ascertainment that the agricultural areas in Europe represent an environmental widespread matrix, the DINAMO project proposed the implementation of a series of more environmentally sustainable agricultural practices, in order to get a relapse in terms of conservation biodiversity, increase in ecosystem services (Kettunen et al., 2007) and maintenance and/or enhancement of landscape connectivity (Donald & Evans, 2006).

### A description of the project area

The implementation area of the DINAMO model includes 10 municipalities of the “Basso Molise”, in the Province



**FIGURE 1** Area in which the LIFE DINAMO project takes place. The mapping categories refer to the first level of detail of the CORINE Land Cover (scale 1:10000) for the year 2000 <http://www.pcn.minambiente.it/PCN/>



of Campobasso. The territory is plenty of zones with high naturalistic value (there are 12 Natura 2000 network sites) and has a strong rural connotation (95% of the territory). Public and private sites were selected in this area (adjacent to the Sites of Community Importance – SCI – and the Special Protection Areas - SPAs) in order to carry out a series of direct and indirect actions, aimed at conserving local biodiversity.

The Basso Molise area has a good hydrographic system, which includes the lower course of Trigno and Biferno rivers and Mergola, Tecchio and Sinarca streams, with a humid sub-Mediterranean climate and altitudes ranging between 0 and 400 m above the sea level. The main land uses are related to agriculture in the inland areas (98% of the territory) and artificial areas (buildings and infrastructures), 0.2% of the land being in the coastal area, while natural areas cover approximately 1.5% of the territory. Tourism and industry characterize only specific sites along the coast and some areas of the Biferno River's valley. Farm production is mainly targeted at irrigated and tree crops. Most farms are medium-sized and directly managed by the owners, who use intensive-farming methods, with a strong specialization in monoculture and with a widespread crop irrigation and mechanization. This often implies an overexploitation of the soil and extensive use of chemicals (fertilizers, pesticides, fungicides, etc.).

By analyzing the land cover according to the CORINE method, it is clear that only 2.3% of the project area is characterized by forests and semi-natural areas. The potential vegetation is represented by oak forests (*Quercus pubescens*), but the actual distribution of this type of forest is reduced to small relict patches in marginal areas, where intensive farming cannot be practiced.

30% of semi-natural areas is represented by scrubs (3.2.2.) and areas with sclerophyll vegetation (3.2.3.). Small areas are also covered by relict forests of holm oak trees (*Quercus ilex*) (3.1.1.1.) and woods with a prevalence of hygrophilous species (3.1.1.6). On the coastal dunes there are important areas covered by forests, mostly Mediterranean pines (3.1.2.1).

Twenty habitats of interest were identified along the coast, including 344 species of vascular plants—40 of which are in the regional red lists, considered at risk of extinction due to anthropic stress— and 30 are exotic species, therefore alien to the local native flora (Izzi et al. 2007a, 2007b;

Stanisci et al., 2007). A small strip of mixed oak dominated by the Turkey oak (*Quercus cerris*) at Le Fantine (Habitat 91M0) has to be highlighted as the only evidence of the forests that once inhabited the sub-coastal territories. For these reasons, as part of the LIFE+ DINAMO project, the 91M0 and 91F0 were taken among the target habitats.

Along some stretches of stream banks there are still some interesting riparian forests of white willow (*Salix alba*) and white poplar (*Populus alba*) (Habitat 92A0), which give rise to ecological corridors useful for the dispersion of local wildlife species. The DINAMO project conservation actions, therefore, are also aimed at the expansion of this type of habitat. The coastal plains are surrounded by hills with a more widespread environment, consisting of thorn bushes (*Paliurus plug-christi*), broom (*Spartium junceum*), and groves of oak (*Quercus pubescens*, *Q. dalechampii*). In these areas there are, among others, strips of habitat 91AA\* (woods with *Quercus pubescens*), which are also target of the LIFE+ DINAMO project.

From the wildlife point of view, the area is home to many vertebrate species, endemic or threatened in the Italian peninsula, which are characteristic to the plains, shrubs, forest and freshwater habitats. Among these, there are endemic amphibians such as the Apennine yellow-bellied toad (*Bombina pachypus*) and the Italian Crested Newt (*Triturus carnifex*); threatened reptiles such as the European pond turtle (*Emys orbicularis*) and the Hermann tortoise (*Testudo hermanni*); many breeding birds mentioned in Annex 1 of the Habitats Directive, including raptors such as Red Kite (*Milvus milvus*) and the Long-eared Owl (*Asio otus*), the Jay (*Coracias garrulus*) and several larks, including the Calandra (*Melanocorypha Calandra*), the Calandro (*Anthus campestris*) and Calandrella (*Calandrella brachydactyla*). A more detailed description of the project area from a scientific and socio-economic point of view can be found in Carrabba et al. eds. (2011).

The University of Molise has developed a Decision Support System (DSS) that, drawing on a database specifically designed for the project needs, has allowed to better identify the areas where practical conservation actions can be carried out (Carranza, Ciccorelli, 2011). A Web-based GIS is also available online (see web page [https://lifedynamo.sf.altran.it/pmapper/map\\_default.phtml](https://lifedynamo.sf.altran.it/pmapper/map_default.phtml)), which provides easier access to the DSS information.



## Material and methods

Four municipalities and 17 farmers have been identified and have joined the project, thanks to the Italian Confederation of Farmers (CIA) and their interest to be actively involved in the achievement of practical conservation actions. Farmers' involvement was encouraged by the opportunity to combine environmental conservation with potential increase in the income arising, in the case of this project, from direct remunerations for the implementation of practical conservation actions (European Community Biodiversity Strategy - COM (1998) 42 final). During the course of the project, the possibility to start economic initiatives directly related to conservation activities (e.g., the creation of a brand, launching a zero-kilometer market



**FIGURE 2** Long-eared Owl with eggs and chicks filmed on July 11, 2012 in an artificial nest of the D'Angelo farm



**FIGURE 3** Fledging bar installed on a tractor of the Di Vaira farm. Right: detail of the bar hook

strategy, etc.) also emerged, in order to facilitate the monitoring of actions beyond the end of the project.

The above mentioned objectives were pursued through the establishment and operation of two participatory tools, one for discussion and decision-making processes, and the other for implementation. The first instrument, the Agriforum, is a moment of participation, sharing and dissemination of information on the project activities.

The second instrument, the Action Network, enabled to actually carry out the conservation actions decided in the Agriforum. At the six Agriforum meetings carried out during the three-year project, there has been the participation of the partners, farmers, Public Administration, municipalities, local associations, individuals and all the people who, for various reasons, have shown interest in the management of the territory. The activities carried out, the arising difficulties and the results achieved have been discussed during the Agriforum, future engagements have been planned and the different strategies to support the DINAMO activities after the end of the project have been taken into account.

The Action Network is the operational arm of the DINAMO Model. It is made of farmers who participate in the model and made themselves available to implement the practical actions scheduled in the project within their companies and in the public areas provided by the municipalities.

The Action Network is also a way to give a "mutual" sense to the activities designed and implemented by all farmers for their land. No longer just companies but production companies united under the umbrella of the DINAMO project and the European Programme LIFE+ logo, therefore more recognizable at the local, national and international levels. This last statement is supported by the fact that the Common Agricultural Policy, which is currently being developed, is having a greater recognition in terms of financial support to project initiatives proposed by companies that concretely demonstrate to pay special attention to the environment. Therefore, the participation in the DINAMO Model is actually an advantage for the farms involved. Within the three-year project, the DINAMO Action Network implemented a series of practical actions for biodiversity conservation, aimed at increasing the populations of species and habitats at risk of extinction in Europe, therefore protected by the Habitats Directive 92/43/EC:

- increasing the reproductive capability of five species of breeding birds, typical of coastal open areas: the European Roller (*Coracias garrulus*), the Red Kite (*Milvus Milvus*), the Calandra (*Melanocorypha calandra*), the Calandro (*Anthus campestris*), and the Calandrella (*Calandrella brachydactyla*);
- restoring springs for the recovery of the two Italian species of endemic amphibians' habitats: the Ululone Apennines (*Bombina pachypus*) and the Italian Crested Newt (*Triturus carnifex*);
- recovering natural vegetation and habitats of Community interest in marginal areas: Habitat 91M0 - Pannonian-Balkan Forests of oak, riparian forests; Habitat 92A0 - Galleries in *Salix alba* and *Populus alba*; Habitat 91F0 - Riparian forests of *Quercus robur*, *Ulmus laevis* and *Ulmus minor*, *Fraxinus excelsior* or *Fraxinus angustifolia*, Habitat-91AA \* Eastern Woodlands of white Oak (*Quercus pubescens*).

The protection and restoration of these habitats are also functional to the creation of corridors and restoration of habitats for other species of fauna of community interest, such as the European aquatic turtle (*Emys orbicularis*), the Herman's Tortoise (*Testudo hermanni*), the Long-eared Owl (*Asio otus*) and the hobby (*Falco subbuteo*) (Loy et al., 2010).

### Project results

The project terminated at the end of December 2012. Therefore, the results achieved in terms of practical actions, people and institutions involved, as well as the effectiveness of the proposed model are already partially evaluated. As far as actions conservation practices are concerned, 10 artificial nests for the Red Kites (*Milvus Milvus*) and 120 artificial nests for the European Roller (*Coracias garrulus*) have been prepared, installed and monitored. Monitoring performed at the end of the 2012 breeding season did not allow to detect the use of nests by the target species, while the occupation by other species is an encouraging sign for future breeding seasons. A nest of Red Kite has been occupied by a pair of black kites. Out of a total of 121 nests, 50 (41%) were used by different species.

Of these, 62% were occupied by birds, while 20% were used by mammals (Gliridi hibernating), and 12% by insects (especially beetles and ants). Such high values of occupation of artificial nests can be reached only after



**FIGURE 4** Drinking trough of Nallo. Larva of newt found on August 2, 2012 (photo L. De Lisio)



**FIGURE 5** Planting activities

3-4 years after installation (Aviles et al., 2000), while in this case they have been achieved only one year after installation. This result was particularly encouraging, also in consideration of the fact that the *Coracia garrulus* tends to occupy nest boxes already used in recent years by other species, e.g. owl and kestrel (Aviles et al., 2001). Five fledging bars have been designed and installed on tractors operating in the hay meadows on an area of about 141 ha, to protect the chicks and young specimens of the



**FIGURE 6** Monitoring a natural regenerated area

Alaudidi Calandra (*Melanocorypha calandra*), Calandro (*Anthus campestris*) and the Calandrella (*Calandrella brachydactyla*).

To increase the availability of suitable breeding habitats for the Ululone Apennines (*Bombina pachypus*) and the Italian Crested Newt (*Triturus carnifex*), three abandoned drinking troughs have been restored, including the repairing, where necessary, of water pipes, the implementation of access ramps to facilitate the accessibility for amphibians, and the creation of additional ecological niches in the surrounding environments (a small drinking trough in “Fonte di Nallo” area). The three restored drinking troughs examined in the Spring of 2011 revealed the colonization of pools and ponds by some specimens of anuran amphibians (frogs and green toads). In August, 2012, a larva of Italian Crested Newt (the target species of the project) was found in the drinking trough of Nallo, proving the effectiveness of the environmental restoration.

Along the ditches and banks of streams Mergola and Tecchio, in the Petacciato municipality, 7500 specimens of 40 species of native trees and shrubs have been planted in 3 acres, and forest habitats 91F0 and 91M0 have been restored in 5 acres of state and municipal areas, through the planting of trees (about 1900) and shrubs (about 5700) belonging to the potential native vegetation in the areas.

