

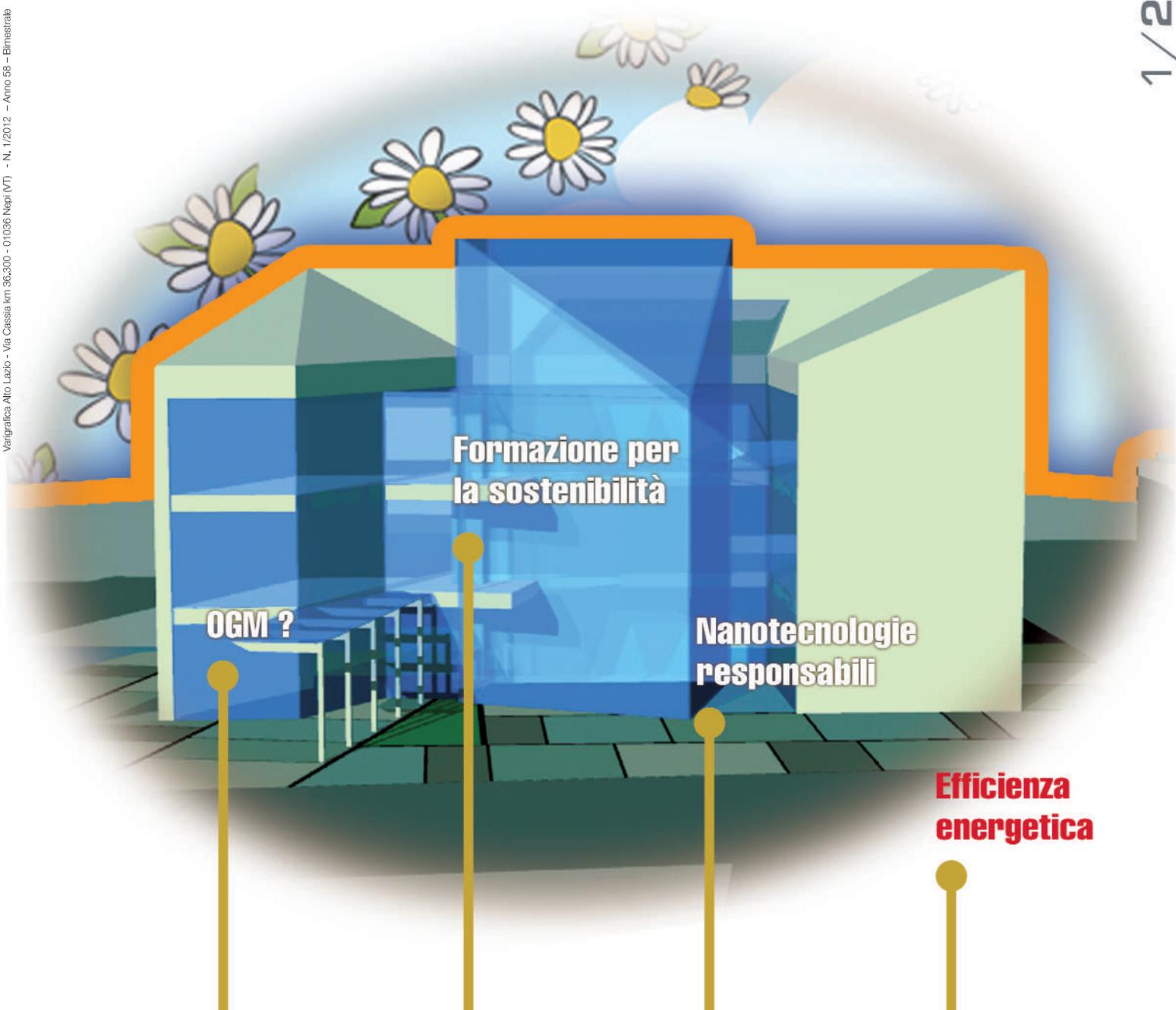


bimestrale dell'ENEA
anno 58
gennaio - febbraio 2012

Energia, Ambiente e Innovazione

1/2012

Varigrafica Alto Lazio - Via Cassia km 36,300 - 01036 Nepi (VT) - N. 1/2012 - Anno 58 - Bimestrale
ISSN 1124-0016



**Formazione per
la sostenibilità**

OGM ?

**Nanotecnologie
responsabili**

**Efficienza
energetica**



mostra-convegno internazionale

terrafutura

buone pratiche di vita, di governo e d'impresa
verso un futuro equo e sostenibile



Firenze - Fortezza da Basso
25/27 maggio 2012

IX edizione ingresso libero



- appuntamenti culturali
- aree espositive • laboratori
- animazioni e spettacoli



www.terrafutura.it



Relazioni istituzionali e Programmazione culturale
Fondazione Culturale Responsabilità Etica
tel. +39 049 7399726
email fondazione@bancaetica.org

Organizzazione evento
Adescoop-Agenzia dell'Economia Sociale s.c.
tel. +39 049 8726599
email info@terrafutura.it

Direttore Responsabile
 Vincenzo Ferrara

Comitato di Direzione

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

Direttore editoriale
 Diana Savelli

Coordinamento editoriale

 Giuliano Ghisu
 Tel. 06-30486278 - giuliano.ghisu@enea.it

Comitato editoriale

 Valerio Abbadessa, Flavia Amato, Daniela Bertuzzi,
 Paola Carrabba, Paola Cicchetti, Antonino Dattola,
 Barbara Di Giovanni, Laura Di Pietro, Michele
 Mazzeo, Laura Migliorini, Paola Molinas, Rita
 Pascucci, Caterina Vinci

Edizione web

Antonella Andreini, Daniela Bertuzzi, Concetta Manto

Promozione

Paola Crocianielli

Traduzioni

Carla Costigliola

Progetto grafico

Paola Carabotta, Bruno Giovannetti

Segreteria

Antonella Calamita

Per informazioni e contatti: infoeai@enea.it

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

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

Pubblicità

 Fabiano Group srl
 Regione San Giovanni, 40 - 14053 Canelli (AT)
 Tel. 0141 827802 - Fax 0141 827830
 e-mail: info@fabianogroup.com

Finito di stampare nel mese di marzo 2012



Prodotto realizzato impiegando carta Symbol Freelifre riciclata FSC

www.enea.it

| | | |
|----|---|-----------|
| | Editoriale | |
| 2 | Energia e sostenibilità del benessere <i>Gian Paolo Cesaretti</i> | |
| 4 | ECRA and the European Research Outlook <i>Robert-Jan Smits</i> | |
| | World view | 6 |
| | Focus sulle notizie | 16 |
| 16 | Organismi geneticamente modificati In Italia vietata la sperimentazione delle biotecnologie in campo aperto <i>E. Candelo</i> | |
| 20 | L'incidente nel Golfo del Messico Qual è la situazione a due anni dall'incidente del pozzo Macondo? <i>A. Martini, E. Vittori</i> | |
| 22 | Dissesto idrogeologico Cosa bisognerebbe fare <i>L. Falconi, C. Puglisi</i> | |
| | Primo piano | 25 |
| | Efficienza energetica | |
| 25 | Efficienza energetica e fonti rinnovabili: facce diverse della stessa medaglia <i>M. Vio</i> | |
| 30 | Stato e prospettive dell'efficienza energetica in Italia <i>W. Cariani, A. Disi</i> | |
| 38 | Il Piano d'Azione per l'Efficienza Energetica <i>I. Bertini, L. Castellanza, B. Baldissara, M. Gaeta</i> | |
| | Anteprima | 42 |
| | Rio+20 | |
| 42 | Opportunità formative e occupazionali delle lauree triennali ambientali <i>E. Mencarelli</i> | |
| 48 | Sussidi ai combustibili fossili: a chi e perché <i>C. Martini</i> | |
| | Planet Under Pressure 2012 | |
| 53 | Turismo sostenibile per i beni culturali e naturali <i>L.M. Padovani</i> | |

| | | |
|-----|---|------------|
| | Studi & ricerche | 58 |
| | Review & assessment papers | |
| 58 | Mediterranean forest research: challenges and opportunities, in a changing environment <i>G. Scarascia-Mugnozza, G. Matteucci</i> | |
| 66 | Approaching the responsible use of nanotechnologies. The global trends <i>C. Arcangeli, C. Brunori, M. Celino, F. Pacchierotti, D. Della Sala</i> | |
| 78 | The enhancement of hazelnut and almond genetic resources through the European AGRI GEN RES SAFENUT Action. The ENEA experience as project coordinator <i>L. Bacchetta, B. Di Giovanni</i> | |
| | Research papers | |
| 85 | Morphology control and field emission characteristics of carbon nanofibers grown by CVD <i>E. Salernitano, T. Dikonimos Makris, R. Giorgi, N. Lisi, S. Gagliardi, M.F. De Riccardis, D. Carbone, E. Piscopiello, S. Carta, G. Conte</i> | |
| | Technical papers | |
| 93 | A new tool for simulation of optimal design of the building-plant system <i>M. Badami, A. Portoraro, I. Bertini, F. Cervolo, B. Di Pietra, G. Puglisi</i> | |
| 99 | Definition, analysis and application of a climatic severity index aimed at zoning the Italian territory for summer air conditioning of buildings <i>L. Terrinoni, P. Signoretti, D. Iatauro, C. Romeo, a. Federici</i> | |
| 108 | Landslide hazard assessment project in the Messina municipality area (Sicily, Italy): preliminary remarks <i>C. Puglisi, D. Campolo, L. Falconi, G. Leoni, S. Lumaca</i> | |
| | Rubriche | 116 |
| 116 | dal Mondo | |
| 117 | dall' Unione Europea | |
| 118 | dalle Istituzioni nazionali | |
| 118 | dai Giornali | |
| 120 | Calendario eventi | |



Energia e sostenibilità del benessere

Oggi ci si interroga sempre più su cosa debba intendersi per benessere, su quali siano le variabili rispetto alle quali poterlo misurare e, di conseguenza, su quando poter dire che una società, una persona o un'impresa versi in una situazione di benessere. Queste incertezze stanno alimentando un ampio dibattito che coinvolge statistici, economisti, leader politici e rappresentanti della società civile.

Se in passato l'attenzione era, principalmente, sulla dimensione economica, ormai, stiamo assistendo al diffondersi della consapevolezza dei limiti di tale orientamento e della necessità di dover andare "oltre il PIL", spingendoci a riflettere sul contributo al benessere anche delle dimensioni socio-culturale, ambientale e generazionale.

È opinione diffusa che la ricerca della sostenibilità del benessere non possa prescindere dalla definizione di un modello di sviluppo che sia etico, capace di assicurare un equilibrio tra le diverse dimensioni dello sviluppo e di garantire il rispetto del principio di equità, valido in termini universali, nel tempo così come nello spazio.

Si tratterebbe del riconoscimento di un sistema di giudizio da adottare nelle decisioni quotidianamente assunte a livello globale, comunitario, nazionale, locale e soprattutto individuale e che troverebbe il suo fondamento nella considerazione del rilievo socioeconomico, oltre che giuridico, di un conflitto di interessi tra generazioni presenti e tra queste e quelle future.

Ma, al di là dei modelli, la sostenibilità del benessere è messa a rischio dall'esistenza di sfide di diversa natura e dalla difficoltà di affrontarle attraverso strategie integrate. Tra queste, è ormai riconosciuta ai diversi livelli istituzionali, la sfida energetica.

È opinione diffusa che la ricerca della sostenibilità del benessere non possa prescindere dalla definizione di un modello di sviluppo che sia etico, capace di assicurare un equilibrio tra le diverse dimensioni dello sviluppo e di garantire il rispetto del principio di equità, valido in termini universali, nel tempo così come nello spazio.

La questione energetica si pone, infatti, come una vera e propria minaccia al modello ideale di sostenibilità, ovvero, un ostacolo da superare perché capace di compromettere i caratteri dell'eticità, dell'equilibrio e dell'equità del benessere. Al tempo stesso, il superamento di tale sfida va imponendo sempre più alla società e a tutti gli attori istituzionali e del mondo produttivo di essere capaci "operativamente e tecnicamente" di ripensare alle strategie da mettere in campo nei diversi sistemi territoriali globali, puntando in particolare sulla garanzia degli approvvigionamenti, sulle rinnovabili, l'efficientamento e sull'efficacia ed efficienza nella riduzione di CO₂. Ma, soprattutto, essa impone una radicale rivisitazione dell'attuale modello di benessere. In altri termini, la ricerca della sostenibilità energetica impone l'individuazione di un nuovo punto di equilibrio tra la sperimentazione di soluzioni tecniche sostenibili e la revisione dell'attuale modello di benessere.

Quindi, è necessaria una combinazione dinamica tra modello di benessere (ottenibile attraverso traiettorie di sviluppo alternative alle attuali) e nuovo modello operativo della questione energetica.

D'altra parte, queste sono anche parte delle motivazioni che hanno spinto le Nazioni Unite a proclamare il 2012 Anno internazionale dell'energia sostenibile per tutti (Sustainable Energy for All). L'energia viene considerata, infatti, uno strumento utile al raggiungimen-

to degli Obiettivi del Millennio volti a ridurre la povertà globale entro il 2015, contribuendo, di fatto, alla lotta contro fame, malattie, analfabetismo, degrado ambientale e alla discriminazione contro le donne. Nello specifico, affrontare la sfida energetica in chiave di sostenibilità può contribuire a migliorare la qualità della vita nei Paesi in via di Sviluppo a fronte del crescente fabbisogno energetico e contrastare i cambiamenti climatici che penalizzano particolarmente tali paesi a causa dell'assenza di strumenti e conoscenze adeguate per mitigarne ed adeguarsi agli effetti.

Le preoccupazioni e l'impegno dell'ONU nell'affrontare la questione energetica sono riaffermate anche nell'organizzazione della Conferenza delle Nazioni Unite sullo sviluppo sostenibile del 2012, o Rio+20, per la quale, l'Assemblea Generale ha deciso che uno dei temi principali della conferenza sarà "la green economy per lo sviluppo sostenibile e l'eliminazione della povertà". In altri termini la green economy viene identificata come lo strumento possibile con cui creare le necessarie premesse per il progresso della società. Al riguardo, allora, occorre chiedersi se tale strumento basti, da solo, a far sì che la dimensione ambientale, e nello specifico la questione energetica, dia il suo contributo nel perseguimento della sostenibilità del benessere.

La questione energetica, infatti, si va sempre più configurando come una sfida notevolmente complessa, da gestire con nuovi sistemi di *governance* e nuovi approcci, capaci di sintetizzare gli sforzi della società globale e soprattutto di far sì che la dimensione ambientale dello sviluppo possa fornire un sostanziale contributo all'accrescimento del benessere individuale e collettivo. Al riguardo, si rende sempre più necessario un vero e proprio *approccio di sistema alla sostenibilità del benessere* fondato sulla preziosissima azione della cooperazione internazionale, sul contributo che ciascun paese (sia industrializzato che in via di sviluppo) può fornire attraverso le politiche energetiche messe in campo, ma soprattutto, sull'adozione di comportamenti maggiormente responsabili da parte dei principali attori della società civile, della comunità economica e delle forze politiche interessate al tema energetico. Tale approccio, in particolare, si pone come il punto di partenza fondamentale da cui prende avvio una nuova visione della questione energetica, fortemente incentrata sulla responsabilità di tutte le componenti della società e soprattutto sul riconoscimento dell'indiscutibile ruolo svolto dalle **eccellenze della sostenibilità**, ovvero, da quelle realtà del mondo economico e sociale che con il loro impegno quotidiano testimoniano la significatività di un forte orientamento alla sostenibilità energetica: "*imprese pubbliche e private, persone singole o comunità che giorno per giorno parlano di energia con un costante sguardo al futuro*".

Questo nuovo modo di intendere ed approcciarsi alla questione energetica, allora, spingendo ad interrogarsi sul ruolo della green economy, imporrà di *guardare oltre*, proiettandosi in un nuovo scenario di riferimento della problematica. In particolare, rimettendo al centro le imprese, emergerà sempre più netta l'esigenza di avere una piattaforma di sostegno alle relative azioni e soprattutto intenzioni: ovvero, un sistema integrato di politiche, da quelle territoriali a quelle del sistema della conoscenza, da quelle volte a stimolare una domanda energetica sostenibile a quelle propriamente ambientali, che si configurano come una vera e propria strategia per la costruzione di una *green society*. Intraprendere tale sentiero probabilmente rappresenta la vera scommessa da fare per essere sicuri che la questione energetica si trasformi in un'opportunità per il futuro dei nostri giovani e delle nostre società.



ECRA and the European Research Outlook

Last October 2011 the European Climate Research Alliance was launched. Established by the most excellent European research institutions, this partnership will allow for the creation of synergies by exploiting the strengths of each of its members, and creating a critical mass of competences and expertise. As such, the Alliance contributes significantly to the European Commission's objective of establishing a truly European Research Area as a framework for improving the European research efficiency and impact, and for boosting communication.

To achieve the goals in the field of climate change and energy, it is necessary to invest in research & innovation

As we all know, one of the many challenges of the 21st century is climate change. As a matter of fact, the EU is a world leader on legislation, policies and actions associated to this challenge. The EU Climate and Energy Package, the recent communication establishing *'A roadmap for moving to a low carbon economy in 2050'* and the *'White Paper on Climate Change Adaptation'* provide important pillars for carrying out mitigation and adaptation efforts.

At the international level, the EU is a catalyst in the post-2012 negotiations and decisions on climate change, especially under the United Nations Framework Convention on Climate Change.

It is therefore fully understandable that the Europe 2020 Strategy recognizes the importance of climate change challenges and spells out that we need to build a sustainable, smart and inclusive Europe for our citizens.

However, to achieve the goals in the field of climate change and energy, it is necessary to invest in research & innovation.

The reason for this is that research and innovation will allow us to:

- improve the understanding of climate change and the provision of reliable climate projections
- assess the impacts of climate change on society, economy and ecosystems
- support the development and assessment of effective adaptation and mitigation policies.

It is therefore no surprise that, under Framework Programme 7 – the multi-annual research programme of the EU – top priority is given to climate research through the EU research projects. Thanks to these projects the scattered research efforts in Europe's Member States can be pulled together and, as such, fragmentation can be reduced and structured cooperation developed between Europe's best scientists and research organizations. Needless to say that once Europe gets organized, it will be a much more interesting partner for cooperation at the global level.

Thanks to the efforts of the EU, we have seen, amongst other things, the emergence of impressive research infrastructures for climate research. As an example, it is worth mentioning SIOS, the Svalbard Integrated Arctic Earth Observing System, coordinated by Norway and in which 14 Member States of the European Union and beyond participate.

The goal of SIOS is to establish an observational Research Infrastructure for the Arctic Earth System.

Besides this, there are many other activities which the E.U. is undertaking in the fields of climate and climate change. One could think, for instance, of the Climate KIC which was created by the European Institute of Innovation and Technology quite recently.

Hence, as an obvious result, when President Barroso presented his plans for the MFF (*i.e.*, the budget of the EU for the next seven years) last summer, special attention was paid to Research and Innovation.

As a matter of fact, albeit relatively modest a budget in its global term, inside the budget you see important changes.

Research and Innovation will get a 46% increase which brings to a total budget of 80 billion Euro. This is not quite the amount requested by the European Parliament (*i.e.*, a doubling in future fund for Research and Innovation up to 100 billion Euro) but is still a very impressive amount of money.

That shows that the European Commission is serious when talking about Research and Innovation, and about building of knowledge economy.

Climate change research will obtain a central place in Horizon 2020, as the new EU Research and Innovation programme will be called, and certainly, the European Climate Research Alliance will become a key-player in R&I programmes in the future.

However, it's going to be important for the Alliance that it will be opening up also to allow new partners to come in. Besides the group of excellent research centers currently belonging to the Alliance, there are so many other research centers from the new Member States which certainly would also like to be part of this new endeavor and seek cooperation with ECRA. Once knowing the organizations involved in the Alliance, their quality and their open attitudes, this will surely become a reality with a view to joining efforts and work together in the very near future either under the FP7 or the Horizon 2020 research programme.

It must never be forgotten that diversity is one of Europe's biggest assets.

World View



Il 2012: anno internazionale dell'energia sostenibile per tutti

Il Segretario Generale delle Nazioni Unite, Ban Ki-moon, il 16 gennaio scorso ha inaugurato e dichiarato ufficialmente aperto l'anno internazionale dell'energia sostenibile per tutti, nel corso della cerimonia di apertura del quinto Summit mondiale sul futuro dell'energia (WFES) che si è tenuto ad Abu Dhabi.

Il 2012, che è anche l'anno della Conferenza delle Nazioni Unite sullo sviluppo sostenibile Rio+20, dovrà dare avvio concreto alla "green economy" intesa anche come strumento per consentire a tutti l'accesso a energia sostenibile, sicurezza energetica e uguali opportunità di sviluppo. Attualmente nel mondo quasi un miliardo e mezzo di persone (una persona su cinque) non ha accesso all'energia elettrica, e tre miliardi di persone (due persone su cinque) ricorrono per i loro bisogni energetici primari (come la cottura dei cibi e il riscaldamento) alla legna, al carbone di legna, alle carcasse di animali morti o ai rifiuti organici. L'eradicazione della povertà, uno dei "Millennium Development Goals" per la sostenibilità dello sviluppo umano, significa anche eradicazione della povertà tecnologica e di conoscenze e di *know how*, ma soprattutto della

manca di accesso a forme di energia pulita e a servizi non inquinanti. L'obiettivo generale è quello riconnettere insieme e in modo integrato la crescita economica, la crescita della qualità della vita e dell'equità sociale e la protezione dell'integrità dell'ambiente e delle risorse naturali.

In questo contesto i governi nazionali, le imprese e la società civile devono congiuntamente collaborare e concorrere ad espandere l'accesso all'energia sostenibile per tutti, a migliorare l'efficienza energetica e ad aumentare l'uso di energie rinnovabili. La povertà energetica di molti paesi in via di sviluppo e dei paesi più poveri non è solo un problema di questi ultimi, ma rappresenta una minaccia anche per i paesi più ricchi perché, peggiorando le condizioni di fame e di malattie dei popoli più deboli, alimentando le discriminazioni fra le persone, contro le donne e contro i più deboli, favorisce, di fatto, i conflitti sociali e non solo, con gravi rischi per la pace fra i popoli.

L'importanza degli investimenti privati e della cooperazione internazionale per raggiungere livelli di sicurezza e sostenibilità in campo energetico, è stata ripresa

e sottolineata da Ban Ki-moon, nel World Economic Forum tenuto a Davos in Svizzera dal 25 al 29 gennaio scorso. Ban Ki-moon ha affermato che sull'energia sostenibile le Nazioni Unite hanno tre obiettivi da raggiungere entro il 2030:

- l'accesso all'energia, e in particolare all'energia elettrica, deve essere possibile per tutti i popoli del mondo;
- l'efficienza energetica, per quanto riguarda l'uso e i consumi di energia, deve essere doppia rispetto ai livelli attuali;
- le fonti rinnovabili, in riferimento alla produzione di energia, devono essere percentualmente doppie rispetto alla situazione attuale del mix delle fonti energetiche mondiali.

Inoltre, Ban Ki-moon ha fatto sapere a Davos che le Nazioni Unite pongono al centro della cooperazione internazionale per l'energia sostenibile, le seguenti priorità:

- aumentare gli sforzi nella ricerca scientifica e nell'innovazione tecnologica per accelerare la transizione verso la sostenibilità dello sviluppo socio economico mondiale
- diminuire i sussidi ai combustibili fossili, fino alla loro totale eliminazione, per



accelerare la transizione verso l'uso di fonti energetiche rinnovabili

- potenziare gli sforzi contro la corruzione, per eliminare lo spreco delle risorse finanziarie e i danni ad uno sviluppo equo e sostenibile
- combattere contro l'uso inefficiente delle risorse naturali e contro il degrado dell'ambiente.

Nel contesto della missione delle Nazioni Unite, oltre alle questioni legate allo sviluppo sostenibile e alla "green economy" che rappresentano una delle "cinque opportunità generazionali", vi sono poi altri quattro obiettivi fondamentali per il prossimo quinquennio: la pace e la sicurezza mondiale (compresa la prevenzione dei conflitti armati e la prevenzione delle catastrofi naturali ed antropiche), i diritti umani (compresi i diritti politici individuali e collettivi di partecipazione democratica), il sostegno ai paesi poveri o in difficoltà (compresi gli aiuti per il loro sviluppo sostenibile), il sostegno alle giovani generazioni e alle donne (compresa la lotta contro le discriminazioni di genere e l'esclusione sociale).

(Daniela Bertuzzi)

Energy Roadmap 2050

Il passaggio a una economia europea a basse emissioni di carbonio entro il 2050 (-80-95% di gas serra rispetto al 1990, come fissato nella Comunicazione COM(2011) 112 della Commissione Europea) è un obiettivo tecnicamente ed economicamente fattibile, a patto che avvenga una quasi totale decarbonizzazione dei processi di generazione elettrica. Il processo di transizione verso questo traguardo costituisce, allo stesso tempo, una opportunità per accrescere la competitività e la sicurezza energetica a livello europeo. È quanto afferma la Commissione Europea nella sua recente Comunicazione *Energy Roadmap 2050* (COM(2011) 885/2, dove mostra dei possibili scenari di evoluzione del sistema energetico per il raggiungimento della sostenibilità nel lungo termine.

Ogni scenario identifica una diversa combinazione degli elementi chiave per la decarbonizzazione (efficienza energetica, fonti rinnovabili, nucleare, cattura e stoccaggio dell'anidride carbonica) ma è comune a tutti il fatto che il costo complessivo della trasformazione del sistema energetico non supererà quello dello scenario di continuazione delle politiche correnti, risultando in alcuni casi persino inferiore. Gli investimenti saranno, infatti, ampiamente ripagati in termini di crescita economica, occupazione, certezza degli approvvigionamenti energetici e minori costi dei combustibili.

L'opzione principale è rappresentata dall'efficienza energetica, che gioca un ruolo

determinante in ciascuno scenario, in particolare per gli edifici che in futuro potranno arrivare a produrre più energia di quella consumata. Centrale è anche il ruolo delle fonti rinnovabili, le quali nel caso più ottimista (scenario *High Renewable energy sources*) consentiranno di generare nel 2050 il 75% dei consumi finali di energia e il 97% di quelli elettrici. Altre priorità sono rappresentate, infine, dagli investimenti per il miglioramento e ammodernamento delle infrastrutture energetiche, da effettuare sin da ora per evitare un costo di sostituzione più alto in futuro, e il ripensamento dei singoli mercati nazionali dell'energia nell'ottica di un unico mercato integrato a livello europeo entro il 2014.

In generale questa tabella di marcia si pone come punto di partenza per gli Stati membri per approntare politiche e piani strategici di più ampio respiro che consentano di creare i presupposti necessari per trasformare il sistema energetico europeo del futuro nell'ottica di una decarbonizzazione, una maggiore sicurezza dell'approvvigionamento e una maggiore concorrenza a beneficio di tutti.

Per quel che riguarda i progetti di ricerca e innovazione a livello europeo, l'UE, sulla base del SET Plan e del quadro finanziario pluriennale comunitario 'Horizon 2020', dovrebbe continuare a rafforzare i partenariati con l'industria e con gli Stati membri e promuovere la costituzione di poli europei di ricerca al fine di dimostrare e diffondere su vasta scala nuove tecnologie energetiche altamente efficienti. Questi concetti sono stati ribaditi



nella Comunicazione *COM(2011) 112 - Roadmap for moving to a low carbon economy in 2050*, che è parte della strategia Europa 2020 per una crescita intelligente, sostenibile ed inclusiva per l'Europa. In tale Comunicazione (vedi *Energia, Ambiente e Innovazione* 1-2/2011, pagg. 7-8) si evince che per ridurre globalmente le emissioni di gas serra delle percentuali già menzionate, una transizione graduale ed efficiente richiederebbe la riduzione delle emissioni interne del 40% e dell'80% (rispetto al 1990) nel 2030 e 2050 rispettivamente. L'analisi rivela che le politiche esistenti permetteranno di

conseguire o anche superare l'obiettivo di riduzione del 20% delle emissioni interne di gas serra entro il 2020 ed indica una tabella di marcia con fasce di riduzione delle emissioni per alcuni settori chiave (elettricità, industria, trasporti, residenziale e servizi, agricoltura) per il 2030 e il 2050.

La *Energy Roadmap 2050* fa parte, inoltre, delle iniziative menzionate nell'ultima Comunicazione *COM(2011) 21 - A resource efficient Europe - Flagship initiative of the Europe 2020 strategy* - pubblicata il 26 gennaio 2011. La Comunicazione fornisce un quadro strategico e integrato per una serie di settori e definisce le

iniziative da adottare a livello comunitario, incluso le agende per le politiche su clima, trasporto, energia ed innovazione. Tale quadro strategico dovrebbe consentire un uso più sostenibile delle risorse naturali e il passaggio verso un uso efficiente delle stesse ed una crescita a basse emissioni di carbonio. Lo sfruttamento delle sinergie tra i vari settori consentirà di raggiungere una serie di obiettivi tra cui quello di rendere l'UE più resistente ai possibili aumenti a livello globale dei prezzi dell'energia e delle materie prime.

(Valerio Abbadessa, Andrea Fidanza)



Gli investimenti 2011 in energia pulita

Gli investimenti mondiali in energia pulita hanno registrato un nuovo record anche nell'ultimo anno. Nel 2011 sono stati infatti investiti complessivamente 260 miliardi di dollari, corrispondenti a un incremento del 5% rispetto

all'anno precedente e pari a quasi cinque volte quelli del 2004.

Questo è quanto recentemente dichiarato da *Bloomberg New Energy Finance*, una delle principali e più autorevoli fonti di informazioni e dati riguardanti i settori delle tecnologie *low-carbon*.

Questo dato colpisce particolarmente in quanto il 2011 è stato un anno tutt'altro che favorevole per i settori dell'energia pulita, che hanno visto diminuire i margini di profitto dei produttori, scendere i prezzi delle azioni, tagliare gli incentivi alla produzione di energia in diversi paesi e calare la propensione ai finanziamenti da parte delle banche. Tutto ciò è stato aggravato ulteriormente dalle difficili congiunture economiche esistenti a livello internazionale, portando in alcuni casi anche al fallimento di aziende.

In particolare due eventi hanno caratterizzato quest'ultimo anno. Il primo concerne la fonte solare, che con 136,6 miliardi di dollari investiti a livello globale ha registrato un incremento del 36% rispetto all'anno precedente e quasi il doppio degli investimenti nel settore eolico (74,9 miliardi di dollari). Questo risultato appare ancora più sorprendente se si considera il forte calo negli ultimi anni subito dal prezzo dei moduli fotovoltaici, che sono arrivati a costare nel 2011 circa il 50% in meno rispetto a tre anni prima. Il secondo evento significativo ha riguardato, invece, il sorpasso per la prima volta dal 2008, degli Stati Uniti sulla Cina in termini di risorse complessivamente investite in energia pulita. I primi, infatti, hanno registrato nel 2011 investimenti per 55,9 miliardi di dollari e una crescita annua del 33%, a differenza della seconda con 47,4 miliardi di dollari ed una

crescita quasi nulla (+1%). L'Europa, invece, grazie soprattutto alle installazioni di impianti fotovoltaici in Germania e in Italia, ha rappresentato oltre un terzo (100,2 miliardi di dollari) delle risorse investite a livello globale nel 2011.

La categoria che ha attirato la quota maggiore degli investimenti è stata quella degli impianti di grandi dimensioni, che è passata da 138,3 miliardi nel 2010 a 145,6 miliardi di dollari (56% del totale mondiale) nel 2011. Gli impianti di minori dimensioni per la generazione distribuita dell'energia, in particolare quelli fotovoltaici su tetto, si piazzano al secondo posto con complessivi 73,8 miliardi di dollari, mentre al terzo posto si trovano, invece, le tecnologie energetiche di tipo *smart*, come quelle per le reti intelligenti, lo stoccaggio dell'energia, l'efficienza e i trasporti con un totale di 19,2 miliardi di dollari. Nonostante il perdurare della difficile situazione economica, il settore delle fonti rinnovabili si dimostra ancora una volta un settore trainante per l'economia mondiale e un'opportunità reale verso l'uscita dalla crisi. In futuro la competizione globale diventerà sempre più ardua e si giocherà soprattutto sulla capacità di innovazione tecnologica che i vari operatori sapranno offrire. In quest'ottica risulteranno fondamentali le politiche a supporto della ricerca e dello sviluppo tecnologico e industriale che i governi dei diversi paesi sapranno implementare, anticipando la domanda proveniente dai nuovi mercati.

(Andrea Fidanza)

Imitiamo la natura: impianti solari come girasoli

Appena fuori Siviglia, in un'area desertica dell'Andalusia, sorge una torre alta circa 100 metri e dotata di 600 specchi, le cui dimensioni sono approssimativamente quella di mezzo campo da tennis. Questi inseguono il sole durante la giornata e concentrano i suoi raggi nella parte superiore della torre, dove l'energia solare è convertita in calore. L'energia elettrica prodotta dal calore così generato è sufficiente ad alimentare le case di 6.000 famiglie. L'area dove sorge questa torre, denominata PS10, è una delle poche aree al mondo dove sono stati realizzati impianti solari a concentrazione (CSP). Il numero di queste aree dovrebbe aumentare durante i prossimi anni poiché gli impianti CSP sono in grado di fornire grandi quantità di energia pulita, laddove esistano territori soleggiate e con caratteristiche adeguate. I ricercatori del MIT (Massachusetts Institute of Technology), in collaborazione con l'Università di Aachen in Germania, hanno messo a punto un modello di calcolo, pubblicato su *Solar Energy*, che ottimizza la disposizione degli eliostati di un impianto CSP a torre e permette di ridurre l'occupazione di suolo, aumentando nel contempo la capacità del sistema di convertire l'energia solare in calore. In pratica, gli specchi vengono disposti a spirale in modo analogo ai petali del girasole su ciascuna torre tenendo conto dei nuovi ingombri e dei possibili ombreggiamenti che ogni torre proietta sulle altre in fase d'inseguimento dei raggi solari. In

questo modo, si aumenta l'efficienza di raccolta dell'energia solare e, di conseguenza, la capacità di generazione dell'energia elettrica, e si riduce lo spreco di spazio tra una torre e l'altra. Per dimostrare la fattibilità del progetto, i ricercatori hanno applicato l'algoritmo di ottimizzazione sviluppato al layout della torre PS10 in Andalusia ottenendo una nuova disposizione degli specchi con un lieve incremento di efficienza 0,36% ma un guadagno complessivo in termini di occupazione di suolo intorno al 16%. Successivamente si passerà all'ottimizzazione degli spazi tra una torre e l'altra per diminuire, a parità di energia elettrica prodotta, le esigenze di spazio o per aumentare, a parità di spazio, l'energia elettrica prodotta.

Secondo gli esperti dell'ENEA in fonti rinnovabili, ed in particolare di tecnologie solari a concentrazione, "l'algoritmo, estremamente dettagliato nella descrizione dei fenomeni fisici e sufficientemente veloce nell'esecuzione, è un ottimo strumento di supporto nella progettazione di un sistema CSP a torre ottimizzato. La disposizione degli eliostati così determinata permette di ottenere un sistema ad elevata efficienza e, quindi, con una sostanziale riduzione del numero di specchi e dell'occupazione del suolo. Tutto ciò naturalmente condurrà ad una sostanziale riduzione del costo dell'energia elettrica fornita, ovvero l'LCOE, il Levelized Cost Of Energy. Il passo successivo, come avviene in genere per tutti gli algoritmi sviluppati, dovrà essere quello di realizzare un'adeguata sperimentazione al fine di ottenere le necessarie conferme".

(Daniela Bertuzzi)

Artico, partono le prove di sfruttamento del ghiaccio-metano: poco ghiaccio e tanto metano

Con l'attuale deglaciazione dell'Artico, l'atmosfera terrestre sta ricevendo flussi crescenti di metano, intrappolato sotto i ghiacci e nel permafrost prima dell'ultima glaciazione, o prodotto nel permafrost stesso dalla decomposizione organica a temperature molto basse. Con l'ultima glaciazione, infatti, il metano era rimasto intrappolato nei cristalli di ghiaccio che si erano formati, i quali, come vere e proprie gabbie, avevano inglobato al loro interno le sue molecole. Queste strutture, composte di acqua in forma cristallina entro cui è inclusa la molecola di un gas, si chiamano "clatrati idrati". Se il gas intrappolato è il metano, si parla di clatrati idrati del metano, o più semplicemente di "idrati del metano", o anche di "ghiaccio-metano". Ma i clatrati idrati del metano si possono formare anche per effetto di un aumento della pressione in grado di far passare le molecole di gas (come il metano) dallo stato aeriforme a quello liquido e di schiacciarle fino a far compenetrare fra loro le strutture molecolari dell'acqua con quelle del metano. Tra i fondali oceanici, gli antichi ghiacciai e il suolo ghiacciato delle aree più settentrionali del nostro pianeta, è contenuto tanto metano sotto forma di clatrati idrati da costituire una gigantesca riserva, paragonabile alle altre grandi riserve mondiali di metano.

Il metano, che ha un potere riscaldante dell'atmosfera di ben 23 volte superiore a quello dell'anidride carbonica e che ora è rilasciato nelle aree artiche per effetto della deglaciazione, potrebbe accelerare in modo imprevedibile il riscaldamento climatico globale con conseguenze, per la vita sulla Terra, potenzialmente catastrofiche e difficilmente valutabili. Alcuni scienziati nel passato, ma più recentemente alcune compagnie petrolifere, hanno pensato di sfruttare la deglaciazione dell'Artico come opportunità per estrarre in modo controllato il metano sepolto sotto i ghiacci polari e per utilizzarlo come fonte energetica. Sono state già studiate varie modalità per estrarlo. Si può aumentare, per esempio, la temperatura del suolo e del sottosuolo ghiacciato, in modo che i cristalli di ghiaccio tornino a essere acqua in fase liquida, liberando così il metano intrappolato. Ma si possono anche depressurizzare le cavità ghiacciate del sottosuolo in modo da provocare la rottura dei legami cristallini che tengono insieme le molecole d'acqua che formano il cristallo e liberare il metano intrappolato. Questi metodi, però, sono abbastanza costosi e richiedono in genere più energia di quella che si ricava utilizzando il metano come fonte energetica. Alcuni ricercatori americani del Dipartimento dell'Energia hanno recentemente trovato un altro metodo per estrarre il metano, mantenendo intatta la struttura dei clatrati idrati, senza rompere, cioè, i legami cristallini o liquefare i cristalli di ghiaccio. Convogliando in modo adeguato un flusso di anidride carbonica con una modesta sovrappressione ed opportunamente riscaldato, è

possibile provocare lo scambio della molecola del metano con la molecola dell'anidride carbonica nel cristallo di ghiaccio (clatrato idrato). L'anidride carbonica che sostituisce il metano lascia la struttura cristallina inalterata, ma trasformata in un clatrato idrato dell'anidride carbonica, permettendo, nello stesso tempo, al metano di liberarsi. Secondo gli studi svolti e i modelli teorici messi a punto per simulare l'estrazione del metano, questo metodo appare conveniente e non sembra presentare particolari problemi di rischio ambientale anche in situazioni glaciologiche instabili. Pertanto, come riferito da *Nature News* (<http://www.nature.com/news/gas-hydrate-tests-to-begin-in-alaska-1.9758>), il Dipartimento dell'Energia degli USA, insieme ad una compagnia petrolifera texana e ad un'altra giapponese, ha deciso di iniziare entro la fine del mese di gennaio una serie di prove sperimentali in Alaska in una cavità sotterranea gelata della Prudhoe Bay, che era un pozzo di gas naturale e nella quale la concentrazione di anidride carbonica è superiore al 12%. Secondo i ricercatori, se si brucia una certa quantità di gas in questa cavità si possono creare sia la necessaria sovrappressione, sia l'adatta sovrappressione di anidride carbonica, che permetterebbe lo "scambio" della molecola del metano con quella dell'anidride carbonica nei clatrati esistenti in fondo al pozzo. Il metano liberato in questo modo sarebbe opportunamente convogliato verso la superficie attraverso un successivo processo di depressurizzazione della cavità sotterranea. Non sembra certo che l'esperimento di scambio dell'anidride carbonica con il



metano nei clatrati idrati possa effettivamente riuscire con successo già al primo tentativo. Ma se ciò dovesse accadere, si aprirebbero ottime prospettive di approvvigionamento di metano che porterebbero, nel giro di

qualche anno, alla sua produzione industriale.