Interventions made in the public system were, unfortunately, subject to an arson in June 2012. The fire affected most of



**FIGURE 7** Propagation of cuttings in the greenhouse

the surface of the plant (about 90%). A survey carried out in October 2012, however, showed 40% of recovery rate of the plants. The passage of fire did not significantly alter the floristic-vegetation composition of the plots. A total area of 7.39 acres and 1059 meters, distributed along streams and ditches, along the shores of lakes within 7 farms was regenerated in order to increase biodiversity in the agroecosystems and the connections with the Natura 2000 network's neighboring areas. The re-naturalization of these unproductive areas, especially those already occupied by thickets and bushes, is proceeding with the increase in coverage of different shrub species and the entry of other nemoral plant species. In particular, the recovery of vegetation proceeds with greater speed in the once bushy or arboreal areas extending along the shared limits, with recovery times of native woody vegetation that can be estimated (from multi-temporal analysis conducted in the area of the landscape ) in 10-15 years, in the absence of human disturbance. With regard to target species' seeds and cuttings, they have been collected, cleaned and stored at the Germplasm Bank of Molise, by acquiring 4200 plants and 8100 seeds of 34 tree- and shrub-native species for their propagation and use in reforesting public areas. Their “ex-situ” conservation makes local ecotypes of native woody species available, even after the end of the project, and start a synergy with the Regional Forestry Centers and Nurseries. However, the most important result achieved by the



project relates to the local participation. The farms directly involved that have actively contributed to the project are 17, but other companies have already expressed their interest to engage in the activities that may arise in the near future. The inspiration provided by the DINAMO model nurtured in farmers a natural planning skill, aimed at enhancing the work already accomplished through the establishment of an association. Furthermore, also thanks to a corporate brand, the conservation activities implemented in the private and public areas of the project and the company's commitment to protect local biodiversity have been emphasized. The brand will therefore support the sales of the products of those farms that agree to keep implementing the conservation actions even after the formal conclusion of the project. The project activities have also generated significant synergies with other local realities interested in the

conservation and management of biodiversity, as well as some non-profit organizations, the Germplasm Bank of Molise, some local forest nurseries, and other local municipalities. The work of networking at local, national and international levels was carried out by the project partners also thanks to the creation of a dedicated website and a regular newsletter.

## Conclusions

A greater awareness of the value of the natural environment, combined with the ability to implement multifunctional practices, may be the keystone of a change in the farmers' role in biodiversity conservation and in the defense of agricultural land in Europe. The DINAMO project experience demonstrates how to combine these aspects of biodiversity conservation with a fair increase in the agricultural income through appropriate participation activities at the local level. ●

- Avilés J.M., Sánchez J.M., Parejo D., 2000. Nest-site selection and breeding success in the Roller (*Coracias garrulus*) in the Southwest of the Iberian peninsula. *Journal fur Ornithologie*, 141 (3): 345-350.
- Avilés, J.M., Sánchez, J.M., Parejo, D., 2001. Nest-boxes used by Eurasian kestrels *Falco tinnunculus* are preferred by rollers *Coracias garrulus*. *Folia Zoologica*, 50 (4):317-320.
- Carrabba P., Padovani L.M, De Mei M., Stanisci A., Carranza M.L. (eds.), 2011. Il Progetto DINAMO per la biodiversità del Molise (LIFE08 NAT/IT/000324). D.1.S – D.2.S – D.3.S. ENEA. Roma. ISBN 978-88-8286-237-4.
- Carranza M.L., Ciccorelli G., 2011. Il SITI DINAMO: Un sistema Informativo Territoriale Integrato per la conservazione della biodiversità minacciata nei sistemi agricoli del Basso Molise. In: Carrabba et al. (eds.) 2011 Il Progetto DINAMO per la biodiversità del Molise (LIFE08 NAT/IT/000324) D.1.S – D.2.S – D.3.S. ENEA. Roma. ISBN 978-88-8286-237-4. pp: 35-39.
- Commission of the European Communities, 1998. European Community Biodiversity Strategy. COM(1998) 42 final. Brussels.
- Commission of the European Communities, 2006. Halting the loss of Biodiversity by 2010 – and beyond. Sustaining ecosystem services for human well-being. COM(2006) 216 final. Brussels.
- Commission of the European Communities, 2010. La PAC verso il 2020: rispondere alle future sfide dell'alimentazione, delle risorse naturali e del territorio. COM(2010) 672/5. Brussels.
- Donald, P.F., Evans, A.D., 2006. Habitat connectivity and matrix restoration: the wider implications of agri-environment schemes. *Journal of Applied Ecology*, 43: 209-218.
- European Environment Agency, 2010. 10 messages for 2010. Agricultural ecosystems. EEA. Copenhagen.
- Izzi C. F., Acosta A., Carranza M. L., Carboni M., Ciaschetti G., Conti F., Del Vecchio S., Di Martino L., Frattaroli A., Pirone G. & Stanisci A., 2007a. Entità a rischio negli ambienti dunali costieri di alcune regioni dell'Italia centrale. *Fitosociologia*, 44 (2): 251-254.
- Izzi C. F., Acosta A., Carranza M. L., Ciaschetti G., Di Martino L., D'Orazio G., Frattaroli A., Pirone G. & Stanisci A., 2007b. Il censimento della flora vascolare degli ambienti dunali costieri dell'Italia centrale. *Fitosociologia*, 44(1): 129-137.
- Kettunen, M, Terry, A., Tucker, G. & Jones A. 2007. Guidance on the maintenance of landscape features of major importance for wild flora and fauna – Guidance on the implementation of Article 3 of the Birds Directive (79/409/EEC) and Article 10 of the Habitat Directive (92/43/EEC). Institute for European Environmental Policy (IEEP), Brussels, 114 pp. & Annexes
- Loy A., Carranza M. L., Ciccorelli G., De Lisio L., Iannotta F., Marino D., Ottaviano M., Pelino G., Stanisci A., 2010. DINAMO D.6.S. – 2 Rapporto sul Monitoraggio Scientifico. [http://www.life-dinamo.it/attachments/109\\_2%C2%B0Report%20Monitoraggio%20Scientifico.pdf](http://www.life-dinamo.it/attachments/109_2%C2%B0Report%20Monitoraggio%20Scientifico.pdf)
- Millennium Ecosystem Assessment, 2005. Ecosystems and Human Well-being: Biodiversity Synthesis. World Resources Institute, Washington, DC.
- Padovani L., P. Carrabba & F. Mauro, 2003. L'approccio ecosistemico: una proposta innovativa per la gestione della biodiversità e del territorio. *Energia, Ambiente e Innovazione*. Anno 49-1/2003:23-32.
- Stanisci A., Acosta A., Carranza M.L., Feola S., Giuliano M., 2007. Gli habitat di interesse comunitario sul litorale molisano e il loro valore naturalistico su base floristica. *Fitosociologia*, 44 (2): 171-175.
- UNEP, 2000. Decision adopted by the Conference of the Parties to the Convention on Biological Diversity at its fifth Meeting. Nairobi, 2000. UNEP/CBD/COP/5/23, pp. 103-109.





# Energy consumption analysis and carbon footprint of a building of the University of Milano-Bicocca: starting point for a sustainability report

This study was carried out in order to provide scientific data allowing to take decisions for a correct energy management of a building, with the aim of reducing waste and energy consumption and improve environmental (lower emissions) and economic performance of the buildings of the University

■ G. Magatti, C. Bellantoni, M. Cavallotti, R. Benocci, M. Gualtieri, M. Camatini

## Introduction

Climate change is one of the major challenges facing both population and the environment. Greenhouse gas (GHG) emissions, released into the atmosphere in ever rapidly growing volumes, are responsible for this change. The European Union defined the actions and the procedure that the EU member States must adopt to reduce the GHG emissions and counteract climate changes. The Directive 2009/29/EC, called “climate, energy, environment 20-20-20” aims to a 20% emission reduction by 2020, with 20% of energy produced from renewable sources.

The Carbon footprint (CF) is defined by JRC (2007) as the overall amount of carbon dioxide (CO<sub>2</sub>) and other GHG emissions (e.g., methane, laughing gas, etc.) associated with a product (goods or services) along its supply-chain. CF is therefore a useful indicator to calculate the emission baseline for a system, to determine the priority for impact reduction and to monitor the improvement achieved by applying different procedures.

Although the importance of CF is recognized, no

standardized procedure for its calculation is available, even the norm UNI EN ISO 14067, describing the procedure for products CF, is about to be published (ISO/CD 2012).

At present CF calculation refers to the Life Cycle Assessment (LCA) methodology regulated by ISO 14040-44 and it can be seen as an LCA analysis where results are expressed only in terms of “Global Warming Potential in 100 years” (GWP100) impact category, measured as equivalent amount of CO<sub>2</sub> (eqCO<sub>2</sub>) emitted (Pernigotti, 2011).

ISO 14064 (GHG management and related activities, CEN 2006) and the British standard PAS 2050 (CF calculation for goods and services, British Standard Institution, 2011) are so far the only reference standard guidelines directly dealing with CF measurement.

Public Administrations (PA) are required to reduce their consumption of energy and Universities have to contribute with specific plans or actions. The University of Milano-Bicocca has thus decided to start the evaluation of the CF of its buildings, after the stipulation of a voluntary agreement with the Ministry of the Environment, Land and Sea, which promotes projects aimed at analysing, reducing and neutralizing the impact of the University services on climate. Under this agreement, the University will adopt a methodology for calculating the CF on the consumption of electricity and thermal energy in their buildings. The

■ G. Magatti, M. Gualtieri, M. Camatini  
Polaris Research Centre - University of Milano-Bicocca  
C. Bellantoni, M. Cavallotti, R. Benocci  
University of Milano-Bicocca  
■ M. Gualtieri  
ENEA, Technical Unit for Technologies Development - Saluggia  
Research Centre

Identity data	Edification year 1994
Address	Via Padre G. Beccaro
Destination of use (DPR 412/1993)	E.7 Buildings used for school activities at all levels and similar
Usable area (m <sup>2</sup> )	20318.88
Building volume (m <sup>3</sup> )	109328.4
ENERGY DATA	
Results conform to the calculation procedure n.15833 - 13/12/2007	kWh/(m <sup>3</sup> year)
Specific requirements of primary energy (heating) EP <sub>H</sub>	40.6
Specific energy requirement of the housing ET <sub>H</sub>	38.7
Contribution of specific energy from renewable sources - E <sub>FER</sub>	0
Winter heating	District Heating
Summer conditioning	District Cooling + 5 refrigerator groups

**TABLE 1** Identity data of Building U7

project “Carbon Footprint of the University of Milan Bicocca” intends to evaluate the energy consumption in buildings, which plays an important role in CF calculation, particularly in the allocation of emissions of eqCO<sub>2</sub> (GWP impacts in LCA-analysis) since electricity is produced mainly by fossil fuels. This is therefore the first analysis carried on within the University with the assessment of the energy consumption and related CF of the building U7, with a surface area of 27,891 m<sup>2</sup>. This analysis intends to create a model of investigation, applicable to the other University buildings. The U7 thermal energy comes entirely from the network of district heating and cooling and therefore its impact on the building CF has not been taken into account. A survey was conducted during the evaluation, in order to identify the categories of electricity used in the building. These data have been used to assign the eqCO<sub>2</sub> emission to the identified categories and to propose energy saving strategies, so as to reduce the CF and the relative environmental impact.

### Description of the U7 building

U7 was built in 1994 by renovating and expanding a previous existing building. It is divided into two large courtyards and the structure is made of reinforced concrete and masonry parts. Three faculties are housed in the building: Economics, Statistics and Sociology: five departments belong to U7, where a bar and a cafeteria are located. 500 people are permanently employed. The

FLOOR	SURFACE (M <sup>2</sup> )
1	5,143.99
2	3,938.60
3	3,941.06
4	3,847.52
0	5,227.02
-1	5,793.03
Tot Surface	27,891.22

**TABLE 2** Building U7 floor surfaces

building has four floors and a basement, and occupies 27,891.22 m<sup>2</sup>. Under the building there is a parking lot of 11,369.48 m<sup>2</sup>. The building rooms are mainly used as offices and classrooms, whereas there are few computer labs and no technical labs.

The building is also provided with an underground parking lot of a total surface of 11370 m<sup>2</sup>.