Se per i produttori di combustibili fossili la deglaciazione dell'Artico si prospetta come una nuova opportunità economica, per i popoli dei paesi più poveri della

fascia sub tropicale e intertropicale i cambiamenti del clima avranno, e in parte già hanno, conseguenze negative e danni.

(Paola Molinas)

Record di catastrofi naturali nel 2011

Un'impressionante serie di terremoti devastanti e di catastrofi causate da eventi meteorologici estremi ha portato il 2011 a essere l'anno record dei disastri naturali, con danni causati che ammontano, a livello mondiale, a circa 380 miliardi di dollari. Queste sono le stime effettuate dalla Munich Re, la compagnia di riassicurazione tedesca che analizza annualmente i dati delle catastrofi naturali (http://www.munichre.com/en/media_relations/press_releases/2012/2012_01_04_press_release.aspx). Nel 2011 sono stati registrati oltre il doppio dei danni rispetto al

2010 e il 43% in più rispetto al precedente anno record, che è stato il 2005 con 265 miliardi di dollari. A questo primato hanno contribuito in modo fondamentale due terribili terremoti: quello della Nuova Zelanda del 22 febbraio 2011 (magnitudo 6,3 della scala Richter) e quello del Giappone dell'11 marzo (magnitudo 9,0 della scala Richter), mentre i disastri legati agli eventi meteorologici estremi hanno prodotto nel 2011 minori danni rispetto ai cinque anni precedenti, grazie soprattutto a un numero molto ridotto di uragani atlantici. 820 sono state invece le catastrofi naturali più rilevanti, con circa 27 mila vittime, il 90% delle quali causate da eventi meteorologici estremi (frane, alluvioni, inondazioni,

tempeste, cicloni tropicali, ecc.) ed il restante 10% da eventi geofisici (terremoti, tsunami, eruzioni vulcaniche). Sono escluse da questo conteggio le catastrofi causate da conflitti armati (<http://www.pcr.uu.se/research/UCDP>) e le catastrofi umanitarie, come quelle che hanno colpito il corno d'Africa tra la fine del 2010 ed il settembre 2011, dove un numero imprecisato di persone è morto per fame, malattie e stenti (<http://www.unhcr.org/pages/4e1ff4b06.html>).

Nonostante il maggior numero di catastrofi causate dagli eventi meteorologici estremi, la maggior parte dei danni economici (61%) e delle perdite di vite umane (62%) sono stati, invece, causati dai terremoti. Il resto dei danni è dovuto, invece, alle inondazioni in Thailandia, (agosto-novembre), alle alluvioni in Pakistan (agosto-settembre) ai tornado negli USA (22-28 aprile 2011) e a tutte le alluvioni che si sono abbattute su tutta l'area del Mediterraneo, e che hanno coinvolto anche l'Italia, nel periodo 4-9 novembre 2011. Se si analizzano le elaborazioni su base geografica, si nota che i maggiori danni economici si sono verificati in America (35%) ed in Asia (29%), mentre il maggior numero di morti si è avuto in Asia (ben 85%). Il numero e la frequenza dei terremoti e degli altri fenomeni geofisici, pur con alcune oscillazioni, sembra mantenersi quasi costante sul lungo periodo, mentre gli eventi meteorologici





estremi sono, viceversa, in aumento. Triplicato dal 1980 al 2010 il numero delle alluvioni e inondazioni gravi, quasi raddoppiato invece quello delle tempeste violente (tifoni, uragani, cicloni tropicali). Sembrirebbe, quindi, plausibile affermare che l'aumento dei danni che si sta manifestando come tendenza di lungo periodo, possa essere collegato ai cambiamenti climatici e in particolare all'aumento del numero e dell'intensità degli eventi meteorologici estremi. Ma in realtà non è proprio così. Uno studio (http://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=1831633) sui danni delle catastrofi naturali effettuato da Fabian Barthel ed Eric Neumayer della London

School of Economics, dopo aver "normalizzato" i disastri per tipologia e per area geografica, ha evidenziato, come d'altra parte c'era da aspettarsi, che, a parità di evento catastrofico, i danni su una determinata area sono tanto maggiori quanto maggiori sono il numero delle infrastrutture, il loro valore economico, ma anche la densità della popolazione, ma soprattutto quanto minori sono le misure di prevenzione messe in atto. In altre parole i danni e i morti sono in aumento perché aumenta la vulnerabilità ambientale e territoriale delle aree geografiche più esposte agli eventi meteorologici estremi o, più in generale, alle diverse catastrofi naturali.

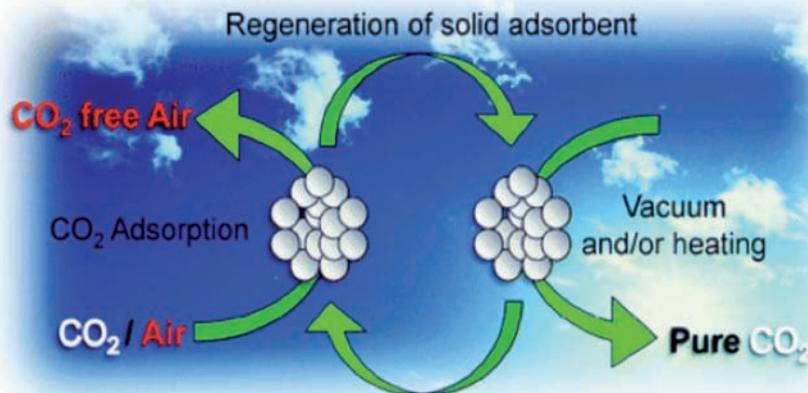
L'aumento della vulnerabilità ambientale e territoriale è legato all'antropizzazione ed è causato, da un lato dall'eccessiva urbanizzazione e dalla crescita della popolazione su certi territori e, dall'altro, da inadatte modalità di sviluppo socio economico, delle infrastrutture e degli insediamenti umani. "L'uso sostenibile del territorio e la prevenzione dei disastri naturali e antropici, costituiscono il fondamento per un mondo più sicuro", ha detto Ban Ki-moon, "e rappresentano una delle 5 priorità che ho posto per il mio secondo mandato quinquennale, che inizia quest'anno, come Segretario Generale delle Nazioni Unite".
(Caterina Vinci)

Via l'anidride carbonica da aria e piccoli impianti grazie ai polimeri

Il 4 gennaio il *Journal of the American Chemical Society* (JACS) ha pubblicato una notizia secondo cui alcuni ricercatori del Loker Hydrocarbon Research Institute and Department of Chemistry della University of Southern California di Los Angeles hanno scoperto un metodo molto efficiente per rimuovere l'anidride carbonica da sorgenti di non grandi dimensioni, quali ad esempio ciminiere, e addirittura dall'aria. Secondo il team di ricercatori i metodi esistenti di rimozione di CO₂ dall'atmosfera normalmente utilizzati sono ad alta intensità energetica, non funzionano in

maniera ottimale e presentano diversi inconvenienti. Viceversa questi scienziati sono riusciti a registrare elevati livelli di cattura di anidride carbonica, anche con aria umida, con una sostanza a base di polimeri e in particolare di poli-etilen-immine (PEI) poco costosa. L'anidride carbonica catturata, inoltre, può essere rimossa o recuperata per

altri scopi sottoponendo il materiale assorbente ad alta temperatura o inserendolo in una camera a vuoto per favorire il rilascio della anidride carbonica assorbita. Questo materiale presenta anche la caratteristica di essere riutilizzabile senza perdere le sue originarie caratteristiche di assorbimento. Ovviamente non può essere





utilizzato in grandi impianti industriali dove, per le loro dimensioni, sono più indicate le tecnologie CCS (Carbon Capture and Storage), ma può essere usato in piccoli impianti, nei sottomarini e addirittura negli scarichi delle automobili e per le emissioni dal riscaldamento degli edifici. E in quest'ultimi due casi significherebbe poter abbattere significativamente l'anidride carbonica atmosferica, visto che le emissioni da autoveicoli e dagli edifici sono circa la metà delle emissioni globali di anidride carbonica.

Secondo Vincenzo Barbarossa, dell'Unità Tecnica Tecnologie Avanzate per l'Energia e l'Industria dell'ENEA, "questa tecnologia di cattura e desorbimento della CO₂ presenta ancora dei problemi che devono essere approfonditi e che potrebbero limitarne l'uso e renderla di difficile applicabilità nelle situazioni suggerite, in particolare nelle automobili". "È assolutamente necessario - secondo Barbarossa - individuare strade innovative e competitive nel campo della cattura della CO₂ per ridurre le emissioni e la proposta di questa ricerca di usare polimeri sorbenti va in questa direzione; ma siamo ancora in fase di studio e appare necessario un ulteriore approfondimento per valutare con maggiore accuratezza le possibili applicazioni.

Il testo completo della ricerca all'indirizzo <http://pubs.acs.org/stocken/presspac/presspac/full/10.1021/ja2100005>

(Daniela Bertuzzi)

L'impronta di Dio

La notizia è di quelle ghiotte, di quelle che dai fogli densi di astrusi calcoli dei fisici o dai sofisticatissimi laboratori dove stuoli di scienziati, spesso sottoterra o sotto le montagne, scandagliano l'inverosimilmente piccolo, possono rimbalzare sulle prime pagine dei giornali, solleticando la curiosità anche dell'uomo della strada. Ebbene, due diversi esperimenti montati sul grande acceleratore di protoni che si fanno collidere sotto il confine franco-svizzero hanno evidenziato la presenza dell'ombra di Dio. Non si tratta ovviamente di una strabiliante quanto inverosimile scoperta teologica, bensì di qualcosa che molto più prosaicamente aiuterebbe a comprendere un meccanismo che è alla base dell'esistenza della materia, quello che darebbe "consistenza" a quest'ultima: la particella (bosone) di Higgs.

Il 13 dicembre scorso, entrambi i coordinatori italiani degli esperimenti CMS e ATLAS hanno dato notizia della presenza di segnali coerenti con la possibile comparsa del bosone di Higgs, quello che più popolarmente è conosciuto come "la particella di Dio", il segno inequivocabile dell'esistenza del cosiddetto "campo di Higgs", che permea tutto lo spazio e che, nell'interazione con le altre particelle, attribuirebbe a queste ultime una grandezza fondamentale, la loro massa. Il risultato ottenuto non è la prova oggettiva della sua presenza:

l'evidenza sperimentale ottenuta darebbe indicazioni molto precise sul valore della sua massa, pari a circa cento volte quella del protone: 124-125 GeV (gigaelettronvolt, che è una unità di energia, perché i fisici delle particelle non lavorano con l'unità di massa, bensì con la sua trasformata che si basa sull'equivalenza massa-energia). Insomma, non è stato trovato ancora il proiettile, bensì la pistola fumante. Entrando più nel merito, i fisici, per dare certezza ai loro esperimenti, ragionano in termini di "deviazione standard": il risultato ATLAS a livello statistico è coerente fino a un massimo di 3,6 deviazioni standard, mentre il CMS riferisce di un segnale che arriva a 2,6 deviazioni standard. Nella fisica delle alte energie, una significatività statistica di 5 deviazioni standard è considerata prova dell'esistenza di una particella; 3 deviazioni standard potrebbero invece rappresentare una evidenza della sua "probabile" esistenza. Il bosone di Higgs sarebbe l'anello mancante della teoria che descrive il complesso delle parti infinitesime che compongono la materia (particelle elementari) e delle loro interazioni, il cosiddetto "Modello Standard". Teoria elegante e sofisticata, ma che nella sua trattazione matematica presenta una imbarazzante situazione riguardo a certe soluzioni che offrono come risultati degli infiniti. Beninteso, la teoria si adatta ottimamente alla descrizione del mondo delle particelle fondamentali e al momento non ne esiste una migliore, ma per evitare questi

(segue)

fastidiosi infiniti, i fisici teorici hanno dovuto rinunciare, in determinate situazioni, a prendere in considerazione le masse delle particelle. In definitiva, il Modello Standard spiegherebbe ogni cosa alla perfezione, ma non la massa degli oggetti. L'unico modo in cui quest'ultima, cacciata dalla porta, possa rientrare dalla finestra senza produrre infiniti, è quello di teorizzare un campo che offra la giusta soluzione. Ma nel mondo infinitesimo, gli esperimenti non riescono a vedere il campo, bensì la particella che lo identifica, un po' come se la scoperta di una pallina da tennis farebbe supporre l'esistenza di un campo da tennis o un pallone da calcio quello ad esso corrispondente. Il campo di Higgs conferirebbe massa alle particelle attraverso un meccanismo che può essere descritto immaginando un salone in cui sia presente una distribuzione uniforme di persone. Se dalla porta dovesse entrare un tizio famoso, è facile immaginare che attorno ad esso, magari per chiedere autografi, si addenserebbe un certo numero di ammiratori, tra i presenti, col risultato di frenare il suo incedere. Ecco, l'effetto di questo addensamento corrisponderebbe all'attribuzione di "massa". Se perdiamo le chiavi di casa di notte per strada, l'unica possibilità di trovarle è di cercarle sotto un lampione. Nel caso del bosone di Higgs, dal baluginio che ha attratto la nostra attenzione, forse adesso sappiamo sotto quale lampione cercare.

(Emilio Santoro)

Il sistema elettrico europeo sempre più verde

Prosegue il processo di decarbonizzazione del sistema elettrico europeo che nel 2011 ha visto crescere del 37,7% le installazioni su impianti a fonte rinnovabile, segnando il record del 71,3% di tutta la nuova potenza installata nell'Unione Europea (32 GW su un totale di 45 GW).

Lo ha riferito *Wind in Power*, il rapporto annuale della European Wind Energy Association sul mercato elettrico europeo, che mostra come nell'ultimo anno la potenza dismessa da impianti a petrolio e nucleari sia stata superiore alle nuove installazioni, mentre il saldo della potenza su impianti a gas naturale e a fonti rinnovabili sia risultato ampiamente positivo (figura 1). Nel 2011 il fotovoltaico, con 21 GW di installazioni, pari al 47% di tutta

la nuova potenza dell'UE, è diventato il principale mercato del settore elettrico, superando per il secondo anno consecutivo l'eolico (9,7 GW pari al 21% del totale) e per la prima volta anche il gas (9,6 GW pari al 22% del totale). Complessivamente le installazioni di queste tre tecnologie hanno costituito quasi il 91% del mercato elettrico europeo nell'ultimo anno. La rimanente quota è rappresentata per circa metà dalle installazioni su impianti a carbone (2,2 GW pari al 4,8% del totale), seguiti da quelli a petrolio (700 MW pari all'1,6%), dal grande idroelettrico (606 MW pari all'1,3%), dal solare a concentrazione (472 MW pari all'1,1%) e da tutte le altre tecnologie con meno dell'1% del totale.

Il sistema elettrico europeo è da diversi anni in forte trasformazione in un'ottica di sostenibilità. Dal 2000 ad oggi, infatti, l'unica fonte tra quelle fossili che presenta un saldo

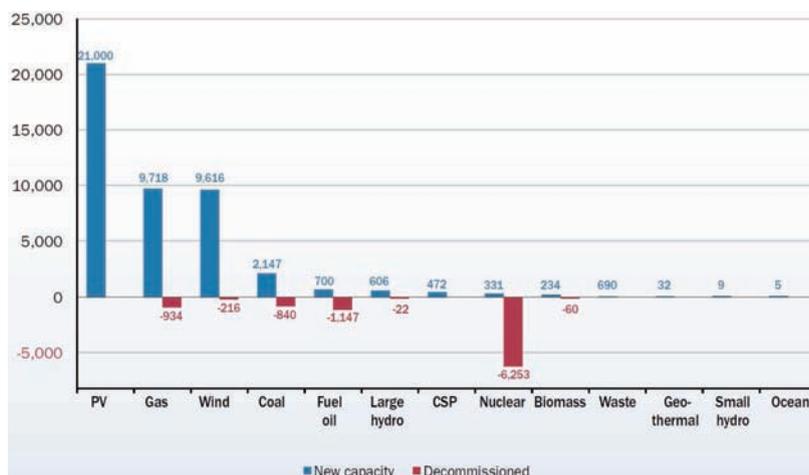


FIGURA 1 Nuova potenza installata e dismessa nel settore elettrico europeo nel 2011 (MW)

Fonte: EWEA



positivo delle installazioni è il gas naturale (+116 GW), la meno inquinante e allo stesso tempo anche la tecnologia più installata nell'UE. Presentano un saldo positivo anche le tecnologie per la produzione di energia elettrica da fonti rinnovabili, essendo di più recente introduzione e trainate dalla forte espansione dei mercati di molti Stati membri. Tra le rinnovabili l'eolico presenta l'incremento maggiore nel periodo 2000-2011 (+84 GW), secondo il fotovoltaico (+47), che ha avuto una esplosione negli ultimi anni e a seguire tutte le altre rinnovabili con incrementi netti molto più ridotti.

I cambiamenti avvenuti negli ultimi anni all'interno del sistema elettrico europeo sono un chiaro esempio di come la transizione verso modalità di produzione di energia da fonti *low-carbon* sia ormai un processo avviato e consolidato in molti Paesi. Tuttavia, è la stessa Commissione Europea ad alertare sul fatto che nel lungo termine le politiche attuali consentiranno di arrivare solo a metà dell'obiettivo finale di una economia a basse emissioni di carbonio (-80% di emissioni nel 2050 rispetto al 1990)¹. È per questo motivo che sin da ora ogni Stato membro dovrebbe elaborare tabelle di marcia che individuino un percorso verso la definizione e l'implementazione di nuove e più ambiziose politiche per la sostenibilità che siano allo stesso tempo efficaci ed anche efficienti in termini di costi.

(Andrea Fidanza)

¹ Commissione Europea, COM(2011) 112 definitivo.



ORGANISMI GENETICAMENTE MODIFICATI

È stata recentemente pubblicata una raccolta di articoli di vari ricercatori e studiosi impegnati nel campo degli organismi geneticamente modificati, tra cui Luigi Rossi e Rosella Franconi dell'ENEA. Le riflessioni del curatore del volume sul materiale raccolto

In Italia vietata la sperimentazione delle biotecnologie in campo aperto

■ Elio Cadelo

La conoscenza delle leggi della genetica da parte dell'uomo sta modificando non solo il pianeta, ma anche la nostra cultura, in nostro modo di pensare ed il nostro modo di essere nel mondo. La genetica inizia con la scoperta delle leggi di Mendel nell'800 ma l'anno della svolta, che renderà possibile gli sviluppi dell'ingegneria genetica è il 1953, anno in cui Crick e Watson scoprirono la doppia elica del DNA. Da allora, in 60 anni, sono stati fatti passi da gigante: è stato decifrato il codice genetico dell'uomo, ma anche quello di diverse specie animali e vegetali, si sono scoperte le cause di numerose malattie, si è preso coscienza che le somiglianze o le diversità tra le specie dipendono da un ristrettissimo numero di geni. Insomma, la genetica ci ha spiegato che il nostro DNA differisce da quello di uno scimpanzé soltanto per il 2%, che, sempre da un punto di vista genetico, siamo più simili al corallo che non al topo con il quale condividiamo il 90% dei geni. Con le piante condividiamo tra il 30 ed il 50% dei geni e "condividere un gene" significa che quel gene in comune con una pianta può essere teoricamente trasferito nell'uomo o viceversa continuando ad esprimere lo stesso carattere genetico. O meglio il gene, una volta spostato da una specie o da un genere all'altro, continua a fare il suo lavoro in armonia con il resto del genoma.

Se le scoperte della genetica hanno dimostrato che esiste un'unità tra tutte le forme viventi e che esse nascono, crescono e muoiono in base alle stesse leggi, ha anche messo in crisi le categorie create nei secoli scorsi per classificare le diverse forme di vita (famiglie, generi, specie ecc.) facendo perdere di senso ai vecchi schemi che vedevano l'uomo come il fine dell'evoluzione. Infatti sorprende che siamo molto simili allo scimpanzé e molto diversi dall'orangutango che pure sembra assomigliarci di più. Ma sorprende anche il fatto che possa dipendere da uno o più geni inseriti in una catena di migliaia il fatto che una persona sia più o meno intelligente o predisposta a una determinata malattia così come la lunghezza della vita dipenda da una sequenza scritta a caso ed in un determinato modo e dalle condizioni ambientali. Basterebbe rimuovere o cambiare quel gene per rendere la vita di un individuo diversa. Tutto ciò allarma ed è causa di ansie, paure ma anche di speranze.

Per essere più chiari diciamo che il DNA di un individuo è costituito da una lunghissima catena comprendente anelli più piccoli chiamati *nucleotidi* e sono costituiti solo da quattro basi azotate: l'*adenina*, la *citosina*, la *guanina* e la *timina*, ovvero A-C-G-T. Una sequenza di qualche migliaio di basi azotate costituisce un gene che contiene le istruzioni per produrre una determinata proteina. Insomma, la diversa sequenza di questi nucleotidi in un gene è una scrittura diversa e quindi un insieme di istruzioni diverse per sintetizzare una determinata proteina del nostro corpo o di

■ Elio Cadelo

Giornalista Giornale Radio Rai, scrittore e divulgatore scientifico

quello di un animale o di una pianta. Molti geni, quindi, sono identici da specie a specie e se scambiati da un organismo ad un altro possono sintetizzare la stessa proteina.

Questo è molto importante perché oggi sappiamo che ogni funzione di ogni essere vivente dipende dai suoi geni. Così, per esempio, se una pianta non resiste al freddo, si può cercare di ritracciare in un'altra pianta, ma anche in un animale o in un batterio, un gene capace di determinare la resistenza alle basse temperature e trasferirlo con la tecnica del "DNA ricombinante". Queste operazioni, però, non sono così semplici come può apparire. Richiedono tempo e conoscenze adeguate ed alla fine può accadere che, per una serie di ragioni, l'operazione non vada a buon fine perché non dà gli esiti desiderati. Per arricchire una pianta con determinate proprietà si possono eliminare uno o più geni, per ritardare o rallentare la maturazione per esempio, o si può raddoppiare una determinata sequenza utilizzando gli stessi geni della pianta. Oppure, se si scopre che una certa pianta ha sviluppato una resistenza ad un determinato parassita si può trasferire il gene che codifica quella resistenza.

Un po' di storia

L'*Homo sapiens* nel corso della sua evoluzione ha imparato a modificare l'ambiente in cui viveva per ottenere più cibo e, in generale, condizioni di vita migliori. Questa capacità è coincisa con la capacità di addomesticare specie animali e vegetali a scopo principalmente alimentare, un duro lavoro iniziato migliaia e migliaia di anni fa, quando l'uomo ha cominciato a selezionare e coltivare le prime piante. Il grano, per esempio, non era così come lo vediamo oggi nei campi. La pianta originaria, selvatica, non appena si avvicinava alla maturazione faceva cadere i chicchi nel terreno affinché nascessero altre piante, quindi, come tutte le forme di vita su questa Terra aveva lo scopo di riprodursi, non di sfamare l'uomo.

Sono oramai molti millenni che il grano mantiene i chicchi nella spiga fino alla maturazione affinché possiamo raccoglierci, ma questo, come in altre piante, accade perché abbiamo selezionato i tipi che ci sono più utili per soddisfare nostre esigenze alimentari. In altre parole quando guardiamo un campo di grano, e questo ci sembra espressione della bellezza della natura,

in realtà stiamo ammirando una coltivazione di piante "innaturali" in quanto obbediscono alle nostre esigenze alimentari e se abbandonate a sé stesse nel giro di due anni scomparirebbero perché hanno perso la loro competitività "naturale".

La storia del grano è particolarmente utile per capire che ciò che mangiamo è frutto di una continua ed incessante modificazione genetica operata dall'uomo sulle piante. Negli anni 60, nei laboratori dell'ENEA (allora si chiamava CNEN) della Casaccia a Roma, il gruppo di ricercatori diretto da Scarascia Mugnozza decise di irraggiare una varietà di grano che allora andava per la maggiore (il *Cappelli*) con raggi gamma, ovvero con fasci di neutroni al fine di ottenere delle mutazioni genetiche favorevoli. La storia è raccontata da Luigi Rossi, che fu tra i protagonisti di quell'esperimento, nel volume *Perché gli OGM* (a cura di Elio Cadelo, Palombi Editori, Roma, 2011). Scopo di quest'operazione era quello di cercare di ottenere una varietà di grano più bassa, quindi più resistente alle intemperie, con spighe più ricche e produttive. Dopo numerosi irraggiamenti con fasci di neutroni, selezioni, incroci, coltivazioni in serra, prove sperimentali in campo, nacque una nuova varietà di grano duro che fu chiamato *Creso*. Il nome fu scelto perché i ricercatori erano certi, data la qualità, che avrebbe arricchito gli agricoltori. E così fu. Venne registrato nel 1974 e per molti anni rappresentò l'80% del grano duro italiano (oggi meno del 20% perché è stato sostituito da nuove varietà di grano) e questo grazie al fatto di aver indotto mutazioni delle quali gli autori non conoscevano la base genetica.

Questa tecnica era già stata utilizzata da numerosi gruppi di ricerca sparsi per il mondo. In Cecoslovacchia nel 1965 fu creata una varietà di orzo, sempre tramite irraggiamento, chiamato *Diamant*, che permetteva di realizzare una birra migliore. Orzo modificato è utilizzato per produrre ottime birre e whisky in Inghilterra. Il famoso pompelmo rosa è stato "costruito" negli Stati Uniti con questa tecnica, così come molte insalate appetitose che compriamo al mercato e così via. Questi risultati sono stati ottenuti non conoscendo le basi genetiche che determinavano i caratteri che i ricercatori selezionavano. E, cosa ancora più stupefacente, è che questi prodotti di consumo quotidiano non vengono considerati OGM malgrado siano stati usati mutageni, cioè radiazioni, che hanno modificato

il genoma della pianta. Insomma, la legge considera OGM un organismo se per ottenerlo si usa la tecnica del DNA ricombinante, mentre per la legislazione europea non siamo in presenza di OGM se si usano altre tecniche che modificano ugualmente la struttura genetica. Possiamo solo commentare che siamo dinanzi ad una delle tante bizzarrie legislative del nostro tempo in quanto, ancora una volta “il principio di precauzione” viene utilizzato in maniera, quanto meno, difforme.

La scienza oggi

Per migliaia di anni l'uomo ha utilizzato l'esperienza per migliorare la produzione agricola. Metodi empirici che comunque hanno dato risultati importanti. Infatti nel tempo sono state domestiche decine e decine di piante alimentari. Cioè piante spontanee, poco utili all'alimentazione umana, sono state trasformate in piante domestiche che hanno contribuito a sfamare generazioni di uomini. Ma questa non è stata una vittoria sulla “natura spontanea” priva di conseguenze. L'aver realizzato frutti dolci, buoni e nutrienti ci ha messo in competizione con le altre specie per accaparrarsi i raccolti. Gli uccelli, per esempio, in molti casi sono stati un vero e proprio flagello, ma anche i topi e altri roditori. Ma soprattutto gli insetti, i parassiti e i batteri, molto più piccoli ma molto più perniciosi. Per questo motivo da tempo si fa uso di pesticidi: in passato, per esempio, si usava il verde rame per proteggere le vigne o la calce per gli alberi da frutto e prima ancora la fumigazione e altri espedienti. Con l'avvento della chimica si è fatto un uso massiccio dei pesticidi e degli erbicidi. La loro applicazione su larga scala ha prodotto i guasti ben conosciuti: malattie e decessi tra gli agricoltori che li hanno usati ma anche la distruzione dei batteri utili del terreno. Insomma, se la chimica ha avuto l'importante compito di far aumentare le rese agricole ha finito con l'inquinare i terreni, le falde acquifere ed anche l'uomo. Inoltre si sono selezionati, in molti casi, parassiti resistenti. Recentemente l'Unione Europea ha autorizzato la coltivazione del “mais transgenico Bt”. Bt sta per *Bacillus thuringiensis*, un batterio che si trova naturalmente nel terreno e che produce *delta-endotossine*, proteine che sono mortali per molti insetti mentre sono del tutto innocue per l'uomo e tutti i mammiferi, in quanto

l'ambiente acido del nostro stomaco disattiva queste tossine mentre l'apparato digerente alcalino degli insetti fa sì che la tossicità di queste molecole risulti letale.

Così si sono inserite nel cotone, nel mais, nella patata e in altri vegetali alcuni geni del Bt che codificano specifiche proteine fatali per taluni insetti. La coltivazione del mais Bt è stata autorizzata dall'Unione Europea ma l'Italia si è opposta. Strano paradosso: nel nostro paese non si coltivano OGM ma si importano. Importiamo mais Bt e soia OGM dagli Stati Uniti, Brasile, Argentina ecc. per l'alimentazione animale.

Oggi gli scienziati sono in grado, grazie all'ingegneria genetica, di trasferire in alcune piante il gene che permette di auto-proteggersi ad alcuni virus e parassiti evitando l'uso massiccio della chimica. Per rendere una pianta resistente ad un virus si usa più o meno la stessa tecnica che si usa per le vaccinazioni: inoculando pezzi di proteine del virus nel nostro organismo il sistema immunitario impara a riconoscere l'agente infettivo. Così nel genoma della pianta viene inserito il gene che codifica una proteina della capsula esterna del virus: le piante conservano nelle diverse generazioni questa caratteristica e questo facilita non poco le cose. Questa tecnica si è dimostrata molto efficace nelle zucchine, zucche, patate, papaya ed altri vegetali.

Questo il quadro generale entro cui si muovono la scienza e la ricerca scientifica. Gli OGM, però, ci offrono lo spunto per riflettere sull'opportunità di sviluppare la nostra agricoltura, la nostra economia e la ricerca scientifica. In molti paesi si sta investendo moltissimo nella produzione di farmaci ottenuti direttamente da piante o per arricchire talune piante alimentari di vitamine, antiossidanti o di fattori protettivi antitumorali. La ricerca mondiale sta compiendo passi da gigante in questo settore e presto, molto presto, i nostri ricercatori saranno tagliati fuori con conseguenze gravi sull'economia. Paesi come la Cina, l'India, il Brasile, l'Argentina ed altri, il cui PIL cresce ogni anno del 5-10%, hanno tutti scelto gli OGM e l'India, in particolare, grazie al cotone Bt42 è oggi il secondo maggiore esportatore mondiale. Nel 2010 le colture OGM hanno raggiunto 150 milioni e mezzo di ettari e continueranno ad aumentare. Presto la chimica dovrà cedere il passo alla genetica e i nostri prodotti agricoli inquinati dai pesticidi troveranno pochissimo mercato.

La paura che gli OGM facciano male alla salute è oggi indotta da una propaganda pericolosa che non ha nessuna consistenza scientifica tanto che l'Unione Europea, dopo aver condotto uno studio sugli OGM per 15 anni coinvolgendo 400 centri di ricerca e costato 700 milioni di euro, ha concluso che "le piante geneticamente modificate ed i prodotti sviluppati e commercializzati fino ad oggi ... non hanno presentato alcun rischio per la salute umana e per l'ambiente. Anzi l'uso di una tecnologia più precisa e le accurate valutazioni in fase di regolamentazione rendono probabilmente queste piante e questi prodotti ancora più sicuri di quelli convenzionali". Insomma, non c'è alcuna prova che gli OGM facciano

male, ma lo stesso non può dirsi di alcune produzioni biologiche come dimostrano i recenti fatti accaduti in Germania legati all'*Escherichia coli*, che ha infettato 4 mila persone e provocato la morte di oltre 40 di esse.

Bibliografia

- [1] *Perché gli OGM*, a cura di Elio Cadelo, Palombi Editori, Roma, 2011.
- [2] *Idea di Natura*, a cura di Elio Cadelo, Marsilio Editore, Venezia 2008.
- [3] *OGM tra leggende e realtà*, Dario Bressanini, Zanichelli editore, Bologna, 2009.
- [4] *Il biologo furioso*, Carlo Alberto Redi, Sironi editore, Milano, 2011.
- [5] *Genoma il Grande Libro dell'uomo*, Edoardo Boncinelli, Mondadori Editore, Milano, 2001.
- [6] *La Scimmia Pensante*, Robin Dunbar, Il Mulino, Bologna, 2004.



L'INCIDENTE NEL GOLFO DEL MESSICO

L'incidente petrolifero avvenuto nel Golfo del Messico nell'aprile 2010 è passato in secondo piano sui media: come si è evoluta la situazione e quali sono le misure prese per evitare nuovi incidenti? Di seguito riportiamo i più recenti aggiornamenti

Qual è la situazione a due anni dall'incidente del pozzo Macondo?

■ Antonio Martini, Eutizio Vittori

Qual è l'eredità oggi dell'incidente della *Deepwater Horizon*, a quasi due anni dal *blowout* nel Golfo del Messico?

Innanzitutto, va detto che le problematiche ambientali sono lontane dalla soluzione: molto petrolio è ancora sulle coste e in sacche sul fondo marino; sembra inoltre che ci sia uno strato di greggio in ispessimento intorno alla testa pozzo. La BP sta facendo fronte a milioni di cause per risarcimento ed ha già pagato circa 5 miliardi di dollari.

Dal punto di vista delle responsabilità, le due principali commissioni, della Casa Bianca e del BOEMRE/US Coast, hanno emesso i loro verdetti nel corso del 2011, individuando le cause del disastro nella volontà di tagliare i costi da parte di BP e in un insufficiente controllo federale. In particolare, il nuovo ente di controllo federale, il *Bureau of Ocean Energy Management, Regulation and Enforcement* (BOEMRE), ha pubblicato nel settembre 2011 i risultati finali della commissione d'inchiesta condotta insieme alla *US Coast Guard* per più di un anno (<http://www.boemre.gov/ooc/press/2011/press0914.htm>).

In estrema sintesi, la causa principale è identificata in

una cementazione gravemente difettosa, cui si sono aggiunte severe inadempienze. In sostanza, viene infatti denunciata la violazione di una serie di normative federali per la sicurezza della perforazione *offshore* da parte di BP, cui si sono aggiunte responsabilità anche di Halliburton e Transocean. Di fatto, alle stesse conclusioni, anche se meno documentate, si era giunti anche nei mesi immediatamente successivi all'evento. Al di là del caso specifico di *Macondo*, che sopravvivrà a lungo nelle aule dei tribunali e nell'ambiente e nell'economia di Louisiana, Mississippi, Alabama e Florida, la conseguenza principale negli USA è stata l'emanazione di norme molto più severe e restrittive per la ricerca e l'estrazione di idrocarburi *offshore*, un processo che è tuttora in corso e che sta imponendo nuove regole anche a livello internazionale.

Con le stesse finalità, anche se nell'Unione Europea esiste già un robusto apparato regolamentare in materia, la Commissione ha recentemente presentato una bozza di normativa su "Regulation of the European Parliament and of the Council on safety of offshore oil and gas prospecting, exploration and production activities"; il percorso per la relativa discussione è stato avviato in occasione della riunione dei Ministri dell'Energia il 24 novembre 2011 e proseguirà con meeting e incontri nei prossimi mesi.

In ambito europeo, a partire dal 1989, opera in proposito il North Sea Offshore Authorities Forum (NOAF), al fine di mettere a fattore comune le esperienze con l'obiettivo di garantire un continuo miglioramento nel-

■ Antonio Martini,

Ministero dello Sviluppo Economico, Direzione Generale per le Risorse Minerarie ed Energetiche, Ufficio Nazionale Minerario per gli Idrocarburi e le Georisorse

■ Eutizio Vittori

ISPRA, Dip Difesa del Suolo-Servizio Geologico d'Italia, Servizio Rischi naturali

la salute, sicurezza e ambiente nelle attività petrolifere nel Mare del Nord. I Paesi costituenti sono: Norvegia, Danimarca, Isole Far Oer, Germania, Olanda, Svezia, Gran Bretagna, Irlanda.

Dal settembre 2010, a seguito dell'incidente del "pozzo Macondo" nel Golfo del Messico, su iniziativa della Commissione, è stato attivato un coordinamento delle riunioni del NOAF con gli altri regolatori della UE; ciò al fine di includere nel dibattito sulle problematiche di settore e nello scambio di esperienze tutti i Paesi europei con attività *offshore* anche nel Mediterraneo e nel Mar Nero, quali Italia, Francia, Spagna, Malta, Grecia, Cipro, Romania e Bulgaria.

L'Italia prende parte regolarmente agli incontri, partecipando attivamente ai tavoli di lavoro sulla base delle rilevanti esperienze nel settore della ricerca e produzione di idrocarburi maturata in cinquant'anni di attività in *offshore*. In particolare, sul fronte italiano l'organizzazione coinvolta è la Direzione Generale per le Risorse Minerarie ed Energetiche (DGRME) del Ministero dello Sviluppo Economico, che partecipa con il suo specifico organismo tecnico, Ufficio Nazionale Minerario per gli Idrocarburi e le Georisorse (UNMIG), responsabile del controllo e della vigilanza delle attività (Legge 11 gennaio 1957, n. 6 e s.m.i., Decreto Legislativo 25 novembre 1996, n. 624).



Il precedente articolo "L'eruzione del pozzo Macondo nel Golfo del Messico: cause e conseguenze per l'industria petrolifera", dei medesimi autori, è stato pubblicato sul n. 1-2/2011 di *Energia, ambiente e innovazione*, pagg. 48-53. Il documento è inoltre disponibile alla pagina web <http://www.enea.it/it/produzione-scientifica/pdf-eai/gennaio-febbraio/ss-macondo.pdf>



DISSESTO IDROGEOLOGICO

Le alluvioni di novembre hanno colpito il Paese e l'opinione pubblica generando commenti a caldo di vario tipo; a freddo riportiamo le considerazioni degli esperti sui problemi del "dissesto idrogeologico" e sui possibili interventi di mitigazione del rischio

Cosa bisognerebbe fare

■ Luca Falconi, Claudio Puglisi

Una nuova serie di eccezionali eventi meteorologici ha determinato nell'ultimo autunno l'esondazione di fiumi e torrenti e l'innescò di fenomeni franosi in diverse aree del territorio nazionale. Liguria, Piemonte, Campania e Sicilia sono le regioni che hanno sofferto maggiormente di questa ennesima riproposizione delle criticità idrauliche e geomorfologiche cui è sottoposta la penisola.

Nei giorni successivi agli eventi, grande è stata l'attenzione dell'opinione pubblica e numerosi i commenti sui media sulle cause dei disastri, il cui taglio non sempre è apparso tecnicamente corretto. Utilizzando termini oramai fuori uso nella comunità scientifica (ad es. "smottamento" al posto di frana), confondendo a volte le cause che generano i fenomeni stessi con gli effetti provocati o invertendo il significato dei fondamentali concetti di *pericolosità* e *rischio*¹, ci sembra che sia stato sostanzialmente ridotto il contributo dei mezzi di informazione alla consapevolezza da parte della popolazione delle dinamiche dei fenomeni geomorfologici ed idraulici in atto. Consapevolezza il cui ruolo è fondamentale nel processo di sensibilizzazione, che costituisce una delle azioni con cui fronteggiare ogni tipo di rischio.

Ma a monte della sensibilizzazione c'è un percorso che parte dalla comprensione scientifica del fenomeno avvenuto, passa per la valutazione della potenzialità di accadimento di fenomeni futuri e giunge all'adozione di adeguate misure di mitigazione. In quest'otti-

ca, gli studi sulla pericolosità e sul rischio costituiscono una base indispensabile per la progettazione e realizzazione di opere di difesa, per una corretta pianificazione territoriale e per gli interventi di protezione civile. Purtroppo invece, all'indomani delle catastrofi, si assiste spesso al proliferare di opere la cui funzionalità e il cui dimensionamento non è stato preventivamente valutato tramite un'adeguata analisi del fenomeno naturale dal quale ci si vuole difendere.

In termini generali, la caratteristica alla base della elevata pericolosità geomorfologica ed idraulica, cui è soggetto il nostro paese, è la *natura geologicamente giovane* del territorio italiano, caratterizzato, cioè, da versanti acclivi, forti dislivelli e corsi d'acqua con un regime per lo più torrentizio, con portata idrica di magra, in estate, e di piena, in inverno, fortemente differenti. La situazione di base è stata aggravata negli ultimi anni da un netto incremento dell'intensità e della frequenza degli *eventi pluviometrici estremi*, causa scatenante di due tipologie di fenomeni strettamente collegati fra loro: le frane del tipo colate rapide di fango/detrito e le alluvioni improvvise (*flash-floods*). Tale aumento dell'intensità e frequenza delle precipitazioni è conseguenza, alle nostre latitudini, dei cambiamenti climatici in atto documentati dai più recenti rapporti della comunità scientifica internazionale².

A questo quadro generale vanno aggiunti altri parametri sia di origine naturale sia antropica che localmente aumentano la pericolosità del territorio. Tra le *cause naturali* delle colate rapide, ad esempio, oltre alla pendenza dei versanti ed alle caratteristiche di alcuni tipi di rocce affioranti, si possono annoverare la natura dei suoli soprastanti il substrato roccioso e

■ Luca Falconi, Claudio Puglisi

ENEA, Unità Tecnica Caratterizzazione, Prevenzione e Risanamento Ambientale

l'esposizione dei versanti. Tra le *cause antropiche*, invece, si riconoscono l'abbandono delle aree montane e la conseguente mancanza di manutenzione dei versanti, lo stato di abbandono dei sistemi di terrazzamento dei versanti e dei relativi circuiti di drenaggio superficiale e sub-superficiale, l'incremento del carico sui versanti dovuto allo sviluppo della vegetazione boschiva e del sottobosco in aree precedentemente coltivate, l'incuria dei versanti in corrispondenza dei tagli stradali. Per i processi idraulici hanno un ruolo fortemente negativo la cementificazione diffusa e la conseguente impermeabilizzazione del territorio, che incrementa l'entità del deflusso superficiale a discapito dei processi di infiltrazione, e la canalizzazione dei corsi d'acqua, che aumenta la velocità con cui le precipitazioni si riversano dalla parte alta dei versanti a valle (diminuzione del tempo di corrivazione).

La propensione allo sviluppo di frane e alluvioni in un territorio, quindi, oltre ad avere un connotato intrinseco naturale, è spesso incrementata da una non adeguata gestione umana. Negli ultimi decenni si è aggiunta l'azione dei cambiamenti climatici, rappresentata da un ampliamento delle aree soggette ad alluvioni e frane e dall'incremento della frequenza di accadimento e di intensità dei fenomeni stessi. Come se non bastasse, l'espansione urbana dissennata, che ha ignorato largamente la pericolosità naturale del territorio, ha determinato un drammatico incremento delle condizioni complessive di rischio. In questa ottica assumono un significato diverso i danni prodotti su agglomerati storici come, ad esempio quelli avvenuti nelle frazioni montane del messinese nel 2009, ed i danni prodotti, durante lo stesso evento, nelle zone costiere a carico di interi agglomerati urbani costruiti recentemente all'interno delle aree di pertinenza fluviale.

L'entità dei costi prodotti dalle catastrofi legate alle dinamiche climatiche, e tra queste quelle idrauliche e geomorfologiche, è in aumento a livello globale³. Il quadro italiano non è da meno⁴ e, considerando anche il peso delle perdite in vite umane, fa ritenere che il rischio attuale abbia superato abbondantemente la soglia di accettabilità. È il momento di incrementare la resilienza della nostra società attraverso azioni concrete di mitigazione ed adattamento^{5,6}, avviando una di quelle diverse "grandi opere" di cui il paese ha realmente bisogno. In particolare appare necessario:

- sviluppare i sistemi di monitoraggio dei dati meteo-

climatici (piovosità, saturazione del suolo, portata dei corsi d'acqua), utili ad approfondire le dinamiche di variabilità climatica ed in grado di costituire efficaci sistemi di allerta degli eventi calamitosi;

- sostenere economicamente l'approfondimento degli studi sulla pericolosità e sul rischio condotti dalle Autorità di Bacino (ora di Distretto) e contenuti nei Piani di Assetto Idrogeologico (PAI⁷), promuovendo il loro aggiornamento anche alla luce dei cambiamenti climatici in atto;
- migliorare il recepimento delle indicazioni di rischio contenute nei Piani di Assetto Idrogeologico (PAI) da parte degli strumenti di pianificazione territoriale, come ad esempio i Piani Regolatori Comunali;
- finanziare la manutenzione dei versanti e degli impluvi, favorendo gli interventi non strutturali rispetto a quelli strutturali e, per i processi idraulici, favorendo i processi di laminazione delle piene, e disincentivando l'innalzamento delle golene ed il confinamento dei corsi d'acqua in aree sempre più ristrette;
- implementare i Piani di Protezione Civile in sinergia con gli studi sulla pericolosità e sul rischio ed incrementare nella popolazione la consapevolezza del rischio e la conoscenza delle norme comportamentali attraverso robuste campagne di sensibilizzazione;
- sviluppare gli strumenti di monitoraggio dei costi della difesa del suolo in termini di inazione, di gestione delle emergenze e di gestione sostenibile (manutenzione, messa in sicurezza, monitoraggio), come, ad esempio, il progetto RENDIS⁸ dell'ISPRA;
- promuovere la riconversione delle aree montane, agendo sulle dinamiche socio-economiche connesse con la produzione e sostenendo la "redditività" della manutenzione dei versanti;
- sostenere economicamente e culturalmente la delocalizzazione degli insediamenti a maggior rischio;
- sviluppare competenze specifiche e incrementare la presenza di figure professionali del settore nelle amministrazioni locali;
- migliorare la cooperazione e la sinergia fra i diversi "attori", pubblici e privati che operano nella difesa del suolo.

La comunità scientifica ha avviato da decenni un percorso di supporto alla gestione del rischio idraulico e geomorfologico sviluppando, in primo luogo, stru-

menti che permettessero una visione organica dei processi avvenuti nel passato (Progetto AVI - CNR⁹). Nell'ambito geomorfologico, in seguito all'evento catastrofico di Sarno del 1998, si diede avvio all'implementazione di un Sistema Informativo Geografico contenente le informazioni relative ai fenomeni franosi contenute nei PAI (Progetto IFFI¹⁰ dell'ISPRA). Parallelamente, si è iniziato a dare maggiore importanza all'analisi della suscettibilità da frana del territorio, in uno sforzo diretto alla predizione delle aree potenzialmente soggette a fenomeni futuri. Gli studi prodotti in questa fase hanno costituito la base metodologica con cui alcune Autorità di Bacino hanno iniziato negli anni recenti a superare l'approccio inventaristico nella realizzazione dei PAI. Nei più recenti consessi nazionali ed internazionali, tra cui la "Conferenza nazionale sui Cambiamenti Climatici"¹¹ del 2007 ed il "Il World Landslides Forum"¹² tenutosi recentemente a Roma, è stata sottolineata la necessità che la comunità scientifica affini gli strumenti per contrastare lo scenario di dissesto attuale. Nel processo di riduzione del "dissesto idrogeologico", quindi, la ricerca gioca un ruolo fondamentale ed è imprescindibile che lo Stato si impegni a sostenere programmi di medio e lungo periodo in quest'ambito e, in particolare modo, le linee di ricerca dirette verso:

- la modellazione meteo climatica ed il *downscaling* ai contesti nazionali/regionali/locali dei dati relativi agli scenari globali dei cambiamenti climatici;
- l'analisi della pericolosità geomorfologica ed, in particolare, della suscettibilità e dell'intensità delle colate rapide;
- nuovi sistemi di allerta e monitoraggio, a scala nazionale e locale.

Il quadro di azioni appare fortemente impegnativo e ramificato ma solo affrontando il tema in maniera sistemica si potrà superare la situazione generale di incompatibilità tra le politiche di sviluppo socio-economico fino ad oggi adottate e le dinamiche proprie dell'ambiente naturale.

Note

- [1] Semplificando si può definire la pericolosità (P) come la probabilità che un evento naturale disastroso si verifichi in una data area in un dato periodo di tempo e con una data magnitudo, mentre il rischio (R) è indicativo del danno e perdita di vite umane che l'evento naturale stesso è potenzialmente in grado di determinare. Quindi, ad esempio, due frane analoghe che insistono una su di un'area totalmente disabitata e l'altra su di un centro urbano, possono avere pericolosità simile ma avranno certamente un rischio differente.
- [2] IPCC Fourth Assessment Report: Climate Change 2007 (AR4).
- [3] Nature, 481, 124-125 (12 January 2012) doi:10.1038/481124^o.
- [4] Terra e sviluppo. Decalogo della Terra 2010. Rapporto sullo stato del territorio italiano del Centro Studi del Consiglio Nazionale dei Geologi.
- [5] Commissione europea, Libro Bianco - L'adattamento ai cambiamenti climatici: verso un quadro d'azione europeo, COM(2009) 147.
- [6] Direttiva Comunitaria 2007/60 - Valutazione e gestione dei rischi di alluvioni.
- [7] Lo strumento normativo principale per la prevenzione dei rischi legati al dissesto idrogeologico in Italia è il Piano di Assetto Idrogeologico (PAI) redatto dalle Autorità di bacino sulla base della Legge 183/1989, del DL 180/98 e del DLgs. 152/2006.
- [8] <http://www.rendis.isprambiente.it/rendisweb/>
- [9] Negli anni '90, il Progetto Speciale AVI (<http://avi.gndci.cnr.it/>), commissionato dal Ministro per il Coordinamento della Protezione Civile al Gruppo Nazionale per la Difesa dalle Catastrofi Idrogeologiche (GNDCI) del Consiglio Nazionale delle Ricerche (CNR), aveva sviluppato un tipo di analisi basata esclusivamente su di un approccio inventaristico. Tra il 1279 ed il 2002, il catalogo AVI (CNR-IRPI) riporta 4.521 eventi con danni, di cui 2.366 relativi a frane (52,3%), 2.070 ad inondazioni (45,8%), ed 85 a valanghe (1,9%). Nello stesso periodo si hanno 13,8 vittime per anno in occasione di fenomeni franosi e 49,6 per anno per quelli alluvionali. Nonostante le numerose limitazioni, il censimento del Progetto AVI rappresentava il più completo ed aggiornato archivio di notizie su frane ed inondazioni avvenute in questo secolo realizzato in Italia fino ad allora.
- [10] Il Progetto IFFI (Inventario dei Fenomeni Franosi in Italia, <http://www.mais.sinanet.apat.it/cartanetiffi/>), realizzato dall'ISPRA e dalle Regioni e Province Autonome, fornisce un quadro dettagliato sulla distribuzione dei fenomeni franosi sul territorio italiano anche quando non pericolose per le infrastrutture urbane e territoriali in genere. L'inventario ha censito ad oggi 485.000 fenomeni franosi che interessano un'area di 20.721 km², pari al 6,9% del territorio nazionale.
- [11] Nel 2007 il Ministero dell'Ambiente affidò all'APAT (ora ISPRA) la realizzazione della "Conferenza nazionale sui Cambiamenti Climatici" in cui i ricercatori dei maggiori enti di ricerca nazionali, tra cui l'ENEA, evidenziarono le criticità dovute all'estremizzazione degli eventi meteorologici ed alle relative ripercussioni sul territorio. Relativamente ai processi idraulici e geomorfologici, le conclusioni della Conferenza posero particolare enfasi sull'incremento presumibile delle flash floods e delle colate rapide in alcune porzioni del territorio nazionale e sulla necessità che la comunità scientifica contribuisse attivamente alla predisposizione di misure adeguate al contenimento del rischio. Nelle "Conclusioni della conferenza sul Dissesto Idrogeologico" di Claudio Margottini (APAT), Daniele Spizzichino (APAT) e Giuseppe Onorati (ARPA Campania) si legge: "L'analisi degli impatti ha evidenziato l'estrema difficoltà nel comprendere le risposte del sistema ambientale, in termini di dissesto idrogeologico, a fronte di forzanti meteo-climatiche che hanno subito modificazioni e che, presumibilmente, ne subiranno di ulteriori ancora più intense. Ne consegue la necessità di sviluppare la conoscenza nei settori della ricerca di base, da cui far scaturire i corretti elementi previsionali, in grado di condizionare le politiche pianificatorie e di adattamento del prossimo futuro".
- [12] <http://www.wlf2.org/>



Efficienza energetica e fonti rinnovabili: facce diverse della stessa medaglia

Puntare sulle energie rinnovabili o sull'efficienza energetica? Una domanda oziosa, ma il decreto legislativo 28 del 3 marzo 2011 sulla promozione dell'uso dell'energia da fonti rinnovabili rischia di metterle in contrapposizione. Non considerare il risparmio energetico una fonte assimilata alle rinnovabili rischia di far consumare più energia primaria

■ *Michele Vio*

Una delle domande più frequenti nei dibattiti energetici è se convenga puntare sulle energie rinnovabili o sull'efficienza energetica. Personalmente la trovo una domanda tanto inutile, quanto dannosa, figlia di una visione più politica che tecnica del problema energetico.

Dal punto di vista tecnico una strada non può vivere senza l'altra: quando si usano le fonti rinnovabili si fa efficienza energetica e non si può fare efficienza energetica senza prendere in considerazione le fonti rinnovabili. Se si limita il discorso al riscaldamento, è rinnovabile tutto ciò che permette di generare più energia termica di quanto non sia l'energia del combustibile bruciato per generarla, ovvero quando il rapporto di energia primaria (REP) è superiore a 1.

Quindi, basterebbe ragionare solo sul rapporto di energia primaria complessivo dell'intero sistema e puntare ad ottenere il valore più alto in assoluto, per effettuare una progettazione consapevole. Purtroppo, a livello normativo si sta agendo in modo diverso. La direttiva europea sulle fonti rinnovabili, recepita dal Decreto Legislativo 28/11[1], punta a percentuali minime di fonti rinnovabili, e crea una pericolosa dicotomia con l'approccio basato sul rapporto di energia primaria. L'aggettivo "pericolosa" è doveroso, perché

in alcuni questa visione rischia di far sprecare energia.

Un semplice esempio chiarisce bene il problema. Si supponga di avere un sistema che richieda 100.000 kWh elettrici e 150.000 kWh termici. Se queste due energie fossero soddisfatte da un impianto di cogenerazione, con rendimento elettrico pari al 35% e rendimento termico pari al 52,5%, il rapporto di energia primaria sarebbe 0,875: si brucerebbe combustibile per 250.000 kWh. La cogenerazione, però, non rientra tra le tecnologie in grado di sfruttare le fonti rinnovabili, a meno che non sia alimentata da biocombustibili. Il DLgs 28/11 imporrà dal 2017 che il 50% dell'energia termica per il riscaldamento, raffrescamento e acqua calda sanitaria sia prodotto da fonti rinnovabili. Quindi, scartata la cogenerazione, si decide di utilizzare un impianto solare in grado di produrre 75.000 kWh termici, il 50% dei necessari. Rimane comunque da produrre in modo convenzionale 100.000 kWh elettrici e 75.000 kWh termici: per farlo bisogna bruciare combustibile per circa 327.300 kWh, nel caso si applichi come rendimento di produzione e distribuzione della rete elettrica il valore europeo di 0,4, oppure 295.000 se invece si adotta il valore della sola rete nazionale, pari a 0,46. In ogni caso, il valore di REP è inferiore a quello della cogenerazione: 0,764 nell'ipotesi di rendimento elettrico della rete pari a 0,4, oppure 0,848 nell'ipotesi di rendimento elettrico della rete nazionale.

■ **Michele Vio**

Presidente AiCARR (Associazione italiana Condizionamento dell'Aria, Riscaldamento, Refrigerazione)

L'esempio è chiaro: il rispetto del DLgs porta a far consumare più energia primaria. Esempi simili se ne possono fare molti, e AiCARR li ha fatti nel proprio documento "Posizione AiCARR sul DLgs 28/11 relativamente alle rinnovabili termiche" [2], scaricabile gratuitamente dal sito. Non a caso, AiCARR propone di ragionare sul valore di REP del sistema per calcolare la percentuale di energia rinnovabile.

Il problema è politico: le fonti rinnovabili colpiscono la fantasia popolare, sono immediatamente visibili e riconoscibili. Campi fotovoltaici, pale eoliche possono piacere o meno, possono essere considerati come una manifestazione di civiltà o una deturpazione del paesaggio, ma chiunque può averne una percezione immediata. Efficienza energetica è un concetto più astruso per i non addetti ai lavori, più evanescente: "Non ti puoi fare fotografare vicino all'efficienza energetica", ho sentito saggiamente commentare da un relatore ad un convegno mentre mostrava l'ex premier britannico Tony Blair particolarmente tronfio vicino ad un pannello fotovoltaico.

Da qui nasce l'idea di imporre un valore minimo di energia da fonte rinnovabile, in modo completamente avulso dal consumo reale di energia.

Il ruolo della legislazione

Non scopriamo oggi le fonti rinnovabili: già la legge 10 del 1991 e i suoi decreti attuativi le rendeva obbligatorie per tutti gli edifici ad uso pubblico qualora non vi fossero impedimenti di natura tecnica o economica. Il calcolo economico andava fatto con il metodo del ritorno semplice, ed il tempo di ritorno dell'investimento non doveva superare gli 8 anni, per edifici in Comuni con un numero di abitanti inferiore a 60.000, 10 anni negli altri casi.

Quanti hanno visto edifici pubblici utilizzare prima del 2006 queste tecnologie? È stata forse la disposizione di legge più disattesa in Italia: il vero scandalo è questo, non certo l'abolizione del nucleare. È un bel gioco immaginare dove saremmo, dove sarebbe la nostra industria se questi obblighi di legge fossero stati rispettati davvero. Adesso ci riproviamo: c'è l'Europa di mezzo e a questa dobbiamo attenerci.

La legislazione di un paese è molto importante, perché indica all'industria la strada da seguire nello sviluppo dei prodotti. Altrettanto importanti sono le con-

seguenze sul piano tariffario e fiscale. Gli esempi del passato si sprecano. I costruttori tedeschi propongono da sempre lavastoviglie e lavatrici molto silenziose, perché da sempre in Germania vige una tariffazione dell'energia elettrica più bassa nelle ore notturne. In Italia gli esempi sono spesso negativi. L'entrata in vigore negli anni 80 del superbollo per le auto a gasolio impedì nel nostro paese lo sviluppo di un mercato del diesel pari a quello europeo: così la Fiat, quando brevettò il Common Rail, pensò di non avere numeri di auto sufficienti per il suo sfruttamento e la vendita del brevetto a Bosch sembrò l'affare migliore. Il disastro degli incentivi sul fotovoltaico è storia di questi giorni: migliaia di aziende messi in crisi dal blocco del mercato dovuto a totale incertezza.

Certezze e dubbi del Decreto Legislativo 28/11

Il DLgs 28/11 è un'occasione da non perdere: è fondamentale che il legislatore dia prima possibile indicazioni chiare, precise e univoche.

La domanda che sorge spontanea è se esistano già le tecnologie per il soddisfacimento dei limiti previsti. La risposta non è semplice: dipende da cosa si intenderà per energie rinnovabili, da quali sorgenti si potrà attingere senza troppi problemi burocratici. L'articolo 2 del decreto definisce come energia da fonti rinnovabili quella proveniente da "*fonti rinnovabili non fossili, vale a dire energia eolica, solare, aerotermica, geotermica, idrotermica e oceanica, idraulica, biomassa, gas di discarica, gas residuati dai processi di depurazione e biogas*".

Finalmente, grazie a questa definizione si prendono in considerazione seriamente le "rinnovabili termiche", le pompe di calore in particolare, che sfruttano l'energia aerotermica, geotermica e idrotermica. Anzi, le pompe di calore elettriche sono particolarmente premiate in termini di percentuale dell'energia rinnovabile sfruttata.

Questa è una buona notizia per l'industria italiana che è leader mondiale nelle pompe di calore, assieme a quella giapponese, più di quella statunitense. Ai profani sembrerà un'affermazione forte, ma è la realtà. Gli italiani sono specializzati in sistemi idronici, ovvero pompe di calore che producono acqua calda, mentre i giapponesi sono specializzati nei sistemi ad espansione diretta a portata di refrigerante variabile.

In particolare le aziende italiane si sono specializzate nelle macchine ad aria (ovvero quelle che sfruttano l'energia aerotermica) con sistemi di recupero molto raffinati: le versioni più evolute sono in grado in estate di produrre acqua calda sanitaria e fornire gratuitamente energia per il condizionamento dell'aria, con consumi totali molto ridotti.

Spesso si sente obiettare che le aziende italiane sono rimaste indietro nelle pompe di calore geotermiche, ma è un'obiezione senza senso, se si conosce bene cos'è una pompa di calore. Le macchine geotermiche sono molto più semplici da costruire rispetto ad una pompa di calore aerotermica, per tutta una serie di motivi legati alla complessità del ciclo frigorifero: in Italia ne sono state costruite finora poche solo perché il sistema non era conosciuto, ma non esiste alcun gap tecnologico.

Tornando alla domanda posta in precedenza, per il residenziale non sarà certo un problema raggiungere la quota del 50%, ma lo sarà molto di più ad esempio per un centro commerciale, specialmente nel Sud Italia per potenze molto elevate.

Il decreto è *riduttivo* quando indica un unico valore in tutta Italia: in alcune zone e per alcune applicazioni il 50% potrebbe essere pura utopia, in altre addirittura un limite troppo basso. Inoltre, bisognerebbe ragionare in termini assoluti e non percentuali, più sul REP che sulla percentuale da fonti rinnovabili.

Il decreto fornisce una deroga nel caso di reti di tele riscaldamento. La cosa è intelligente, se la rete è collegata ad un sistema cogenerativo, quindi ad una centrale di produzione dell'energia elettrica. Personalmente estenderei la deroga anche ai *sistemi cogenerativi per una singola utenza* nella convinzione che la prima energia rinnovabile da sfruttare sia il cascame derivante da un'altra produzione: l'energia termica nel caso della produzione dell'energia elettrica.

Erano le famose fonti assimilate alle rinnovabili richiamate dalla legge 9 del 1991, da sfruttare sempre, se si ragiona in termini di REP: la prima fonte rinnovabile è un cascame termico per un'altra produzione energetica, come il calore nel caso di energia elettrica. Se questa impostazione non sarà accettata, alcune di queste fonti preziose saranno perse, proprio a causa di un illogico calcolo sulla sola percentuale di rinnovabile.

Il documento AiCARR mostra come non considerare il

recupero di calore dell'aria espulsa come fonte rinnovabile può portare ad errori clamorosi, come quello di premiare impianti che consumano molta più energia di altri, più virtuosi, ma esclusi dalla mera definizione riportata in una legge. Lo stesso dicasi per la cogenerazione: puntare solo sulla cogenerazione da biomassa è un enorme errore sia dal punto di vista strategico (quanto influirà la speculazione sul costo del combustibile in caso di siccità?) sia dal punto di vista energetico (quanto costa davvero in litri equivalenti di petrolio produrre e trasportare alcune tipologie di biomassa?).

Un altro dubbio è se il *free-cooling* (raffreddamento gratuito) estivo verrà considerato energia rinnovabile oppure no. Non si comprende dalla sola definizione di energia aerotermica: il *free-cooling* sfrutta direttamente l'aria esterna opportunamente trattata per raffreddare gli ambienti nella mezza stagione e nei giorni più miti dell'estate.

La paura più grande, però, è ancora un'altra: le sorgenti di energia rinnovabile le lasceranno usare liberamente oppure no? Pensiamo alla falda acquifera: permette di sfruttare il *free-cooling* estivo abbinata con sistemi di climatizzazione radiante a soffitto ed è la sorgente ideale per le pompe di calore, sia in inverno che in estate, soprattutto in certe zone della Pianura Padana dove è fruibile a pochi metri dal suolo e con bassi costi energetici per il suo prelievo. In tutti i paesi del Nord Europa si utilizza tranquillamente: da noi è tabù quasi ovunque.

La tecnologia l'abbiamo: il problema è lasciarcela utilizzare.

Nuove logiche di progettazione: risparmiare energia significa liberare fonti rinnovabili

Malgrado ciò, il DLgs 28/11 è sicuramente positivo perché richiederà di cambiare totalmente le logiche di progettazione degli impianti e in particolare cambierà il modo di percepire i risparmi energetici ottenibili.

Fino ad ora si è sempre ragionato più in termini di risparmi economici che risparmi energetici, nel senso che i secondi erano presi in considerazione solamente se si ottenevano i primi. Il DLgs 28/11, invece, impone rispetto di percentuali ben precise di fonti energetiche rinnovabili. Dal 2017 sarà obbligatorio produrre il

50% di tutta l'energia da fonti energetiche rinnovabili, sommando tra di loro i consumi dell'impianto di climatizzazione (riscaldamento invernale e condizionamento estivo) e la produzione di acqua calda sanitaria.

Parlare di percentuali può essere sempre fuorviante, perché non permette di comprendere l'entità assoluta in quanto si vuole raggiungere: nel caso di edifici adibiti al commercio questi valori possono essere enormi, quantificabili in centinaia di migliaia di kWh annui. Il problema principale che si porrà al progettista sarà quello di reperire le sorgenti rinnovabili, più ancora del costo della loro installazione. Per comprendere il problema proviamo semplificare le cose ipotizzando che si utilizzi esclusivamente il Sole come sorgente rinnovabile.

Per posizionare i pannelli solari, sia termici che fotovoltaici, è necessario reperire delle superfici sufficientemente grandi. Limitandosi per ulteriore semplicità al solo solare termico, si può stimare in 1000 kWh medi sul territorio nazionale l'energia termica producibile annualmente da 1 m² di superficie: ciò significa che ogni metro quadro di pannello fotovoltaico permette rispetto della normativa fino ad un consumo di 2000 kWh termici.

Ragionando al contrario, si può dire che il risparmio di questi 2000 kWh termici permette non tanto di evitare la posa di 1 m² di pannelli solari termici, quanto di destinare la superficie ad altro utilizzo. Un esempio chiarisce meglio il concetto: se si hanno a disposizione solamente 100 m² per posare i pannelli solari termici, si rispetta la normativa solo per un consumo termico di 200.000 kWh termici l'anno. Se il consumo è maggiore, bisogna in qualche modo integrarlo con altre fonti rinnovabili. Risparmiare energia direttamente sull'impianto permette di raggiungere più facilmente l'obiettivo, perché riduce i fabbisogni termici richiesti dall'edificio e quindi migliora la percentuale di fonti rinnovabili utilizzabili senza richiedere un aumento della loro quantità assoluta.

Lo stesso ragionamento può essere fatto anche per tutte le altre fonti rinnovabili (prima tra tutte la geotermia): il loro utilizzo richiede spazi disponibili, prima ancora di costare molto. Pertanto ogni piccolo risparmio va a favore del rispetto della normativa. Michelangelo asseriva che "la perfezione è fatta di dettagli": parafrasandolo si può sostenere che il risparmio ener-

getico si raggiunge come somma di tanti piccoli interventi. A parità di carichi endogeni, i fabbisogni termici di un edificio sono funzione della temperatura dell'aria e dell'irraggiamento solare. Più basse sono queste due grandezze, maggiore è il carico termico necessario per il riscaldamento invernale. Analogamente, più alte sono queste grandezze, maggiore è il carico termico per il condizionamento estivo.

È l'impianto a dover far fronte alla richiesta energetica dell'edificio. Contrariamente a quanto si crede, non tutti gli impianti si comportano in modo uguale, nel senso che, a parità di consumo energetico dell'edificio, la quantità di energia termica richiesta dall'impianto ai generatori può essere diversa. Gli impianti si possono dividere in tre categorie (figura 1):

- energeticamente neutri: trasferiscono ai generatori la stessa richiesta di energia dell'edificio
- energeticamente negativi: trasferiscono ai generatori una richiesta di energia superiore a quella dell'edificio
- energeticamente positivi: trasferiscono ai generatori una richiesta di energia inferiore a quella dell'edificio.

Osservando la figura 1 si può notare come positivi si possano ottenere dei risparmi consistenti nell'arco dell'anno, rendendo gli impianti energeticamente.

Un impianto può risultare energeticamente negativo per i seguenti fattori, frutto di errori di progettazione e/o di regolazione:

- eccesso d'aria di rinnovo
- temperatura mantenuta troppo alta in inverno e troppo bassa in estate

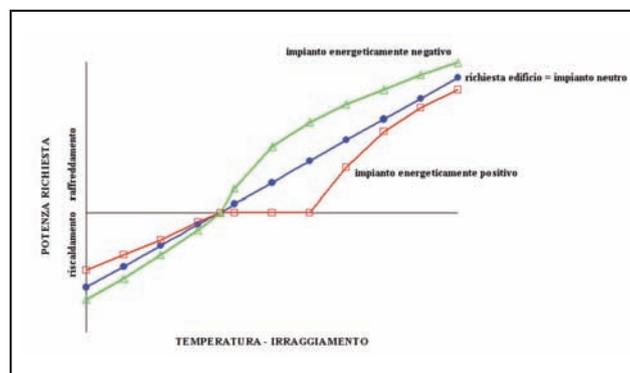


FIGURA 1 Impianti energeticamente positivi, neutri e negativi



- eccesso di umidificazione in inverno e di deumidificazione in estate
- eccesso di utilizzo di post-riscaldamento in estate.

Al contrario, un impianto può risultare energeticamente positivo grazie a:

- utilizzo di sistemi di recupero del calore dall'aria di espulsione
- utilizzo di sistemi di recupero rigenerativo per annullare i danni del post riscaldamento
- utilizzo di sistemi che richiedano temperatura ambiente più moderata (più fredda d'inverno e più calda d'estate)
- utilizzo di sistemi di *free-cooling*.

Dal punto di vista energetico, la correzione degli impianti da energeticamente negativi a energeticamente positivi è fondamentale, perché le massime differenze si realizzano per temperature dell'aria esterne molto frequenti nel clima italiano, quindi molto rilevanti al fine del consumo.

Tutti i fattori che contribuiscono a rendere un impianto energeticamente positivo dipendono dalla bontà della progettazione del sistema, compresa quella delle logiche di regolazione e controllo.

Attualmente, molti impianti sono energeticamente negativi. L'abilità dei progettisti e degli installatori sarà quella di trasformarli in impianti energeticamente positivi, utilizzando tutte le tecnologie disponibili presenti sul mercato. AiCARR sta facendo un grande lavoro

di sensibilizzazione attraverso i propri strumenti di diffusione: i convegni, la rivista, i seminari itineranti e i corsi della scuola sono tutti pensati per aiutare tutti gli operatori del settore a comprendere quale sia l'intervento migliore a seconda dei casi che si presentano.

Il ruolo dei software di progettazione

Per raggiungere in modo consapevole gli obiettivi di risparmio energetico che ci si è posti, è fondamentale avere a disposizione degli strumenti di calcolo validi con modelli matematici sufficientemente evoluti. In questa ottica, il lavoro che sta svolgendo ENEA con il software ODESSE (vedi l'articolo "A new tool for simulation of optimal design of the building-plant system" nella sezione Studi & ricerche, pag. 93) diventa di primaria importanza, perché solo un approccio "dinamico", ovvero che riesca a valutare con una certa precisione il sistema edificio impianto in ogni condizione di funzionamento può permettere simulazioni sufficientemente precise.

Bibliografia

- [1] DLgs 28/11, 3 marzo 2011, n. 28. Decreto di attuazione della direttiva 2009/28/CE sulla promozione dell'uso dell'energia da fonti rinnovabili, recante modifica e successiva abrogazione delle direttive 2001/77/CE e 2003/30/CE.
- [2] Posizione di AiCARR sul D.Lgs. 28/11 per gli aspetti riguardanti le rinnovabili termiche (sito ufficiale: www.AiCARR.org)



Stato e prospettive dell'efficienza energetica in Italia

I punti salienti del primo Rapporto Annuale sull'Efficienza Energetica dell'ENEA. Lo stato dell'efficienza energetica in Italia, l'analisi e la valutazione dei principali strumenti e tecnologie per la promozione dell'efficienza e del risparmio di energia nei settori d'uso finale. Le principali barriere agli interventi di "efficientamento" e le opzioni per il loro superamento

■ *Walter Cariani, Antonio Disi*

La maggiore dipendenza dalle importazioni rispetto al passato, le preoccupazioni sull'approvvigionamento dei combustibili fossili a livello mondiale e gli effetti del cambiamento climatico pongono i Paesi europei di fronte ad una sfida senza precedenti, costruire un'economia a bassa intensità energetica.

Per tale motivo la società civile, gli operatori di mercato e i responsabili politici tutti sono impegnati in una trasformazione del mercato interno dell'energia per fornire ai cittadini infrastrutture, edifici, elettrodomestici e mezzi di trasporto che utilizzino meno energia, ma consentano loro di fruire della stessa qualità di vita.

In Italia il tema dell'energia, così come affrontato fino ad oggi, ha mancato sempre di due pilastri fondamentali: una strategia, con una relativa pianificazione nazionale, e la stretta ed imprescindibile connessione tra sicurezza energetica e sicurezza ambientale.

Negli ultimi anni, invece, mostrando finalmente segnali significativi di un cambio di rotta strategica, il nostro Paese ha messo in campo una serie di strumenti funzionali alla costruzione di un quadro organico con un orizzonte di medio e lungo periodo.

L'efficienza energetica è uno di questi strumenti. La sua doppia natura legata ai miglioramenti tecnologici

ma anche a comportamenti consapevoli e responsabili verso gli usi energetici la rendono lo strumento più efficace dal punto di vista della praticabilità tecnica, finanziaria e socio-economica.

Lo stato dell'efficienza energetica in Italia

L'Italia è tradizionalmente uno dei Paesi dell'area OCSE a più elevata efficienza energetica: il consumo finale di energia per abitante, pari a 2,4 tonnellate equivalenti di petrolio/capita è, infatti, uno dei più bassi tra quelli dei Paesi a simile sviluppo industriale (2,7 tep/capita media UE).

L'intensità energetica primaria, che rappresenta la quantità di energia consumata per la produzione di una unità di prodotto interno lordo, nel 2010, è stata pari a 151,3 tep/M€00¹ (figura 1). Questo indicatore, che viene normalmente utilizzato per valutare l'efficienza energetica, tra il 1990 e il 2005, pur con un andamento altalenante, ha registrato una variazione trascurabile, mentre nel periodo 2006-2009 ha mostrato un continuo trend decrescente che ha fatto segnare una marcata riduzione (6%) a seguito della forte diminuzione della domanda di energia primaria (-8,8%), superiore alla contrazione del PIL (-3,0%).

I dati del 2010 fanno registrare un'inversione di tendenza, con un aumento dell'energia primaria maggiore di quello del PIL e conseguente aumento dell'in-

■ **Walter Cariani, Antonio Disi**

ENEA, Unità Tecnica Efficienza Energetica

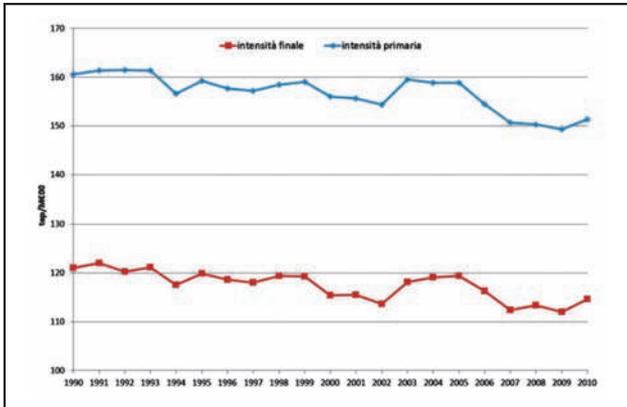


FIGURA 1 Intensità energetica primaria e finale nel periodo 1990-2010 (tep/M€00)

Fonte: elaborazione ENEA su dati MSE

intensità primaria (+1,4% rispetto al 2009) che ha determinato una variazione complessiva del -5,8% nel periodo 1990-2010.

L'intensità energetica finale presenta un andamento simile a quello dell'intensità primaria. Nel 2010 si è registrato un valore di 114,6 tep/M€001, con un aumento del 2,3% rispetto al 2009, mentre la riduzione complessiva nel periodo 1990-2010 è stata pari al 5,4%.