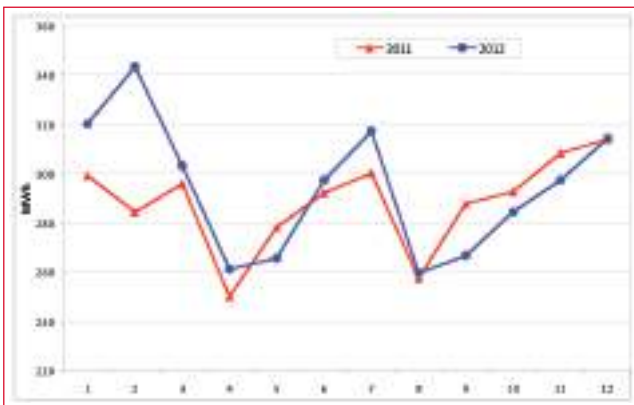
The building has a horizontal surface of 4,910.32 m<sup>2</sup> net of windows and any other punch. The casing is mainly made up of masonry concrete blocks of various thicknesses, covered by insulation (XPS extruded polystyrene skinless, 4-6 cm). The S/V ratio is 0.26 m<sup>-1</sup>. According to the energy rating, U7 is placed in class D (for non-residential buildings, with 27 ≤ E<sub>Ph</sub> < 43 kWh/m<sup>3</sup>y)<sup>1</sup>. In the Tables 1 and 2 some identity data for the building are reported.

### Electric energy consumption evaluation

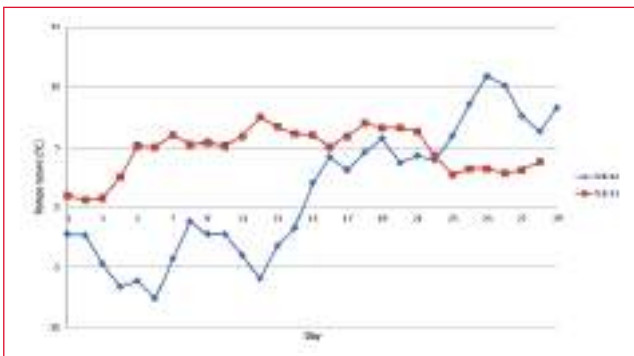
The data, obtained from the technical university office (named RIS), were related to the average monthly electricity consumption of the building during the years 2011-2012 (Figure 1). The average consumption of electricity in the selected period was above 291.3 MWh/month. The electricity consumption for the years 2011 and 2012 (Figure 1) shows that the lowest contributions are in April (250.2 MWh) and August 2011 (257.6 MWh) and 2012 (259.8 MWh); during these months heating and cooling were not used, due to specific weather condition in April, and to summer vacations in August. The highest cooling and heating values are in July and December. A comparable trend over the two years can be defined,

except for the two anomalous months of January and February 2012. The difference between January 2011 and 2012 is related to the different closing days (winter holidays, New Year's Day and Epiphany) which were more in 2011 compared to 2012.

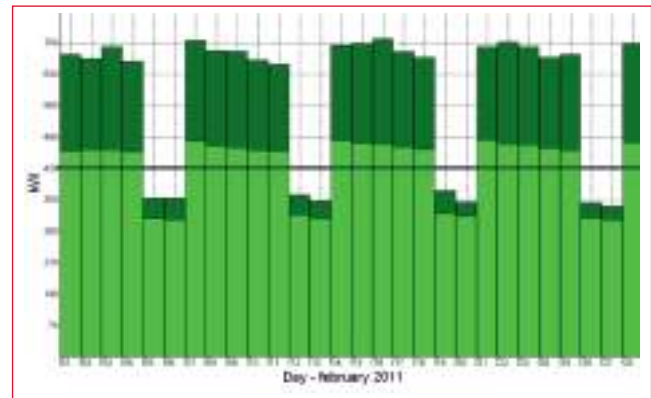
Since the use of the structure is the same in the two years (number and hours of lessons almost equal, so unchanged in the presence of students as well as for employees), the difference is due to the weather conditions and to the anomalous operation of electrical equipment (for conditioning) as explained below.



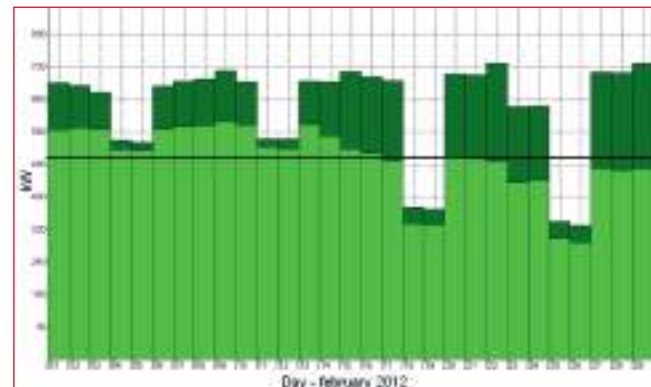
**FIGURE 1** Electricity consumption (years 2011-2012; MWh/month)



**FIGURE 2** Daily temperature monitored by Lombardy Environmental Agency near Bicocca University (February 2011 and February 2012; daily average temperature in °C)



**FIGURE 3** Electricity consumption trend in building U7 - February 2011. Daily average values are in light green, daily maximum values are in dark green. The black line indicates the average value (kW)



**FIGURE 4** Electricity consumption trends in building U7 - February 2012. Daily average values are in light green, daily maximum values are in dark green. The black line indicates the average value (kW)



The high value of February 2012 is apparently due to the external temperature, about 3 degrees lower than in February 2011 (Figure 2). Moreover February 2012 had an extra working day with respect to 2011, for a leap year<sup>2</sup>. To explain the anomalous data of February 2011 and 2012 we compared the relative daily electricity consumption trends. The average daily consumption (Figures 3 and 4) is higher in 2012 (495 kWh/day) than in 2011 (424 kWh/day). Surprisingly the value of consumption in the first two weekends of February 2012 (Figure 4) is very high compared to the mean weekend value of February 2011. This consumption was related to a continuous heating during the weekends, for the low temperatures of that period (Figure 2).

## Identification of electrical equipment/electronic devices and energy consumption evaluation

A detailed survey (inspection and inventory analysis) was

CALCOLATED CONSUMPTION	MEASURED CONSUMPTION
3160.453 MWh/year	3495.66 MWh/year
Difference	9.59%

**TABLE 3** Difference in the consumption of calculated and measured energy

performed in order to collect data of all the electrical and electronic equipment in the building, to determine their energy consumption and to relate this information to the monthly and annual energy measures.

The survey has recorded all the sources of power consumption (lighting, elevators, computers, wi-fi equipment, vending machines, SIFA terminals, fan coils) in the building areas (classrooms, common areas, laboratories).

Wherever possible, in terms of free access to the offices and inspection of the equipment, every kind of device

	CLASSROOMS	OFFICE	COMPUTER LABS	COMMON AREAS	INFRASTRUCTURES	CANTEEN-BAR	TOT
Chillers	114474.6	173619.81	122279.1	38158.2	30526.56	5723.73	484782
Fancoil		101568					105685
Extractors	9462.86	7412.57	1577.14	3154.29		473.14	22080
Electric pumps	217644	170487.8	36274	72548		10882.2	507836
MV	74501.49	58359.5	12416.91	24833.8		3725.07	173836.8
UPS	48205.03	37760.6	8034.17	16068.3		2410.25	112478.4
E.P. uplift	3548.57	2779.71	591.43	1182.86		17.43	8280
UTA	304354.29	238410.86	50725.71	101451		15217.71	710160
Condit. Autonom.					110400		110400
Computer labs			120693				120693
Classrooms	53805						53805
Offices		243299.52					243299.52
WiFi					2803.2		2803.2
Sifa					6570		6570
Distributors					18921.6		18921.6
WC					7451.6		7451.6
Server rooms					26280		26280
Data centers					26280		26280
Lighting				90739.6			90739.6
Emergency lamps					7919.04		7919.04
Elevators					176327.4		176327.4
Canteen-bar						147942	147942
TOT kWh/year	825995.83	1033698.4	352591.47	348137	413479.4	186551.5	3160453.16
%	26.14	32.71	11.16	11.01	13.08	5.9	100



was counted precisely. For classrooms, laboratories and offices a random sampling was carried out to characterize the average equipment composition of each room type. The data collected were sorted and classified by subdividing the spaces taking into account a similar typology and homogeneous size. The consumption and usage times of the single components were obtained from RIS office registry. For the definition of timetables of classroom use (600 h/year) and of computer labs, the scheduled times, indicated in the teaching plan for the academic year 2011-2012, were considered.

The annual energy consumption obtained from the survey data and the RIS office registry are reported in Table 3.

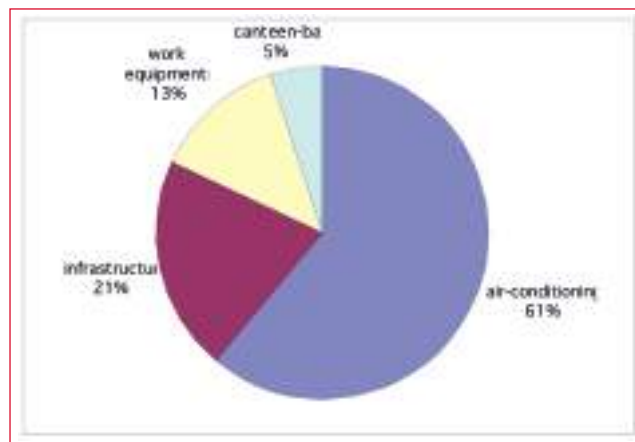
This difference (9.59%) may partly depend on errors in the allocation of operating hours of the devices: for example, some devices are left powered on permanently (e.g., computers); another possibility is related to a lack of control in the illumination management of classrooms and offices.

However, the 10% difference resulted to be small enough to proceed with the consumption allocation to different typologies of devices and/or area of use. Thus the identification of points of energy wastage and the opportunities of intervention were considered possible.

Calculated consumptions were allocated to determine specific values for different use categories and they were aggregated according to the use of the analysed spaces (Table 4).

Among the various equipment examined, the electric pumps, chillers and AHU (air handling unit) resulted to be responsible for the highest amount of consumption. Furthermore offices and classrooms were the major sink of energy with a consumption of 33% and 26%, respectively.

All the equipment and the relative consumption were then grouped according to the four categories of use: infrastructure, air conditioning, work equipment (in use in office, laboratory and classrooms), and canteen-bar. The resulting data evidence that the consumption related to the air conditioning system (heating, cooling and ventilation) represents 61% (with 1,936,826 kWh/year), infrastructures 20.8%, Labs-class-offices 13.2%, Canteen-bar 4.68% for a total amount of 3,160,453 kWh/year (Figure 5).



**FIGURE 5** Graph illustrating the four use categories (%)

### Carbon footprint calculation

Building U7 eqCO<sub>2</sub> calculation was made using Gabi5 software, according to ISO 14040-44 (2006) standards; calculation methodology used was CML2001 - Nov. 2010, and selected impact category was Global Warming Potential (GWP 100 years). EqCO<sub>2</sub> marker was used since all GHG values are related with specific conversion factors that have been chosen according to IPCC indications.

### Electricity

The building CF, for electricity consumptions, amounts to 1758.68 t eqCO<sub>2</sub>. This value has been calculated considering the average consumption of 3495.656 MWh/year, calculated by using the data of 2011 and 2012. As for the electric power, acquired from A2A power supplier, specific emission factors were considered since the power grid mix used by A2A ensures to Bicocca University a lower emission factor in comparison with the national one<sup>3</sup>. In fact A2A supplies more renewable electric power than average national suppliers, causing a saving of 0.048 kg eqCO<sub>2</sub>/kWh with respect to the reference Italian power grid mix. This saving amount resulted to be approximately 160 t eqCO<sub>2</sub>/years for the building U7.

Considering the building surface, eqCO<sub>2</sub> emission divided per unit surface (square meter), is 63.055 kg eqCO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>. This value has been compared to literature values or has been calculated by Polaris Centre in order to understand the building efficiency.

## Thermal energy

The University of Milano-Bicocca buys district heating and cooling from the network and this operation saves a share of CO<sub>2</sub> emissions.

To better compare building U7 emission value with that of other buildings, the hypothetical emissions, produced by the use of heating and cooling traditional equipment by the University (gas boilers and air conditioners powered by electricity) have been evaluated. Thermal energy consumption is reported to be 2370 MWh in 2011 and 2452 MWh in 2012, with an average of 2411 MWh/year. This mean value was used for the calculation of the potential impact of traditional equipment.