Tra il 1990 ed il 2010, l'Italia ha mostrato una riduzione dell'intensità energetica sia primaria, che finale, con un tasso medio annuo di riduzione pari a 0,30% per l'intensità primaria e 0,27% per quella finale (tabella 1).

| | 1990-2000 | 2000-2005 | 2005-2009 | 1990-2010 |
|--------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Intensità primaria | -0,29% | 0,36% | -1,51% | -0,30% |
| Intensità finale | -0,48% | 0,69% | -1,55% | -0,27% |

TABELLA 1 Variazioni nell'intensità energetica primaria e nell'intensità energetica finale (%/anno)

Fonte: elaborazione ENEA su dati MSE

Il raffronto dell'intensità energetica primaria per l'UE 27 (figura 2) evidenzia il buon posizionamento dell'Italia nel contesto europeo con una performance del -15% rispetto alla media UE27, del -5% rispetto alla Svezia, del -8% in confronto alla Germania e del -14% rispetto alla Francia, in ritardo invece rispetto alla Gran Bretagna (+18%) che ha compiuto progressi continuativi nell'ultimo trentennio.

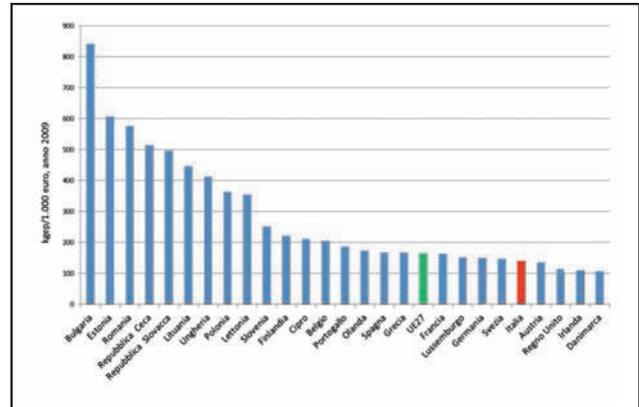


FIGURA 2 Intensità energetica primaria UE27, anno 2009 (ktep/1.000€)

Fonte: Eurostat

Il posizionamento dell'Italia su bassi valori dell'intensità energetica è da attribuirsi alla scarsità di fonti energetiche nazionali, alle proprie tradizioni culturali e sociali, alle caratteristiche del territorio, alla qualità delle prestazioni energetiche di molti sistemi e componenti prodotti dall'industria nazionale e, infine, alle politiche messe in atto in risposta delle crisi energetiche mondiali.

L'efficienza energetica nei settori di uso finale

Una valutazione che riflette meglio le variazioni di efficienza nei diversi settori e per l'intera economia può essere fatta ricorrendo all'impiego di indici di efficienza energetica che mettono in relazione il consumo energetico per produrre beni e/o servizi con la quantità di beni e/o servizi prodotta. In particolare, qui si fa riferimento all'indice ODEX, sviluppato nell'ambito del progetto ODYSSEE-MURE.

Nel 2009 l'indice di efficienza energetica ODEX per l'intera economia è risultato pari a 89,6 – fatto 100 il valore 1990 – e quindi il miglioramento dell'efficienza energetica rispetto al 1990 è stato pari al 10,4% (figura 3).

I vari settori hanno contribuito in modo diverso all'ottenimento di questo risultato: il residenziale è quello che ha avuto miglioramenti regolari e costanti per tutto il periodo 1990-2009; l'industria ha avuto significativi miglioramenti solo negli ultimi quattro anni; il set-

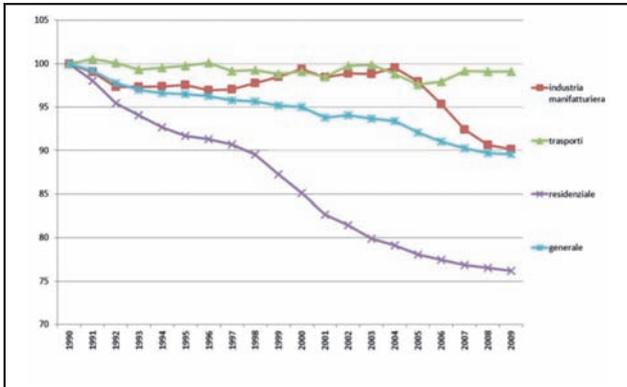


FIGURA 3 Indici di efficienza energetica (1990=100)
Fonte: elaborazione ENEA su dati MISE

tore dei trasporti, che ha mostrato un andamento altalenante, ha infine registrato gli incrementi di efficienza più modesti.

Una panoramica sugli strumenti e le tecnologie per l'efficienza energetica

Gli strumenti

La Direttiva UE 2006/32/CE dà estremo rilievo agli strumenti per il miglioramento dell'efficienza energetica ed alla valutazione dei risparmi conseguibili attraverso le varie misure attuate.

In Italia, gli strumenti adottati sia da soggetti pubblici che privati per rendere operative le politiche per l'efficienza energetica sono di varia natura:

- RD & D: misure governative di investimento o agevolazione degli investimenti in ricerca tecnologica, sviluppo, dimostrazione, nonché le attività di distribuzione;
- Formazione e sensibilizzazione: misure volte ad aumentare la conoscenza, la sensibilizzazione e la formazione tra i soggetti interessati o gli utenti²;
- Incentivi finanziari e sovvenzioni: misure che incoraggiano o stimolano determinate attività, comportamenti o investimenti utilizzando strumenti finanziari e fiscali;
- Accordi volontari: misure che nascono dall'impegno volontario di agenzie governative o enti del settore, sulla base di accordi formali;
- Permessi commerciabili: sistema di scambio di ti-

toli di emissione di gas a effetto serra (Emissions Trading System, ETS), sistemi di certificati bianchi di efficienza energetica derivanti dal risparmio energetico o da obblighi e sistemi di certificati verdi in base agli obblighi di produrre o acquistare energia di origine rinnovabile (in genere energia elettrica);

- Strumenti normativi: questa categoria copre una vasta gamma di strumenti con cui un governo obbliga gli operatori ad adottare misure specifiche e/o a relazionare su informazioni specifiche.

Per la valutazione dei risultati conseguiti, anche in rapporto al ruolo dei diversi strumenti utilizzati, è necessario un monitoraggio continuo e la definizione di specifici indicatori quantitativi che consentano l'individuazione delle misure più efficaci ed efficienti da proporre per il futuro.

In particolare, gli strumenti normativi e di incentivazione attivati per il miglioramento dell'efficienza energetica in Italia nel periodo 2007-2010 sono stati analizzati nel Rapporto Annuale Efficienza Energetica 2010 per verificarne l'efficacia rispetto al raggiungimento dell'obiettivo di risparmio complessivo stabilito nel Piano di Azione Efficienza Energetica 2007 e l'efficienza economica rispetto all'investimento totale e al contributo dello Stato.

Per quel che riguarda l'efficacia degli strumenti, il grafico di figura 4 mostra il contributo delle diverse misure adottate per il raggiungimento dell'obiettivo intermedio 2010 (35.658 GWh/anno).

I due strumenti che hanno maggiormente contribuito (82%) al raggiungimento ed al superamento dell'obiettivo prefissato sono stati l'applicazione del DLgs 192/05 - Standard minimi di prestazione energe-

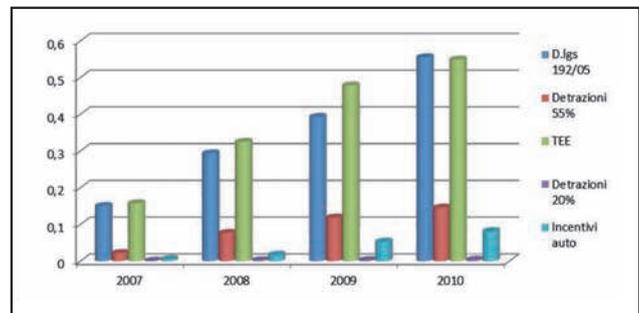


FIGURA 4 Efficacia delle misure espressa in GWh risparmiati



tica degli edifici - ed il meccanismo dei Titoli di Efficienza Energetica, che hanno fornito un contributo all'incirca equivalente.

Dal punto di vista dell'efficienza economica, sia in rapporto all'investimento totale che al contributo dello Stato, si può osservare (tabella 2) che il meccanismo dei Titoli di Efficienza Energetica, oltre a fornire il contributo maggiore in termini di energia risparmiata, è risultato anche il più conveniente dal punto di vista dell'efficienza economica per le casse statali.

| Misura | Costo-efficacia investimento totale (euro/kWh) | Costo-efficacia per lo Stato (euro/kWh) |
|----------------------------|--|---|
| Decreto Legislativo 192/05 | 0,13 | non applicabile |
| 55% | 0,10 | 0,05 |
| 20% | 0,013 | 0,002 |
| TEE | non disponibile | 0,0012 |
| Trasporti | 0,82 | 0,10 |

TABELLA 2 Efficienza economica strumenti di incentivazione
Fonte: elaborazione ENEA su dati MSE

Le tecnologie per settore

Industria

Nel 2009, il consumo energetico dell'industria è stato pari a 30,0 Mtep, con una riduzione del 19,9% rispetto al 2008. Analizzando l'andamento nel corso degli anni si nota un incremento nel periodo 1990-2005 pari al 12,6%, e una riduzione del 27,0% nel periodo 2005-2009.

Le tecnologie di interesse rilevante per il settore sono:

Motori elettrici e inverter

Il quadro su motori e inverter è attualmente in grande fermento grazie all'entrata in vigore del Regolamento 640/2009 - applicazione della direttiva 2005/32/CE 'Ecodesign' - e della norma CEI EN 60034-30 che definisce le nuove classi di rendimento dei motori asincroni trifase. Il Regolamento 640/2009 fissa la tempistica per la progressiva immissione sul mercato di motori ad alta efficienza (IE2 e IE3), con il contemporaneo divieto di immissione sul mercato di motori non efficienti.

ENEA valuta che potrebbero essere introdotti ca 1.000.000/anno di motori ad alta efficienza di potenza compresa nell'intervallo 5-90 kW, con un risparmio di

ca 1,37 TWh/anno ed un risparmio economico per gli utenti finali di ca 178 M€, con un tempo di ritorno dell'investimento inferiore a tre anni. Il risparmio potenziale proveniente dagli *inverter* è ancora maggiore, pari a circa 3,5 TWh/anno, corrispondenti ad un risparmio per gli utenti di ca 450 M€.

Cogenerazione

La cogenerazione è una misura di effettivo risparmio di energia primaria, che ha meritato l'emanazione di un'apposita direttiva (2004/8/CE) recepita in Italia dal DLgs 20 del 8 febbraio 2007, il cui decreto attuativo è stato emanato il 5 settembre 2011.

Affinché la pratica della cogenerazione si possa affermare strutturalmente in tutti i settori idonei, è richiesta dal mondo imprenditoriale una sostanziosa politica di incentivazione. Si consideri che la cogenerazione è riconosciuta come misura di efficientamento energetico e può dunque già usufruire dei Titoli di Efficienza Energetica.

Si segnalano, inoltre, le seguenti tecnologie che mostrano elevati potenziali di risparmio energetico nel medio periodo:

- uso di impianti di ossidazione a bolle fini in sostituzione degli attuali metodi di diffusione dell'aria (a bolle medie, a turbina ecc.) negli impianti di depurazione delle acque reflue civili (in Italia sono presenti 16.000 impianti di depurazione attivi); per gli impianti di grandi dimensioni, uso di soffianti centrifughe al posto delle soffianti a lobi;
- ricorso a motori elettrici sincroni a magneti permanenti in sostituzione di motori asincroni a induzione tradizionali.

Residenziale non-residenziale

Nel 2009, il consumo energetico del settore residenziale-non residenziale è stato di 46,0 Mtep, con un incremento rispettivamente del 3,2% rispetto al 2008 per il settore residenziale e del 2,2% per quello non residenziale.

In tale settore, le tecnologie disponibili sul mercato in grado di dare un significativo contributo alla riduzione dei consumi riguardano:

- sistemi e componenti ad alta efficienza (caldaie a condensazione, impianti di micro-cogenerazione, pompe di calore a compressione o ad assorbimento);

- materiali, dispositivi e prodotti per la riduzione delle dispersioni energetiche delle tubazioni degli impianti termici o per un miglior rendimento della diffusione finale del calore;
- laterizi innovativi, con caratteristiche di elevato isolamento termico;
- materiali dedicati per l'isolamento termico degli edifici;
- prodotti e sistemi per la riduzione delle dispersioni e degli assorbimenti di calore (serramenti ad alta efficienza con doppi vetri, vetri a controllo solare per la riduzione del fabbisogno di climatizzazione estiva, schermature solari esterne mobili come tende, veneziane, frangisole, lastre isolanti in policarbonato che fanno passare la luce).

Inoltre, si vanno sempre più affermando tecnologie e sistemi innovativi quali i sistemi domotici, l'involucro attivo, il *solar cooling*, lo *smart building*, i materiali ad alta riflettanza solare ed emissività termica nell'infrarosso, i cd ""*Cool Materials*"" e l'involucro attivo.

Mediante interventi parziali o integrati di riqualificazione energetica, si possono raggiungere percentuali di risparmio dal 10% ad oltre il 50% dei consumi, facendo ricorso per la parte civile a sistemi trigenerativi integrati con le fonti rinnovabili e all'etichettatura degli impianti di climatizzazione estiva.

Trasporti

Il settore dei trasporti rappresenta quasi un quinto del consumo energetico dell'UE ed è il settore con il tasso di crescita più rapido in termini di utilizzo di energia. Costituisce una delle principali fonti di emissioni dei gas serra, oltre ad essere dipendente dalle importazioni di combustibili fossili. È pertanto essenziale sfruttare appieno le possibilità di migliorare l'efficienza energetica nel settore.

In Italia nel 2009, la domanda finale d'energia nel settore dei trasporti è stata di 42,5 Mtep, con una riduzione del 4,7% rispetto al 2008.

Le azioni che possono fornire un contributo rilevante al miglioramento dell'efficienza nel settore includono sia politiche di spostamento della domanda di mobilità verso modalità alternative al trasporto su strada (es. trasporto elettrico su rotaia e cabotaggio marino per trasporto merci) che l'introduzione accelerata di tecnologie avanzate. Entrambe assicurano oltre alla va-

lenza energetico-ambientale, altri benefici quali l'effetto di decongestionamento della rete viaria, che peraltro ha positive ricadute anche in termini di risparmio energetico, la riduzione dell'incidentalità e, in alcuni casi, maggiori ricadute occupazionali.

Lo spettro degli interventi tecnologici per il miglioramento dell'efficienza energetica è molto ampio e comprende:

I Sistemi di Trasporto Intelligenti

I Sistemi di Trasporto intelligenti (*ITS-Intelligent Transport Systems*), fondati sull'applicazione delle tecnologie dell'informatica e delle telecomunicazioni ai sistemi di trasporto, consentono, attraverso la raccolta, l'elaborazione e la distribuzione di informazioni, di migliorare la mobilità, di ottimizzare tutte le modalità di trasporto di persone e merci, nonché di verificare e quantificare i risultati raggiunti.

Le applicazioni ITS possono essere suddivise in differenti ambiti applicativi: navigazione e informazioni al conducente, controllo e gestione del traffico per un uso migliore delle infrastrutture, gestione flotte di trasporto pubblico, cambiamenti del comportamento del conducente ed *Eco-driving*, gestione della domanda e degli accessi ed, infine, gestione della logistica e delle flotte merci.

Le soluzioni ITS finora realizzati a livello europeo, hanno permesso di valutare in modo tangibile i benefici apportati dall'applicazione di tali sistemi. Secondo la Commissione europea, nel settore stradale si registrano riduzioni dei tempi di percorrenza (15-20%), dei consumi energetici (12%) e delle emissioni di inquinanti (10%).

Pur essendo l'offerta dei sistemi telematici applicati ai trasporti ormai molto ricca e consolidata, per accelerare la loro diffusione si sente l'esigenza di applicazioni di sistemi integrati di informazione e gestione dei trasporti su grande scala; ad esempio implementando sistemi di supervisione del traffico urbano molto più affidabili di quelli attuali che si basano non solo sullo stato attuale del traffico ma anche sulla sua previsione a breve termine.

Elettrificazione dei trasporti su gomma

I veicoli a trazione elettrica hanno consumi in fase d'uso inferiori a quelli dei veicoli con motore a combustione interna: la trazione elettrica infatti ha un'effi-

cienza 3-4 volte superiore a quella del motore termico. Il vantaggio è tale da compensare largamente le perdite che avvengono in fase di produzione e distribuzione dell'energia elettrica, che sono ovviamente ancora maggiori di quelle che si hanno nella raffinazione e distribuzione dei combustibili liquidi e gassosi, ma che si sono molto ridotte, nell'ultimo decennio, per la migliore efficienza del sistema elettrico nazionale.

I migliori risultati "dal pozzo alla ruota" si ottengono considerando il trasporto ferroviario, le metropolitane, i tram ed i filobus, che non sono penalizzati dal peso delle batterie e dalle loro perdite nelle fasi di carica e scarica.

Inoltre, si vanno sempre più affermando tecnologie e sistemi innovativi quali i sistemi di accumulo elettrico e ricarica rapida.

Le Regioni e le politiche in materia di efficienza energetica

Le Regioni forniscono un contributo importante alla politica energetica nazionale attraverso le proprie politiche in materia di efficienza energetica e di sviluppo delle energie da FER, soprattutto nell'ottica delle politiche comunitarie legate ai Fondi Strutturali Europei e al Programma Europa 2020.

Tali contributi oltre che a livello regionale manifestano i propri effetti anche sul piano nazionale in quanto

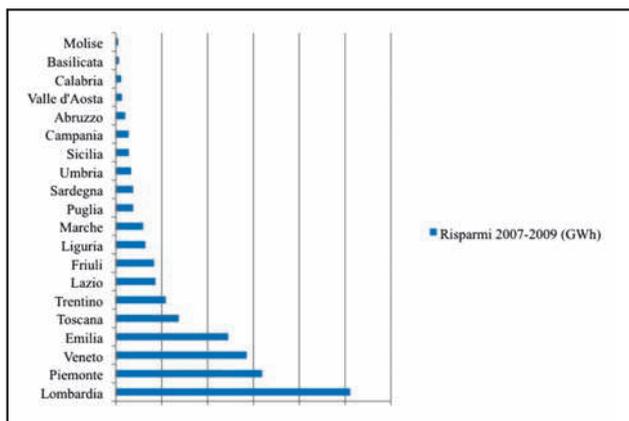


FIGURA 5 Andamento del risparmio energetico dovuto alle detrazioni fiscali del 55%

Fonte: elaborazione ENEA su dati MISE

rappresentano il giusto punto di incontro tra gli enti locali (Comuni e Province) e quello statale. Attraverso una buona incentivazione energetica si potrebbero stimolare politiche di ricerca e innovazione che moltiplicherebbero il virtuosismo regionale e nazionale e, attraverso il sostegno alle PMI, si trasformerebbero in politiche industriali.

L'impatto delle diverse misure nazionali per l'efficienza energetica nelle varie regioni è stato di diversa entità.

Dall'analisi eseguita nel RAEE 2010, relativamente a due delle principali misure di politica di efficienza energetica adottate, emerge un'Italia a due velocità, con una forte concentrazione (89%) degli interventi e degli investimenti per la riqualificazione energetica del patrimonio esistente (figura 5) e l'ottenimento dei Titoli di Efficienza Energetica in sole 9 Regioni (Lombardia, Veneto, Piemonte, Emilia-Romagna, Toscana, Lazio, Piemonte, Puglia e Campania).

Fare di più con meno: alcune considerazioni conclusive

L'impiego intensivo delle risorse, in particolare delle risorse non rinnovabili, esercita pressioni insostenibili sul nostro pianeta e minaccia la sicurezza degli approvvigionamenti. Un utilizzo più efficiente delle risorse, *in primis* quelle energetiche, è la via obbligata per affrontare il cambiamento climatico e per riuscire a ridurre dell'80-95% entro il 2050 le emissioni di gas a effetto serra nell'UE.

Con riferimento al nostro Paese, per il soddisfacimento del suo fabbisogno energetico, l'Italia si contraddistingue, rispetto agli altri paesi dell'Unione europea, per una maggiore vulnerabilità dal lato degli approvvigionamenti³, per una maggiore dipendenza dagli idrocarburi (petrolio e gas), per un ridotto contributo del carbone e per l'assenza di generazione elettroneleare.

L'efficienza energetica e le fonti rinnovabili possono assicurare un fondamentale contributo alla riduzione della nostra dipendenza dalle fonti fossili di importazione, favorendo contemporaneamente lo sviluppo di un'industria nazionale eco-sostenibile, con rilevanti benefici economici, sociali e ambientali e aumentando la sicurezza energetica.



Azione concertata fra i Paesi europei per l'efficienza energetica negli usi finali e i servizi energetici

Il ruolo strategico dell'efficienza energetica per la riduzione delle emissioni di gas serra, per migliorare le competitività dell'industria, ridurre la bolletta energetica per i consumatori e la dipendenza dell'Europa dai combustibili da importazione è ormai esplicitamente riconosciuto dalla UE. Segno concreto di tale convincimento è la messa a punto di un pacchetto legislativo che offre un quadro di riferimento per i Paesi membri per l'efficienza energetica negli usi finali e i servizi energetici, il cui elemento fondamentale è rappresentato dalla Direttiva 2006/32/EC "Energy Service Directive - ESD".

Al fine di sfruttare al meglio il potenziale dell'efficienza energetica e promuovere un'attuazione armonica e coordinata della ESD, la Commissione Europea ha lanciato un "azione concertata" per la ESD (CAESD), progetto interamente finanziato dal Programma EIE della UE. L'obiettivo generale è confrontare esperienze nazionali e migliori pratiche, avviare collaborazioni fra gli Stati membri partecipanti (EU27 + Norvegia e Croazia), presenti nel progetto con i propri Ministeri competenti per l'energia e/o le Agenzie Energetiche Nazionali. La descrizione dei risultati di maggior interesse raggiunti con l'azione concertata per la ESD merita una trattazione a parte.

Il Rapporto annuale sull'Efficienza energetica restituisce l'immagine di un Paese che mostra finalmente segnali significativi di un cambio di rotta strategica come testimonia l'entità del risparmio conseguito al 31/12/2010 (circa 47.700 GWh/anno) notevolmente superiore all'obiettivo prefissato nell'ambito del PA-EE⁴ (35.600 GWh/anno). Nonostante ciò, il potenziale non sfruttato di miglioramento dell'efficienza e del risparmio energetico rimane elevato.

Le barriere che ostacolano la concretizzazione di questo potenziale includono: una carente attività di informazione verso tutti gli *stakeholder* (PA, aziende e cittadini), con riferimento ai benefici ottenibili con interventi di efficientamento; difficoltà di accesso al capitale per l'investimento iniziale necessario, la percezione di un rischio elevato dell'investimento e, infine, la piccola dimensione dei progetti associata ad alti costi di transazione.

Il superamento delle barriere esistenti richiede che si verifichino una serie di condizioni:

- l'esistenza di un bilanciato mix di regole e incentivi per le politiche di efficienza energetica;
- un quadro legislativo certo e stabile nel medio periodo indispensabile per attrarre gli investimenti;
- efficaci azioni di formazione, informazione, sensibilizzazione per promuovere comportamenti energeticamente consapevoli;
- attività di RS&D sulle tecnologie energetiche innovative/non mature al fine di favorirne una più rapida introduzione sul mercato;
- la disponibilità dei dati necessari al monitoraggio delle politiche e degli strumenti di miglioramento dell'EE attivati a livello regionale;
- un maggior coordinamento tra livello centrale e locale.

In conclusione, il passaggio dalla società attuale verso una ad alta efficienza energetica richiede necessariamente tempi medio-lunghi. Al contrario, il mercato nella sua formulazione attuale è costretto a guardare al breve termine e non è in grado di affrontare questioni strategiche. È qui che la politica deve assumere un ruolo guida, indicando strategie e direzioni. Decisioni a basso livello non devono contraddire strategie di efficienza e risparmio di più ampio respiro.

Note

- [1] Tep per milioni di euro concatenati, anno di riferimento 2000.
 [2] Al progetto, finanziato dalla Commissione Europea, partecipano le agenzie energetiche nazionali dei 27 paesi UE, la Norvegia e la Croazia. L'ENEA partecipa quale membro italiano.
 [3] Considerata l'importanza dei risparmi ottenibili da comportamenti energeticamente consapevoli, l'ENEA ha realizzato un portale rivolto a cittadini, PA ed imprese che contiene tra l'altro informazioni e strumenti operativi per la conoscenza e l'applicazione pratica dell'efficienza energetica e strumenti di sensibilizzazione ed informazione rivolti ai giovani e al mondo della scuola (www.energiaenergetica.enea.it).
 [4] Con un costo medio del kWh di 0,13 €/kWh.
 [5] Oggi, l'Italia fa affidamento per oltre l'80% del suo fabbisogno energetico, su petrolio, gas naturale e carbone importati dall'estero.
 [6] Piano d'Azione per l'Efficienza Energetica.



Il Piano d'Azione per l'Efficienza Energetica

Il Piano d'Azione per l'Efficienza Energetica predisposto da ENEA e Ministero dello Sviluppo Economico contiene una serie di misure e obiettivi per ridurre i consumi energetici del 20% entro il 2020. I risultati raggiunti con il precedente Piano e i punti critici

■ *Ilaria Bertini, Bruno Baldassara, Luca Castellazzi, Maria Gaeta*

Il Piano d'Azione Europeo per l'Efficienza Energetica (PAEE) 2011, predisposto da ENEA ed emendato dal Ministero dello Sviluppo Economico con la consultazione del Ministero dell'Ambiente e la Conferenza Stato Regioni, evidenzia il ruolo dell'efficienza energetica come strumento imprescindibile di riduzione dei consumi nell'ambito dei Paesi membri, nel raggiungimento dell'obiettivo più ambizioso del -20% al 2020 e pone le basi per la predisposizione di una pianificazione strategica delle misure di efficienza energetica e di *reporting* su tutti i risparmi, non solo in energia finale.

Nel 2010, il consumo finale di energia è stato pari a 137,5 Mtep, con un incremento del 3,6% rispetto al 2009. Tale crescita è dovuta alla ripresa dei consumi nel settore industriale (+5,5%), negli usi non energetici (+12,9%) e negli usi del settore civile (+4,1%).

La ripartizione degli impieghi tra i diversi settori (figura 1) mostra una forte incidenza di quello relativo agli usi civili, con una quota salita dal 30,8% del 2004 al 35,0% del 2010. Seguono il settore dei trasporti (31,0%) e dell'industria (23%).

L'andamento del consumo nei settori di uso finale mostra un aumento del consumo totale pari al 6,6% nel periodo 2001-2005 e una diminuzione del 6,2% nel quinquennio 2006-2010, con un tasso di riduzione

medio annuo pari a circa l'1,25%. Tale riduzione, collegata alla forte contrazione dei consumi del settore industriale, oltre che ad una leggera diminuzione nel settore trasporti, che complessivamente hanno più che compensato l'aumento dei consumi verificatosi nel settore civile (residenziale e terziario), è da imputarsi alla crisi economica e agli effetti delle misure di promozione e incentivazione dell'efficienza energetica.

L'Italia è tradizionalmente uno dei Paesi con un consumo finale di energia per abitante tra i più bassi in Europa, a parità di sviluppo industriale, pari a 2,4 tep/capita; ciò in buona parte è imputabile al buon livello di efficienza energetica raggiunto.

Le misure di miglioramento dell'efficienza energetica incluse nel presente Piano d'Azione Nazionale per l'Efficienza Energetica considerano anche tecnologie basate sulle fonti rinnovabili in grado di ridurre il fabbisogno di energia primaria; per esempio, i meccani-

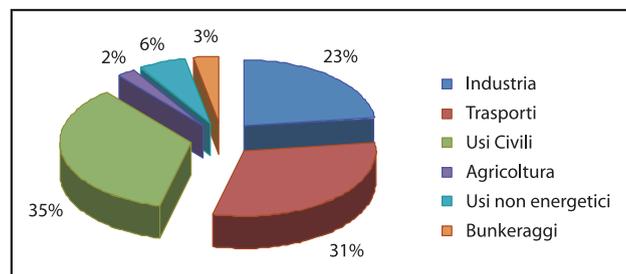


FIGURA 1 Impieghi finali d'energia per settore - Anno 2010
Fonte: elaborazione ENEA su dati MSE

■ **Ilaria Bertini, Luca Castellazzi**

ENEA, Unità Tecnica Efficienza Energetica

■ **Bruno Baldassara, Maria Gaeta**

ENEA, Unità Centrale Studi e Strategie

| Settori | Riduzione di energia finale nel 2016 | | Riduzione di energia finale nel 2020 | | CO ₂ evitata nel 2020 |
|--|--------------------------------------|--------------|--------------------------------------|--------------|----------------------------------|
| | GWh/anno | Mtep/anno | GWh/anno | Mtep/anno | Mt |
| Residenziale | 60.027 | 5,16 | 77.121 | 6,63 | 18,0 |
| Terziario | 24.590 | 2,11 | 29.698 | 2,55 | 9,45 |
| Industria | 20.140 | 1,73 | 28.678 | 2,47 | 7,20 |
| Trasporti | 21.783 | 1,87 | 49.175 | 4,23 | 10,35 |
| Totale | 126.540 | 10,88 | 184.672 | 15,88 | 45,0 |
| (% rispetto alla media dei Consumi Finali Lordi negli anni 2001-2005) | (9,6%) | | (14%) | | |

TABELLA 1 Riduzioni dei consumi finali di energia attesi al 2016 e 2020 ed emissioni di CO₂ evitate al 2020

smi dei Certificati Bianchi e delle detrazioni fiscali del 55%, destinati ad interventi che adottano tecnologie energetiche efficienti per il risparmio energetico, permettono l'adozione di tecnologie rinnovabili per usi termici quali: collettori solari per la produzione di acqua calda, pompe di calore ad alta efficienza ovvero impianti geotermici a bassa entalpia o alimentati da prodotti vegetali e rifiuti organici e inorganici ecc. L'articolazione del PAEE 2011 è stata sostanzialmente mantenuta inalterata rispetto a quella del PAEE 2007, a parte qualche modifica rivolta all'ottimizzazione delle misure di efficienza energetica, dei relativi meccanismi di incentivazione e, in qualche caso, alla revisione della metodologia di calcolo. Tali modifiche si riflettono in una modesta variazione del target finale che da 126.327 GWh/anno è passato a 126.540 GWh/anno.

Per quanto riguarda il raggiungimento degli obiettivi di risparmio d'energia primaria al 2020, stabiliti dal "pacchetto Energia" dell'Unione Europea, il PAEE 2011, come richiesto dalla Commissione Europea, si indirizza anche verso il raggiungimento del target della riduzione del 20% della domanda di energia primaria al 2020, anche se, per il raggiungimento di un obiettivo così ambizioso, ulteriori sforzi devono essere messi in campo.

A tale proposito le misure identificate per il raggiungimento del target al 2016 sono state considerate anche nell'ottica di una loro estensione al 2020 allo scopo di evidenziarne i contributi in vista degli obiettivi più ampi del "pacchetto energia 20-20-20" anche in

termini di riduzione di emissioni di CO₂; i risultati sono riportati nella tabella 1 ed evidenziati nel grafico di figura 2.

Nel 2020 l'insieme delle misure individuate nel Piano (ed estese al 2020) determina una riduzione in termini di energia primaria di circa 16 Mtep; di questi circa il 55% è attribuibile al gas metano (9 Mtep), il 40% al petrolio e il 5% ad altro.

Complessivamente, nel 2020 le emissioni di CO₂ evitate per effetto delle misure previste dal Piano (ed estese al 2020) sono oltre 45 Mt. In figura 3 il contributo per settori di uso finale all'abbattimento delle emissioni nell'anno 2020.

A proposito del raggiungimento del target intermedio al 2010, definito nel 2007, il primo Piano ha permesso il superamento degli obiettivi stabiliti per il 2010 (3,6% contro il 3% atteso).

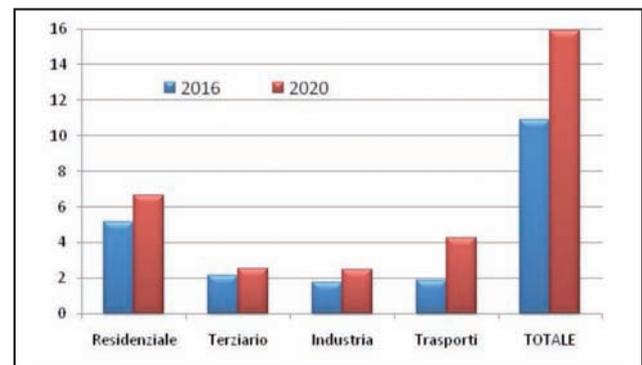


FIGURA 2 Riduzione di energia finale complessiva e per settore, anni 2016 e 2020 (Mtep)

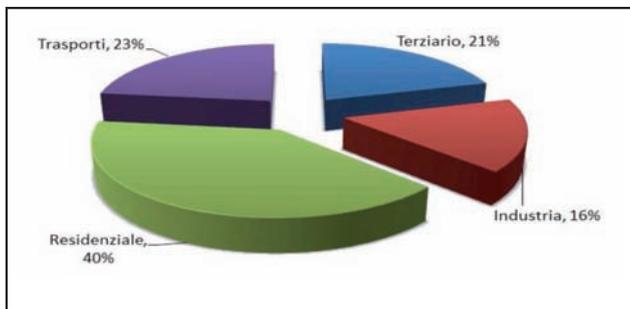


FIGURA 3 Contributo all'abbattimento di CO₂ per settore al 2020

La tabella 2 riporta gli obiettivi di risparmio energetico annuale, complessivi e per settore, attesi al 2010 (obiettivo intermedio) ed al 2016 (obiettivo finale) indicati nel PAEE 2007, nonché i risultati conseguiti al 2010: il risparmio energetico annuale conseguito è pari a 47.711 GWh/anno pari al 3,6% dell'ammontare medio annuo del consumo nazionale di riferimento. Dalla tabella si evince come circa il 70% del risparmio energetico annuale conseguito al 2010, pari a 31.427 GWh/anno, provenga dal settore residenziale. Una parte consistente delle misure previste dal Piano d'Azione sono legate a meccanismi di incentivazione non strutturali; per questo motivo è in fase di studio uno schema di incentivazione stabile ed economicamente sostenibile (es. revisione del sistema dei certificati bianchi con revisione degli obiettivi al rialzo) per potere raggiungere gli obiettivi ambiziosi di effi-

cienza energetica che la strategia energetica europea indica al 2020¹.

Il PAEE 2007 prevedeva programmi e misure per il miglioramento dell'efficienza energetica e dei servizi energetici nei diversi settori economici (residenziale, terziario, industria e trasporti) per un risparmio energetico annuale atteso al 2016 pari a 126.327 GWh/anno. Tale risparmio, pari al 9,6% dell'ammontare medio annuo del consumo nazionale di riferimento (media della quantità di energia distribuita o venduta ai clienti finali durante gli ultimi cinque anni precedenti l'attuazione della direttiva, non adattata ai gradi/giorno né ai cambiamenti strutturali o della produzione), è il risultato della somma dei risparmi energetici ottenuti nel 2016 conseguenti a interventi e azioni durevoli realizzati negli anni del periodo di riferimento e pienamente efficaci al 31 dicembre 2016.

La valutazione quantitativa dei risparmi è stata effettuata con riferimento alle seguenti misure di miglioramento dell'efficienza energetica²:

- ricepimento della Direttiva 2002/91/CE e attuazione del DLgs 192/05;
- riconoscimento delle detrazioni fiscali (55%) per la riqualificazione energetica degli edifici esistenti;
- riconoscimento delle detrazioni fiscali (20%) per l'installazione di motori elettrici ad alta efficienza e di regolatori di frequenza (inverter);
- misure di incentivazione al rinnovo ecosostenibile del parco autovetture ed autocarri fino a 3,5 tonnellate;

| Misure di miglioramento dell'efficienza energetica | Risparmio energetico annuale conseguito al 2010 [GWh/anno] | Risparmio energetico annuale atteso al 2010 PAEE 2007 [GWh/anno] | Risparmio energetico annuale atteso al 2016 PAEE 2007 [GWh/anno] |
|---|--|--|--|
| Totale Settore Residenziale | 31.472 | 16.998 | 56.830 |
| Totale Settore Terziario | 5.042 | 8.130 | 24.700 |
| Totale Settore Industria | 8.270 | 7.040 | 21.537 |
| Totale Settore Trasporti | 2.972 | 3.490 | 23.260 |
| Totale risparmio energetico atteso (obiettivo nazionale) | 47.711 | 35.658* | 126.327* |

TABELLA 2 Risparmio energetico annuale complessivo conseguito al 2010 e atteso al 2010 e 2016 sul consumo finale lordo – Sintesi settoriale

(*Obiettivi definiti nel PAEE 2007)



e) meccanismo per il riconoscimento di Certificati Bianchi (CB) - o Titoli di Efficienza Energetica (TEE) - ai sensi dei DD.MM. 20/07/04.

Vista la tipologia delle misure introdotte e la relativa (parziale) sovrapposibilità in alcuni casi, nonché l'ampio spettro di possibili interventi considerati, l'approccio *bottom up* adottato in fase di modellizzazione ha permesso di quantificare con maggiore attendibilità i risparmi energetici per singolo intervento piuttosto che per misura a livello generale.

Dalle analisi effettuate emerge, per quanto riguarda il settore residenziale, la sostituzione dei vetri semplici con quelli doppi e l'installazione di pannelli solari termici per acqua calda hanno avuto un ottimo riscontro, mentre la coibentazione delle superfici opache degli edifici residenziali ha raggiunto risultati inferiori alle attese, probabilmente a causa dei costi più elevati che caratterizzano questa tipologia di opere. Saranno pertanto studiate e messe in atto nuove forme di incentivazione per stimolare gli interventi sull'involucro opaco, parte del sistema edificio-impianto che presenta il più alto potenziale di risparmio energetico. Nel PAEE 2011 l'intervento di coibentazione di pareti opache è stato sostituito con le prescrizioni del DLgs 192/2005 (RES-1).

In Italia, il consumo elettrico per abitazione ha registrato una modesta riduzione (-1,8%), collegata all'acquisto e all'utilizzo da parte dei consumatori di apparecchi elettrici più efficienti, mentre il consumo termico per abitazione² è leggermente aumentato, al contrario di quanto verificatosi per la maggior parte dei Paesi europei. Nel complesso, la riduzione dei consumi di energia elettrica per abitazione è stata parzialmente neutralizzata dal concomitante incremento del consumo unitario per riscaldamento, su cui ha pesato

un'insufficiente applicazione delle normative nazionali di miglioramento dell'efficienza degli edifici.

Anche nel settore terziario si è riscontrato un sensibile aumento dei consumi elettrici confermando il trend di crescita del decennio precedente.