Energy produced by a natural gas boiler, used for heating during the winter period (Jan., Feb., Mar., Nov., Dec.), and electricity consumption for air conditioners during summer were taken into account (Table 6).

These amounts of energy consumption would be responsible for the emission of 641.628 t eqCO<sub>2</sub>. This calculation has been performed with GaBi software (Calculation Method: CML2001 - Nov. 2010; Impact Category: GWP 100 years); the result demonstrates a reduction in the GHG emission of above 25%.

## Total consumptions

The analysis has been extended to the parking of the building, placed at -1 level. The energy consumption of this area resulted to be 236,269.25 kWh/year, corresponding to 118.843 t of eqCO<sub>2</sub>.

If all the parameters are considered, the total emission (2519.15 t eqCO<sub>2</sub>) is the sum of the following contributions:

Electricity	= 1758.68 t eqCO <sub>2</sub>
Thermal energy	= 641.63 t eqCO <sub>2</sub>
Parking	= 118.84 t eqCO <sub>2</sub>
	referred to an area of 39,260.7 m <sup>2</sup> .

The ratio "total emissions/surface" gives 64.16 kg eqCO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>. These calculations are complete since they consider all the emissions of U7. However only the emissions related to energy consumption (excluding parking and thermal energy) will be considered for the comparison with the other buildings to be monitored.

BUILDING	GHG EMISSIONS (KG EQCO <sub>2</sub> /M <sup>2</sup> )
Bicocca's building U7	63
Other university (literature)	69
Epson Italy Company (Polaris)	60
Assimpredil-ANCE (Polaris)	88

**TABLE 5** Equivalent CO<sub>2</sub> emission/m<sup>2</sup> measured in different buildings (kg eqCO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>)

	MWh	MJ
Winter	1708.5	6150550.79
Summer	702.5	2528979.77
TOTAL	2411	8679530.56

**TABLE 6** Thermal energy in winter and summer (MWh and MJ)

## Conclusions

This study was carried out in order to provide scientific data allowing to take decisions for a correct energy management of the building, with the aim of reducing waste and energy consumption and improve environmental (lower emissions) and economic performance of the buildings of the University.

Since lighting and heating of the offices are fully dependent on individual users, the possibility for each user to manage his/her own settings consciously is a critical step for the proper use of the energy resource. Raising awareness of correct behaviour could lead to the reduction of consumption and waste.

For this reason, in parallel with the data analysis, a questionnaire was delivered to the permanent workers operating in the building, in order to understand their habits of energy consumption for lighting and for the use of electrical and electronic equipment.

The preliminary results of the questionnaire and the analysis of energy consumption have shown that an effective reduction of wastage can be achieved through measures on the management of air conditioning and lighting of common areas (hours of operation, improved efficiency, proper maintenance), and by raising awareness in the users to behave more sustainably.

Therefore energy efficiency of the building may be initially improved without structural interventions on the building itself (windows replacement, casing...), which will require high financial allocation. The containment of wastage and

consumption, properly calculated, is thus a key step for a more sustainable energy managing of public buildings. Moreover, assuming a cost per kWh equal to 0.18 € (derived from the contract for the supply of electricity for the University - RIS data), a reduction of U7 energy consumption of approximately 10-12% per annum – which can be reached by different behaviours and improved energy management – would allow annual savings of about 60,000-75,000 €/year. These resources could be invested in energy improvements of the structure, or released to fund university research, with undoubted benefit. Finally, with a view to continuous improvement, the resources saved (acting on consumption, wastage and user behaviours) in structural interventions could lead to further increase the energy efficiency of the building over time, a process required by all industry regulations starting from ISO 14001. In conclusion, the present study showed that simple precautions related to management and different energy behaviours of workers, without structural measures, may save energy by 10-12%, and the associated emissions of CO<sub>2</sub>. Obviously, these actions would also have a significant

economic return, considering the total cost of electricity for U7 of about 600,000 € per year. The primary actions to be undertaken are thus related to the electrical and electronic equipment and lighting use, and both managers and users must be involved in this energy waste reduction plan. The incoming months will then be used to launch a public awareness information campaign for the University employees. The air conditioning management system seems to be as well a large intervention sector, although the main actions for a good practice have to be undertaken by the building managers. The results and the methodology here reported represent a pilot study, which is going to be used as a base model for the assessment of CF and energy consumption of the other Milano-Bicocca University buildings.

### Acknowledgements

This research has been supported and financed by the General Administration of Milano-Bicocca University. Thanks are due to Dr. L. Legnani for collecting the data used in the research. ●

#### notes

1. EPh is the energy performance value of building heating. It represents the primary energy consumed to heat a square meter in a year. CENED website (Certificazione Energetica degli Edifici, Energy Certification for building), body accredited at Lombardy Region.
2. ARPA Lombardia, average daily temperatures in February 2011 and February 2012 (Milan, Viale Marche).
3. A2A Electricity mix emissions value = 0,503 kg eqCO<sub>2</sub>/kWh; Italian Electricity mix emission value = 0,551 kg eqCO<sub>2</sub>/kWh.

#### references

- Airaksinen M., Matilainen P., 2011, A Carbon Footprint of an Office Building, *Energies* 2011, 4, 1197-1210
- Baldo G., Rossi S. e Marino M., 2008, *Analisi Del Ciclo Di Vita LCA*, Edizioni Ambiente, Nuova Edizione Aggiornata, Milan.
- BSI, British Standard Institution, 2011, PAS 2050 Specification for the assessment of the life cycle greenhouse gas emissions of goods and services.
- CEN Comité Européen de Normalisation, Environmental management - Life cycle assessment - Principles and framework: UNI EN ISO 14040, 2006.
- CEN Comité Européen de Normalisation, Environmental management - Life cycle assessment - Requirements and guidelines: UNI EN ISO 14044, 2006.
- CEN Comité Européen de Normalisation, Environmental management – quantify, monitor, report and verify greenhouse gas emissions: UNI EN ISO 14064 (three parts), 2006.
- United Nations Intergovernmental Panel on Climate Change – IPCC, 2007, Climate Change 2007, the Fourth Assessment Report.
- Committee Draft ISO/CD 14067.2, 2012, Carbon footprint of products - Requirements and guidelines for quantification and communication.
- EIA – Energy Information Administration, 2007, Voluntary reporting of greenhouse gases program, fuel and energy source codes and emission coefficients, Washington DC.
- European Platform on Life Cycle Assessment, European Commission – Joint Research Centre Institute for Environment and Sustainability, 2007, “Carbon Footprint what it is and how to measure it”, Bruxelles, Belgio, <http://lct.jrc.ec.europa.eu/pdf-directory/Carbon-footprint.pdf>.
- Iraldo F., Melis M., 2012, Green Marketing, come evitare il greenwashing comunicando al mercato il valore della sostenibilità, in collaborazione con Assolombarda, Gruppo 24Ore.
- Jones C., Kammen D., 2011, Quantifying Carbon Footprint Reduction Opportunities for U.S. Households and Communities, *Environmental Science & Technology* 2011, 45, 4088–4095
- Pandey D., Agrawal M., Pandey J., 2011, Carbon footprint: current methods of estimation, *Environ Monit Assess* 2011 178:135–160.
- Pernigotti D., 2011, Carbon Footprint - Calcolare e comunicare l'impatto dei prodotti sul clima, Edizioni Ambiente.
- Rubik F., Scheer D., Iraldo F., 2008, “Eco-labelling and product development: potentials and experiences”, *International Journal of Product Development*, 6, 393:419.
- Treedom srl, 2011, CO<sub>2</sub> neutral Online Carbon Footprint Methodology, Version 1.0 (10 Agosto 2011), Firenze, Italy.
- Università Cà Foscari Venezia, Direzione Generale – Ufficio Processi e Progetti Speciali (UPPS); Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare, Direzione Generale per lo Sviluppo Sostenibile, il Clima e l'Energia. 2012 “Linee Guida per il Carbon Management degli Atenei. Case study: Università Cà Foscari Venezia”. Università Cà Foscari.
- WBCSD – World Business Council for Sustainable Development, 2000, *Measuring eco-efficiency: a guide to reporting company performance*, Ginevra, Svizzera.
- WBCSD – World Business Council for Sustainable Development, WRI – World Resources Institute, 2004, *The greenhouse gas protocol: a corporate accounting reporting standard*, Ginevra, Svizzera.



# Historical heritage safeguard: remote sensing by drones for knowledge and emergency

The paper presents an innovative technology for the knowledge of the historical heritage with the use of Unmanned Aerial Vehicles (UAV) able to capture real-time data in inaccessible areas or in emergency situation. The technology, called LARS - Low Altitude Remote Sensing - is carried out by radio-controlled vehicles, commonly called drones, with sensors mounted on carriers operating at low altitude.

The presented applications concern the monitoring of a landslide that affects the hill on which an historic centre is placed, the detail knowledge of a complex historical building for an appropriate restoration project, and finally the check of the damage state of the historical heritage in post-earthquake emergency

■ *Elena Candigliota, Francesco Immordino*

**I**n July 2012, the authors, in agreement with the Municipality of Bondeno, a small town in the province of Ferrara, conducted a test on historical buildings damaged by the Emilia-Romagna earthquake. The test verified the effectiveness of Low Altitude Remote Sensing for the monitoring and management of earthquake emergency on historical heritage.

The studies continued during 2013 by applying the technology in areas with landslides hazard for detailed surveys and monitoring to safeguard the historical heritage, and on portions of historic centres in complex contests.

## Remote sensing technology

Remote sensing includes techniques that allow to extract information about a reality placed at a known distance from the sensor; this technique

allows the knowledge of the different characteristics of the investigated objects by the observation of electromagnetic radiation or acoustic energy by means of cameras, laser and radar, thermal devices, etc.; the platforms used for data acquisition are satellite, aerial or unmanned aerial vehicles.

The remote sensing methodology indicates not only the remote capture of qualitative and quantitative information regarding the territory and the environment, but also the set of methods and techniques for subsequent processing and interpretation<sup>1</sup>.

If the acquisition is at high distance it is called Remote Sensing, if it happens at close range Proximal Sensing or Low Altitude Remote Sensing.

## Low Altitude Remote Sensing

LARS (Low Altitude Remote Sensing) or UAV (Unmanned Aerial Vehicles) remote sensing is a set of techniques for collecting data through the use of various kinds of sensors operating at low altitude. The proximity sensing is used in all those cases where it is not possible or convenient to use the traditional platforms, satellite and airborne, to collect data

■ *Elena Candigliota, Francesco Immordino*  
*ENEA, Technical Unit for Seismic Engineering*





**FIGURE 1** Radio-controlled Helicopter with gasoline propulsion



**FIGURE 2** Electric quadricopter with RC radio

from high altitudes. The technology is used in those contexts in which it can be useful to integrate data from different altitudes of observation too.

Applications range is from the field of geo-archeology, engineering, agriculture, applied geology to knowledge and monitoring of historical buildings, the control of portions of territory with high detail, in emergency as result of a natural or anthropic disaster<sup>1</sup>.

The platform allows to acquire, at low altitude and with high resolution, structural and architectural details of buildings, and also to determine the conservation status, structural damage and collapse danger. The technology is particularly useful in cases where buildings are inaccessible due to serious damage. The instrumentation used in the presented tests is

constituted by an electric propulsion quadricopter and a helicopter with gasoline propulsion (Figure 1). On each aircraft a high resolution camera has been installed. The system of the helicopter has been modified by inserting a larger aluminium slide, a high-definition camera, heli commander, flight stabilization system, telemetry for real-time display of altitude, position and fuel levels<sup>2</sup>.

The used quadricopter (Figure 2) was equipped with a tool for automatic control of positioning and stabilization, both of the aircraft and of the camera, so as to have the entire system perfectly orthogonal to the scene to be captured.

### LARS for detail analyses on territory and buildings: study cases

The first study case concerns the image acquisitions of landslide structure over which lies the historic centre of San Martino in Pensilis, in Molise region. The area is situated in a hillside setting with sandy and clayey lithology. In the zone analysis, survey and monitoring are in progress in order to extract information about landslide arrangement.

The LARS has been used for detail knowledge of structural and decorative elements in the case of a complex building in the historic centre of Caporciano, damaged by the Abruzzo earthquake.