Il potenziale di riduzione dei consumi energetici attribuito alla riqualificazione degli edifici, in particolare pubblici, ha assunto un ruolo centrale anche nella nuova proposta di Direttiva Efficienza Energetica (in sostituzione della 2004/8/CE e 2006/32/CE) in discussione al Parlamento europeo.

Nel settore dei trasporti la principale novità ha riguardato l'algoritmo di valutazione dei risparmi energetici potenziali, anche in considerazione dei dati di monitoraggio e di nuove normative che sono entrate in vigore dal 2007 in poi. Tale variazione ha determinato la necessità di rivedere l'insieme delle misure da attuare e ha reso necessario l'introduzione di altre misure.

Il recente Rapporto Annuale Efficienza Energetica³ valuta in maniera quantitativa i risultati raggiunti dal sistema di Titoli di Efficienza Energetica e di detrazioni fiscali e suggerisce una riflessione critica sull'opportunità di meccanismi correttivi, che peraltro sono in fase di definizione da parte del Ministero dello Sviluppo Economico.

Note

- [1] Decreto legislativo: "Attuazione della direttiva 2009/28/CE sulla promozione dell'uso dell'energia da fonti rinnovabili, recante modifica e successiva abrogazione delle direttive 2001/77/CE e 2003/30/CE attuativo della direttiva 2009/28/CE".
- [2] La Direttiva 32/06/CE consente di contabilizzare i risparmi realizzati anche grazie alle cosiddette 'early actions', cioè misure di effetto durevole avviate a partire dal 1995; esse, di fatto, hanno contribuito in maniera marginale al conseguimento dell'obiettivo intermedio al 2010.
- [3] ENEA, RAEE 2010: Rapporto Annuale Efficienza Energetica, dicembre 2011, ISBN 978-88-8286-257-2, disponibile all'indirizzo <http://www.enea.it/it/produzione-scientifica/edizioni-enea/raee-2010-rapporto-annuale-efficienza-energetica>



Opportunità formative e occupazionali delle lauree triennali ambientali

La transizione verso una economia *low-carbon* e sostenibile può creare un gran numero di nuovi occupati in molti settori dell'economia e diventare allo stesso tempo un motore di sviluppo. In tal senso diventa fondamentale la risposta del sistema formativo per identificare nuovi bisogni e costruire competenze in grado di far fronte alle richieste di un mercato del lavoro in trasformazione

■ Emanuela Mencarelli

I nuovi scenari fissati a livello europeo con il Pacchetto clima-energia e l'affermarsi sempre più deciso di economie orientate ai parametri di sostenibilità ambientale, con la conseguente apertura di nuovi mercati e opportunità occupazionali, coinvolgono direttamente i sistemi educativi e formativi ai quali è richiesto di investire in termini di costruzione di nuove competenze, in modo da svolgere un ruolo fondamentale per la crescita e la qualità dell'occupazione.

Nel panorama della formazione ambientale realizzata a livello nazionale un ruolo significativo è svolto dalle lauree triennali ambientali, introdotte dalla riforma universitaria del 1999 con l'obiettivo di favorire l'acquisizione di competenze professionalizzanti facilmente spendibili nel mondo del lavoro. Questo segmento formativo concorre, infatti, in misura rilevante alla formazione delle professionalità di livello intermedio necessarie per rispondere alla domanda di lavoro ambientale qualificato prevista negli scenari occupazionali a breve e a medio termine. Nelle lauree ambientali sono in gioco tutte quelle competenze professionali che, se ben strutturate, potrebbero avere da subito una funzione determinante nel rispondere in tempi rapidi ai fabbisogni conseguenti il raggiungimento degli obiettivi del 20, 20, 20 al 2020. In vista del raggiungimento di questo obiettivo strategico, è utile esaminare il panorama delle opportunità formative

realizzate e gli esiti occupazionali di questi corsi che rappresentano ormai delle esperienze mature.

Dalle prime sperimentazioni, le lauree brevi ambientali sono significativamente aumentate e in tempi ristretti si è prodotto un processo di diversificazione e di specializzazione dell'offerta che ha coinvolto la maggioranza degli atenei. Dal punto di vista della formazione ambientale, questo processo può essere considerato un effetto positivo della riforma che, proponendosi di rendere competitive le università sul piano della formazione, ha rafforzato ed esteso l'orizzonte dei corsi di laurea proposti. In tal modo, nell'arco di un decennio l'interesse per l'ambiente si è ampiamente diffuso a livello nazionale, contaminando ambiti disciplinari tradizionalmente estranei alle tematiche della sostenibilità ambientale. Molti sono stati gli atenei che, al di là della dimensione e dell'interesse specifico, hanno proposto corsi prima inesistenti e spesso contestualizzati alle vocazioni territoriali o connessi a specifiche azioni di sviluppo locale.

Ma quali sono le opportunità formative proposte e qual è il contesto di riferimento? I dati rilevati nelle indagini realizzate dall'ISFOI¹ consentono di osservare le caratteristiche e le linee di tendenza dell'offerta formativa realizzata dalle università per l'ambiente e di tracciare l'evoluzione in atto, tenendo conto sia di quanto è stato avviato a partire dall'applicazione della riforma del 1999 sia dei primi orientamenti realizzati dopo il processo di riordino introdotto dal Decreto del MIUR n. 270/2004. Nel quinquennio 2004-2008 l'offerta di percorsi ambientali era considerevolmente aumentata (+54% rispetto all'a.a. 2003-2004) e si era ampia-

■ Emanuela Mencarelli
ISFOI

mente diffusa (871 corsi nell'a.a. 2007-2008). Le lauree ambientali, nel loro insieme, rappresentavano il 16,6% dei corsi di laurea attivati a livello nazionale nelle università nel 2007-2008. Le università del Mezzogiorno e del Centro avevano un ruolo di primo piano nell'attivazione dei corsi negli Atenei dove l'investimento era già consolidato, ma anche nelle situazioni di recente sviluppo.

Le lauree triennali ambientali, dopo l'iniziale espansione che ha visto decollare un grande numero di nuovi corsi, hanno vissuto una fase di stabilizzazione. Le aree disciplinari coinvolte sono state soprattutto quelle Geo-biologica (32-33% mediamente nel quinquennio), Agraria e Ingegneria (entrambe in media il 12-13%), Chimica-Farmaceutica (circa l'11,5%), Architettura (mediamente negli anni con il 9-10%) e quella Medica che è passata dal 5,4% all'8,3%. Le nuove attivazioni di lauree brevi hanno riguardato i corsi afferenti alla classe *Professioni sanitarie della prevenzione*, volte a formare i Tecnici della prevenzione nell'ambiente e nei luoghi di lavoro, ed alla classe di *Biologia*. Non sono mancati i corsi o specifici curricula nelle aree Politico-Sociale, Giuridica e Letteraria, in alcuni casi del tutto nuovi, ad esempio il curriculum in Cooperazione internazionale per l'energia e l'ambiente del corso di laurea in Scienze politiche della Seconda Università di Napoli.

Nell'anno accademico 2009-2010 si assiste ai primi effetti della riformulazione dell'impianto di studi, che ha comportato un progressivo ridimensionamento delle attività realizzate a livello nazionale dalle università. In questa fase di passaggio convivono ancora i 'vecchi' (laurea triennale e laurea specialistica) ed i 'nuovi' corsi (laurea e laurea *magistralis*). Delle 619 attività ambientali proposte, i nuovi corsi di laurea triennali introdotti dal DM 210/204 rappresentano circa il 33,6% dell'offerta rilevata (208 corsi proposti soprattutto in Basilicata, Lombardia, Emilia-Romagna, Lazio e Toscana). Quasi il 20% delle nuove lauree triennali afferisce alla classe di laurea *Scienze e tecnologie per l'ambiente e la natura*, il 15,4% viene offerto rispettivamente nell'ambito delle classi di laurea *Scienze e tecnologie agrarie e forestali* e *Ingegneria civile e ambientale*, infine il 13% riguarda la classe *Scienze geologiche*. Per quanto riguarda i percorsi di laurea previsti nel DM 509/1999, il 12,3% è rappresentato dalle lauree triennali e, in continuità con le tendenze rileva-

te, le aree disciplinari coinvolte sono soprattutto quella Geobiologica, Agraria e Ingegneria.

La spinta all'autonomia ed al rinnovamento, derivata dalla riforma, ha condotto verso la costruzione e/o la ridefinizione di percorsi curriculari più aderenti agli attuali orientamenti delle politiche ambientali e la progettazione di lauree in cui è stato valorizzato il rapporto tra saperi, ricerca e ambiente. Sono state avviate nuove lauree brevi più rispondenti alle richieste del sistema economico-produttivo; in molti casi nei percorsi di studio tradizionali sono stati innestati contenuti disciplinari innovativi e del tutto nuovo è l'avvio di alcune lauree destinate a formare specifiche figure professionali ambientali. In breve tempo, dunque, il contesto dell'offerta formativa si è modificato notevolmente, ma nonostante la maturità raggiunta e la significatività di alcune esperienze avviate, che sarebbe importante diffondere e tradurre in prassi comuni e consolidate, sono molte le criticità ancora aperte. Andrebbero maggiormente sviluppate le lauree fondate su un approccio non rigidamente disciplinare, ma basato su saperi complessi e costruiti in modo sistemico, in grado di connettere la dimensione cognitiva con quella valoriale. Manca spesso nei curricula ambientali un rapporto adeguato nella compresenza di cultura di base e formazione specialistica a carattere professionalizzante. L'offerta di corsi è talvolta autoreferenziale. La formazione realizzata incontra ancora forti limiti nel rapporto con i fabbisogni emergenti e/o potenziali, laddove non segue la strada dell'anticipazione e non traduce i risultati della ricerca ambientale in opportunità formative innovative in grado di precorrere e di supportare il cambiamento nella direzione della sostenibilità. Si tratta di azioni indispensabili per rafforzare il rapporto tra formazione, ricerca e mondo del lavoro, che ridurrebbero il rischio di andare incontro all'inadeguatezza o ad una rapida obsolescenza delle lauree proposte.

Considerata l'espansione e l'importanza delle lauree ambientali, quali opportunità occupazionali si aprono ai nuovi laureati verdi? Per verificare gli esiti occupazionali l'ISFOL ha realizzato una ricerca che ha coinvolto più di 550 laureati su tematiche ambientali di 48 università italiane. Il lavoro si inserisce nel quadro di una pluriennale attività di studio volta ad analizzare il rapporto tra la formazione ambientale e il lavoro in riferimento a diversi segmenti formativi. Nel ricostrui-

re il percorso di studio dei laureati, la condizione occupazionale e formativa conseguita ad un anno e a tre anni dalla laurea e gli aspetti più soggettivi riferibili alla sfera degli atteggiamenti e dei comportamenti, si è tenuto conto del fatto che le scelte dopo il conseguimento della laurea triennale non hanno una direzione unica, coincidente con l'ingresso nel mondo del lavoro, ma si indirizzano verso modalità differenziate in rapporto allo studio e al lavoro. Per questa ragione, accanto alla condizione occupazionale è stata analizzata anche la permanenza negli studi, cercando di tenere presente la pluralità delle scelte possibili e dei livelli di compresenza tra studio e lavoro.

Passando ai risultati, l'inserimento lavorativo è positivo nonostante le attuali difficoltà economiche ed occupazionali. L'occupazione tra i laureati ambientali di primo livello ad un anno dal conseguimento del titolo è pari al 43,5%. A distanza di tre anni dalla laurea il valore sale al 53,4% (figura 1). I dati sull'occupazione vanno osservati congiuntamente all'impegno in ulteriori attività di studio e formazione. Un significativo numero di laureati permane negli studi, affiancandoli in diversi casi con un'attività lavorativa più o meno continua o con la ricerca di un lavoro: il 64,4% ad un anno ed il 37,7% a tre anni. Dal confronto con i dati nazionali, tra i laureati ambientali emerge una maggiore propensione a continuare gli studi dopo la laurea (+7% del valore registrato a livello nazionale) iscrivendosi ad una laurea specialistica o ad un master. Analizzando i percorsi di transizione, alcune traiettorie individuali nell'arco dei tre anni rimangono ben circoscritte nell'esperienza lavorativa o nella prosecuzione degli studi. Molte altre, invece, risultano in corso di definizione, rendendo evidente una forte frammentazione nella presenza attiva nel mondo del lavoro e una notevole segmentazione e rimodulazione dei percorsi e degli impegni di studio/lavoro.

Più della metà degli occupati ha un lavoro dipendente regolare con contratti a tempo indeterminato, determinato e interinale: il 58,1% ad un anno e il 54,2% a tre anni dalla laurea. Analizzando i contratti "in scadenza", ossia le posizioni di lavoro atipico o temporaneo, la condizione di precarietà nell'inserimento lavorativo coinvolge mediamente più di un terzo degli occupati (38,5%); questo valore si contrae leggermente a tre anni (36,6%). Molto positiva è l'evoluzione delle attività di lavoro autonomo, che raddoppiano passan-

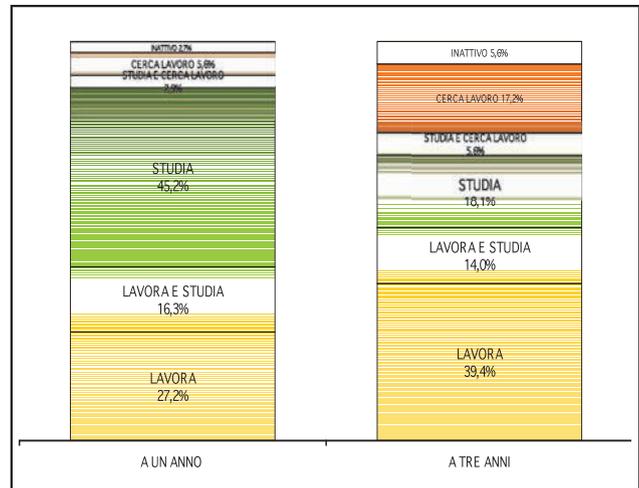


FIGURA 1 Condizione occupazionale e formativa ad un anno ed a tre anni dalla laurea triennale

Fonte: Progetto Ambiente - Itolamb, Isfol 2010

do dal 6,1% al 12,4%. I ruoli lavorativi acquisiti sono coerenti con il grado di formazione conseguito. A tre anni dalla laurea il 37,3% lavora come impiegato, il 32,1% svolge una professione tecnica e il 9% ha un'attività nel settore del commercio e dei servizi di livello qualificato. L'8,4% riesce a valorizzare il titolo di studio conseguito inserendosi nell'ambito delle professioni intellettuali, scientifiche e di elevata specializzazione o nel gruppo dei legislatori, dirigenti, imprenditori (figura 2).

L'obiettivo di trovare un lavoro verde viene raggiunto dal 50,2% dei laureati occupati e la professione svolta è vissuta con molta soddisfazione, anche quando non ha le caratteristiche desiderate di sicurezza contrattuale o economica. Per gli occupati verdi lo svantaggio rilevato nell'acquisizione di posizioni di lavoro regolari e stabili e di livelli di reddito medio-alti è compensato dalle maggiori opportunità di inserirsi in una professione di livello coerente con la formazione conseguita o di investire in un progetto di lavoro autonomo. Rispetto agli altri segmenti della formazione ambientale, anche non universitaria, nelle lauree ambientali la rispondenza tra occupazione e percorso formativo può considerarsi soddisfacente in rapporto al recente ingresso nel mondo del lavoro. Un ulteriore elemento positivo si riscontra nella dimensione della progettualità lavorativa: la metà di coloro che aveva

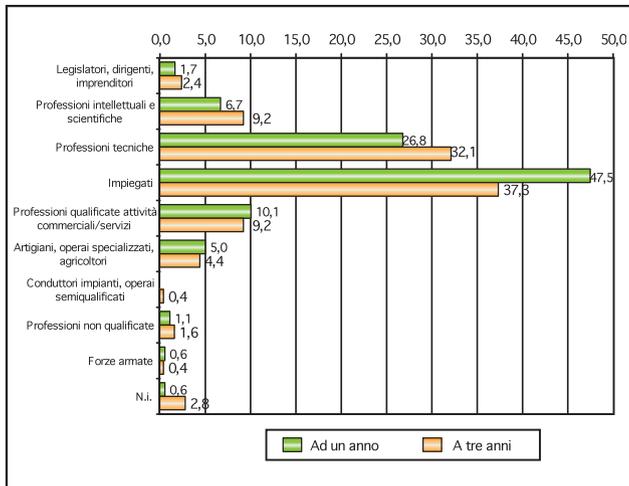


FIGURA 2 Tipo di professione ad un anno e a tre anni
 Fonte: Progetto Ambiente - Ifolamb, Isfol 2010

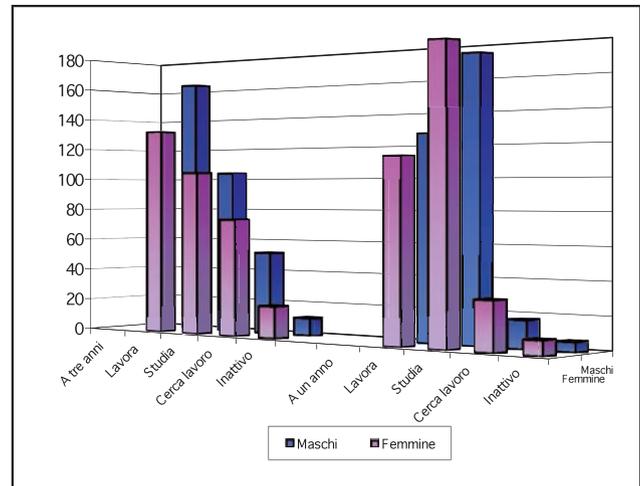


FIGURA 3 Condizione occupazionale e formativa ad un anno e a tre anni
 Fonte: Progetto Ambiente - Ifolamb, Isfol 2010

prefigurato un progetto professionale, sia prima che durante o dopo il conseguimento della laurea, è riuscita a realizzare l'obiettivo desiderato.

L'acquisizione di una laurea breve ambientale riduce sensibilmente le differenze di genere nell'inserimento lavorativo. Più opportunità occupazionali si riscontrano tra gli uomini (59% contro il 47,6%) anche in termini di stabilità contrattuale, nonostante il maggiore investimento formativo e i migliori risultati raggiunti dalle donne laureate. Un sostanziale equilibrio tra i due sessi si evidenzia nella collocazione nelle professioni medio-alte, mentre nei livelli intermedi e nel lavoro impiegatizio vengono privilegiate le donne ed in quello tecnico gli uomini. L'accesso al lavoro ambientale è paritario tra i sessi nel breve periodo, ma a tre anni i dati volgono decisamente a favore degli uomini. Nonostante la presenza di un dato occupazionale positivo, la dicotomia tra uomini e donne nell'inserimento in professionalità ambientale di livello intermedio non si ricomponde completamente, come nei segmenti formativi che permettono di conseguire una maggiore specializzazione, nei quali il lavoro femminile è pienamente valorizzato (figura 3).

Un buon investimento per il futuro lavorativo rappresentano le lauree che hanno un curriculum fortemente orientato all'acquisizione di competenze professionalizzanti. In questi casi, quasi la totalità dei laureati am-

bientali trova in tre anni un'occupazione stabile e coerente con gli studi realizzati. Confermano tale tendenza i dati sui laureati occupati che provengono dai raggruppamenti di Medicina (76,9% ad un anno; 94,9% a tre anni) e Chimico-Farmaceutico (65,5% ad un anno; 69% a tre anni), dove la formazione è orientata fortemente alla professionalizzazione, come nel caso dei corsi di laurea per le *Tecniche della prevenzione nell'ambiente e nei luoghi di lavoro* o in *Scienze e tecnologie erboristiche*. Più contenuto, ad un anno, è l'inserimento lavorativo nei gruppi Ingegneria (17,5%) e Architettura (15,3%), dove la maggioranza dei laureati non si ferma al primo livello. A distanza di tre anni, tra i laureati nei raggruppamenti Ingegneria (+36,7%), Geo-Biologico, Agraria e Architettura (30,5%) i livelli occupazionali aumentano discretamente, ma va considerato che molti sono ancora impegnati negli studi.

Seppure in presenza di segnali positivi, sul nodo dell'acquisizione delle competenze professionalizzanti si ravvisa un'importante criticità. La mancanza di un equilibrio soddisfacente nei curriculum formativi ambientali tra la preparazione di base e la formazione specialistica più strettamente professionalizzante è ritenuta insufficiente dal 52,1% dei laureati ambientali, a prescindere dalla condizione occupazionale raggiunta dopo la laurea. In alcune aree disciplinari, come Architettura e Ingegneria, sono piuttosto evidenti

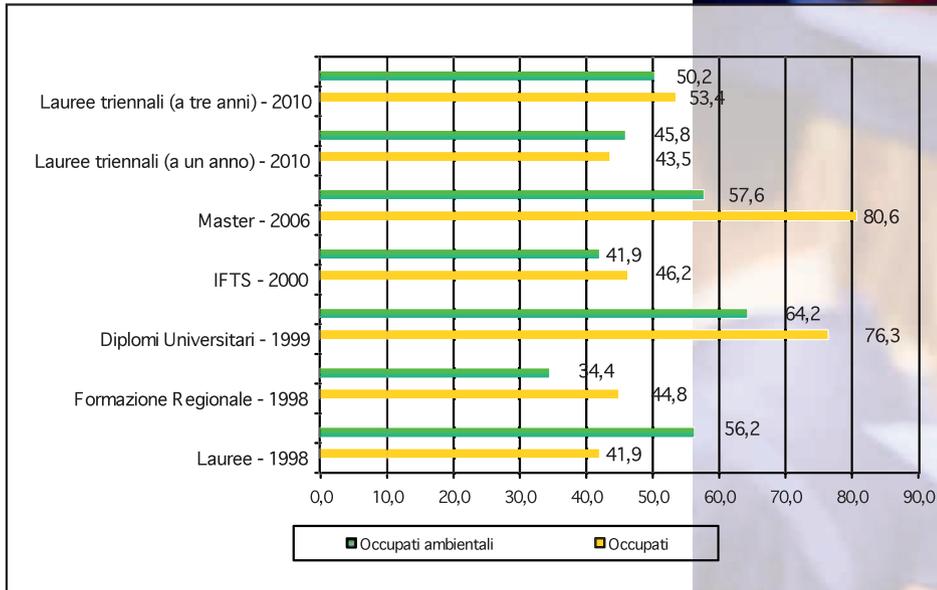
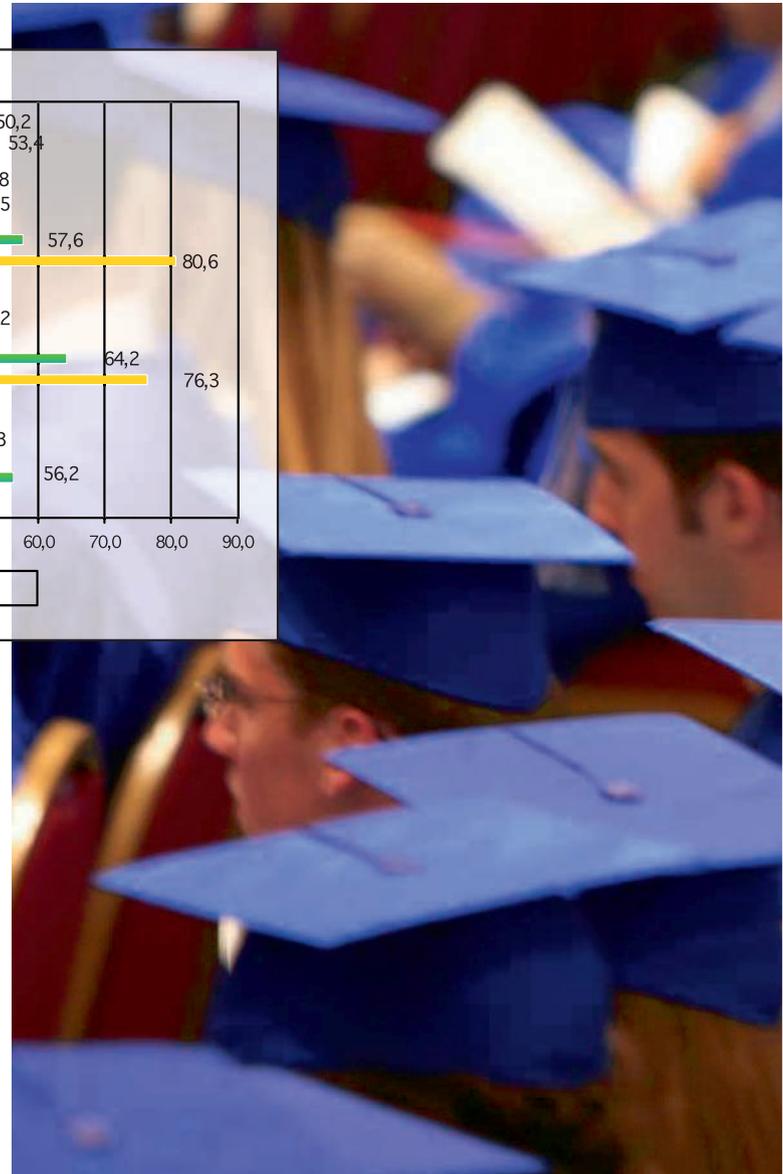


FIGURA 4 Esiti occupazionali delle indagini ISFOL sulla formazione ambientale

Fonte: Progetto Ambiente - Ifolamb, Isfol 2010

sia il limite del modello del 3+2 che la maggiore difficoltà nella delimitazione di competenze più specialistiche e professionalizzanti. Il quadro si ribalta, e i dati rilevati lo confermano, laddove l'obiettivo del percorso coincide con l'acquisizione nella laurea breve di una professionalità specifica.

L'analisi sulle dimensioni soggettive conferma la presenza di una sensibilità accentuata rispetto alle problematiche ambientali. I problemi inerenti al cambiamento climatico sono percepiti come gravi dalla maggioranza dei laureati ambientali, che li collocano al secondo posto tra le emergenze del momento a livello mondiale. A fronte di questa consapevolezza, emerge una dimensione ottimistica in merito alla possibilità di incidere o rendere reversibile il fenomeno del cambiamento climatico attraverso una riduzione dell'impatto degli stili di consumo attuali e l'introduzione di modelli produttivi alternativi ed eco-compatibili. Un ruolo di primo piano, come fattore di contrasto al cambiamento climatico, viene attribuito ai comportamenti adottati e agli stili di vita del-



le persone, rispetto ai quali gli intervistati dichiarano di avere già assunto una dimensione attiva nelle scelte quotidiane.

Il dato occupazionale, nonostante le criticità dell'attuale congiuntura, le difficoltà e gli evidenti ritardi che caratterizzano il contesto italiano nell'applicazione di adeguate politiche per la sostenibilità ambientale e la presenza di alcune criticità nella costruzione delle competenze e nella scarsa corri-



spondenza tra i percorsi realizzati e i fabbisogni di figure ambientali, è in linea con analoghe indagini condotte a livello nazionale, sulla condizione dei laureati e si uniforma ai risultati delle ricerche già realizzate dal Progetto Ambiente dell'ISFOL su altri segmenti formativi ambientali che evidenziano nel tempo una buona spendibilità della formazione ambientale (figura 4).

In sintesi, le lauree triennali ambientali consentono

un buon inserimento nel mercato del lavoro in posizioni tecniche o impiegatizie e comunque mai dequalificate. Pur risentendo della mancanza di politiche orientate alla sostenibilità dello sviluppo, i dati rilevati permettono di affermare che i lavori ambientali rappresentano un'importante opportunità professionale, soprattutto laddove i sistemi produttivi recepiscono i cambiamenti e i vantaggi indotti dalla domanda di sostenibilità. Se questa sfida verrà raccolta, oltre che attraverso un processo di progressiva riconversione verde dei sistemi produttivi anche con l'adozione di adeguate politiche della sostenibilità ambientale, le università si troveranno a svolgere un ruolo chiave nella formazione di professioni ambientali di livello intermedio e specialistico in grado di supportare le politiche della sostenibilità ambientale sia sul versante dell'accrescimento della competitività che su quell'apertura di nuovi mercati, indotta dal rispetto dei parametri ambientali. Sarebbe necessario che il ruolo della formazione universitaria fosse sostenuto da un ripensamento dei percorsi curriculari in rapporto ai processi di apprendimento, alla costruzione delle figure professionali ambientali, all'individuazione dei fabbisogni espressi e/o potenziali e alle azioni di collegamento con il mondo del lavoro. In questa direzione, l'ultima riforma ha introdotto degli elementi che potranno incidere positivamente sulla qualità della formazione, come ad esempio i corsi di studio "interclasse". L'azione di coniugare ambiti disciplinari diversi in un percorso interconnesso sarebbe già più adeguata a favorire lo sviluppo di competenze professionali trasversali innovative, necessarie per operare in campo ambientale e portare un contributo alla realizzazione di società sostenibili.

Note

- [1] L'offerta formativa ambientale è rilevata attraverso indagini censimentali realizzate annualmente dall'Area di ricerca Progetto Ambiente-Ifolamb dell'ISFOL. I rapporti di ricerca sono consultabili nel sito istituzionale dell'ISFOL o nel sistema informativo IFOLAMB - *Informazione Formazione, Orientamento Lavoro Ambientale*. IFOLAMB è l'unico osservatorio a livello nazionale sui temi della formazione e dell'occupazione ambientale. Il sistema, alimentato costantemente da indagini e ricerche, svolge un'importante azione di supporto di informazione e di orientamento ai soggetti delle politiche formative occupazionali e ai destinatari finali della formazione ambientale.
- [2] cfr. ISFOL, *Laureati ambientali triennali: inserimento lavorativo e prosecuzione degli studi*, Roma (in corso di stampa).



Sussidi ai combustibili fossili: a chi e perché

La rimozione del supporto ai combustibili fossili è al centro del dibattito politico, come mostrato dalla crescente attenzione nel corso dei recenti meeting internazionali. Riorientare le misure di supporto verso le fonti rinnovabili è una strategia chiave per favorire l'orientamento dei processi di sviluppo verso una crescita sostenibile

■ Chiara Martini

Il supporto ai combustibili fossili e le sue implicazioni

La lotta al cambiamento climatico non richiede unicamente l'adozione di nuove politiche, ma anche la riforma di alcune già esistenti, in modo da fornire il corretto segnale di prezzo del danno ambientale generato dalle emissioni di gas a effetto serra ai mercati. Le misure di supporto ai combustibili fossili sono un chiaro esempio di quanto questa seconda linea di azione sia importante. Come indicato nel rapporto *Green Growth Studies: Energy*, dell'Organizzazione per la Cooperazione e lo Sviluppo Economico (OECD), nel 2009 la dipendenza dai combustibili fossili del sistema energetico mondiale ha prodotto l'84% delle emissioni di gas a effetto serra. Considerando la crescita di domanda energetica e popolazione trainata dalle economie emergenti, appare fondamentale modificare le attuali traiettorie di produzione e consumo.

Il meeting G-20 del 2009 ha avuto come risultato – tra gli altri – l'impegno alla rimozione dei sussidi inefficienti ai combustibili fossili. I leader nazionali riuniti a Pittsburg hanno infatti convenuto che il supporto ai combustibili fossili “*encourage wasteful consumption, distort markets, impede investment in clean energy sources and undermine efforts to deal with climate change*”. I sussidi ai combustibili fossili rappresentano

inoltre un costo per i contribuenti. Un ulteriore elemento negativo è che i nuclei familiari più poveri rischiano di beneficiare in minor misura dei sussidi ai combustibili fossili, a causa del loro livello di consumo inferiore rispetto ai nuclei familiari a reddito più elevato (World Bank IEG, 2008). Le stime della World Bank evidenziano come il 40% più povero nella distribuzione del reddito sia destinatario di soltanto il 15-20% dei sussidi ai combustibili fossili in vigore nei Paesi in Via di Sviluppo (PVS).

L'Agenzia Internazionale dell'Energia (IEA) da alcuni anni elabora dati riguardanti i sussidi ai combustibili fossili nelle economie emergenti e in via di sviluppo, utilizzando l'approccio del *price gap*. Questo metodo stima in quale misura le politiche nazionali mantengono i prezzi domestici a un livello inferiore rispetto a un prezzo di riferimento sui mercati internazionali. Il metodo del *price gap* non cattura però la maggior parte delle agevolazioni tributarie fornite ai produttori o consumatori, che costituiscono la maggior parte delle misure di sostegno adottate nei Paesi membri dell'OECD. Seppure queste misure non collocano i prezzi nazionali al di sotto di un livello di prezzo di riferimento sui mercati internazionali, esse contribuiscono a determinare produzione e consumo più elevati, creando distorsioni nel mix energetico nazionale. Per colmare l'assenza di informazioni relative al supporto fornito ai combustibili fossili nei suoi Paesi membri, nel 2010 l'OECD ha iniziato a raccogliere dati sulle misure di sostegno ai combustibili fossili.

In ottobre 2011 l'OECD ha pubblicato il rapporto, *Inventory of Estimated Budgetary Support and Tax Expen-*

■ Chiara Martini

Università degli Studi Roma Tre, Dipartimento di Economia

ditures for Fossil Fuels, contenente una raccolta di più di 250 misure di sostegno budgetario e di agevolazione fiscale in vigore sia dal lato della produzione che da quello del consumo. Il lavoro passa in rassegna 24 Paesi membri, i quali rappresentano circa il 95% dell'offerta di energia primaria nell'OECD.

Gli ultimi meeting internazionali

L'importanza di riformare le politiche di supporto ai combustibili fossili è stata esplicitamente riconosciuta nella Dichiarazione dell'OECD di giugno 2009 sottoscritta dai 34 Paesi membri, che si sono assunti l'impegno di *"encourage domestic policy reform, with the aim of avoiding or removing environmentally harmful policies that might thwart green growth, such as subsidies: to fossil fuel consumption or production that increase greenhouse gas emissions .."*.

Tre mesi più tardi i leader del G-20 si sono impegnati a razionalizzare ed eliminare nel medio termine i sussidi ai combustibili fossili. A novembre 2009, un simile intento è stato espresso anche dai leader del forum dell'APEC. Da allora l'OECD – insieme ad altre organizzazioni intergovernative – ha avuto un coinvolgimento attivo con il G-20 Energy Expert Group e ha contribuito a diversi rapporti dedicati al supporto alle fonti energetiche fossili.

Al summit G-20 di Toronto, numerosi leader nazionali hanno presentato strategie e programmi per la realizzazione dell'impegno di rimozione dei sussidi. Al summit di Seoul, i leader nazionali hanno inoltre chiesto a quattro organizzazioni internazionali – costituite da IEA, World Bank, OECD e Organizzazione dei Paesi Esportatori di Petrolio (OPEC) – di passare in rassegna e valutare i progressi realizzati nell'implementazione delle strategie di riforma, e presentarli al prossimo summit che si sarebbe tenuto a Cannes. Nel seguito saranno sintetizzate alcune informazioni tratte dall'Inventario e dal Joint report preparato dalle quattro organizzazioni a Cannes a novembre 2011.

Le misure di supporto ai combustibili fossili in un campione di Paesi OECD

L'Inventario dell'OECD fa riferimento all'ampio set di misure identificate dai governi come supporto alla produzione o consumo di combustibili fossili. A que-

sto scopo sono utilizzati due metodi, *Producer Support Estimate* (PSE) e *Consumer Support Estimate* (CSE), rispettivamente diretti ad analizzare le misure delle quali beneficiano produttori o consumatori.

Il termine supporto è volutamente ampio. Rientrano all'interno delle misure di supporto gli interventi diretti a fornire un beneficio o una preferenza per specifici prodotti o attività, sia in termini assoluti che attraverso un trattamento fiscale favorevole rispetto alla tassazione normalmente applicata.

In termini complessivi, il totale delle misure budgetarie di sostegno e delle agevolazioni fiscali riportato nell'Inventario ricade nell'intervallo di 45-75 miliardi annui di dollari USA nel periodo 2005-2010. Questo dato è da affiancare alle stime ottenute dall'IEA applicando il metodo del *price gap* alle economie emergenti e in via di sviluppo. L'Agenzia indica un valore totale dei sussidi pari a 557 miliardi di dollari USA nel 2008, 312 nel 2009 e 409 nel 2010 (IEA, OPEC, OECD and World Bank, 2011).

Le misure di supporto ai combustibili fossili sono altamente differenziate nei diversi Paesi OECD. I Paesi membri dell'Unione Europea hanno in comune l'approccio alla tassazione dei prodotti energetici fornito dalla Energy Taxation Directive, emanata nel 2003 e attualmente in revisione. L'agricoltura beneficia spesso di aliquote di imposta ridotte, così come la navigazione e il trasporto ferroviario; l'aviazione domestica è invece spesso esentata. In Italia sono in vigore esenzioni per i carburanti usati per alcune tipologie di trasporto merci su gomma e per il trasporto pubblico, o per i combustibili fossili utilizzati da consumatori residenti in aree svantaggiate. In alcuni Paesi del Nord Europa gli usi di combustibili fossili per il riscaldamento sono tassati ad aliquote ridotte o esentati. È evidente come un criterio distributivo abbia ispirato le misure di sostegno citate, dirette a settori, consumatori o utilizzi ai quali i governi hanno ritenuto auspicabile riservare un trattamento favorevole. Alcuni Paesi membri dell'Unione Europea hanno inoltre in vigore aliquote agevolate o esenzioni per i settori *energy-intensive*, per evitare ricadute sulla competitività o ridurre la possibilità di sovrapposizione di strumenti di *policy*, essendo questi settori già coinvolti nel sistema europeo di *emission trading* (EU ETS). In questo caso obiettivi analoghi potrebbero essere probabilmente ottenuti fornendo un supporto finanziario a questi set-

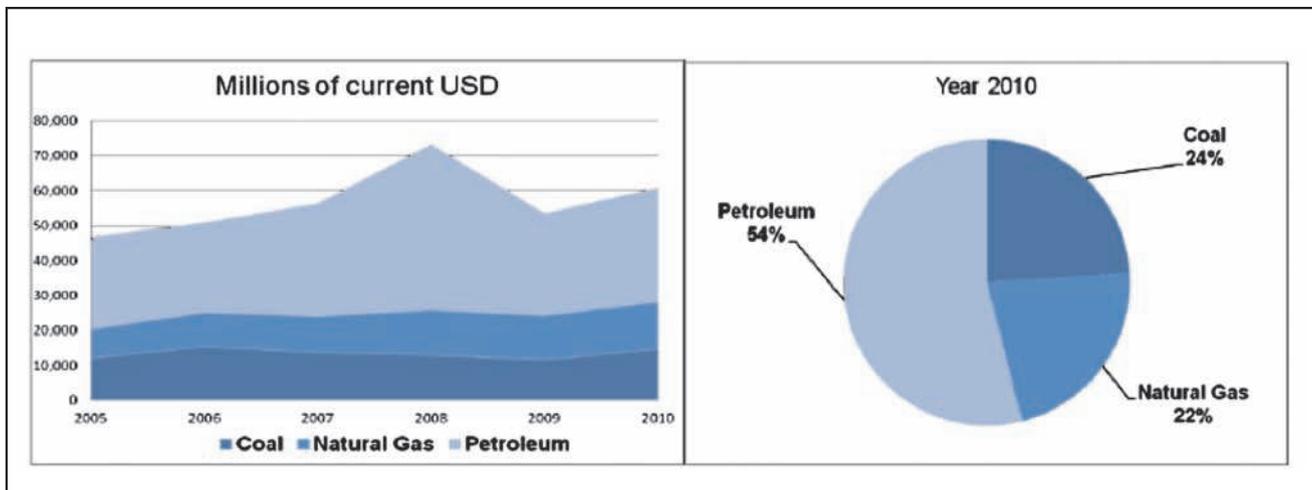


FIGURA 1 Supporto ai combustibili fossili nei Paesi OECD per prodotto
 Fonte: IEA, OPEC, OECD and World Bank, 2011; <http://www.oecd.org/dataoecd/21/11/49090716.pdf>

tori per l'adozione di tecnologie pulite (ad esempio di abbattimento *end-of-pipe*) o per l'utilizzazione di fonti di energia rinnovabile. Molteplici possono essere inoltre le misure di sostegno dal lato della produzione, come ad esempio particolari regimi di *royalty*, deduzioni fiscali delle spese di esplorazione e altre deduzioni fiscali dalla base imponibile per la tassazione del reddito di impresa adottate in Canada e negli Stati Uniti d'America. Messico e Cile seguono invece un approccio diretto ad attenuare l'impatto delle fluttuazioni del prezzo internazionale del petrolio sui consumatori domestici. In Messico, i prezzi dei derivati del petrolio sono regolati e la monopolista Pemex beneficia di un credito di imposta che assume la forma di un sussidio quando i prezzi internazionali del petrolio oltrepassano un livello soglia fissato dal governo. In questo modo Pemex può fissare prezzi più bassi per i consumatori domestici rispetto a quelli internazionali. In Cile il mercato è invece liberalizzato e i derivati del petrolio sono tassati quando il prezzo internazionale è al di sotto di un livello di riferimento, mentre in caso contrario beneficiano di un sussidio. Questa componente variabile si somma ad un'aliquota di imposta che è invece fissa: in questo modo il carico fiscale complessivo sui consumatori si muove in direzione anticiclica rispetto al prezzo del petrolio sui mercati internazionali.

Nell'Inventario OECD sono incluse le agevolazioni tri-

butarie rendicontate in ognuno dei 24 Paesi analizzati, ottenute in ciascun caso con riferimento ad diverso *benchmark* (tasso di imposta di riferimento), dipendente dal sistema nazionale di tassazione per i prodotti energetici. Per questa ragione i livelli di supporto non sono comparabili tra diversi Paesi.

Come indicato nella figura 1, i prodotti petroliferi (petrolio e suoi derivati) sono i principali beneficiari delle misure di supporto. Questo risultato è anche conseguenza del ruolo significativo del petrolio e suoi deri-

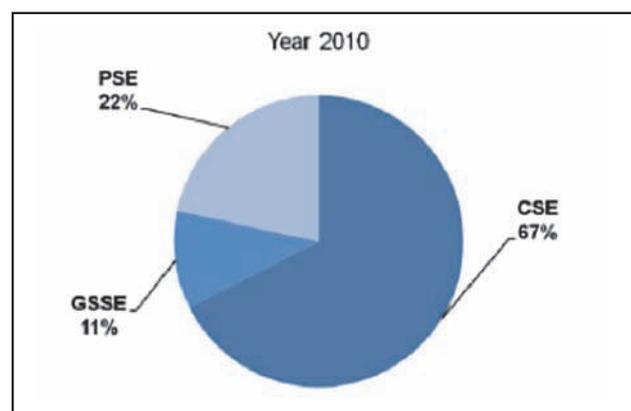


FIGURA 2 Supporto ai combustibili fossili nei Paesi OECD per tipologia (PSE: produttori; CSE: consumatori; GSSE: altro)
 Fonte: IEA, OPEC, OECD and World Bank, 2011;
<http://www.oecd.org/dataoecd/21/11/49090716.pdf>

vati nell'offerta primaria di energia. Il picco presente nel 2008, corrispondente a 73 miliardi di dollari USA, è principalmente causato da trasferimenti del fondo di stabilizzazione messicano. Il suo funzionamento è infatti direttamente connesso ai prezzi internazionali del petrolio, che nel 2008 hanno raggiunto il picco di 100 dollari al barile (WTI, prezzi spot). La figura 2 mostra che il supporto è fornito prevalentemente sotto forma di misure di sostegno ai consumatori (CSE). Il supporto fornito attraverso altre misure non direttamente a beneficio di produttori o consumatori (General Services Support Estimate, GSSE), come ad esempio la compensazione diretta ai lavoratori in attività estrattive o gli incentivi per la creazione di riserve strategiche, ha un ruolo minore.

Cenni alle misure di supporto alle fonti rinnovabili

I sussidi alle energie rinnovabili sono aumentati in maniera consistente negli ultimi anni. I governi si sono infatti posti l'obiettivo di diversificare l'offerta di energia e le emissioni di gas climalteranti. I sistemi di incentivazione alle rinnovabili sono stati inoltre promossi come parte integrante dei pacchetti di ripresa dalla crisi economica, con l'obiettivo di stimolare le industrie verdi e creare nuova occupazione. I sussidi alle rinnovabili hanno anche l'obiettivo di favorire il *learning by doing* e l'innovazione verde, migliorando così la competitività dell'energia rinnovabile rispetto alle fonti fossili. Infine, sussidiare fonti di energia rinnovabile può costituire la migliore strategia per garantire un universale accesso ai servizi energetici, in particolare nelle aree rurali, problema particolarmente rilevante nei PVS.

In due rapporti pubblicati nel settembre 2011 dalla Global Subsidies Initiative (GSI)¹ sono stati stimati i sussidi alle energie a basso contenuto carbonico, sia per la produzione di elettricità (comprensive del nucleare) che per la produzione di biocarburanti. Secondo il GSI nel 2009 i sussidi alle fonti a basso contenuto carbonico sono rimasti ad un livello relativamente alto rispetto ai sussidi alle fonti fossili, e sono stati forniti per la maggior parte nei Paesi OECD. Questi Paesi secondo i dati dell'Energy Information Administration (EIA) americana rappresentano l'83% della produzione di elettricità da nucleare e da fonti rinnovabili, e

circa due terzi della produzione di biocarburanti. I dati GSI sembrano indicare una tendenza dei Paesi verso lo spostamento dei sussidi dalle fonti fossili a quelle rinnovabili. In particolare, il GSI indica che le fonti rinnovabili per la produzione di elettricità e i biocarburanti beneficiano di incentivi di vario tipo ad un livello in media più elevato dei combustibili fossili. Con riferimento al trasporto il sussidio unitario è infatti pari a 0,033 dollari USA per kWh per i biocarburanti, a fronte di 0,005 per i derivati del petrolio. Per la produzione di elettricità, il trend è ancora più marcato: 0,154 dollari USA per kWh per le fonti rinnovabili (escluso il nucleare e l'energia idroelettrica) a fronte di 0,007 dollari USA per kWh per le fonti fossili.

Prospettive in vista dei futuri meeting internazionali e strategie possibili di intervento

Secondo alcune stime IEA ottenute con il metodo del *price gap*, in assenza di riforme le misure di supporto ai combustibili fossili raggiungerebbero 660 miliardi di dollari USA nel 2020, un ammontare pari allo 0,7% del PIL mondiale (IEA, OPEC, OECD and World Bank, 2011). Misure di sostegno dirette ad evitare che il costo complessivo della fornitura di energia sia pagato da produttori o consumatori possono risultare in un carico consistente per le finanze pubbliche, portando ad una riduzione di altre componenti di spesa, come sanità, istruzione e infrastrutture.

Questo effetto è tanto più rilevante nei Paesi importatori di prodotti energetici. In questi Paesi riforme nel sistema di supporto ai combustibili fossili – dirette alla loro graduale rimozione – ridurrebbero la domanda di combustibili fossili, diminuendo la dipendenza energetica da Paesi terzi e promuovendo l'uso di fonti energetiche rinnovabili. Il beneficio economico netto delle riforme potrebbe quindi essere positivo, misurato sia in termini di effetti sul PIL che di effetti reali su occupazione e redditi (IEA, OPEC, OECD e World Bank, 2011).

Diversamente, nei Paesi esportatori di prodotti energetici, l'effetto complessivo potrebbe essere più problematico. Da un lato, la rimozione dei sussidi agli utilizzatori finali aumenterebbe la capacità di esportazione, tendenza però accompagnata da una diminuzione della domanda a causa della rimozione dei sussidi al consumo di combustibili fossili nei Paesi importatori Simula-

zioni condotte dall'OPEC confermano questi rischi, anche nell'ipotesi di riutilizzazione dei sussidi per misure di compensazione e consolidamento fiscale.

I benefici ambientali delle riforme ai sistemi di incentivazione sono invece meno controversi. In base alle stime IEA ottenute dal metodo *price-cap* e riferite ad una *baseline* in cui i sussidi rimangono invariati, i miglioramenti ambientali connessi alla rimozione nel 2020 dei sussidi nelle economie emergenti e in via di sviluppo sarebbero significativi: la domanda di energia primaria si ridurrebbe del 4,1% e le emissioni di CO₂ del 4,7%. In modo simile, utilizzando il modello di equilibrio generale ENV-Linkages e le stime dell'IEA sui sussidi ai consumatori, l'OECD stima che la loro rimozione condurrebbe ad una riduzione del 6% delle emissioni dei gas serra nel 2050 con riferimento ad uno scenario business-as-usual (IEA, OPEC, OECD and World Bank, 2011).

I principi della Convenzione delle Nazioni Unite sul Cambiamento Climatico (UNFCCC), in particolare il principio di equità e responsabilità comuni ma differenziate, devono essere tenuti presente nella pianificazione delle riforme ai sussidi alla produzione e consumo di combustibili fossili. Sono infatti molte le sfide e gli aspetti delicati connessi alla rimozione dei sussidi energetici. Essendo gli interventi di rimozione dei sussidi ai consumatori associati ad aumenti dei prezzi, particolare attenzione deve essere rivolta agli effetti su soggetti a basso reddito o a rischio di perdita di competitività. I sussidi ai combustibili fossili sono inoltre spesso adottati per alleviare forme di povertà energetica e promuovere lo sviluppo economico garantendo l'accesso ai servizi energetici. In questo senso una loro sostituzione con sussidi diretti ad incentivare le forme di energia rinnovabile potrebbe conseguire risultati simili perseguendo anche ulteriori obiettivi di tipo ambientale.

L'attuazione delle riforme agli attuali sistemi di incentivazione fornirebbe un importante contributo alla riduzione delle emissioni di gas serra, favorirebbe l'efficienza economica ed energetica e migliorerebbe l'equilibrio fiscale, rendendo anche disponibili risorse utilizzabili per sostenere altre fonti energetiche, di tipo rinnovabile. Occorre che le fonti energetiche più inquinanti siano rese più costose rispetto a quelle rinnovabili, procedendo alla graduale rimozione degli incentivi alla loro produzione e consumo e creando

nuove convenienze sui mercati grazie a politiche ambientali quali *carbon tax* o *emission trading*. Non esiste una strategia di riforma universalmente valida, ma il Joint report preparato per il summit di Toronto (IEA, OPEC, OECD and World Bank, 2010) suggerisce che la riforma dei sussidi ai combustibili fossili debba essere implementata nel contesto di una riforma più ampia del settore energetico, spostando il focus degli incentivi sulle forme di energia rinnovabile. Il miglioramento dell'efficacia degli incentivi e l'adozione di politiche sociali di compensazione da accompagnare alla loro rimozione sono inoltre citati come aspetti di fondamentale importanza. Lo sviluppo sostenibile e i suoi tre pilastri di crescita economica, progresso sociale e protezione ambientale devono quindi costituire il motivo ispiratore nell'elaborazione e implementazione delle riforme al sistema di incentivazione delle fonti energetiche fossili. In conclusione, appaiono quindi chiare le ragioni per cui l'energia costituisce uno dei temi fondamentali della conferenza Rio+20 di giugno 2012², presso la quale è fortemente auspicabile che i 193 Paesi delle Nazioni Unite trovino un utile terreno di negoziazione e confronto per l'elaborazione delle strategie di riforma necessarie rispetto all'incentivazione dei combustibili fossili.

Bibliografia

- [1] World Bank Independent Evaluation Group (IEG) (2008), Climate change and the World Bank Group, Phase I – An Evaluation of World Bank Win-Win Energy Policy Reforms, Washington DC, World Bank.
- [2] Global Subsidies Initiative (2011a), Subsidies and external costs in electric power generation: a comparative review of estimates.
- [3] Global Subsidies Initiative (2011b), Subsidies to liquid transport fuels: a comparative review of estimates.
- [4] Organisation for Economic Cooperation and Development (2011a), Inventory of Estimated Budgetary Support and Tax Expenditures for Fossil Fuels, Paris, OECD.
- [5] Organisation for Economic Cooperation and Development (2011b), OECD Green Growth Studies: Energy, Paris, OECD.
- [6] International Energy Agency, Organisation of Petroleum Exporting Countries, Organisation for Economic Cooperation and Development and World Bank (2011), Joint report by IEA, OPEC, OECD and World Bank on fossil-fuel and other energy subsidies: An update of the G20 Pittsburgh and Toronto Commitments.
- [7] International Energy Agency, Organisation of Petroleum Exporting Countries, Organisation for Economic Cooperation and Development and World Bank (2011), Analysis of the scope of energy subsidies and suggestions for the G-20 initiative.

Note

- [1] *Subsidies and external costs in electric power generation: a comparative review of estimates* (http://www.globalsubsidies.org/files/assets/power_gen_subsidies.pdf) e *Subsidies to liquid transport fuels: a comparative review of estimates* (http://www.globalsubsidies.org/files/assets/liquid_fuel_subsidies.pdf).
- [2] <http://www.uncsd2012.org/rio20/>

Turismo sostenibile per i beni culturali e naturali

Il turismo costituisce una risorsa estremamente importante per il sistema Italia, ma il turismo, specialmente se di massa, può rappresentare un fattore di disturbo per la sostenibilità ambientale e sociale. È opportuno diversificare le destinazioni turistiche e migliorare sia l'impatto sul territorio, sia le prestazioni di servizi turistici

■ Laura Maria Padovani

Il 26-29 marzo 2012 si terrà a Londra un'importante conferenza internazionale dal titolo "Planet under Pressure" dedicata alla ricerca di soluzioni per rispondere in termini pratici e praticabili alla sfida della sostenibilità globale. La conferenza di Londra fungerà da piattaforma per rafforzare e ampliare una nuova visione globale che collega studiosi di scienze sociali e naturali con le imprese e gli investitori, per far fronte alle sfide insite nella sostenibilità. Attraverso workshop e seminari, i delegati saranno invitati a discutere le opzioni e le soluzioni ai cambiamenti climatici, energia, sicurezza alimentare, acqua, povertà e altre questioni urgenti. In vista di questa scadenza, il presente contributo vuole affrontare questa tematica in un settore rilevante per il nostro Paese, quello del turismo, prendendo in considerazione alcune specificità italiane, alla ricerca di opzioni di sviluppo che permettano il mantenimento di una sostenibilità non solo economica, ma sociale e ambientale.

Il turismo globale

Il termine *turismo* - una parola relativamente recente (risalente al 1711) - deriva dal latino *tornare* e dal greco *tornos* che significa "movimento attorno ad un punto centrale" e descrive viaggi per piacere, svago, tem-

po libero, attività culturali o devozionali. L'Organizzazione Mondiale del Turismo definisce i turisti come persone "che viaggiano e soggiornano in località al di fuori del loro ambiente abituale per non più di un anno consecutivo per svago, affari o altro".

Il turismo moderno viene praticato in diverse categorie di località: siti architettonici, archeologici ed artistici; città di riconosciuto valore artistico e culturale; città commerciali; località sede di strutture dedicate allo svago e alla ricreazione (tra cui il gioco d'azzardo); parchi nazionali, aree protette e monumenti naturali; santuari, monasteri, templi e altri luoghi religiosi e devozionali; città in cui si trovano le istituzioni internazionali; località di mare, lago, campagna, montagna, terme e stazioni di villeggiatura; persino aree note per le qualità culinarie ed enologiche; e città con cliniche e Istituti che offrono eccellenti cure mediche o nuove tecnologie biomediche (turismo sanitario). Nel 2010, sono stati registrati in tutto il mondo 940 milioni di arrivi turistici internazionali, corrispondenti ad una crescita del 6,6% rispetto all'anno precedente, con un fatturato del turismo internazionale che ha raggiunto i 693 miliardi di € (919 miliardi dollari USA), corrispondenti a un aumento del 4,7%. Il 40% di tali arrivi si sono verificati in Europa: il turismo produce il 5% del PIL della UE (€ 266 miliardi), una percentuale in continuo aumento, che diventa il 10% del PIL e il 12% dell'occupazione totale se si somma alle attività correlate dell'indotto.

È stato però registrato un rallentamento del turismo nel 2008 e 2009 a causa di alcuni fattori negativi come

■ Laura Maria Padovani

ENEA, Unità Tecnica Sviluppo Sostenibile ed Innovazione del Sistema Agro-Industriale

la crisi finanziaria e la recessione economica, oppure di eventi eccezionali quali epidemie (per esempio, l'influenza aviaria), minacce terroristiche, conflitti locali, e catastrofi naturali (lo tsunami nell'Oceano Indiano del 2004, le ceneri dell'eruzione del vulcano Eyjafjallajokull in Islanda). Non è quindi da escludere un nuovo rallentamento nel 2012.

Il turismo internazionale è importante e, in alcuni casi, essenziale per l'economia di molti Paesi. I primi cinque Paesi in ordine di classifica sia per numero di arrivi di turisti internazionali (da 44 a 78 milioni a seconda del paese) e fatturato turistico (variabile tra 39 e 104 miliardi di dollari USA) sono Francia, Stati Uniti, Cina, Spagna e Italia, seguiti da Regno Unito, Turchia, Germania, Malaysia, Messico, Australia e Hong Kong. Ma il turismo è importante anche per i piccoli Paesi (come i piccoli Stati-isole: Bahamas, Fiji, Maldive, Seychelles ecc.), Paesi con aree di natura incontaminata o siti naturali e paesaggi attraenti (Kenya, Sud Africa, altri Paesi africani, Paesi nordici, Paesi alpini e mediterranei, Stati Uniti, Australia, Brasile), città di particolare significato religioso (Roma con la Città del Vaticano, Gerusalemme, La Mecca, Città del Messico ecc.), aree in cui le rovine di antiche civiltà si sono conservate (Vicino Oriente, Europa mediterranea, Messico e Meso-America, Perù, parti dell'Asia orientale). Si stima che il turismo contribuisca il 5% del PIL, grazie alla fornitura di beni e servizi collegati al turismo (ospitalità, organizzazione, trasporti, vitto e alloggio, divertimento, shopping), creando così opportunità per l'occupazione nel terziario e nelle strutture amministrative connesse con il turismo.

Turismo e sostenibilità

Purtroppo, ma comprensibilmente, il turismo moderno produce alcuni effetti negativi che riguardano la sostenibilità ambientale e sociale: fattori come il numero elevato di visitatori tipico del turismo di massa e la concentrazione preferenziale di attività turistiche in aree limitate (città famose, siti riconosciuti, le zone costiere già soggette a migrazioni di popolazione interna e pressione ambientale). Ancora più potenzialmente perturbanti per gli eventuali effetti sulle caratteristiche sociali e culturali dei Paesi ospitanti sono i fenomeni di distorsione culturale e di aumento dei prezzi, soprattutto per quel che riguarda popoli indigeni e

comunità locali tradizionali. I costi esterni dovuti al trasporto, congestione, sovraffollamento, produzione di rifiuti, problemi sanitari, attività ricreative (anche illecite), possono erodere e influenzare pesantemente le entrate economiche. La situazione è spesso aggravata dalla competizione del turismo con l'urbanizzazione, l'agricoltura e l'industria pesante per l'occupazione e l'utilizzazione dei migliori spazi, peraltro sottratti alle foreste o altri habitat naturali.

In tempi recenti, è emersa quindi la necessità di un turismo sostenibile che "preveda la gestione delle risorse in modo tale che le esigenze economiche, sociali ed estetiche possano essere soddisfatte mantenendo l'integrità culturale, i processi ecologici essenziali, la diversità biologica e i sistemi viventi" (Organizzazione Mondiale del Turismo). Si ritiene inoltre indispensabile la conservazione delle tracce, monumenti e manufatti delle civiltà umane. Il turismo può essere considerato sostenibile se nella sua pianificazione tiene conto della capacità di carico ecologico e socio-culturale, coinvolgendo le comunità che vivono nell'area di destinazione degli spostamenti. Il settore turistico deve essere integrato nelle politiche economiche e di crescita in atto, al fine di mitigare alcuni degli impatti negativi economici e sociali del turismo di massa. Due obiettivi principali possono essere evidenziati:

- l'inversione del processo di concentrazione del turismo in un numero limitato di destinazioni mediante la sua diffusione in diverse città-siti-aree, con conseguente aumento della diffusione spaziale e temporale di flussi turistici diversificati;
- la realizzazione di 'pacchetti' turistici integrati, che siano attraenti per il cliente ma compatibili per i residenti, con particolare riguardo alle attività ricreative e culturali.

Il turismo in Italia

L'Italia è un esempio paradigmatico di entrambi gli aspetti positivi e negativi del turismo. Alcune stime suggeriscono che l'Italia ospiti il 50-70% delle opere d'arte e dei beni culturali oggi esistenti sul pianeta, e una buona parte dei siti architettonici e archeologici conservatisi, insieme a molti contenuti intangibili. L'Italia è il primo paese in classifica per il numero di siti riconosciuti dall'UNESCO come 'patrimonio dell'umani-



tà (47 siti – il 5% del totale - di cui 33 riguardanti centri storici urbani, compresa la Città del Vaticano, 7 siti archeologici, e 20 di interesse sia come patrimonio culturale che naturale; e inoltre, 40 siti candidati).

L'Italia possiede anche: almeno 100 città di grande valore artistico e storico, centinaia di città e paesi dove si organizzano particolari eventi (spettacoli, giochi storici, processioni, mercati e fiere, carnevali, feste), si producono alimenti tradizionali e si creano prodotti immateriali (ad esempio, la musica); inoltre, 3.500 musei e scavi archeologici (30 quelli principali), 60.000 monumenti nazionali e dimore storiche, almeno 300 maggiori santuari, abbazie e cattedrali (fra cui 6 dei 20 siti religiosi più visitati del mondo), 85.000 chiese.

E ancora: 24 parchi nazionali, oltre 3.700 altre aree protette, per un totale di copertura di circa il 19% del territorio nazionale; 7.475 km di costa in clima mediterraneo, con 400 località turistiche di mare, 150 piccole isole, 70 lagune e zone umide costiere, 31 laghi di una certa dimensione, 28 porti e 156 approdi turistici,

120 stazioni di montagna attrezzate per lo sci o per escursionismo, 22 località termali (in genere nelle zone vulcaniche, alcune risalenti ad epoca romana).

Tuttavia, le attività del turismo internazionale in Italia sono tipicamente concentrate a Roma, Firenze e Venezia e, in misura molto minore, nella zona di Napoli (Pompei, Costiera Amalfitana, Sorrento, Capri), Pisa, la Riviera Ligure e i laghi subalpini. Solo un turismo di elite sceglie per la villeggiatura soluzioni raffinate nelle campagne come quelle disponibili, ad esempio, nel Chianti.

Roma (ottava città nel ranking mondiale per soste con pernottamento) riceve fino a 10 milioni di turisti all'anno (con il Colosseo ed i Musei Vaticani, 4 milioni circa di visitatori ciascuno, siti 39^a e 37^a nella classifica mondiale), Firenze 8 milioni e, comprese le permanenze di meno di un giorno, Venezia 20 milioni, Pompei 2,5 milioni, Pisa 1 milione.

Una situazione simile caratterizza i vacanzieri al mare: Rimini, la principale spiaggia del paese (1.000 alber-

ghi), riceve 4 milioni di visitatori all'anno (per lo più famiglie italiane e tedesche e poi giovani) concentrati in giugno/luglio/agosto per un tipico soggiorno di una settimana; e Rimini è al centro di una catena di località marine ad alta densità turistica. Il totale dei vacanzieri italiani è arrivato a comprendere il 76% della popolazione, di cui circa metà concentrati in estate con una media di permanenza di 4 notti nella stessa struttura ricettiva. Il turismo produce il 10% del PIL italiano (con un saldo in valuta di 3:1 a favore della valuta estera), ed il raggiungimento del 20% è considerato realistico. Il fatturato del solo settore alberghiero è di 1,27 miliardi di € nel 2010 (in aumento nel primo semestre del 2011), con un tasso di occupazione delle camere del 57%, un prezzo medio di una camera di 119 € – prezzo che comparativamente non proprio competitivo – e un ricavato medio per camera di 74 €.

Una proposta

L'Italia (e non solo) trarrebbe un forte beneficio da un cambiamento di approccio allo sviluppo turistico. I due obiettivi di cui sopra (diffusione spaziale e temporale, disponibilità di pacchetti integrati) potrebbero essere perseguiti attraverso:

- selezione di opportune destinazioni turistiche dei diversi tipi meno frequentate o comunque tali da poter essere visitate congiuntamente in un singolo viaggio;
- censimento e analisi degli alloggi e strutture di ricevimento e assistenza (compreso il personale) e disponibilità di trasporti;
- preparazione di 'pacchetti' turistici integrati (per esempio, un soggiorno in un centro storico, seguita da una visita a un sito ambiente naturale, seguito da un soggiorno in una località con caratteristiche ricreative) a seconda delle disponibilità locali;
- definizione e impiego di incentivi (ad esempio, credito d'imposta) per favorire la localizzazione di attività tradizionali e artigianali e dei loro punti di vendita nelle aree pilota, integrandole o avvicinandole alle strutture turistiche principali;
- organizzazione di punti gastronomici ed enologici e percorsi di degustazione di cibo tradizionale e salutare (dieta mediterranea);
- organizzazione di attività sportive, ecoturismo (compresa la disponibilità di *green-ways* per jog-



ging, escursioni, biciclette, cavalli), visite guidate, eventi culturali (musica, teatro, spettacoli, rievocazioni storiche e riguardanti il territorio), parchi a tema;

- pianificazione generale e specifica dei servizi turistici.
- incentivi potrebbero anche favorire la riallocazione nello stesso distretto di istituti di ricerca e campus di istruzione superiore, e di industria e centri di ricerca industriale 'verde' e 'soft'.

A livello internazionale, l'informazione, le tariffe, la pubblicità e le facilitazioni dovrebbero favorire la conoscenza, attrattività e scelta da parte del cliente per i 'pacchetti'.

Inoltre, il cambiamento demografico in atto suggerisce di aumentare la qualità dei servizi turistici, tenendo conto delle esigenze della popolazione (entro il 2020, le persone di età superiore ai 65 anni dovrebbero rappresentare il 20% della popolazione mondiale,



con particolare interesse al tempo libero e specifiche richieste in materia di mobilità, cibo, assistenza ecc.). Un altro gruppo demografico chiave di rilevanza per il turismo sono i giovani. Infine, un gruppo sempre più importante è quello costituito dai turisti dei mercati emergenti (Russia, Cina, India, Brasile ecc.) che presentano richieste di condizioni di ospitalità e di comunicazione culturale particolari ('pacchetti ad hoc'). Un ulteriore fattore da considerare è rappresentato dai cambiamenti climatici con effetti attesi sulla stagionalità dei viaggi, la disponibilità di zone turistiche marine e di montagna, il consumo di energia, le modificazioni degli ambienti naturali.

Un'azione pilota di sviluppo del turismo sostenibile

Lo sviluppo di uno dei distretti italiani potrebbe essere l'obiettivo di una specifica azione-pilota, realizzata

in una zona appositamente selezionata non ancora sfruttata dal turismo di massa e possibile candidata ad un turismo integrato. A solo titolo di esempio, il territorio intorno a Spoleto (Umbria). Spoleto – una delle antiche capitali italiane dell'Alto Medio Evo – è già sede del famoso Festival dei Due Mondi, culturalmente orientato a soddisfare fruitori intellettuali sia europei che nord-americani. Sono molte le città storiche nella zona, come Foligno e Perugia (capoluogo della regione e città universitaria che offre corsi introduttivi di italiano per studenti stranieri). La vicina Val Nerina è molto bella in termini naturali e storico-architettonici, ed è anche il luogo di origine del movimento monastico occidentale (San Benedetto da Norcia) e dove si trova il santuario di Santa Rita da Cascia. Assisi è importante sia artisticamente (città medievale, basilica, affreschi di Giotto) che dal punto di vista devozionale, rilevante per la presenza del patrimonio francescano. Il pittoresco Parco Nazionale dei Monti Sibillini si trova vicino alla Val Nerina. La regione è sede di laboratori e piccole e medie imprese artigianali e industriali del *made in Italy* (Deruta per le ceramiche, Gubbio per le armi antiche, e ovunque imprese famose per la produzione di abbigliamento, alta moda, calzature, merletti e altri prodotti, compresi alimenti di alta qualità, vino e olio d'oliva). La campagna umbra è costellata di aziende agricole, agriturismi, castelli, ville, borghi, villaggi, locande, in un paesaggio molto simile al più noto paesaggio toscano. Molti eventi e attrazioni sono già in funzione, ma il distretto si avvantaggerebbe di coordinamento (fra le componenti alberghiera, strettamente turistica e dei servizi), integrazione, formazione e marketing (il 90% degli alberghi sono di proprietà a gestione familiare).

Oltre alla possibilità di sviluppare il turismo in un quadro di economia 'soft', sarebbe essenziale definire e applicare in modo anche volontario un protocollo per lo sviluppo sostenibile locale e del turismo, corredato da un monitoraggio che dia indicazioni sull'uso sostenibile della biodiversità, foreste, risorse idriche, energia, paesaggio e identità culturale, in aggiunta alla normativa per la realizzazione di abitazioni, infrastrutture e strutture.

L'esperienza della zona pilota potrebbe essere esportata verso situazioni potenzialmente simili, nella regione mediterranea ed anche, per esempio, in America Latina.



Mediterranean forest research: challenges and opportunities in a changing environment

The Mediterranean Region is defined according to its biogeography and bioclimate. Climate is characterised by mild winters and hot, dry summers. Biodiversity is rich and landscape patterns are complex. Mediterranean forests have historically been subjected to numerous threats (forest fires, over-exploitation, deforestation, degradation), today accentuated under climate and land use changes. An interdisciplinary research agenda integrated for Mediterranean forest ecosystems has been recently elaborated by a network of Euro-Mediterranean research institutions

■ *Giuseppe Scarascia-Mugnozza, Giorgio Matteucci*

Ricerca sulla foresta mediterranea: sfide e opportunità in un ambiente che cambia

La regione mediterranea è caratterizzata da biogeografia e bioclima specifici: clima con inverni miti ed estati calde e secche; biodiversità ricca e paesaggi complessi. Le foreste mediterranee sono da tempo minacciate da incendi, supersfruttamento, deforestazione, degrado, oggi accentuati dai cambiamenti climatici e di uso dei terreni. Per superare i limiti che hanno finora caratterizzato la ricerca nel settore, si è costituita una rete di 50 istituti di ricerca da 18 Paesi euro-mediterranei con un'agenda da realizzare in cooperazione

Introduction

The Mediterranean Region is defined according to the biogeographic-bioclimatic definition. Climate is char-

acterised by mild winters and hot, dry summers. Rain is usually concentrated in late Autumn, Winter and early Spring but the rainfall patterns and amount are variable and different, higher on the North Coast (Europe) and lower in the South (Africa) and East coasts (Asia). Year-to-year variability in total rainfall is large and, occasionally, violent precipitation events may occur and dry winds may favour the spread of forest fires. At sea level, winter temperatures only occasionally go below 0 °C but, over the numerous mountain ranges (Alps, Apennines, Pyrenees, North African range) of the area, freezing temperature and snow are

■ Giuseppe Scarascia-Mugnozza

*CRA – DAF Council for Research and Experimentation in Agriculture - Department of Agronomy, Forests and Territory, Rome
UNITUS – DISAFRI, University of Tuscia – Department of Forest Environment and Resources, Viterbo*

■ Giorgio Matteucci

*CNR - ISAFOM National Research Council, Inst. for Agriculture and Forest Systems in the Mediterranean, Rende
CNR - IBAF National Research Council, Inst. for Agroenvironmental and Forest Biology, Monterotondo Scalo*

common in wintertime. Furthermore, the Mediterranean region is characterised by a large geographical and topographical variation related to the presence of a variable coastline and of many mountain ranges, often quite high in elevation. The climate supports Mediterranean forests, woodlands, and shrub vegetation (*macchia, maquis, dehesas*), in the Thermo-Mediterranean and Meso-Mediterranean belts, at low elevations (Quezel 1985). As the elevation increases, vegetation pass from the Supra-Mediterranean to the Montane-Mediterranean and Oro-Mediterranean zones with completely different forest types.

Forests and woodlands of the Mediterranean region cover about 80 Mha, about 9% of the region's land area; they constitute a unique world natural heritage in terms of biological diversity, hosting around 25,000 species of vascular plants, (50% are endemic species) and a high degree of tree richness and endemism (290 indigenous tree species with 201 endemics) with extraordinary genetic diversity.

Mediterranean forests provide a wide array of environmental services and products. Watershed protection, landscape quality, soil conservation, carbon sequestration and recreation resources are among some of the public goods and externalities provided by Mediterranean forests that are seldom recognised and difficult to evaluate and price (Merlo & Rojas Briales 2000, Croitoru 2007). Their conservation and appropriate management have crucial impacts on the sustainability of the region's most strategic resource: water. Currently, 60% of the water-poor-countries (with < 1,000 m³ capita⁻¹ year⁻¹) of the world are in the Mediterranean region and it is expected that, by 2050, 290 million people will face water shortages (with < 500 m³ capita⁻¹ year⁻¹).

Also, Mediterranean forests provide wood products for timber and energy as well as highly appreciated and unique non-wood products (e.g., cork, pine kernels, mushrooms, medicinal plants, etc). The latter, with appropriate forest management models and innovation frameworks, have the potential to generate innovative, high added value and eco-friendly goods to support the socioeconomic development of rural areas and improve the welfare of urban populations, thus being a key pillar in a Mediterranean knowledge-based bio-economy.

Despite their important role as primary green infra-

structure of the region, Mediterranean forests are subject to numerous threats such as forest fires, over-exploitation, deforestation and degradation. These threats, historically present, are nowadays accentuated in a context of climate and land use changes (Palahi et al. 2008). Several authors reported that, among all bioclimatic regions, the Mediterranean area appears to be the most vulnerable to global change (Sala et al. 2000, Lindner et al. 2010). In this respect, the Mediterranean area is especially sensitive to any climate change because it represents a transition zone between arid and humid regions of the world (Scarascia-Mugnozza et al. 2000). In all climate change scenarios, the increase in temperature is associated with changes in the precipitation patterns, although with a higher uncertainty. If precipitation is forecasted to increase over northern Europe, a decrease up to 20% is expected for the south of Europe, particularly in summer, with severe effects on the frequency and intensity of drought periods, affecting water resources, forestry and agriculture. Higher temperatures and lower precipitation during summer will increase the evaporative demand of the atmosphere on ecosystems that already now can transpire up to 80% of precipitation (Palahi et al. 2008). The IPCC 4th Assessment (2007) predicts, at the end of the century, an average temperature increase for the Mediterranean region of about 4-6 °C and 20-50% less rainfall during the summer months. Expected climate change will result in the expansion of Mediterranean conditions to new areas. Moreover, increased areas of unmanaged forest in the north and deforestation and overexploitation in the south will increase the level of biotic (pests and diseases) and abiotic (fires, droughts, etc.) risks reducing the possibilities for adaptation to climate change.

Forest resources in the Mediterranean Region

Patterns of land-use are different between the northern and southern parts of the Mediterranean rim. In the northern part, including Turkey, the shares among Forests, Meadows and Arable land/permanent crops are generally more balanced compared to the southern part (figure 1).

These differences in land-use patterns may pose different pressures on forest land in the Mediterranean countries, with consequent impact on forest manage-

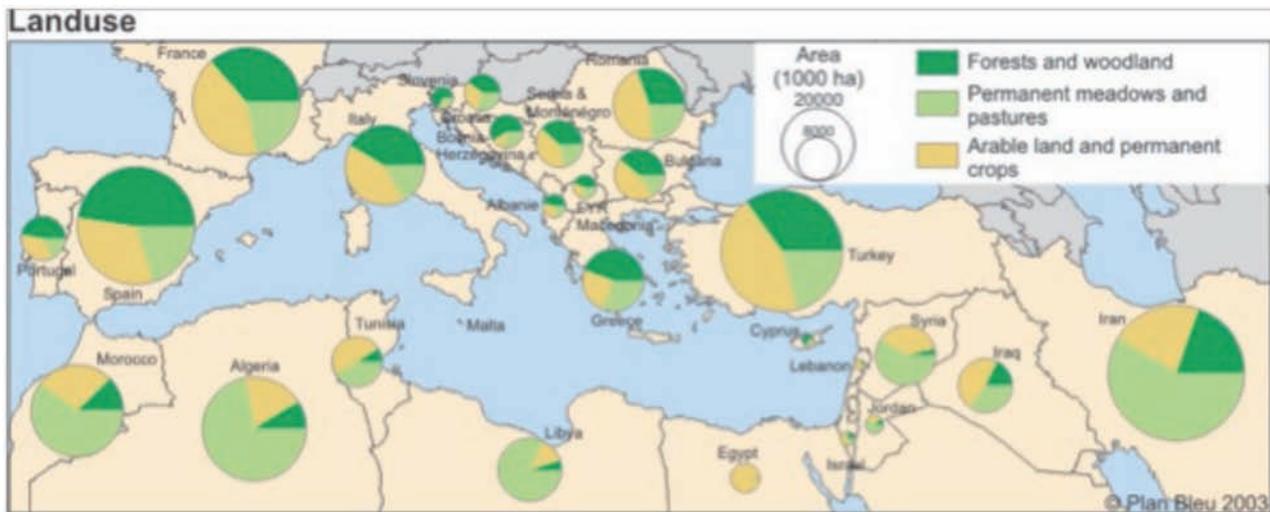


FIGURE 1 Share of land use options in Mediterranean countries. Forests and woodland, dark green; permanent meadows and pastures, pale green; Arable land and permanent crops, yellow. The size of the circles is scaled according to total area of the three land-uses that sum up to 1 (or 100%). Romania, Bulgaria, Macedonia, Iraq and Iran not included in the present analysis (source of data: FAOSTAT database, map downloaded from PlanBleu.org). In the south, permanent meadows and pastures are generally prevalent with respect to forest and arable land, with the exception of Israel, Lebanon and, partly, Tunisia. In Egypt, arable land and permanent crops are, by far, the most important land-use
 Source: FAOSTAT database

ment options. Nevertheless, forest trees represent an important component of the Mediterranean biodiversity; in the area, the number of tree species is quite large compared to those living in central Europe (100 vs. 30, respectively). Furthermore, many of the Holarctic and Eurasian tree species survived during the glacial ages in Mediterranean *refugia*, from where the continent was recolonised at the end of glaciations (Scarascia-Mugnozza et al. 2000).