Another case study relates to a test carried out in the municipality of Bondeno, where acquisitions of historic buildings damaged by the earthquake in Emilia Romagna were performed. The test involved two churches and a fortified tower, UNESCO World Heritage.

### Geomorphological study of a complex landslide in San Martino in Pensilis

The present work is part of a wider project that aims at the protection of historical-architectural and landscape heritage through integrated analysis with technologies for the safety of the historic centres in their totality and not as a set of buildings with different value. The historic centres, in fact, in addition to the individual economic value, have a historical, cultural and social value which must be protected as a whole<sup>5</sup>. In this perspective the landslide hazard assessment



**FIGURE 3** San Martino in Pensilis: study area  
Source: ENEA on Google map image



**FIGURE 4** San Martino in Pensilis: panoramic view of urban centre  
Source: Municipality of San Martino in Pensilis

in the Municipality of San Martino in Pensilis, located at an altitude of 281 m above sea level in a hilly region of Molise, fits; in the area was planned relief and monitoring of landslide that affects one side of the hill on which the city centre stands (Figure 3) by way of integrated systems of photographic and topographic survey.

The historic centre of San Martino in Pensilis rises on a hill with sandy-clayey lithologies affected by landslides (paleo-landslides and quiescent landslides); the study area has an area with paleo-landslides covered with vegetation and tree farm, and a sector covered by natural vegetation with sandy-clay sediments mixed with landfill, located in the upper part of such structures. The preliminary geomorphological analysis was performed on aerial photogrammetry, geological mapping and through data of existing studies and in situ surveys.

The drone acquisitions are associated with a survey with terrestrial laser scanning technology<sup>3</sup>. Subsequently, the aircraft will be equipped with a thermal camera in order to identify areas at different moisture of the landslide and a possible non-effective drainage of rainwater. The collected data will provide information on the spatial distribution of the hydrogeological phenomena for the hazard assessment in the area.

**Knowledge of an aggregate building for post-earthquake restoration in the historic centre of Caporciano (L'Aquila)**

This application has been used in the context of integrated analysis<sup>4</sup> on an aggregate building (Figure 6, ph. 2) in the historic centre of Caporciano (Figure 6, ph. 1), carried out by ENEA researchers with C.A.Sa. architecture office in Pescara; the study predicted laser scanner survey, materials characterization testing, surveys with thermo-camera and detail acquisitions of the roofs through drones.

The aggregate building appeared very complex with various dimensions and different roofs; since there were



**FIGURE 5** Historic centre view (ph. 1), drone in action on the landslide (ph. 2), image captured by drone camera

not any points of view from other buildings that would allow an overview, a view from UAV (Figure 7) was required in order to verify also the conservation state. The use of integrated methodology with innovative technology represented a valid method of providing information for the assessment of the vulnerability of architectural heritage, considering the restoration and the consolidation of building in complex situations such as old town centres<sup>4</sup>.

The technology has been used to survey and check the conservation state of the building roofs. Images at different angles of the building were acquired in order to get different views of the roofs and check their condition (Figure 8).

### **Emergency: historical heritage damaged by the Emilia Romagna earthquake in the Municipality of Bondeno**

The Municipality of Bondeno, situated in the province of Ferrara, was hit by the earthquake in Emilia-Romagna on May 20th and 29th and a large part of its architectural heritage has been severely damaged<sup>5</sup>. The territory of Bondeno has been severely affected by the earthquake, from the centre to the periphery: houses, industrial buildings and historic buildings. Many buildings have been declared unsafe especially the masonry structures in the heart of the city. All the churches in the territory of the Municipality were declared unsafe and closed<sup>5</sup>.

Tests were performed in Rocca Possente, a military fortress, on the church and the bell tower of San Giovanni, outside the historic centre and the church of the Natività di Maria with its bell tower, called Matildica church, in the heart of the historic centre.

### ***Rocca Possente, UNESCO World Heritage***

The fortress, UNESCO World Heritage since 1999, is situated in Stellata place, surrounded by a beautiful landscape on the right bank of the Po river. Four different acquisitions were performed, one for each side<sup>6</sup>. Three acquisitions were carried out with helicopter, the fourth on the main façade through smaller quadricopter; in fact, the presence of the staircase leading to the first floor, a small building facing the fortress and the presence of various obstacles did not leave enough operating

space for the helicopter, of larger dimensions.

The quadricopter and other small radio-controlled vehicles have been used for indoor shooting, in the vaulted hall of the first floor, where there was collapse danger of the vault; the operator has checked the drones from outside the room, in a safe position.

The acquired images, processed by image analysis using a new classification object oriented method, allowed knowledge of conservation and damage status of the building.

### ***Church and Bell Tower of San Giovanni***

The church of San Giovanni is located in the urban centre, in the entrance of the city coming from Ferrara. The main façade of the church suffered a severe crack from the architrave of the main access portal to the tympanum, visible from the ground<sup>5</sup>. The bell tower showed some cracks but inspecting the top part of the cornices at different levels of the steeple was not possible. So an acquisition from close range and in altitude was needed.

The high-resolution helicopter acquisitions (photos 3 & 4 in Figure 12) have provided technicians and designers with useful information for the safety intervention on the bell tower.

### ***Church of Natività di Maria***

The Church of Natività di Maria, called Matildica Church, cathedral in the municipality of Bondeno, is situated in the historic centre (Figure 13).

The church had serious cracks in the apse and on the vaults with some partial collapse. In the bell tower the detachment of the internal stairs from the perimeter walls occurred and the vaults are damaged<sup>5</sup>. Firefighters intervened on the top of the church façade to remove a detached spear (ph. 1&2 in Figure 14), to prevent its overturning.

The acquisitions included the main façade (ph. 2 in Figure 13), the two side elevations and the bell tower in the façade facing the square (ph. 3 in Figure 13). Detail acquisitions (Figure 14) showed damage caused by the earthquake (ph. 2 in Figure 14) but also the conservation state of the architectural and decorative elements (ph. 3 in Figure 14).





**FIGURE 6** Historic centre of Caporciano (ph. 1) and main façade of the building (ph. 2)



**FIGURE 7** Quadricopter during a flight acquisition



**FIGURE 8** View of roofs by quadricopter camera





**FIGURE 9** Views of Rocca Possente, Stellata place, Municipality of Bondeno



**FIGURE 10** Helicopter in action for images acquisitions of damage in Rocca Possente, Bondeno



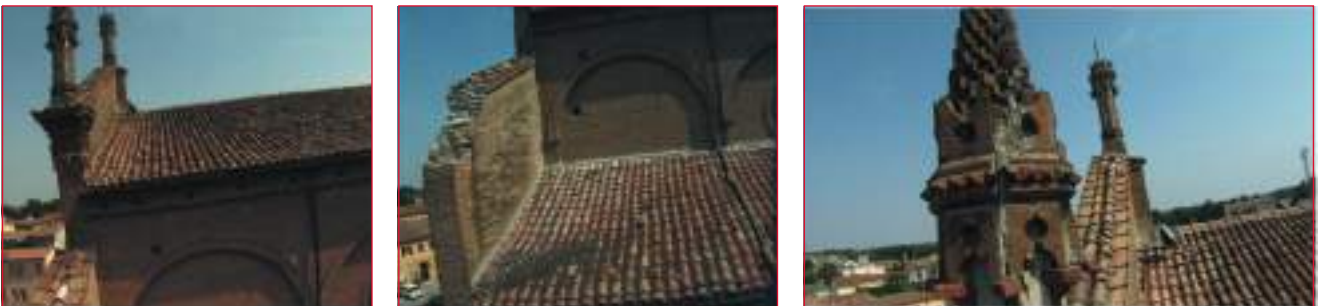
**FIGURE 11** Images acquired by helicopter: visible damages on masonry, slab and roof



**FIGURE 12** Church of San Giovanni in Municipality of Bondeno: view of the bell tower (ph. 1), helicopter in action for steeple image acquisitions (ph. 2), helicopter views (ph. 3&4)



**FIGURE 13** Matildica Church façade (ph. 1), helicopter during the image acquisition (ph. 2&3)



**FIGURE 14** Images captured by video-camera on the helicopter

## Considerations

The UAV remote sensing is a low-cost technology in terms of equipment and maintenance and is used when it is not possible or convenient to use the traditional platforms, satellite and airborne, to collect data in inaccessible area for height or collapse damage or after a natural disaster.

It's possible to equip the radio-controlled aircrafts with different sensors for multiple acquisitions such as thermal and multispectral cameras, or environmental sensors that allow data collection in real time or the drafting of damage maps in hazard or emergency situations. The Low Altitude Remote Sensing is therefore a technique that can integrate the usual methodology of survey. The integrated analysis becomes a monitoring

tool to safeguard the territory and the historical heritage by providing their knowledge and conservation status<sup>4</sup>.

## Acknowledgements

The authors thank the municipal authorities and technical office of San Martino in Pensilis and Bondeno Municipalities for their availability and the resources put at disposal.

Nice thanks to Paola Giaquinto and Roberto Ciardi, ENEA Rome, for the photos during the acquisitions in Rocca Possente and for the video realized<sup>6</sup> for the ENEA WebTV (<http://webtv.sede.enea.it/index.php?page=listafilmcat2&idfilm=686&idcat=22>). Special thanks are due to Cavinato Company for their technical assistance during the flight acquisitions. ●

## references

- [1] T.M. Lillesang, R.W. Kiefer, J.W. Chipman 2004. Remote Sensing and Image Interpretation, fifth edition, John Wiley & Sons Ed. pp763.
- [2] E. Candigliota, F. Immordino 2013. Low Altitude Remote Sensing by UAV for monitoring and emergency management on historical heritage. ANIDIS Congress, Padova 30 June-4 July.
- [3] E. Candigliota, F. Immordino, D. Costantino, G. Abate, 2013. Centri storici e conservazione: rilievo e monitoraggio di un fenomeno franoso a San Martino in Pensilis (CB). Abstract book, 7° workshop tematico "Il telerilevamento per il monitoraggio e la gestione del territorio", San Martino in Pensilis, 13-14 June, 13-14 pp.
- [4] F. Armillotta., D. Abate, E. Candigliota, F. Immordino, S. Pierattini, C. Santacroce. 2013. Integrated technologies for structural assessment of historic buildings: case-study in Caporciano (AQ), Convegno ANIDIS, Padova 30 June - 4 July.
- [5] E. Candigliota, B. Carpani, F. Immordino, A. Poggianti 2012. Damage to religious buildings due to the Pianura Padana Emiliana earthquake, EAI Energia Ambiente ed Innovazione, 4-5 part II, 58-68.
- [6] P. Giaquinto, R. Ciardi, 2012. Droni in azione per la verifica degli immobili danneggiati dal sisma. WebTV ENEA Video, July. <http://webtv.sede.enea.it/index.php?page=listafilmcat2&idfilm=686&idcat=22>





1 2 3 4  
5 6 7 8  
9 10 11



dal  
**Mondo**

Un rapporto sul partenariato globale per lo sviluppo è stato lanciato nel maggio 2013 dal titolo **Un nuovo partenariato globale: sradicare la povertà e trasformare le economie attraverso lo sviluppo sostenibile**. Prodotto dal Gruppo ad alto livello delle Nazioni Unite sull'Agenda di sviluppo post-2015, il documento invita le istituzioni e la società civile di tutto il mondo a raccogliersi attorno a un nuovo partenariato globale che offra speranza a tutti i popoli del pianeta. Nel rapporto il Gruppo, istituito dal Segretario generale dell'ONU Ban Ki-moon e co-presieduto dal presidente indonesiano Susilo Bambang Yudhoyono, dalla presidente della Liberia Ellen Johnson-Sirleaf e dal primo ministro britannico David Cameron, lancia i nuovi obiettivi post-2015 che dovranno guidare il mondo verso cinque grandi cambiamenti epocali. **Non lasciare nessuno indietro** è uno degli obiettivi destinati a diventare lo slogan del

prossimo quindicennio. Un primo traguardo irrinunciabile è dunque l'eliminazione della povertà estrema entro il 2030.

**Think, eat, save** è il motto di quest'anno della Giornata mondiale dell'Ambiente, che si celebra il 5 giugno dal 1972, quando venne proclamata dall'Assemblea generale delle Nazioni Unite. Come ricorda l'UNEP, l'Agenzia dell'ONU per l'ambiente, ogni anno nel mondo un terzo del cibo prodotto viene gettato durante uno dei passaggi dal produttore al consumatore. Scopo della giornata è sensibilizzare ogni individuo alla riduzione della propria impronta alimentare e ad una gestione più oculata del cibo a livello domestico. Lo spreco di cibo rappresenta anche un'emergenza ambientale, in quanto la gran parte di esso diventa immondizia. Il 10 giugno l'International Energy Agency (IEA) ha presentato un *World Energy Outlook Special Report* dal titolo "Redrawing the Energy-Climate Map" secondo il quale il mondo si sta allontanando dall'obiettivo concordato dai governi di limitare l'aumento della temperatura media globale nel lungo termine entro i 2° C. Negoziati internazionali sono impegnati a tal fine, ma al momento nessun accordo è previsto prima del 2015 e di conseguenza nessun obbligo ne deriverà prima del 2020. Il settore dell'energia è la più grande fonte di emissioni di gas serra e il rapporto presenta un'analisi dettagliata del contributo energetico al cambiamento climatico, ma, a causa delle preoccupazioni economiche internazionali, ci sono segnali che la questione del cambiamento climatico ha perso posizioni nell'agenda politica. La relazione speciale cerca di richiamare l'attenzione sul tema, mostrando che rimandare al 2020 l'implementazione di una più incisiva azione climatica avrebbe un costo economico. Il rapporto propone quattro interventi per contenere l'aumento entro i due gradi: adottare misure specifiche per l'efficienza energetica, limitare l'utilizzo delle centrali a carbone meno efficienti, ridurre le emissioni di metano, eliminare i sussidi per i combustibili fossili.

La 32a edizione dell'*International Energy Workshop* (IEW) 2013 è stata ospi-

tata dall'Agenzia Internazionale dell'Energia a Parigi dal 19 al 21 giugno. Una delle trenta sessioni parallele è stata dedicata alla modellazione per il *World Energy Outlook* (WEO), con quattro presentazioni dettagliate dedicate alla fornitura di petrolio, alla produzione di energia, alla domanda industriale e alla domanda nel settore dei trasporti.

Nel corso dell'IEW, l'Agenzia Internazionale per le Energie Rinnovabili (IRENA) ha tenuto un workshop con l'obiettivo di presentare le proprie attività relative alla raccolta e alla diffusione delle tecnologie rinnovabili e di introdurre REMAP 2030 – tabella di marcia globale delle energie rinnovabili. Il workshop fa parte di una serie di attività di sensibilizzazione per REMAP 2030 per coinvolgere ulteriormente la ricerca energetica internazionale e gli esperti di modellazione e di esplorare opportunità di collaborazione.

Si è svolta a San Pietroburgo dal 27 al 29 giugno la Conferenza Internazionale "L'energia nucleare nel 21esimo secolo", organizzata ogni quattro anni dall'Agenzia Internazionale dell'Energia Atomica (AIEA) in collaborazione con l'Agenzia per l'Energia Nucleare (NEA) dell'OCSE al fine di individuare una linea condivisa di sviluppo per l'energia nucleare che tenga conto delle esigenze dello sviluppo sostenibile. L'evento, che ha visto la partecipazione di 89 paesi e 7 organizzazioni internazionali, ha costituito l'occasione per sottolineare, tra l'altro, quanto la sicurezza nucleare e una comunicazione trasparente siano fondamentali per il proseguimento dell'uso dell'energia nucleare.

Ancora organizzata dall'AIEA, si è tenuta a Vienna dal 1° al 5 luglio la Conferenza internazionale sulla sicurezza nucleare aperta alla partecipazione dei 159 Stati membri dell'Agenzia. In questa occasione il Governo italiano, ribadendo il proprio sostegno al ruolo dell'Agenzia nel rafforzare il regime internazionale di sicurezza nucleare, ha espresso l'intenzione di completare rapidamente la ratifica dell'emendamento del 2005 alla Convenzione sulla protezione fisica dei materiali nucleari nonché della Convenzione internazionale sulla soppressione degli atti di terrorismo nucleare.



L'Assemblea generale delle Nazioni Unite riunitasi il 9 luglio ha istituito un nuovo Forum per dare maggiore impulso alle politiche di sviluppo sostenibile. L'organismo sostituirà la Commissione delle Nazioni Unite sullo sviluppo sostenibile (che si è formata dopo il Vertice sulla Terra del 1992) per aumentare gli sforzi per affrontare le sfide economiche, sociali e ambientali globali. La decisione fa seguito a una raccomandazione di "Il futuro che vogliamo", il documento finale della Conferenza delle Nazioni Unite per lo Sviluppo Sostenibile, nota come Rio +20. Il Forum si riunirà annualmente a livello ministeriale sotto gli auspici del Consiglio Economico e Sociale (Ecosoc) e, ogni quattro anni, riunirà i capi di Stato. Il primo incontro si terrà nel mese di settembre.

La risoluzione adottata dall'Assemblea sottolinea la necessità di un quadro istituzionale migliore e più efficace per lo sviluppo sostenibile che il nuovo Forum dovrebbe essere in grado di fornire attraverso l'adozione di "una piattaforma dinamica" e di una agenda rinnovata. L'organismo ha il compito di fornire una leadership politica, orientamenti e raccomandazioni per lo sviluppo sostenibile, di dare conto dei progressi compiuti nella realizzazione degli impegni per lo sviluppo sostenibile e di promuovere l'integrazione delle tre dimensioni dello sviluppo sostenibile – economica, sociale e ambientale.

Sempre in tema di Nazioni Unite e sviluppo sostenibile, il 9 agosto il Segretario generale Ban Ki-moon ha lanciato il *Sustainable Development Solutions Network* (SDSN), una rete globale indipendente tra centri di ricerca, università e istituzioni tecniche per trovare soluzioni ai problemi ambientali, sociali ed economici. Il Network lavorerà con le parti interessate tra cui le imprese, la società civile, le agenzie delle Nazioni Unite e altre organizzazioni internazionali per individuare e condividere le migliori vie per raggiungere uno sviluppo sostenibile.

Il 16 luglio il Consiglio direttivo della Banca Mondiale ha presentato l'*"Energy Sector Directions Paper"*, documento di indirizzo che viene aggiornato ogni dieci anni dal titolo *Toward a*

*Sustainable Energy Future for All: Directions for the world Bank Group's Energy Sector*, in linea con l'iniziativa delle Nazioni Unite Energia sostenibile per tutti (SE4ALL).

La Banca Mondiale ha deciso di reimpostare la propria strategia in tema energetico, modificando le politiche di prestito per i progetti di nuove centrali elettriche a combustibili fossili. L'obiettivo dell'Istituto finanziario è quello di limitare il sostegno finanziario a "rare circostanze", ovvero unicamente a quei Paesi che non dispongono di "alternative praticabili" al carbone, nel tentativo di bilanciare gli sforzi ambientali con le esigenze energetiche dei paesi poveri.

(Paola Cicchetti)



dall'  
**Unione Europea**

Le principali iniziative della Commissione europea (CE) nel periodo maggio-agosto 2013 riguardano:

- la comunicazione, in data 2 maggio, su **Energy Technologies and Innovation**, che definisce le strategie in tale settore e pone l'accento sulla necessità di un approccio di sistema, incentrato sulla fornitura di servizi energetici efficienti. Tra le aree che richiedono maggiore attenzione vi sono l'efficienza energetica (edifici, consumo energetico industriale), la sostenibilità, sicurezza, ed efficienza del sistema energetico (stoccaggio, trasporto, risposta alla domanda, partecipazione attraverso IT), il consumo energetico delle città (Smart Cities and Communities) e le tecnologie alternative (eolico off-shore, oceans, solare a concentrazione, tecnologie di heating/cooling);
- l'adozione, in data 6 maggio, di una nuova strategia **Investing in green infrastructure** per promuovere il ricorso alle infrastrutture verdi e far sì che il miglioramento dei processi naturali diventi parte integrante della pianificazione territoriale. La strategia verterà sulla promozione delle infrastrutture verdi nelle politiche

principali, migliorare la ricerca, facilitare l'accesso ai finanziamenti per progetti dedicati e sostenere i progetti di infrastrutture verdi a livello di UE;

- l'adozione, in data 6 maggio, di un pacchetto normativo (**Smarter rules for safer food**) per rafforzare l'applicazione delle norme in tema di salute e sicurezza lungo tutta la catena agro-alimentare. Tale pacchetto, che si basa sulla semplificazione burocratica a vantaggio soprattutto delle PMI e microimprese e sull'inasprimento dei controlli da parte degli stati membri, se approvato dal Parlamento e dal Consiglio potrà entrare in vigore nel 2016;
- l'inaugurazione, in data 16 maggio, da parte della CE e di scienziati e responsabili politici dei 14 Stati della regione del Danubio, di sei poli scientifici che hanno lo scopo di sostenere lo sviluppo economico della regione (**Scientific clusters to support Danube strategy**). L'attività dei sei poli riguarderà le risorse idriche, il territorio e il suolo, le bioenergie, l'aria, lo scambio e l'armonizzazione di dati e la specializzazione intelligente;
- la proposta, in data 23 maggio, di una nuova strategia industriale per l'elettronica (**New European Industrial Strategy for Electronics**) per coordinare gli investimenti pubblici nel settore della micro e nanoelettronica (semiconduttori e circuiti integrati o chip) con l'intento di espandere la base manifatturiera europea di punta mobilitando 100 miliardi € di investimenti privati;
- il lancio, in data 24 maggio, dell'**Atlantic Ocean research alliance** tra UE, Stati Uniti e Canada. I tre paesi opereranno congiuntamente nel settore della ricerca sull'oceano Atlantico, con l'obiettivo di approfondire le conoscenze e promuovere la gestione sostenibile delle risorse di tale oceano. L'attività concernerà inoltre l'interazione tra oceano Atlantico e oceano Artico, con una particolare attenzione alla questione del cambiamento climatico;
- la pubblicazione, in data 10 giugno, del rapporto annuale **EU's Rapid**