Basic statistical data on forest resources in Mediterranean countries were derived by the Global Forest Resources Assessment (FAO 2006). Every five years, FAO organises an assessment of forest resources, that is based on common tables and reports provided by 229 countries, grouped in six regions.

In the Mediterranean, the forest cover (for Definitions see caption of Table 1) is nearly 80 Mha (79.153 Mha, Table 1). Most of the forest area is located in the European side of the Mediterranean (76%), while Mediterranean Africa and Asia contribute for 10 and 14%. There are also 31.5 Mha of other wooded land, to which Mediterranean Europe contributes for 57%.

In the case of Asia, it is interesting to note that other

wooded land (11.13 Mha), representing 35% of the total cover of this land use in the Mediterranean, is practically equal to that of forest (11.12 Mha). The percentage forest cover over the total land area is 9.2%, ranging from 1.4% in Africa to 32.6% in Europe. When the country-based percentage cover (third column in Table 1) is averaged for all countries, the mean is 21.1%, being 3.6, 11.2 and 33.6% respectively for Africa, Asia and Europe. Country forest cover ranges from 0.1% (Egypt and Libya) to 62.8% in Slovenia. In 2005, wood volume in Mediterranean forests sums up to 8,659 Mm³, the largest part being in Mediterranean Europe (nearly 80%, 6,832 Mm³). African and Asian countries contribute to the total growing stock by 4.7% (408 Mm³) and 16.4% (1,419 Mm³), respectively.

The average growing stock in a Mediterranean forest is 109 m³ ha⁻¹, ranging from 51 m³ ha⁻¹ in Africa to 127.6 m³ ha⁻¹ in Asia (Europe: 113 m³ ha⁻¹). The Asian value is related to the relevant hectare-based growing stock in Turkey (138 m³ ha⁻¹) and its large forest cover (see Table 1). When the unit growing stock is averaged for all countries, the mean is 107 m³ ha⁻¹, being



| Country | Forest area (1000 ha) | % forest cover | Other wooded land (1000 ha) | Total area (1000 ha) |
|------------------------|-----------------------|----------------|-----------------------------|----------------------|
| AFRICA | | | | |
| Algeria | 2277 | 1.0 | 1595 | 238174 |
| Egypt | 67 | 0.1 | 20 | 100145 |
| Libyan Arab Jamahiriya | 217 | 0.1 | 330 | 175954 |
| Morocco | 4364 | 9.8 | 406 | 44655 |
| Tunisia | 1056 | 6.8 | 170 | 16361 |
| ASIA | | | | |
| Cyprus | 174 | 18.9 | 214 | 925 |
| Israel | 171 | 8.3 | 85 | 2106 |
| Lebanon | 136 | 13.3 | 106 | 1040 |
| Syrian Arab Republic | 461 | 2.5 | 35 | 18518 |
| Turkey | 10175 | 13.2 | 10689 | 77482 |
| EUROPE | | | | |
| Albania | 794 | 29.0 | 261 | 2875 |
| Bosnia and Herzegovina | 2185 | 43.1 | 549 | 5120 |
| Croatia | 2135 | 38.2 | 346 | 5654 |
| France | 15554 | 28.3 | 1708 | 55150 |
| Greece | 3752 | 29.1 | 2780 | 13196 |
| Italy | 9979 | 33.9 | 1047 | 30134 |
| Malta | n.s. | 1.1 | 0 | 32 |
| Portugal | 3783 | 41.3 | 84 | 9198 |
| Serbia and Montenegro | 2694 | 26.4 | 808 | 10200 |
| Slovenia | 1264 | 62.8 | 44 | 2027 |
| Spain | 17915 | 35.9 | 10299 | 50599 |

1: Definitions: FOREST: Land spanning more than 0.5 hectares with trees higher than 5 meters and a canopy cover of more than 10 percent, or trees able to reach these thresholds in situ. OTHER WOOD-ED LAND: Land not classified as "Forest", spanning more than 0.5 hectares; with trees higher than 5 meters and a canopy cover of 5-10 percent, or trees able to reach these thresholds in situ; or with a combined cover of shrubs, bushes and trees above 10 percent. Both categories do not include land that is predominantly under agricultural or urban land use. For France, the total forest cover is reported. However, only a part of France can be considered as effectively Mediterranean. Forest cover in the French Mediterranean Region is 2.7 Mha (18% of the total), with a percentage cover of 38%, a larger fraction compared to the national average (27-28%) (Montagné et al. 2005).

TABLE 1 Forest resources in the Mediterranean Region in 2005
Source: FRA2005 (FAO 2006)¹

60, 64 and 143 m³ ha⁻¹ respectively for Africa, Asia and Europe. Growing stock ranges from 36 m³ ha⁻¹ (Lebanon and Libya) to 238 m³ ha⁻¹ in Slovenia.

The largest part of the forests (80%) have been reported to be commercially exploitable (or already exploited). The percentage is 63,5% in Africa, 81% in Europe and 85,5% in Asia (with data from Turkey dominating the results). At country level, the wood volume of commercial value ranges from 2% of Tunisia to 100% of Morocco. In France and Slovenia wood in "commercial" forest represents more than 90% of the total wood volume of the countries.

Forest management and forest dynamics in the Mediterranean region

The Global Forest Resources Assessment (FAO 2006) collects information also on the main characteristics of forests in the world. This information is useful to understand the development of appropriate and efficient silvicultural and management practices to ensure and promote sustainable forestry. Those characteristics are linked to broad management categories (primary forest, natural, semi-natural, plantations, etc.) that may be considered as a starting point in describing the management options in Mediterranean forests. These practices are related to the structure and development of forest resources, and hence to their ability to provide services. The categories can also be connected to the degree of human impact on forest ecosystems. The characteristics reported by FRA2005 (FAO 2006) are described below (see Table 2):

Primary Forest, land of native species, where there are no clearly visible indications of human activities and the ecological processes are not significantly disturbed.

Modified natural Forest: land of naturally regenerated native species where there are clearly visible indications of human activities.

Semi-natural Forest: land of native species, established through planting, seeding or assisted natural regeneration.

Productive plantation Forest: land of introduced species, and in some cases native species, established through planting or seeding mainly for production of wood or non wood goods.

Protective plantation Forest: land of native or intro-

duced species, established through planting or seeding mainly for provision of services.

Mediterranean ecosystems have been subjected to a historical long-term human influence, with both positive and negative effects (Hobbs et al. 1995). Due to this long and strong relationship with humans, the ecosystems of the Mediterranean basin have been defined as “total human ecosystems” (Naveh 1987). The long history of manipulation of trees, forests and landscapes is documented also by the current presence of planted forests of *Pinus pinea*, *Cupressus sempervirens* and *Castanea sativa* in areas where these species, introduced and extended since the Greco-Roman times, have become common components of the landscape (Scarascia-Mugnozza et al. 2000). This long history is also reflected into the very limited area of remaining primary forests (2.2 Mha, 2.8% of total forest cover). Most of the forest area is under management (modified natural or semi-natural forest, 66.7 Mha, nearly 85%), while 10.3 Mha are productive or protective plantation (13%).

It is interesting to note that there are significant differences in the shares of the management categories between the three continental groups. Whereas primary forests are nowadays totally absent in Africa, in Asia they represent 9% of the forest area (practically all located in Turkey) (Table 2).

Modified and semi-natural forests are nearly 90% in Europe, while they make up approximately 74% and 65% in Africa and Asia. Interestingly, in the countries of the latter two continents, semi-natural forests established through planting, seeding or assisted natural regeneration represent a limited percentage (around 7%) of forest cover. On the other hand, in the same ar-

eas, the percentage of forest area relating to productive and protective plantations is very relevant being greater than 26%, whilst, in Europe, the total of planted forests amounts to 8.8% (5.2 Mha), largely in the category of productive plantation.

The evaluation of changes occurring in forest cover in the Mediterranean region may provide information on the trend in forest resources and, indirectly, on the sustainability of forestry and other land-use practices in the Mediterranean.

Forest cover is increasing in almost all countries of the region and, where forest cover is not increasing at least it remains constant. Total forest cover increased from 69.13 Mha in 1990 to 76 Mha in 2000, reaching 79.15 Mha in 2005. Most of the “new” 10 Mha of forest are located in Europe (84%), 10% in Africa and only 6% in Asia. The percentage increase has been similar in Europe and Africa (around 1%) and lower in Asia (0.4%).

Approximately one third of this increase occurred because the total cover of other wooded land decreased from 34.7 Mha in 1990 to 31.6 Mha in 2005 (-9%), indicating a trend of wood encroachment (stand-level cover passed the 10% threshold or the cover of trees became predominant with respect to shrubs and bushes). Natural invasion of abandoned lands, particularly in mountainous regions, and deliberate reforestation and afforestation plans are among the other factors that can be responsible of the increase in forest cover.

Only two countries had a slight negative trend in forest cover between 1990 and 2000 (Albania and Bosnia-Herzegovina) but they reverted (Albania) or stopped (Bosnia-Herzegovina) the trend between 2000 and 2005. Among the countries with a small forest cover, Algeria, Egypt and Syria presented a rele-

| Area | Primary forest (%) | Modified natural (%) | Semi-natural (%) | Productive plantation (%) | Protective plantation (%) |
|---------------------|--------------------|----------------------|------------------|---------------------------|---------------------------|
| Africa | 0.0 | 66.2 | 7.5 | 9.1 | 17.2 |
| Asia | 8.9 | 57.8 | 7.0 | 17.2 | 9.2 |
| Europe | 2.0 | 36.4 | 52.7 | 8.1 | 0.6 |
| Total Mediterranean | 2.8 | 42.4 | 41.7 | 9.5 | 3.5 |

TABLE 2 Importance of the different forest characteristics in the Mediterranean Region and “continental groups”. For definitions see main text



vant annual percentage increase (1.3-4.1 %/year) that generally decreased, albeit remaining above 1%, in the 2000-2005 period. In Europe, Italy, Portugal and Spain had annual increases above 1% in the whole 1990-2005 period. In Portugal, the increase in forest cover was strongly connected to afforestation policies whereas in Italy it was mainly related to recolonisation of abandoned land. Furthermore, Italy was one of the few countries where also other wooded land increased significantly in the period. In Spain, from 1990 to 2005, total forest cover increased by 4.5 Mha, while other wooded land decreased by 2.2 Mha.

The active afforestation and reforestation policies are an important factor in forest management and in shaping forestry in the different countries. In fact, on one hand, afforestation is a tool to increase forest cover in countries where for climatic or historical reasons it has decreased to very low, unsustainable levels; on the other hand, afforestation can be used to reduce the exploitation pressure on natural and semi-natural forests.

It is worth signalling that, in Asian and African Mediterranean countries, with few exceptions, forest plantations represent a significant share of total forest area, often above 25-30%. On the contrary, in Europe, only Portugal has more than 30% of forest plantations (not considering Malta).

Responding to climate change: adaptive management for Mediterranean forests

The Mediterranean basin has maybe the longest history of human presence in the earth. Humans began to modify significantly Mediterranean ecosystems 8000 thousands years ago, starting already at that time to impact global climate (Ruddiman 2003). Today, the Mediterranean can be considered a test area for studying global change (Scarascia Mugnozza et al. 2000, Palahi et al. 2008). Historically, forests have been able to adapt to slow-rate changes in mean climate variables but the current rate of changes is much faster than in the past and, furthermore, variability has increased, with higher risk of extreme weather events, such as prolonged drought, storms and floods.

Can the Mediterranean populations apply management options that may prepare or adapt forests to the expected impacts of climate change?

The degree of adaptation will depend both on the inherent adaptive capacity of trees and forest ecosystems but also on the socio-economic factors that will drive the capability to implement planned adaptation. Socio-economic factors are particularly limiting in the Mediterranean region, where large forest areas are only extensively managed or unmanaged (Fabbio et al. 2003, Lindner et al. 2010). Therefore, a dynamic conservation approach is urgently required and it should be based on sustaining the mechanisms allowing the maintenance of biodiversity (natural disturbance, gene flows, regeneration) (Palahi et al. 2008). Re-afforestation policies are necessary to ensure that forest species and their site-specific varieties are best adapted to future climatic conditions and ecosystem functioning is maintained (Resco de Dios et al. 2007). Fire prevention is also fundamental, as well as grazing control in burned and degraded areas, where the re-establishment of a minimum texture of ground vegetation and tree cover is the only feasible way of restoration (Fabbio et al 2003). Adaptive management should also try to implement solutions for reduced water use and long-term soil preservation (Palahi et al. 2008).

A research agenda for the Mediterranean forest ecosystems

Mediterranean forest and shrub ecosystems represent only 2% of the world's forest cover (FAO 2006); and yet, specific, social and environmental aspects make this region an interesting model system where the impact of global change on terrestrial ecosystems can be studied while developing and testing appropriate, land-use adaptive management. However, this framework needs new scientific knowledge based on advancing and integrating research from different scientific areas and disciplines to support decision-makers in the development of:

- new policy approaches promoting innovative economic instruments to ensure the delivery of key forest goods and services;
- new adaptive management strategies based on the understanding of forest ecosystem functions and processes, under a changing environment;
- a new paradigm in fighting forest fires; shifting from short-term driven fire control policies towards

longer-term policies aimed at acting on the structural causes of fires and integrating fire and forest management strategies.

Therefore, in order to avoid an irreversible decline of Mediterranean forests, it is urgently needed to tackle the abovementioned issues on the basis of improved and enlarged scientific knowledge. In addition, advancing science and innovation in key areas crucial to developing new forest management models and ensuring the marketing of existing and new goods and services will play an important role in creating a more structured knowledge-based bioeconomy in the region. Research and its efficient dissemination is a prerequisite for creating the basis of innovation and providing the scientific expertise to develop efficient cross-cutting policies based on the real importance of forests and forestry in relation to other strategic resources and issues, such as water, soil, energy, agriculture, biodiversity, fires and climate change. To meet these goals, forest science should adopt and adapt the most innovative developments from relevant disciplines (climatology, economics, decision science, biology, ecology, information technology and geomatics, etc.).

However, forest research in the Mediterranean region has traditionally been handicapped by its fragmentation, limited means, and occasional outdated and isolation. In addition, the weakness in coordination at European level and scattered cooperation policies are minimizing the impact of research programmes and jeopardizing their capacity to deliver efficient solutions properly. In this context, the challenge for all Mediterranean countries is, beyond enhancing their own capacities in research relevant to Mediterranean forests, to gather their national capacities through a mechanism of alignment of programmes and renewed cooperation in order to achieve the necessary critical mass. New ways to overcome the current situation must be implemented through ambitious long-term Mediterranean transnational research partnerships, networking, sharing of infrastructures and experimental sites, capacity building, and knowledge transfer measures. Furthermore, transcontinental research cooperation with other Mediterranean Climate Areas (California, Australia, South Africa, Chile) should be enhanced to share the knowledge necessary to address common scientific challenges and

needs. Such partnerships and activities should take advantage of the framework provided by the European Forest Based Sector Technology Platform (FTP) and the work of the Mediterranean Regional Office of the European Forest Institute (EFIMED), which consists of a network of 50 forest research institutions from 18 Mediterranean countries. EFIMED and the FTP jointly developed the Mediterranean Forest Research Agenda 2010-2020 (MFRA), which presents a pan-Mediterranean vision of the forestry challenges and scientific priorities relevant to all Mediterranean countries. The MFRA, structured around four strategic research priorities –selected for their intrinsic importance and significance for policy decision-making – provides a scientific framework for building joint transnational Mediterranean forest research cooperation.

The following research priorities have been identified for the Mediterranean Forest Research Agenda:

- the impact of climate and land-use change on Mediterranean forest ecosystems' functioning: assessing and monitoring the main physical and biological processes including biodiversity and water;
- the integration of the risk of forest fires in land-use and landscape planning and management;
- policy, economic and institutional aspects of sustainable provision of forest goods and services;
- forest and woodlands in the context of integrated management of land resources: models and decision systems for optimizing multi-objective and multi-actor management problems.

Advancing scientific knowledge and fostering innovation are essential steps, then, to ensure the sustainable management of Mediterranean forests and maximize the potential role of their unique goods and services in building a knowledge-based bioeconomy in the region.

To implement this Research Agenda, while developing a strong scientific cooperation between the EU Member States and the MPCs, as well as with countries from other Mediterranean Climate Areas, the European Commission has just launched a transnational EU-Mediterranean ERA-NET research programme, called FORESTERRA (Enhancing FOrest RESearch in the MediTERRanean through improved coordination and integration). The objective of this Action will be to

reinforce scientific partnership around the Mediterranean region while building new transcontinental cooperation among Mediterranean Climate Areas (California, Australia, South Africa, Chile) to reduce frag-

mentation and maximize the impact of research activities on sustainable forest management, including the management of forest resources to mitigate and adapt to climatic threats.

References

- [1] Croitoru L (2007) How much are Mediterranean forests worth? *Forest Policy and Economics* 9: 536 – 545.
- [2] Fabbio G, Merlo M, Tosi V (2003) Silvicultural management in maintaining biodiversity and resistance of forests in Europe—the Mediterranean region. *Journal of Environmental Management* 67: 67-76.
- [3] FAO (2006) Global Forest Resources Assessment 2005. FAO Forestry Paper 147. FAO Rome, Italy, pp 320. ISBN 92-5-105481-9.
- [4] Hobbs R.J, Richardson D.M, Davis G.W. (1995) Mediterranean-type ecosystems: opportunities and constraints for studying the function of biodiversity. In: Richardson D.M, Davis G.W. (eds.) *Mediterranean-type ecosystems. The function of biodiversity, Ecological Studies*, Vol. 109, Springer-Verlag, New York, pp. 1-42.
- [5] IPCC (2007) Climate Change 2007: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Core Writing Team, Pachauri, R.K and Reisinger, A. (eds.)]. IPCC, Geneva, Switzerland, pp.104
- [6] Lindner M, Maroschek M, Netherer S, Kremer A, Barbati A, Garcia-Gonzalo J, Seidl R, Delzon S, Corona P, Kolstroma M, Lexer MJ, Marchetti M (2010) Climate change impacts, adaptive capacity, and vulnerability of European forest ecosystems. *Forest Ecology and Management*, 259: 698-709
- [7] Merlo M, Rojas Briales E (2000) Public goods and externalities linked to Mediterranean forests: economic nature and policy. *Land Use Policy* 17: pp. 197-208
- [8] Montagné C, Peyron J.L, Niedzwiedz A, Colnard O. (2005) France. In: Merlo M, Croitoru L. (eds) *Valuing Mediterranean forests and people: towards the total economic value*. ISBN 0-85199-997-2. CABI Publishing, CAB International, Wallingford, United Kingdom, pp. 299-317.
- [9] Naveh Z. (1987) Landscape ecology, management and conservation of European and Levant Mediterranean uplands. In: Tenhunen J.D, Catarino F.M, Lange O.L, Oechel W.C. (eds) *Plant Response to Stress. Functional Analysis in Mediterranean Ecosystems*. NATO ASI series Vol. G.15, Springer-Verlag, Berlin-Heidelberg-New York. pp. 641-657.
- [10] Palahi M, Mavsar R., Gracia C, Birot Y (2008) Mediterranean forests under focus. *International Forestry Review*. Vol. 10(4)
- [11] Quezel P (1985) Definition of the Mediterranean region and origin of its flora. In: Gomez-Campo, C. (Ed.) *Plant Conservation in the Mediterranean Area*. W. Junk, Dordrecht, pp. 9-24.
- [12] Ruddiman WF (2003) The anthropogenic greenhouse era began thousands of years ago. *Climatic Change*, 61:261-293.
- [13] Sala OE, Chapin III FS, Armesto JJ, Berlow E, Bloomfield J, Dirzo R, Huber-Sanwald E, Huenneke LF, Jackson RB, Kinzig A, Leemans R, Lodge DM, Mooney HA, Oesterheld M, LeRoy Poff N, Sykes MT, Walker BH, Walker M, Wall DH (2000) Global biodiversity scenarios for the year 2100. *Science* 287: 1770-1777
- [14] Scarascia-Mugnozza G, Oswald H, Piussi P, Radoglou K (2000a) Forests of the Mediterranean region: gaps in knowledge and research needs. *Forest Ecology and Management* 132: 97-109.



Approaching the responsible use of nanotechnologies. The global trends

Nanotechnologies will be ubiquitous enabling technologies encompassing several fields of science, industry and economy. The first large-volume nanotechnology-based products include nanomaterials, that raise general safety concerns, because of the very peculiar interaction with living systems, related to their size. Very few assessed results on nano-safety are available today, after one decade of intensive research throughout the world, due to the complexity of the interactions between nanomaterials and biological systems.

This article will give a brief sketch of the intricate scientific discussions ongoing, to show in detail what are the efforts to gain certainties and regulations, and reach a full and responsible economical exploitation of nanomaterials

■ *Caterina Arcangeli, Claudia Brunori, Massimo Celino, Francesca Pacchierotti, Dario della Sala*

Verso un uso responsabile delle nanotecnologie. Le tendenze globali

Le nanotecnologie saranno tecnologie abilitanti onnipresenti, e copriranno molti settori della scienza, dell'industria e dell'economia. I primi prodotti nanotecnologici di grande diffusione comprendono i nanomateriali, che suscitano preoccupazioni generalizzate sulla loro sicurezza, a causa della specifiche interazioni con i sistemi viventi, legate alle loro dimensioni. Ancora pochi risultati condivisi sono disponibili a tutt'oggi, dopo un decennio di intense ricerche in tutto il mondo, per la complessità della interazione tra i nanomateriali ed i sistemi biologici.

Questo articolo fornirà un rapido quadro delle complicate discussioni scientifiche in corso, per mostrare in dettaglio quali sono gli sforzi per acquisire certezze e regolamenti ed arrivare a uno sfruttamento economico pieno e responsabile dei nanomateriali

■ **Caterina Arcangeli, Massimo Celino, Dario della Sala**

ENEA, Technical Unit for Material Technologies

■ **Claudia Brunori**

ENEA, Technical Unit for Environmental Technologies

■ **Francesca Pacchierotti**

ENEA, Technical Unit for Radiation Biology and Human Health

Nanotechnologies - between science fiction and reality

The rising wave of *nanotechnologies*, that is now at the top of popularity and concerns, started to move with the concepts of the US scientist Richard Feynman (Nobel laureate in Physics in 1965) that in 1959 gave a lecture entitled “There’s plenty of room at the bottom”, introducing the first ideas to manipulate the matter at the atomic scale.

It is a fact that the study of matter at the scale of nanometer (1 billionth of a meter) was greatly accelerated by the invention of the scanning tunneling microscope (STM), that earned Gerd Binnig and Heinrich Rohrer at IBM-Zurich the Nobel Prize in Physics in 1986.

The ability to see individual atoms in materials, enabled by STM and many similar tools, has been the start-up of huge efforts worldwide to fabricate nano-objects, as the US National *Nanotechnology Initiative*¹. The figures of NNI are impressive: total budget till 2012 is 16.5 billion dollars; for the fiscal year 2012, 2130 M\$ are available, including 611 M\$ reserved for energy-related *nanotechnologies*, managed by the US Department of Energy².

The word “nano” brings frequently the imagination close to science fiction scenarios.

As nano-things are smaller than cells of living systems, their organs, their vascular systems, scientists (and novelists) imagined to assemble “nanobot surgeons”³, nano-robots that provide surgical operations inside the human body, controlled from outside, with the additional capability to work on individual cells, much beyond the skills of a real, human surgeon.

Small nano-agglomerates of few atoms have indeed outstanding properties.

Nano-particles (NPs) have a very large fraction of their atoms on the surface: this entails that the chemical reactivity is much higher than for bulky materials, and NPs are suitable, first of all, to speed-up chemical reactions of any kind.

The high specific surface areas enhance any reaction depending on the number of exposed sites (up to fine dust spontaneous explosions)⁴.

Beyond dreams and science fiction, it is a matter of fact that nowadays the only *nanotechnologies* on the market are the silicon chips (composed of silicon

nanostructures much less than 100 nm in size) and a few types of *nanomaterials*.

During their lifetime, the former are tightly assembled together and sealed with encapsulants preventing any release of matter outside the chip; the latter are often used in the free form, and can penetrate inside living systems. Due to the superior potential impact on the biosphere, in terms of safety, we will focus our attention here only on *nanomaterials*.

Nanomaterials are in our lives

Nanomaterials have been in our everyday life for centuries.

The brightest example comes from the world of light and colors. In the stained glass that are ubiquitous in medieval churches (Figure 1), often colors were obtained by adding gold or silver nanoparticles to the glass. Silver was used to obtain yellow; gold for red (Figure 2). Also in Deruta ceramics, during the Renaissance period, copper and silver NPs were used to give an iridescent look to ceramic glazings.

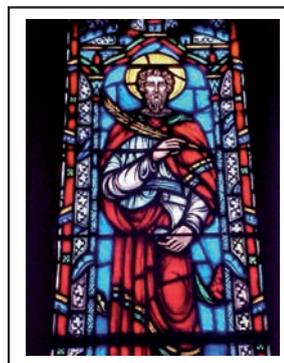


FIGURE 1

Stained glass of medieval churches

Source: <http://nano-tech.blogspot.com/p/history.html>

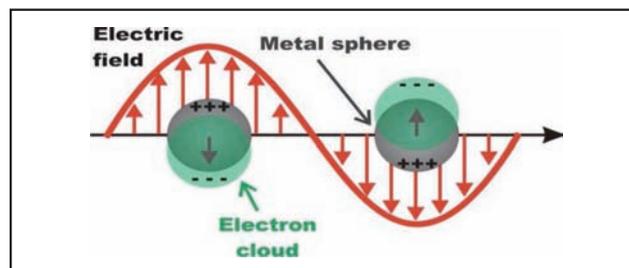


FIGURE 2 The resonant oscillation of surface electrons of metal NPs excited by light reflects colored light; color is a function of NP size

Source: <http://willets.cm.utexas.edu/LSPR.html>

In the third millennium, scientists aware of the peculiar properties of nanomaterials, equipped with tools to see them, try to obtain almost any material in bids, powders, fibers of nanometric size, with top-down methods (e.g., by ball-milling of large-size powders) or bottom-up methods (e.g., by direct chemical synthesis from molecular precursors). Such nanomaterials, that can be obtained in a more or less reproducible way (one of the prerequisites for industrial exploitation), are generally termed “engineered nanomaterials” (ENMs), to distinguish them from other anthropogenic nanoparticles and aero-dispersed Particulate Matter (PM).

The size of ENMs falls in the range of the smaller fraction of colloidal particles (10^{-9} m to 10^{-6} m), thus presenting a different behavior from both molecular particles and bulk particulate matter; in fact, in environmental media they lack significant settling under normal gravitational conditions, whilst exhibiting significantly lower diffusivity than truly dissolved species.

The leading classes of ENMs entering our daily lives are: fullerenes, carbon nanotubes, metallic and metal-oxide nanoparticles, carbon black, polystyrene, dendrimers, nanoclays, some macromolecules and nanoparticles⁵.

The expected size of the nanotechnologies markets is huge.

According to *Electronics.ca Publications*, the global

market value for nanotechnology is expected to increase to nearly \$ 27 billion in 2015, for a 5-year compound annual growth rate (CAGR) of 11.1%⁶. Concerning U.S. – a leading country in nanotech - the production volume is estimated in the range of 7800-38000 tons/yr for TiO_2 down to 2.8-20 Tons/yr for nano-Ag (nano- CeO_2 and carbon nanotube volumes are in between)⁷.

The Woodrow Wilson Research Institute shows that the absolute number of “nanotechnology-based consumer products” is 1317 for 2010⁸, with a relative increase of such products of 20-30 % per year (Figures 3 and 4).

Similar surveys and findings for Europe are provided by ANEC and BEUC, two leading consumer associations in this area⁹.

In some products, commercial ENMs are embedded in other materials, as in composite materials with nano-sized fillers, but they can also be used in free form for: environmental remediation, medical diagnostics and therapeutics, cosmetics, food and feed additives, etc. Due to the very large specific surface area, NPs can easily interact with air, water, soil and all chemical species they meet. Similarly, once NPs have entered the human organism from some “entry portal” (nose, mouth, skin), they are immediately covered by biological substances of many kinds. The surface of nanopar-

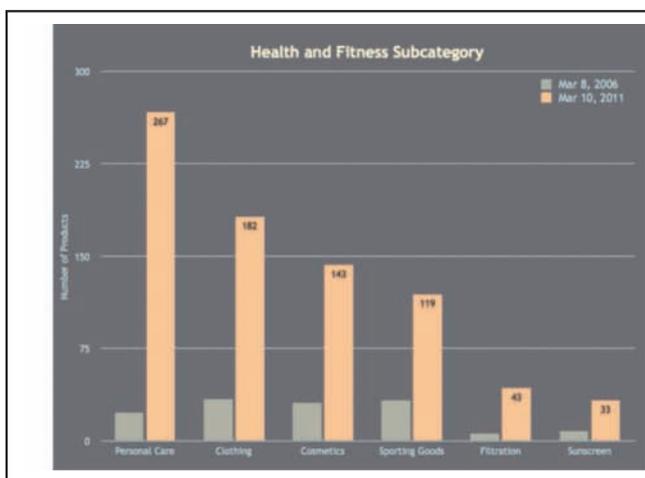


FIGURE 3 Nanotechnology-based products in the world markets, listed by application
Source: Woodrow Wilson Research Inst.

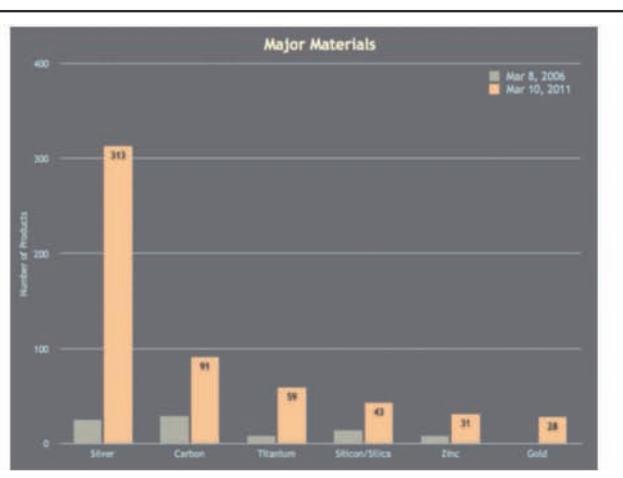


FIGURE 4 Nanomaterials incorporated in nanotechnology-based products
Source: Woodrow Wilson Research Inst.

ticles readily interacts with any chemical environment, releasing ions and atoms, but also favors the re-clustering of nanoparticles into larger agglomerates. During their journey from the synthesis reactor to the human body and back to the environment, NPs can “react with everything”.

Environmental fate of engineered nanomaterials

In order to assess the environmental hazards posed by ENMs, it is necessary to estimate potential exposures through the comprehension of potential fate, transport and persistence of ENMs in environmental media. However, at present, there is a lack of ecotoxicological guidelines and validated models to assess potential ENM environmental exposures.

Multiple environmental matrices are traditionally evaluated to assess human exposures by different routes: atmosphere, gaseous, aerosol for inhalation exposures; aqueous, atmosphere, soil for dermal exposure; food, water for oral intake (Figure 5).

Several studies have been carried out in the field, possibly leading to valuable information to understand the environmental fate of ENMs. With regard to the atmospheric ENM emissions, results of several studies suggest that ENMs are likely to rapidly aggregate in particles ranging between 0,1-1 μm , with an atmospheric residence time of 10 to 20 days^{10,11}. In relation

to the transport of ENMs in aquatic systems, the modeling might be more problematic due to several issues. Literature suggests that colloids mobility might be greatly influenced by water ionic strength and chemical composition; in addition, there are still doubts on whether the introduction of ENMs in aquatic systems may lead to the formation of stable aquatic colloidal suspensions^{12,13,14}. With regard to the transport into natural soils and sediments, ENMs are likely to display relatively slow kinetics in the adsorption onto environmental solid phases, if compared to truly dissolved species. Therefore, equilibrium conditions in solid/water partitioning phenomena seems to be reached only after prolonged duration.

In any case, it is necessary to develop adequate models describing the intermedium transport behaviour of ENMs with an acceptable degree of uncertainty and it is, therefore, necessary to assess the air/water, air/solid and solid/water partitioning behaviour of ENMs with adequate accuracy upon their introduction in environmental systems. Traditional approaches rely on the adoption of partition coefficients which are theoretically based on an equilibrium partitioning concept. However, in systems where the assumption of equilibrium cannot be considered valid, it might be necessary to follow alternative kinetic approaches. Kinetic models might represent a solution to predict ENM fate, transport and exposure to the biosphere.

In conclusion, for the ENM environmental fate and risk assessment, a lot of work has still to be carried out, in order to keep pace with the nowadays commercialization and ubiquitous diffusion of these new materials.

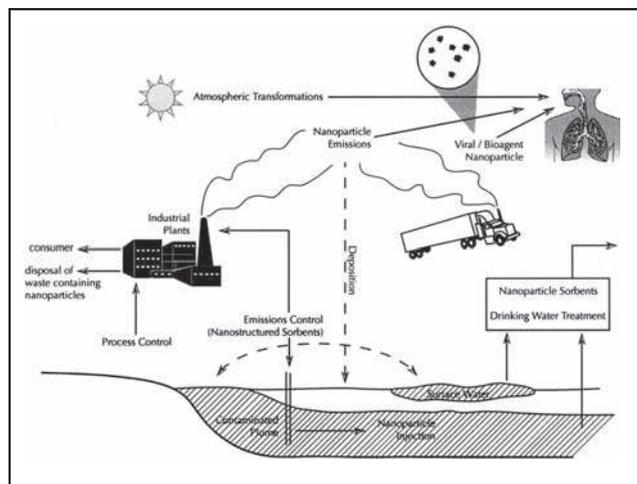


FIGURE 5 Dispersion routes of NPs in the environment
Source: J. Air & Waste Management Association¹⁵

Health hazards of engineered nanomaterials

To assess the potential health hazards of ENMs, it is necessary to understand their mechanisms of interaction with biological targets (Figure 6). This deals with questions like intracellular uptake of nanoparticles by endocytosis or, conversely, the indirect induction of damage to cells beyond a cellular barrier, by cell-to-cell signalling. Intracellular uptake is definitely important and is being considered a read-across parameter to compare responses of different cell types, or *in vitro* vs *in vivo* experimental results, but “un-targeted” effects (of CoCr nanoparticles) have also been shown in cultured cells and in mice¹⁶.

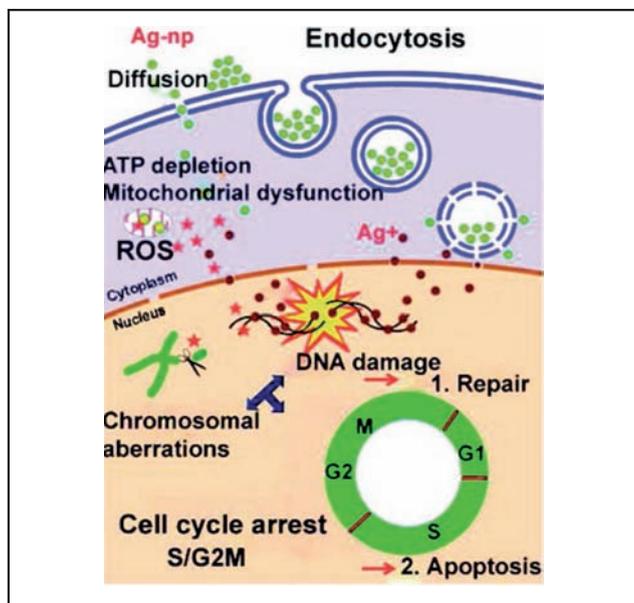


FIGURE 6 Hypothetical mechanisms of silver nanoparticle (Ag-np) cytotoxicity. Ag-NPs can enter into the cell by diffusion or endocytosis. Once inside the cytoplasm, they can interfere with energy production in mitochondria and promote the generation of reactive oxygen species (ROS). ROS and Ag⁺ ions released from Ag-NPs may cross the nuclear membrane and cause DNA damage. DNA damage can be either repaired or lead to irreversible chromosome damage or cell death (apoptosis)
 Source: ACS Nano¹⁹

Another critical issue is the biodistribution of nanoparticles in mammals following the various possible exposure routes and the identification of target organs. While, initially, the prevailing view was inspired by the experience of inhalation toxicology with particulate matter and aerosols, and identified the respiratory system as the main target to be concerned about, more recently, experiments with mice showed also the translocation of intravenously injected nanoparticles across the placenta¹⁷ and the blood-testis barrier¹⁸, raising interest on their possible reproductive effects. It is increasingly clear that biodistribution is largely influenced by surface modifications of nanoparticles produced by their first contact with cells and biological fluids, and this makes experiments with laboratory animals necessary. *In vivo* experiments are also mandatory to investigate the potential for nanoparti-

cle accumulation after chronic exposures, which is most likely the case for human populations.

Whereas chemical toxicology is based on a more or less solid understanding of interactions between toxic compounds and biomolecules, leading to chemical changes in the latter with functional consequences, the field of nanotoxicology is still largely building this knowledge, and is still trying to ascertain the specific roles of NPs compared to their constituent chemical species. At present, the mostly claimed mechanism for nanoparticle-induced cytotoxicity is the elevation of the cellular levels of reactive oxygen species (ROS). ROS are molecules produced endogenously by normal cell metabolism, the level of which is strictly controlled because they can damage macromolecules such as DNA, proteins and lipids. The transition metal ions released from certain nanoparticles and, more generally, the high surface area associated with nanomaterials, can promote the generation of ROS. When the increase in ROS levels overrides the cellular antioxidant defense mechanisms, an inflammatory response can be initiated leading to the perturbation and destruction of mitochondria and, eventually, to programmed cell death.

Cell death is not the only effect to be concerned about, because more subtle cellular alterations, like DNA damage, can lead to carcinogenesis. Hence another key area governing health risk assessment of chemicals is genotoxicology, involving the study of genetic damage following the exposure to test substances. For many nanomaterials, the evidence being accumulated suggests that they may have genotoxic potential²⁰. However, a mechanistic understanding of the effects observed is still lacking: it has been shown that nanoparticles of titanium dioxide and silica can cross the nuclear barrier, and there is always the possibility they might access DNA during mitosis, when the nuclear membrane is broken down. Yet, so far a direct interaction of nanoparticles with the double helix has not yet been shown. The possible direct interference with the cytoskeleton and microtubules essential for a variety of cell functions, including the correct chromosome distribution at mitosis, has been postulated, but not demonstrated²¹. Notably genotoxic effects of nanoparticles can also be indirectly elicited because of oxidative DNA damage induced by ROS.