- Alert System for Food and Feed (RASFF)**, strumento informatico che semplifica il flusso transfrontaliero di informazioni tra le autorità nazionali preposte alla sicurezza alimentare e dà ai cittadini europei un elevato livello di sicurezza alimentare;
- la presentazione, in data 11 giugno, di un piano d'azione per la siderurgia europea (**Action plan for the steel sector**) che aiuti il settore a fronteggiare le sfide contingenti e a porre le basi per riconquistare competitività grazie all'innovazione e agli stimoli a favore della crescita e dell'occupazione;
  - la proposta, in data 13 giugno, di modifica della direttiva sulla sicurezza nucleare del 2009 (**EU Nuclear Stress Tests**) che fissa obiettivi di sicurezza paneuropei destinati a ridurre drasticamente i rischi e a proteggere le persone e l'ambiente. La direttiva prevede l'esecuzione periodica di peer reviews a livello europeo, maggiore trasparenza in fatto di sicurezza nucleare e maggiori poteri per i regolatori nazionali;
  - l'integrazione, in data 25 giugno, dei Fondi strutturali (Fondo europeo di sviluppo regionale - FESR e Fondo sociale europeo - FSE) al portale unico dedicato ai finanziamenti dell'UE forniti agli imprenditori e alle PMI. Il portale (**Single portal on EU finance**) fornisce informazioni semplici, complete e aggiornate per accedere a oltre 100 miliardi di EUR di vari programmi UE per il periodo 2007-2013;
  - l'annuncio, in data 25 giugno, di una nuova strategia politica (**Digital Agenda: Open standards**) per aiutare le autorità pubbliche a evitare la dipendenza da un unico fornitore di sistemi d'informazione e comunicazione (ICT). Grazie agli standard aperti, il nuovo approccio potrebbe consentire un risparmio di oltre 1,1 miliardi di euro l'anno nel settore pubblico UE;
  - la pubblicazione, in data 27 giugno, dell'ottava relazione intermedia sulla coesione economica, sociale e territoriale '**The regional and urban dimension of the crisis**', che rivela le riduzioni impressionanti dell'occupazione regionale e del prodotto interno lordo, dei prezzi delle case e del reddito disponibile delle famiglie;
  - la pubblicazione, in data 27 giugno, del primo **Public Sector European Innovation Scoreboard (EPSIS)** con l'obiettivo di migliorare la capacità di valutare comparativamente le prestazioni di innovazione del settore pubblico in Europa in un modo simile a quanto mostrato nell'Innovation Union Scoreboard;
  - il lancio, in data 2 luglio, dell'Alleanza europea per l'apprendistato (**European Alliance for Apprenticeships**) che vuole contribuire alla lotta contro la disoccupazione giovanile, migliorando la qualità della formazione professionale e l'offerta di contratti di apprendistato in tutta l'UE grazie ad un ampio partenariato tra vari attori del mondo del lavoro e dell'istruzione;
  - la comunicazione, in data 10 luglio, sui **Public-private partnerships (PPP)**, che continueranno o saranno lanciati nel corso di 'Horizon 2020'. Tra le nuove JTI figura la 'PPP Biobased industries' finalizzata a garantire una crescita economica intelligente, sostenibile e inclusiva e a consentire all'UE di diventare leader dell'innovazione biotecnologica;
  - l'inaugurazione, in data 11 luglio, della nuova strategia **European higher education in the world**, intesa a garantire che i laureati europei acquisiscano le competenze internazionali per lavorare in qualsiasi parte del mondo e che l'Europa conservi la sua attrattiva nei confronti degli studenti internazionali. Erasmus+ stanzierà un importo annuale di oltre 400 milioni di EUR per gli scambi internazionali di studenti e lo sviluppo della cooperazione tra le università europee e i loro partner mondiali;
  - la proposta, in data 11 luglio, di prosecuzione del programma congiunto **Ambient Assisted Living (AAL JP) 2014-2020** al fine di continuare il successo del programma di ricerca applicata per l'invecchiamento sano grazie alle ICT, sostenendo l'industria, in particolare le PMI, per portare sul mercato europeo prodotti e servizi innovativi digitali per il settore;
  - la pubblicazione, in data 12 luglio, del documento di lavoro **Strategy for European Technology Platforms: ETP 2020** nel quale vengono messi in evidenza i principali compiti e le attività delle piattaforme tecnologiche europee fino al 2020. La proposta, oltre a elencare le ETP già riconosciute dalla CE, presenta i criteri per il riconoscimento di nuove European Technology Platforms (ETP) da parte della CE, e le considera quali consulenti fondamentali per l'attuazione di H2020;
  - l'adozione, in data 16 luglio, della comunicazione per individuare i principi fondamentali per il finanziamento della povertà e lo sviluppo sostenibile dopo il 2015, quando verrà raggiunta la data fissata per i **Millennium Development Goals (MDGs)**;
  - la pubblicazione, in data 7 agosto, del **Sixth FP7 Monitoring Report** che riguarda l'attuazione del programma quadro sia per il 2012 che per tutto il periodo 2007-2012 e fornisce una analisi statistica dettagliata sulla partecipazione e finanziamento nel 7° PQ, affrontando al contempo temi quali la diffusione dei risultati, la valutazione dei progetti, la proprietà intellettuale, le misure di semplificazione, le questioni etiche o il time-to-grant.
- Continuano le **consultazioni pubbliche** avviate nell'ultimo periodo dalla CE riguardanti il prossimo programma quadro di ricerca e innovazione dell'UE "Horizon 2020". In data 9 maggio, la Commissione ha avviato una consultazione, aperta sino al 31 luglio, sulla definizione di attività di ricerca per i Sistemi satellitari globali di navigazione (GNSS) nell'ambito di H2020 (**Definition of potential GNSS R&D activities**). A parte H2020, sono state avviate altre consultazioni pubbliche di carattere generale. Il 31 maggio è stata avviata la consultazione **EU occupational safety and health policy framework** per raccogliere sino al 26 agosto idee e contributi a seguito dei risultati della valutazione della strategia europea per salute e la sicurezza sul lavoro 2007-2012. L'obiettivo è quello di identificare le sfide attuali e future in tale settore e le soluzioni per affrontarle.
- Dal 4 giugno al 10 settembre è aperta la consultazione sull'attuale normativa eu-

ropea sui rifiuti (**Review of the European Waste Management Targets**) che mira a raccogliere le opinioni dei cittadini in proposito per ipotizzare nuove norme che incentivino la riduzione dei rifiuti, il riutilizzo e il riciclaggio in programma per il 2014. Dal 21 giugno al 13 settembre è aperta la consultazione focalizzata sugli aspetti tecnici relativi ai nanomateriali (**REACH Annexes on Nanomaterials**), rivolta principalmente agli utenti esperti in materia, cui farà seguito una eventuale modifica degli allegati REACH che sarà accompagnata da una valutazione d'impatto. Agli esperti di settore è stato altresì lanciato l'invito a manifestare interesse per partecipare alla individuazione di clausole contrattuali sicure ed eque per i servizi di cloud computing (**Calling for experts to boost cloud computing**). Grazie a questa consultazione, aperta dal 21 giugno al 19 luglio, verranno identificate le opzioni più adatte per rispondere alle preoccupazioni dei consumatori e delle imprese che sembrano spesso riluttanti a utilizzare i servizi di cloud computing. Il 9 luglio, è stata lanciata la consultazione sulle regole di procedura per il Tribunale unificato dei brevetti (**Agreement on a Unified Patent Court**) che rimarrà aperta fino al 1 ottobre. È ancora aperta fino al 1 ottobre la consultazione **Sustainable Buildings** su come ridurre l'impatto ambientale e migliorare le performance degli edifici per la cui progettazione, utilizzazione o demolizione viene utilizzata una grande quantità di risorse, e il cui impatto su ambiente, consumo energetico e cambiamenti climatici risulta essere significativo. Alla stessa data scade la consultazione **Sustainability of the Food System** che mira a raccogliere input su quali sono le misure immediate necessarie per ridurre i rifiuti alimentari e più in generale su come garantire che il nostro sistema alimentare stia usando le risorse in modo efficiente. I contributi saranno utilizzati per una comunicazione sull'alimentazione sostenibile prevista entro la fine dell'anno. Dal 8 luglio al 1 dicembre è aperta la consultazione su come utilizzare il fosforo in modo più efficiente e creare opportunità di riciclaggio (**The sustainable use of phosphorus**), che

chiede pareri su come garantire che le future generazioni possano usufruire delle riserve di fosforo e su come ridurre al minimo gli effetti secondari indesiderati di questo elemento chimico sull'ambiente. Il 31 agosto è stata avviata la consultazione, aperta sino al 30 novembre, sulla valutazione della direttiva sull'etichettatura energetica e di alcuni aspetti della direttiva sulla progettazione ecocompatibile (**Energy Labelling Directive and certain aspects of the Ecodesign Directive**).

### Parlamento e Consiglio Europeo

L'11 giugno, il Parlamento ha dato il suo via libera ad un insieme di regole più chiare che mirano a proteggere gruppi specifici di consumatori, come neonati e bambini piccoli, sul contenuto e la commercializzazione di prodotti alimentari "speciali" (**food for specific medical purpose**) e a fornire un ambiente migliore per le imprese così come una migliore applicazione delle regole in tale settore.

Il 13 giugno, il Parlamento ha adottato le norme aggiornate UE sul riutilizzo delle informazioni del settore pubblico (**New EU Open Data rules**), completando così il processo di approvazione formale. La Commissione inizierà quindi a sviluppare una serie di linee guida sugli elementi più rilevanti affrontati nella direttiva, quali le licenze, set di dati e modalità di ricarica. Gli Stati membri avranno poi a disposizione 24 mesi per il recepimento della direttiva nelle legislazioni nazionali.

Il 19 giugno, il trilatero (Commissione, Parlamento, Consiglio) ha raggiunto un accordo sul 7° **Environment Action Programme** (EAP) che individua tra gli obiettivi prioritari sino al 2020 la protezione della natura e il rafforzamento della resilienza ecologica, la crescita efficiente e sostenibile e a bassa emissione di carbonio, e le sfide ambientali legate alla salute. Analogamente, il 20 giugno il trilatero ha raggiunto un accordo preliminare sul nuovo programma di finanziamento **Competitiveness of Enterprises and SMEs** (**COSME 2014-2020**), che dovrà poi essere vagliato dal COREPER. Il programma prevede uno stanziamen-

to di € 2,5 miliardi con l'obiettivo di rafforzare la competitività e la sostenibilità delle PMI, favorendo un migliore accesso ai finanziamenti e ai mercati, migliori servizi di sostegno e meno burocrazia per le PMI.

Il 27 giugno, il trilatero ha raggiunto l'accordo politico sul futuro bilancio dell'Unione Europea 2014-2020 (**Multiannual Financial Framework**). L'accordo prevede una maggiore flessibilità sui pagamenti e gli impegni, e prevede inoltre la consegna anticipata di spesa su questioni cruciali come l'occupazione giovanile, la ricerca, i giovani (es. Erasmus), e le PMI. L'accordo prevede anche la possibilità per i Paesi che lo desiderano di aumentare gli aiuti per le persone più svantaggiate.

Il 10 luglio, il Parlamento ed il Consiglio hanno trovato un accordo su **Connecting Europe Facility** (CEF), il futuro strumento di finanziamento per le reti trans-europee (TEN) nei settori dei trasporti, energia e telecomunicazioni. La bozza di regolamento che istituisce la CEF determina le condizioni, i metodi e le procedure per il contributo finanziario dell'Unione a progetti TEN e sostituirà le attuali basi giuridiche per tali finanziamenti.

(Valerio Abbadessa)



dalle  
**Istituzioni nazionali**

Nei suoi primi 100 giorni, il Governo presieduto da Enrico Letta ha messo a punto diversi provvedimenti, che affrontano temi fondamentali per la ripresa economica e la crescita del Paese, quali: semplificazione amministrativa, trasparenza e contenimento della spesa pubblica, riallineamento dell'agenda italiana con quella europea, crescita e sviluppo, Italia digitale, incentivi per il lavoro giovanile, sostegno a famiglie e imprese. Una base importante è stata data anche dalle conclusioni del Consiglio Straordinario UE di maggio su energia e fiscalità, in cui si è

affermato che nell'attuale contesto economico è necessario mobilitare le politiche a sostegno della competitività, dell'occupazione e della crescita. Nel settore dell'energia è fondamentale per le economie un approvvigionamento energetico a prezzi accessibili e sostenibile. Per questo il Consiglio europeo ha convenuto una serie di orientamenti in quattro settori che, nell'insieme, dovrebbero consentire all'UE di favorire la sua competitività e rispondere alla sfida dei prezzi e costi elevati: l'urgente completamento di un mercato interno dell'energia pienamente funzionante e interconnesso; l'agevolazione dei necessari investimenti nel settore energetico; la diversificazione degli approvvigionamenti dell'Europa; una maggiore efficienza energetica.

Di seguito, una sintesi dei provvedimenti più significativi.

#### Decreto "Fare"

Il decreto Legge recante misure urgenti in materia di crescita, cosiddetto "Decreto Fare" è stato approvato dal Consiglio dei Ministri il 15 giugno 2013. In occasione dell'approvazione, il Presidente del Consiglio, Enrico Letta, ha sottolineato che questo provvedimento ha come base le Raccomandazioni rivolte all'Italia dalla Commissione Europea il 29 maggio 2013 nel quadro della procedura di coordinamento delle riforme economiche per la competitività ("semestre europeo"). In particolare, i diversi interventi rispondono alle raccomandazioni di semplificare il quadro amministrativo e normativo per i cittadini e le imprese, nonché di abbreviare la durata dei procedimenti civili; sostenere il flusso del credito alle attività produttive anche diversificando e migliorando l'accesso ai finanziamenti; intensificare gli sforzi per scongiurare l'abbandono scolastico e migliorare qualità e risultati della scuola; proseguire la liberalizzazione nel settore dei servizi e migliorare la capacità infrastrutturale, incluso nel settore dei trasporti. Il Decreto contiene, fra le altre cose, misure in materia di infra-

strutture, edilizia, sostegno ai grandi progetti di ricerca e innovazione industriale, mercato del gas, agenda digitale, ambiente, interventi di adeguamento del sistema dei rifiuti della regione Campania, misure per gli Enti di Ricerca, interventi straordinari a favore della ricerca. Dopo l'esame in Parlamento e l'approvazione definitiva all'inizio di agosto, è stata pubblicata nella Gazzetta Ufficiale la legge di conversione del Decreto Fare (Legge n. 98 del 9 agosto 2013, pubblicata nella Gazzetta Ufficiale n. 194 del 20 agosto 2013, in vigore dal 21 agosto).

#### Decreto "Efficienza Energetica"

Il 31 maggio il Consiglio dei Ministri ha approvato un provvedimento che recepisce la direttiva 2010/31/UE (Prestazione energetica nell'edilizia) e che mira a dare un'adeguata risposta alla necessaria ed urgente esigenza di favorire la riqualificazione e l'efficienza energetica del patrimonio immobiliare italiano in conformità al diritto dell'Unione Europea. Il decreto legge ha l'obiettivo di: promuovere il miglioramento della prestazione energetica degli edifici; favorire lo sviluppo, la valorizzazione e l'integrazione delle fonti rinnovabili negli edifici; sostenere la diversificazione energetica; promuovere la competitività dell'industria nazionale attraverso lo sviluppo tecnologico; conseguire gli obiettivi nazionali in materia energetica e ambientale. Dopo l'esame in Parlamento, e numerose modifiche apportate soprattutto in sede di discussione alla Camera dei Deputati, il disegno di legge è stato approvato in via definitiva il 1° agosto. Tra le previsioni più interessanti, si stabilisce che ai fini del monitoraggio e della valutazione del risparmio energetico conseguito con gli interventi di efficientamento, l'ENEA assicuri la trasmissione per via telematica dei risultati al Ministero dello Sviluppo Economico. Viene inoltre esteso il meccanismo delle detrazioni fiscali anche agli interventi di adeguamento antisismico e si prevede la possibilità di detrarre

a fini fiscali le spese sostenute per l'installazione di impianti di depurazione. Le detrazioni fiscali per interventi di efficienza energetica avranno carattere strutturale a decorrere dal 2014. Si ricomprendono, tra gli interventi ammessi alla detrazione del 65%, quelli relativi all'adozione di misure antisismiche. Si interviene anche sul regime speciale IVA applicato alle pubblicazioni editoriali. In fase di approvazione, il Governo ha accolto un ordine del giorno del M5S che impegna a dare stabilità all'agevolazione fiscale per l'efficientamento energetico degli edifici nell'ambito della legge di stabilità. I gruppi parlamentari hanno poi sollecitato inoltre il Governo a modificare nel primo provvedimento utile la norma relativa all'obbligo di allegare ai contratti di locazione l'attestato di prestazione energetica, che penalizza le negoziazioni immobiliari. La legge di conversione (Legge 3 agosto 2013, n. 90: Conversione in legge, con modificazioni, del decreto-legge 4 giugno 2013, n. 63, recante disposizioni urgenti per il recepimento della Direttiva 2010/31/UE del Parlamento europeo e del Consiglio del 19 maggio 2010, sulla prestazione energetica nell'edilizia per la definizione delle procedure d'infrazione avviate dalla Commissione europea, nonché altre disposizioni in materia di coesione sociale) è stata pubblicata nella Gazzetta Ufficiale n. 181 del 3 agosto 2013.

#### Decreto "ILVA"

Il Consiglio dei ministri, il 4 giugno, ha approvato un provvedimento urgente riguardante l'Ilva di Taranto per assicurare la continuità della produzione, il risanamento ambientale e la salvaguardia dell'occupazione. Il decreto-legge vara una nuova e stringente disciplina generale a tutela dell'ambiente, della salute, della sicurezza e del lavoro nell'esercizio di imprese di interesse strategico nazionale. Viene in primo luogo previsto che il Consiglio dei Ministri possa deliberare il commissariamento straordinario di un'impresa, esercitata anche in forma di



società, che gestisca almeno uno stabilimento di interesse strategico nazionale, la cui attività produttiva abbia comportato e comporti pericoli gravi e rilevanti per l'integrità dell'ambiente e della salute a causa della inosservanza dell'autorizzazione integrata ambientale. La legge di conversione (Legge 3 agosto 2013, n. 89: Conversione in legge, con modificazioni, del decreto-legge 4 giugno 2013, n. 61, recante nuove disposizioni urgenti a tutela dell'ambiente, della salute e del lavoro nell'esercizio di imprese di interesse strategico nazionale) è stata pubblicata sulla Gazzetta Ufficiale n. 181 del 3 agosto 2013.

#### Altre leggi

Sono stati inoltre approvati: il "Decreto IMU"-Decreto-Legge 21 maggio 2013, n. 54 convertito con modificazioni dalla Legge 18 luglio 2013, n. 85 "Interventi urgenti in tema di sospensione dell'imposta municipale propria, di rifinanziamento di ammortizzatori sociali in deroga, di proroga in materia di lavoro a tempo determinato presso le pubbliche amministrazioni e di eliminazione degli stipendi dei parlamentari membri del Governo"; il "Decreto sui pagamenti dei debiti della PA"-Legge 6 giugno 2013, n. 64

che converte, con modificazioni, il decreto-legge 8 aprile 2013, n. 35, recante disposizioni urgenti per il pagamento dei debiti scaduti della pubblica amministrazione, per il riequilibrio finanziario degli Enti territoriali, nonché in materia di versamento di tributi degli Enti locali. Disposizioni per il rinnovo del Consiglio di presidenza della giustizia tributaria; il "Decreto Lavoro e per il rinvio dell'IVA"-Decreto-Legge 28 giugno 2013, n. 76, convertito con modificazioni dalla Legge 9 agosto 2013, n. 99,

"Primi interventi urgenti per la promozione dell'occupazione, in particolare giovanile, della coesione sociale, nonché in materia di Imposta sul valore aggiunto (IVA) e altre misure finanziarie urgenti".

*(Laura Migliorini)*



dai  
**Giornali**

Gli scorsi mesi hanno visto il passaggio dal governo tecnico di Monti al governo Letta.

Dalle promesse fatte, l'azione di governo dovrebbe essere orientata essenzialmente ad un vero rilancio dell'occupazione, a dare respiro alle imprese, a limitare l'import. I dati però non sono incoraggianti. L'ISTAT fotografa un'Italia sempre più in difficoltà: la disoccupazione sfiora il 13%, la Banca d'Italia, a luglio, ha rivisto al ribasso le previsioni del PIL 2013 fino a meno 1,9%, quasi il doppio rispetto alle stime precedenti.

#### Rinnovabili

La tematica energetica è senz'altro una delle più delicate che il nuovo Governo deve affrontare. In particolare l'azione di governo dovrà ristrutturare il sistema elettrico, occuparsi dello sviluppo delle rinnovabili termiche e dell'efficienza energetica, soprattutto in edilizia, dare nuove regole per il fotovoltaico e le rinnovabili elettriche.

Ad inizio aprile i ministeri Sviluppo Economico ed Economia e Finanze hanno varato il decreto che prevede un bonus per le aziende energivore che avranno diritto ad agevolazioni sulle accise nel caso presentino un costo totale dell'energia superiore al 3% del loro fatturato. Questi mesi sono anche caratterizzati dalla guerra commerciale del fotovoltaico tra Europa e Cina. L'Unione Europea ha imposto la registrazione alle autorità doganali dei pannelli cinesi aprendo due indagini una per "dumping", l'altra per concorrenza sleale. A luglio, finalmente, è stato raggiunto un accordo sulla vendita dei pannelli solari: l'intesa fissa un prezzo minimo per i pannelli importati in Europa, in cambio l'UE non applicherà dazi. A giugno è stato approvato il decreto legge che proroga le agevolazioni per gli interventi sul risparmio energetico e sulle ristrutturazioni. L'ecobonus sale dal 55% al

65% e viene prorogato fino alla fine dell'anno così come l'agevolazione del 50% per le ristrutturazioni edilizie. Tutto questo permetterà di recepire la direttiva UE sulla prestazione energetica nell'edilizia ed evitare la procedura di infrazione europea. Dal rapporto IREX 2013 emerge uno scenario in chiaro-scuro in cui si legge che gli investimenti nelle rinnovabili italiane nel 2012 siano ammontate a 10,1 miliardi di euro ma anche che la burocrazia italiana penalizza fortemente le rinnovabili frenando l'attività industriale e deprimendone la redditività.

#### Nucleare

L'incidente alla centrale giapponese di Fukushima nel 2011 non ha fermato la corsa all'energia atomica. Via libera a 68 nuovi reattori, anche gli USA sono in prima linea. In Corea del Sud, Russia e India gli investimenti più forti. Per quel che riguarda l'Europa, la Turchia intende costruire tre nuove centrali nucleari. Intanto a luglio è morto, per un tumore all'esofago, l'ingegnere-eroe che evitò il disastro alla centrale di Fukushima. Sempre a luglio la TEPCO, l'azienda elettrica che gestiva la centrale nipponica, ha ammesso per la prima volta che nell'Oceano starebbe finita acqua contaminata dalle radiazioni.

#### Ricerca

"Mi dimetterò se dovrò fare tagli alla cultura, alla ricerca e all'università", così il neo-premier Enrico Letta alla sua prima uscita pubblica per illustrare le idee guida del nuovo governo. Anche il neo ministro dell'Istruzione e Ricerca, Maria Chiara Carrozza, nelle sue prime interviste illustra le sue priorità che sono quelle di intervenire sull'edilizia scolastica e migliorare il rapporto tra pubblico e privato. Il 25 giugno il massimo Ente scientifico del nostro paese, il CNR, ha compiuto 90 anni, e a 91 anni è scomparsa Margherita Hack, la "signora delle stelle" come veniva chiamata la nostra più illustre astrofisica.

Continua, intanto il boom delle start-up, le aziende che nascono da zero

intorno ad una idea innovativa, grazie anche alle agevolazioni presenti nel decreto Cresci Italia del dicembre 2012; ogni anno ne nascono circa mille.

Intanto in parlamento si discute sui trattamenti a base di cellule staminali, discussione sollecitata dall'eco-mediatico del caso "stamina", in particolare sotto osservazione è finita la regolamentazione delle cosiddette "terapie avanzate" a base di cellule staminali. Se queste fossero sottratte alla vigilanza dell'AIFA in materia di preparazione ed utilizzo, l'Italia si allontanerebbe dalle norme europee in questo campo, con conseguente probabile procedura di infrazione. Infine, a luglio sono stati sbloccati i finanziamenti del Fondo per le Agevolazioni alla Ricerca (FAR). Si tratta di 288,2 milioni di euro stanziati per l'anno 2012 e non ancora erogati. Pubblicate, sempre a luglio, "le pagelle" dell'ANVUR, l'Agenzia nazionale di valutazione del sistema universitario e della ricerca: premiati gli atenei del Nord.

Padova, Trento e Sant'Anna di Pisa i migliori. Per la prima volta sotto osservazione le performance scientifiche di 133 strutture. Il Sud arranca: poche sedi tra le eccellenze.

#### Ambiente

La Corte costituzionale all'inizio di aprile salva la legge "salva Ilva" ed autorizza l'azienda siderurgica a produrre, risanare gli impianti e commercializzare anche i prodotti sotto sequestro. L'Ilva viene commissariata ed ad affiancare il Commissario Enrico Bondi viene chiamato il sub-commissario Edo Ronchi. Intanto il 22 aprile per la 33° volta si è svolta "la giornata della terra", una vera e propria giornata-allarme voluta dall'Onu in cui è apparso chiaro che, tra sprechi e nuovi disastri, c'è ben poco da festeggiare. Oltreoceano anche la Casa Bianca è scesa in campo per l'ambiente ed Obama ha presentato un nuovo piano ambientale da realizzarsi anche in assenza di nuove leggi del Congresso.

*(Laura Di Pietro)*



**energia  
ambiente  
e innovazione**

bimestrale dell'ENEA

anno 59

maggio - agosto 2013