The emblematic case of nano-silver

About the difficulty to overcome formidable scientific issues in nanosafety, emblematic is the case of nano-silver. Nano-Ag is already in the markets, but is still waiting for the complete assessment of the possible hazards. Instead, it is already known that dissolved Ag⁺ ions in water can be toxic for aquatic organisms, and nano-Ag in water is shown to be acutely toxic to *Daphnia magna*, due to the dissolution of Ag nanoparticles (NPs) in the form of free Ag⁺ ions²².

In their review of the toxicity of Ag and Au NPs, H. J. Johnston et al. conclude²³ that “there is a limited understanding into the potential detrimental outcomes of human exposure to silver NPs” and whether they are related to the small size of NPs, or their dissolution into Ag ions, or both.

R. Arvidsson et al. evaluated the quantities of Ag NPs that can be released from wound dressings, textiles and electronic circuitry, and conclude that the most abundant source are textiles, due to the large areas involved (mainly underwear, for a large number of individuals), the use (large number of washing cycles), the high specific release²⁴. Nano-Ag in textiles ranks first in the list, with a very broad range of 6×10^{28} – 6×10^{32} particles released per year in the environment.

Experiments on the pulmonary exposure of rats demonstrate²³ that Ag NPs accumulate in the lungs, are able to translocate in other organs like liver, kidney, spleen, brain but they are also cleared by excretion. This entails that: Ag NPs can cross the air-blood and blood-brain barriers, the blood carries the particles in the circulatory system, the particles accumulate in the filter organs, especially in the liver. Again in general, smaller particles have a larger ability for a widespread distribution, but also an increased possibility to pass through filter organs like liver and spleen, and be excreted.

Most of the comments to the research results analyzed in Ref. 23, conclude that further investigation is required to assess the results, and end up with unquestionable conclusions that must be the basis of the risk assessment of nanoparticles.

As reported in a recent investigation on nano-Ag environmental fate and exposure²⁵, data on the effective release during product use are useful to estimate the quantity of nano-Ag that is potentially present in environmental compartments. In particular, it was demonstrated that nearly 100% of silver content was lost by nanosilver-impregnated socks within four washings²⁶. In any case, one of the limited issues related to nano-Ag environmental fate seems to be the assessment of the chemical form (speciation) which is taken by nano-Ag in the environmental compartments.

The lack of consistency in the dose metrics used, the limited physico-chemical characterization in most reports, the scattered experimental conditions tested lead to inconsistencies in the literature results that make it very difficult to come to firm conclusions, and further efforts should be dedicated to produce reports that are more informative.

Unfortunately, the fast progress to certainties in nanosafety is hampered by toxicological tests that are time-consuming and resource intensive, especially considering the variety of nanomaterials to be tested. This is why researchers are trying to develop computational models to predict the behaviour of nanomaterials in biological systems, and regulatory agencies are looking for ways to “group” nanomaterials by their toxic potential.

Predictive nanotoxicity models: current challenges and future opportunities

The need for developing predictive nanotoxicity models has also been recently highlighted by the European REACH legislation²⁷ and by the US Environmental Protection Agency²⁸. This might be the way to

speed up the authorization process to commercialize any ENM proposed for the future markets.

Only a few efforts to build predictive models for the effects of NPs in toxicology exist²⁹. They are mainly based on Quantitative Structure-Activity Relationship (QSAR) methods. QSAR modeling is based on the empirical hypothesis that similar compounds have similar chemical and biological properties. Briefly, QSAR is a statistical model that relates a set of structural or property “descriptors” of a chemical compound to its biological “activity”. The “descriptors” include structural parameters which are typically related to steric and electronic properties and they can be computed or measured in experiments. The “activities” include physicochemical measurements and biological assays (i.e., cytotoxicity tests). However, the descriptors for building models will have to be substantially extended in the case of nanosafety, to take into account the interactions that take place at the nano-bio interface (Figure 7). The mechanisms of the inter-atomic interactions between NPs and biological molecules are not sufficiently understood and little is known about the possible effects on the molecular structure and function of biological molecules, specifically proteins, DNA and biological membranes³⁰.

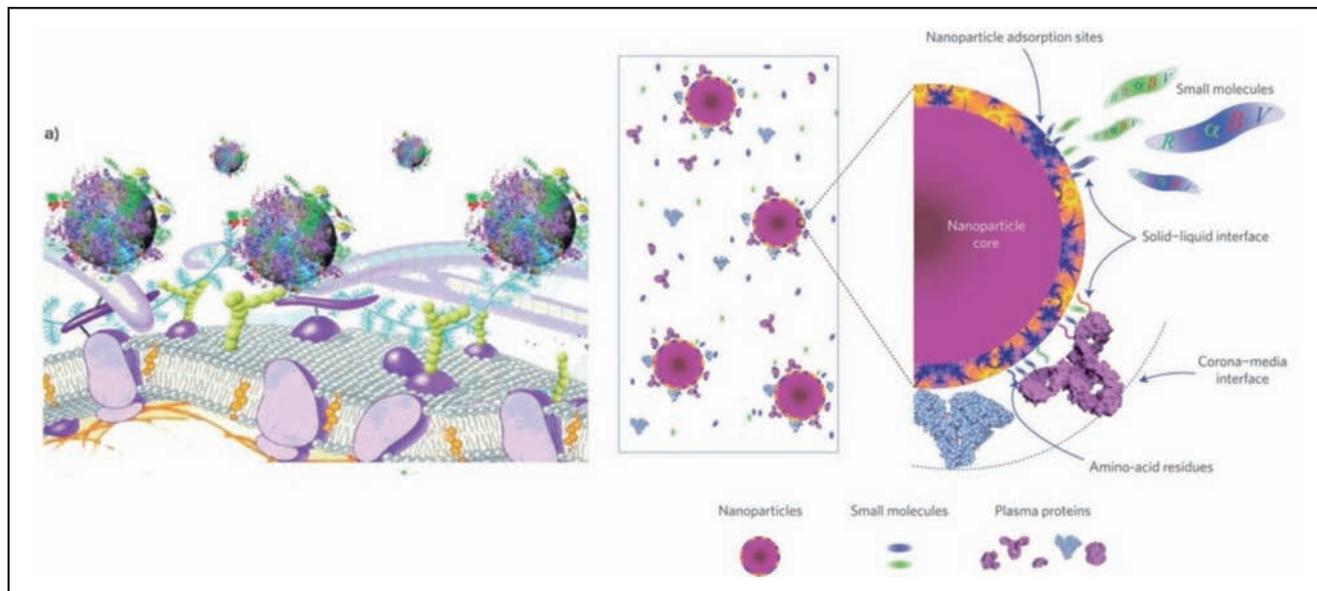


FIGURE 7 NPs exposed to biological fluids are rapidly covered by proteins and other biomolecules to form a 'protein corona' which can interact with biological membranes. The nano-bio interface consists of a NP surface, a solid-liquid interface and a corona-media interface

Source: <http://pubs.acs.org/action/showImage?doi=10.1021%2Fja910675v&iName=master.img000.jpg&type=master>
http://www.nature.com/nnano/journal/v5/n9/fig_tab/nnano.2010.164_F1.html

Current computational techniques include electronic structure methods³¹ and molecular dynamics methods³², which have all been used to gain better understanding of the interactions and dynamics of NPs or ENMs within biological systems.

First-principle electronic structure methods, based on density functional theory, compute the total energy of molecules as a function of electron density. These methods have not been extensively used due to their computational load. This is a strong limit because alternative, very approximate computational approaches do not properly describe electronic states on the NP surface, and bulk-like properties are often used as input for QSAR methods.

Molecular dynamics (MD) methods enable to compute the time dependent behaviour of molecular systems and to investigate the structure-function relationship in biological systems with atomistic resolution. The simulation relies on the fundamental forces that govern atomic motion, which are derived from many-body inter-atomic interaction potentials. The potential, also known as force-field, describes bond stretching, bending and rotation as well as non-bonded interac-

tions, including electrostatic and van der Waals interactions. From the MD trajectory of a system composed of NPs and biological molecule, the average values of physicochemical properties can be determined and used as descriptors for QSAR methods. However, computer simulations of organic/inorganic system are still at an early stage.

In conclusion, predictive models for NP risk assessment are still in their infancy. Even if physiologically-based-pharmacokinetics (PBPK) models are now commonly used in drug development and regulatory toxicology to predict the kinetics and metabolism of substances in the organisms, there is currently no established PBPK model for the distribution of NPs in the body, as acknowledged by the SCENIHR committee³³. NPs are quite larger than molecules and the standard PBPK model transport equations need to be re-examined to assess their validity for NP³⁴.

Global trends and major players in nanosafety

The problem of balancing the desire to exploit the economic potential of ENMs with the need to protect

consumers and the environment, solving all the scientific questions that are in between, requires a global approach and coordination.

A particularly important role on nanosafety is played at worldwide scale by the Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD)³⁵, and by the Joint Research Centre (JRC) of the European Commission, as they are boosting many initiatives that emphasize the standardization and assessment of scientific results.

OECD is committed to foster economic development in general, and its view about the business of ENMs is that: “Nanotechnologies are likely to offer a wide range of economic benefits. However, unlocking this potential will require a responsible and co-coordinated approach to ensure that potential safety issues are being addressed at the same time as the technology is developing”.

OECD is active in the field of nanosafety since 2005, and OECD Council established the OECD Working Party on Manufactured Nanomaterials (WPMN) as a subsidiary body of the OECD Chemicals Committee, as well as the Programme on Safety of Manufactured Nanomaterials³⁶ in 2006. The Programme consists of specific projects: OECD Database on Manufactured Nanomaterials; Safety Testing of a Representative Set of Manufactured Nanomaterials; Manufactured Nanomaterials and Test Guidelines; Co-operation on Voluntary Schemes and Regulatory Programmes; Co-operation on Risk Assessment; The role of Alternative Methods in Nanotoxicology; Exposure Measurement and Exposure Mitigation; Environmentally Sustainable Use of Manufactured Nanomaterials.

The JRC is a very active partner of projects and networks in the field of nanosafety, through its Institute for Health and Consumer Protection (IHCP), and the current studies on nanosafety are a new implementation of the traditional efforts in the safety of chemical substances.

JRC-IHCP has a broad range of actions in this field: identification and characterization of nanomaterials, identification of new tools and methods for nanomaterial detection, testing methods alternative to the in-vivo experiments, standardization and regulatory actions, but also the management of the so-called “nanomaterials repository”.

The nanomaterial repository offers qualified nanoma-

terials to researchers in the field of nanosafety and includes (as of 27 October 2011): Titanium Dioxide (rutile and anatase, mean particle size ranging from 67 to 267 nm), Zinc dioxide (mps = 140-150 nm), Silicon dioxide (mps=47-137 nm), Cerium dioxide (mps=28 nm and others), Silver (mps=15 nm and others), Multi-walled carbon nanotubes, Nanoclay (bentonite, mps 288 nm). Materials of this range have been distributed to many countries across Europe and the world.

What EC and JRC are putting into practice is the implementation of the requirements stated in the resolution of the European Parliament P6_TA(2009)0328 about the safety of nanomaterials. The resolution is working today as a sort of Agenda, with detailed requests of the Parliament to guarantee a responsible use of nanomaterials in the future in all EU Member States.

Nanosafety in Europe. Trends of regulations and research

Notwithstanding the strong generalized awareness of the importance of nanosafety, till now there are no general assessed testing procedures to measure the impact of ENMs on living systems and assess the related risks.

However, in Europe, there is a great effort to create new nano-specific tests and rules, or to include nanomaterials in the stream of the available regulations concerning chemical substances: the EC REACH Regulation that rules the “Registration, Evaluation, Authorisation and Restriction of Chemicals”, in any form. Therefore the Regulation applies also to nanomaterials, which are covered under the definition of “substance” in REACH and may be considered to be distinct “substances” or “forms of a substance”.

Moreover, it is a requirement of the regulation on Classification, Labelling and Packaging (CLP)³ that the classification and labelling of a substance is composition/form specific, thus, these are directly linked to specific compositions/forms.

Registrants can indicate that a dossier includes nanomaterials, which might be considered to be either distinct substances or forms of a substance. When a nanomaterial is considered to be a distinct substance, the registrant should complete a dossier as for any substance. When a nanomaterial is considered to be a

form of a substance, or when the dossier contains more than one listed composition, the registrant is encouraged to use labels for each composition/form to enable referencing a specific composition/form in a particular information requirement or data point with regard to the physico-chemical properties of the substance, environmental fate and behaviour, ecotoxicological information, toxicological information and specific information. In any case, classification of nanomaterials should be done on a case-by-case basis giving due consideration to the relevant available data; a separate classification and labelling notification may be required for the nanoform of a bulk substance if available data on intrinsic properties indicates a difference in hazard class.

Some authorities are going to provide sector-specific indications in the cases where the possible impact is greater: food and cosmetics.

The European Food Safety Authority, in 2011, issued the "Guidance on the risk assessment of the application of nanoscience and nanotechnologies in the food and feed chain"³⁸, that is explicitly a "scientific opinion". The guidance provides information about the physico-chemical characterization of the NPs involved in the food chain, and testing strategies to identify and characterize related hazards.

About cosmetics, the Cosmetic Products Regulation, that will enter into force in July 2013, sets some specific obligations concerning nanomaterials: manufacturers are obligated to mention the presence of nanomaterials in their products, the Commission can request

the safety assessment, the labelling for "nano" ingredients is required on cosmetic products.

What is the trend in the field of EU research on nanosafety?

The Framework Programmes 6 and 7 allocated substantial funding to nanosafety. Starting a few years ago, a comprehensive list of projects, partners, research findings of the 25 projects funded by FP6 and FP7 is edited by the Directorate-General for Research: the "Compendium of Projects in the European NanoSafety Cluster"³⁹.

One other of the leading initiatives of EC in the field of nanosafety within FP7 is the creation of: "QNANO - A pan-European infrastructure for quality in nanomaterials safety testing". QNANO is a virtual infrastructure that allows transnational access of researchers to a qualified set of laboratories in Europe, working in coordination in the field of nanosafety. QNANO will push the efforts for standardization, round-robin testing and categorization of ENMs for nanosafety.

The situation in Italy

Obviously, also in Italy there are many R&D efforts in nanotechnologies, even though a real national strategic plan on nanotechnologies has never been set in place as in other countries. The fundings for nanotechnologies (and among them for nanosafety) are spread in a number of different financing tools and organisations.

Since 2004, the Italian Association of Industrial Research (AIRI) usually compiles a database of public and private expertise on nanotechnology in Italy: the Italian Nanotechnology Census (now at its 3rd edition). The number of organisations involved in nanotech approaches is around 200. All the leading universities and public and private research organisations have basic expertise in this field and can include nanosafety in more general institutional R&D activities.

The Census shows (2nd edition⁴⁰, 2006) that the Italian nanomaterial manufacturers are very few. According to the Census (and to additional contacts of the authors of this article), they are only Colorobbia (Tuscany) and Italcementi (Lombardy). Colorobbia produces a range of products (mainly nano-metals, -metal oxides and -ferrites); Italcementi produces

The definition of "nanomaterial" in Europe

In order to speed up the achievement of regulations about ENMs, on November 18, 2011, the EC adopted the definition of "nanomaterial"³⁷, here reported in brief:

"...2) Nanomaterial' means a natural, incidental or manufactured material containing particles, in an unbound state or as an aggregate or as an agglomerate and where, for 50 % or more of the particles in the number size distribution, one or more external dimensions is in the size range 1 nm-100 nm. In specific cases and where warranted by concerns for the environment, health, safety or competitiveness the number size distribution threshold of 50 % may be replaced by a threshold between 1 and 50 %.

3) By derogation from point 2, fullerenes, graphene flakes and single wall carbon nanotubes with one or more external dimensions below 1 nm should be considered as nanomaterial".



photocatalytic TiO_2 for building applications. Many industries are end-users of nanomaterials produced elsewhere, embedded in composites, paints, cosmetics. Therefore, at present, the possible nanosafety risks for Italian workers are concentrated in a very few number of large-scale manufacturers' sites, and an appreciable number of small-scale research labs.

Due to the expected possible impact of nanomaterials manufacturing and application on workers' safety (both in industry and research labs), in previous years ISPESL - Italian National Institute for Occupational Safety and Prevention launched a timely initiative to study such issues, especially in workplaces.

Recently INAIL - Department of Occupational Health (the former ISPESL) issued a White Book⁴¹ in July 2011, where the widening gap between the increasing commercial exploitation of nanotechnologies and the risk assessment in the workplace, as well the need for a rigorous communication of risk to citizen and workers are highlighted.

The search for a common regulatory framework in Europe is highly encouraged by the European Commission, also through the publication of the dedicated FP7 Call for Proposals: "Regulatory testing of nanomaterials". The most relevant Italian competences and leading research organisations in the nanosafety field, including ENEA, are participating in the project proposal preparation, under the national coordination of the Italian Ministry of Health. The main objectives of the project will be, on the short-medium term, to provide legislators with a set of tools for risk assessment and decision making for a selected number of nanomaterials and, on the long term, to develop new testing and evaluation strategies adaptable to a high number of nanomaterials.

Efforts in nanosafety research in ENEA

Recently, four ENEA labs belonging to the three Technical Units: "Materials Technologies", "Radiation Biology and Human Health", "Environmental Technologies", decided to integrate their competences in order to deal with the study of the impact of nanomaterials on living systems and the environment. First experiments are devoted to study the bio-interaction of

home-made ferrofluids; next steps are planned towards *in-silico* modelling and bio-interaction of basalt fibres.

The main competences of the four labs, available for the ENEA nanosafety research, are:

1. Preparation, functionalisation and characterisation of engineered nanomaterials – an expertise on solid state and wet chemistry and material science with particular reference to synthesis and physico-chemical characterization of ferrite nanoparticles (MnFe_2O_4 and Fe_3O_4).
2. *In silico* modelling of biophysical/biological interactions with functionalized nanoparticles - focussed on the physico-chemical characterization of nanoclusters composed by SiO_2 , ZnO_2 , TiO_2 and carbon-based nanostructures in interaction with an ample range of biological systems, such as proteins, biological membranes and DNA.
3. Assessment of short- and long-term biological effects of engineered nanomaterials at molecular, cellular, organ levels by *in vitro* and *in vivo* experimental test systems – in particular, investigation of inflammatory, genotoxic, reproductive and carcinogenic effects, exploiting also the use of mouse models susceptible to specific pathogenetic mechanisms.
4. Definition of exposure scenarios, life cycle and risk assessment, Regulatory aspects (REACH regulation) - ENEA is active in the National implementation of REACH regulation by supporting the Italian Ministry of Economic Development in the National REACH Helpdesk management, in social and economic analysis for the substance restriction and authorization processes, and in the development and provision of supporting tools and solutions for SMEs facing REACH Regulation. ENEA has acquired extensive knowledge on exposure scenario elaboration for workers, consumers and the environment, risk assessment, life cycle analysis for chemical products, in compliance with the most recent European and national regulations concerning chemical substance use and associated risks.

The coordinated efforts of the four labs will be integrated with the research on ENM ecotoxicology, a recent expertise created in the ENEA Research Centre of Portici.

Conclusions

As technology is usually faster than regulations, also in the case of nanomaterials it happens that many NM-based products are arriving on the market, with an incomplete assessment of research results about nanosafety, and an insufficient translation into nano-specific regulations.

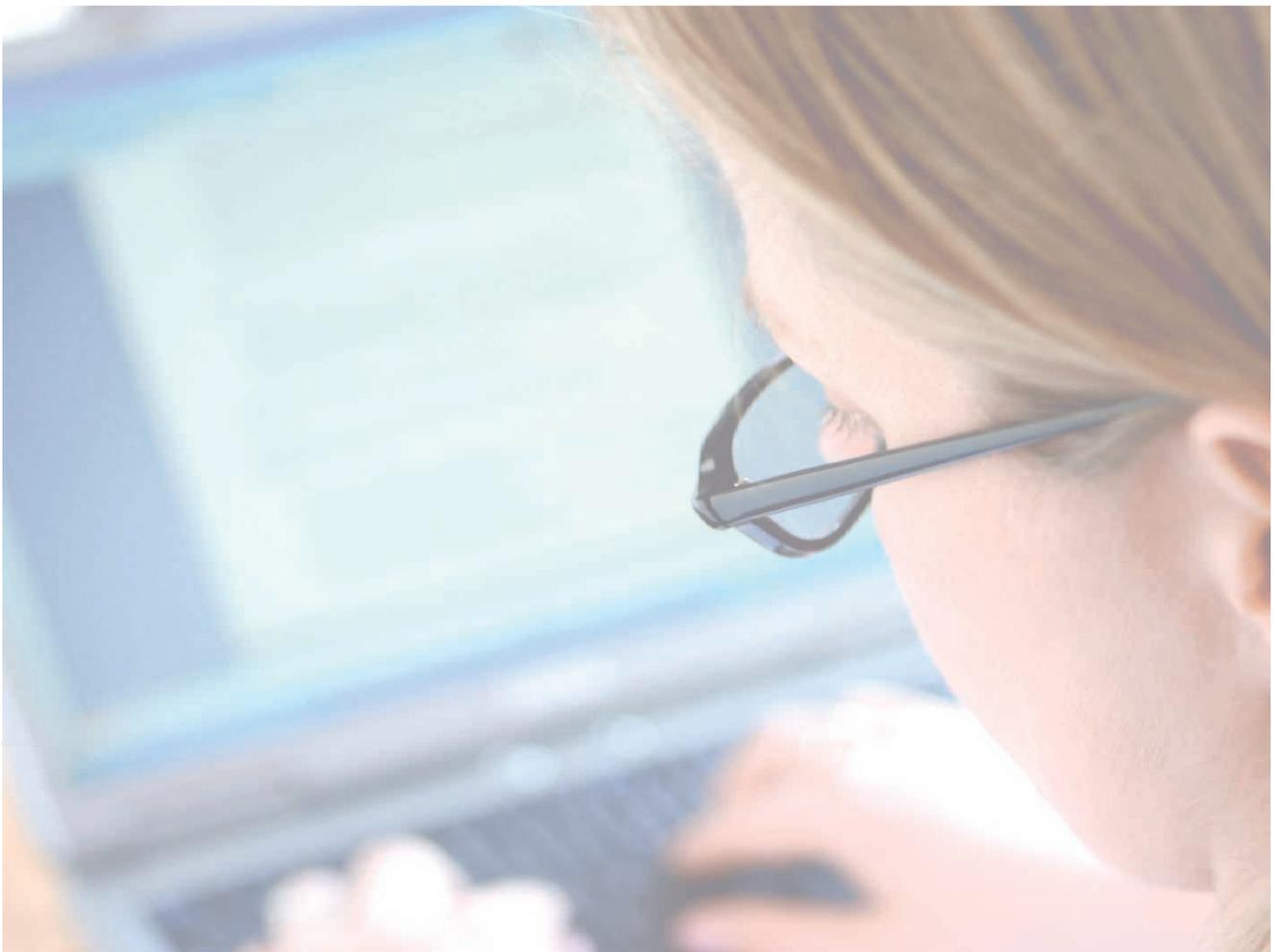
The achievement of these goals is slowed down by a still limited understanding of the intricate interactions of ENMs with living systems and the environment.

In general, the real risk assessment for nanomaterials during their whole lifecycle is still to be completed in most cases, and this requires an increased standardization of measurements, tests, procedures and a great

advancement in the evaluation of the actual exposure, especially for consumers and the environment.

Speeding-up such evaluations will be necessary to boost the responsible development of the business for nanomaterials, compliant with the obligations related to the EC REACH Regulation and other EC Directives.

The JRC-EASAC joint report suggests to include in future research: the concept of “safety by design”, similar to the current practice in the pharmaceutical sector (where hazard and risks are addressed at an early stage of research⁴²), the sharing of scientific findings with the general public (as it is going on, for example, in UK, Switzerland, Germany, France), and new “nanospecific” training courses⁴³. ●



- [1] <http://www.nano.gov/>
- [2] <http://www.nano.gov/about-nni/what/funding>
- [3] <http://www.voyte.net/Guest%20Writers/Prof.%20K.%20K.%20Jain/Prof.%20K.%20K.%20Jain%202005-001.htm>
- [4] N.T. Loux, Y. San Su, S. M. Hassan (2011), "Issues in assessing environmental exposures to manufactured nanomaterials", *Int. J. Environ. Res. Public Health*, 8, pag. 3562-3578.
- [5] G. Lövestam, H. Rauscher, G. Roebben, B. Sokull Klüttgen, N. Gibson, J.P. Putaud, H. Stamm (2010), "Considerations on a Definition of Nanomaterial for Regulatory Purposes" – JRC Reference Reports EUR 24403 EN, (p.8) Luxembourg Publ. Office of the EU.
- [6] <http://www.electronics.ca/presscenter/articles/1278/1/Global-Nanotechnology-Market-To-Be-Worth-27-Billion-In-2015/Page1.html>
- [7] C. O. Hendren, X. Mesnard, J. Dreoge, M. R. Wiesner (2011), "Estimating Production Data for Five Engineered Nanomaterials As a Basis for Exposure Assessment", *Environ. Sci. Technol.* 2011, 45, pagg. 2562–2569.
- [8] The Project on Emerging Nanotechnologies - Woodrow Wilson International Center for Scholars and the Pew Charitable Trusts (see in: http://www.nanotechproject.org/inventories/consumer/analysis_draft/) <http://www.beuc.org/BEUCNoFrame/Docs/6/LNGKKBJF-BGGGEA00HBKHJKIMPPDWD9DBNGN9DW357916/BEUC/docs/DLS/2010-00646-01-E.xls>
- [9] Y. Lee, J. Kim, J. Oh, S. Bae, S. Lee, I. S. Hong, S. H. Kim (2011), "Ion-release kinetics and ecotoxicity effects of silver nanoparticles", *Environmental Toxicology and Chemistry*, published on line, DOI: 10.1002/etc.717, Wiley Online Library.
- [10] N.T. Loux, Y. San Su, S. M. Hassan (2011), "Issues in assessing environmental exposures to manufactured nanomaterials", *Int. J. Environ. Res. Public Health*, 8, pag. 3562-3578.
- [11] S. Utsunomiya, A.B. Kersting, R.C. Ewing (2009), "Groundwater nanoparticles in the far-field t the Nevada test site: mechanism for radionuclide transport", *Environ. Sci. Technol.*, 43, pag. 1293-1298.
- [12] N.T. Loux, N. Savage (2008), "An assessment of the fate of metal oxide nanomaterials in porous media", *Water Air Soil Pollution*, 194, pag. 227-241.
- [13] Y. Zhang, Y. Chen, P. Westerhoff, K. Hristovski, J.C. Crittenden (2008), "Stability of commercial metal oxide nanoparticles in water", *Water Res.*, 42, pag. 2204-2212.
- [14] P. Biswas, C.Y. Wu (2005), "Nanoparticles and the Environment", *J. Air & Waste Manage. Assoc.* 55:708–746.
- [15] A. Sood, S. Salih, D. Roh, L. Lacharme-Lora, M. Parry, B. Hardiman, R. Keehan, R. Grummer, E. Winterhager, P.J. Gokhale, P.W. Andrews, C. Abbott, K. Forbes, M. Westwood, J.D. Aplin, E. Ingham, I. Papageorgiou, M. Berry, J. Liu, A.D. Dick, R.J. Garland, N. Williams, R. Singh, A.K. Simon, M. Lewis, J. Ham, L. Roger, D.M. Baird, L.A. Crompton, M.A. Caldwell, H. Swallow, M. Birch-Machin, G. Lopez-Castejon, A. Randall, H. Lin, M.S. Suleiman, W.H. Evans, R. Newton, C.P. Case (2011) "Signalling of DNA damage and cytokines across cell barriers exposed to nanoparticles depends on barrier thickness", *Nat. Nanotechnol.* 6, 824-833.
- [16] K. Yamashita, Y. Yoshioka, K. Higashisaka, K. Mimura, Y. Morishita, M. Nozaki, T. Yoshida, T. Ogura, H. Nabeshi, K. Nagano, Y. Abe, H. Kamada, Y. Monobe, T. Imazawa, H. Aoshima, K. Shishido, Y. Kawai, T. Mayumi, S. Tsunoda, N. Itoh, T. Yoshikawa, I. Yanagihara, S. Saito, Y. Tsutsumi (2011) "Silica and titanium dioxide nanoparticles cause pregnancy complications in mice", *Nat. Nanotechnol.* 6, 321-328.
- [17] Y. Bai, Y. Zhang, J. Zhang, Q. Mu, W. Zhang, E.R. Butch, S.E. Snyder, B. Yan (2010) "Repeated administrations of carbon nanotubes in male mice cause reversible testis damage without affecting fertility", *Nat. Nanotechnol.* 5, 683-689.
- [18] P. V. AshaRani, Grace Low Kah Mun, Manoor Prakash Hande, and Suresh Valiyaveetil (2009) "Cytotoxicity and Genotoxicity of Silver Nanoparticles in Human Cells", *ACS Nano* 3, 279-290
- [19] N. Singh, B. Manshian, G.J. Jenkins, S.M. Griffiths, P.M. Williams, T.G. Maffei, C.J. Wright, S.H. Doak (2009) "NanoGenotoxicology: the DNA damaging potential of engineered nanomaterials", *Biomaterials*. 30, 3891-3914.
- [20] L. Gonzalez, I. Decordier, M. Kirsch-Volders (2010). "Induction of chromosome malsegregation by nanomaterials", *Biochem Soc Trans.* 38, 1691-1697.
- [21] Y. Lee, J. Kim, J. Oh, S. Bae, S. Lee, I. S. Hong, S. H. Kim (2011), "Ion-release kinetics and ecotoxicity effects of silver nanoparticles", *Environmental Toxicology and Chemistry*, published on line, DOI: 10.1002/etc.717, Wiley Online Library.
- [22] H. J. Johnston, G. Hutchison, F. M. Christensen, S. Peters, S. Hankin, V. Stone (2010), "A review of the in vivo and in vitro toxicity of silver and gold particulates: particle attributes and biological mechanisms responsible for the observed toxicity", *Critical Reviews in Toxicology*, 40(4), pagg. 328-346, Informa Healthcare.
- [23] R. Arvidsson, S. Molander, B. A. Sanden (2007), "Impacts of a silver-coated future – Particle flow analysis of silver nanoparticles", *Journal of Industrial Ecology*, published on line, Wiley Online Library.
- [24] C.M. Whiteley, M. Della Valle, C.J. Kevin, A.J. Sweetman, (2011), "Challenges in assessing the environmental fate and exposure of nano silver", *Journal of Physics: Conference Series*, 304, 012070.
- [25] T.M. Benn, P Westerhoff (2008), "Nanoparticle silver released into water from commercially available sock fabrics", *Environmental Science & Technology*, 42 (18), pag. 7025-7026
- [26] OECD principles for the validation, for regulatory purposes, of (quantitative) structure-activity relationship models. Organization for Economic Cooperation and Development, Paris, France. <http://www.oecd.org/dataoecd/33/37/37849783.pdf>; T. Hartung (2010), "Food for thought on alternative methods for nanoparticle safety testing", *Altex* 27:87–95; T. Hartung, S. Hoffmann (2009), "Food for thought on in silico methods in toxicology". *Altex* 26:155–166.
- [27] J. Johnston, M. Lowry, S. Beaulieu and E. Bowles, (2010), "State-of-the-science report on predictive models and modelling approaches for, characterizing and evaluating exposure to nanomaterials", US Environmental Protection Agency, Office of Research and Development, Athens, GA.
- [28] D. Fourches, D. Pu, C. Tassa, R. Weissleder, S.Y. Shaw, R.J. Mumper, A. Tropsha, (2010), "Quantitative Nanostructure-Activity Relationship Modelling", *ACS Nano*, 4:57035712; E. Burello and A. Worth, (2011), "A theoretical framework for predicting the oxidative stress potential of oxide nanoparticles", *Nanotoxicology*, 5:228-35; T. Puzyn, B. Rasulev, A. Gajewicz, X. Hu, T.P. Dasari, A. Michalkova, H. Hwang, A. Toropov, D. Leszczynska, J. Leszczynska, (2011), "Using nano-QSAR to predict the cytotoxicity of metal oxide nanoparticles", *Nature Nanotechnology*, 6:175-177 ; L. Tran, R. Tantra, K. Donaldson, V. Stone, S. M. Hankin, B. Ross, R. J. Aitken, a. D. Jones, (2011), "A hypothetical model for predicting the toxicity of high aspect ratio nanoparticles (HARN)", *Journal of Nanoparticle Research*, 13:6683-6698.
- [29] A.E. Nel, L. Mädler, D. Velegol, T. Xia, E.M.V. Hoek, P. Somasundaran, F. Klaessig, V. Castranova, M. Thompson. (2009), "Understanding biophysicochemical interactions at the nano-bio interface", *Nature materials*, 8:543-57.
- [30] A. Calzolari, G. Cicero, C. Cavazzoni, R. Di Felice, A. Catellani, S. Corni (2010), "Hydroxyl-Rich -Sheet Adhesion to the Gold Surface in Water by First-Principle Simulations", *J Am Chem Soc*, 132:4790-4795.
- [31] M. Hoefling, S. Monti, S. Corni, K. Eberhard Gottschalk (2011), "Interaction of -Sheet Folds with a Gold Surface", *PLoS one*, 6(6), e20925; S. Kraszewski, M. Tarek, W. Treptow, C. Ramseyer (2010), "Affinity of C60 neat fullerenes with membrane proteins: a computational study on potassium channels", *ACS Nano* 4: 4158-64; S. Auer, A. Trovato, M. Vendruscolo, (2009), "A condensation-ordering mechanism in nanoparticle-catalyzed peptide", *PLoS Comput Biol*, 5: e1000458.
- [32] http://ec.europa.eu/health/scientific_committees/emerging/opinions/scenihropinions_en.htm#nano
- [33] M. Li, K.T. Al-Jamal, K. Kostarelos, J. Reineke. (2010), "Physiologically based pharmacokinetic modelling of nanoparticles", *ACS Nano* 4:6303-17; D.P. Yamamoto (2010), "Providing a theoretical basis for nanotoxicity risk analysis departing from traditional physiologically-based pharmacokinetic (PBPK)", <http://www.dtic.mil/cgi-bin/GetTRDoc?Location=U2&doc=GetTRDoc.pdf&AD=ADA52865>; R.S. Yang, L.W. Chang, C. Shi Yang, P. Lin, (2010), "Pharmacokinetics and physiologically-based pharmacokinetic modelling of nanoparticles", *J Nanosci Nanotechnol* 10:8482-90.0
- [34] http://www.oecd.org/home/0,2987,en_2649_201185_1_1_1_1_1_00.html
- [35] www.oecd.org/env/nanosafety.
- [36] Official Journal of the European Union, Vol. 54, 20 October 2011, pagg. 38-40.
- [37] EFSA Journal (2011), 9(5), pagg. 2140 ff.
- [38] Compendium of Projects in the European NanoSafety Cluster - 2011 Edition - February 2011 (Michael Riediker and Georgios Katalagari-anakis Eds), available on line at: http://www.nanoimpactnet.eu/uploads/file/NanoSafetyCluster/Compendium_2011_web.pdf
- [39] "Second Italian Nanotechnology Census" (2006), prepared by E. Mantovani and A. Porcari, AIRI-Nanotec IT (Rome).
- [40] "WHITE BOOK - Exposure to engineered nanomaterials and occupational health and safety effects – Edition 2011" (2011) ISNM 978-88-7484-206-3, printed by INAIL, Milan (p. 21).
- [41] "Impact of Engineered nanomaterials on health: considerations for benefit-risk assessment" (2011) – Joint EASAC-JRC Reference Report EUR 24847 EN, (p. 34), Luxembourg Publ. Office of the EU.
- [42] *ibidem*, p. 35.



The enhancement of hazelnut and almond genetic resources through the European AGRI GEN RES SAFENUT Action. The ENEA experience as project coordinator

The European project SAFENUT “Safeguard of hazelnut and almond genetic resources: from traditional uses to modern agro-industrial opportunities” aims at enhancing the characterization, preservation and utilization of the hazelnut and almond germplasm, through the recovery and valorisation of local endangered varieties in the traditional productive areas of the Mediterranean basin. The project, financed by the European Commission, Directorate-General for Agriculture and Rural Development, involves eleven partners from six countries and is coordinated by ENEA

■ Loretta Bacchetta, Barbara Di Giovanni

Il miglioramento delle risorse genetiche di nocciolo e mandorlo
con l’Azione europea AGRI GEN RES SAFENUT.
L’esperienza ENEA come coordinatore del progetto

Il progetto europeo SAFENUT “Salvaguardia delle risorse genetiche di nocciolo e mandorlo: dagli usi tradizionali alle moderne opportunità agro-industriali”, intende migliorare la caratterizzazione, la conservazione e l’utilizzazione del germoplasma di nocciolo e mandorlo attraverso il recupero e la valorizzazione delle varietà locali in pericolo nelle tradizionali aree produttive del bacino mediterraneo.

Il progetto, finanziato dalla Commissione Europea, coinvolge 11 partner di sei Paesi ed è coordinato da ENEA

■ Loretta Bacchetta, Barbara Di Giovanni

ENEA, Technical Unit for Sustainable Development and Agro-Industrial Innovation

Introduction

The progressive impoverishment of agrobiodiversity, due to overdevelopment in many regions, has determined a reduction of local varieties that were selected over millennia in traditional agricultural systems and that are now seriously endangered. Many scientists came to agree that genetic erosion is affecting different crops all over Europe (Trommetter, 2002). Often presented as an ecological problem, genetic erosion is usually the result of social, economic and agricultural changes (the Agenda 21, agreed to at the United Nations Conference on Environment and Development – UNCED, stated that “the current decline in biodiversity is largely the result of human activity and represents a serious threat to human development”). Following the Strategy adopted by the European Community on biological diversity, the European programme AGRI GEN RES was established in 1998 with the aim of fulfilling the objectives of the 2003 Common Agricultural Policy (PAC) reform as well as integrating and promoting all initiatives on conservation, collection and utilization of plant genetic resources in agriculture.

The European Union is one of the world’s leading producers and consumers of almonds and hazelnuts, two traditional crops of the Mediterranean Basin. In fact, Italy and Spain are the second largest world producers, of hazelnut and almond respectively, following the United States and Turkey, which contribute to more than 80% of the total world supply. Therefore, almonds cultivation in Europe, with its progressive abandonment, is turning out to be unprofitable due to the strong competition from the Californian almond production, traded at low prices. Driven by low labour costs, also Turkish hazelnuts are price competitive, heavily influencing the international market. Moreover, the lower quality of the imported supplies affects the taste and nutritional properties of the European traditional products, which is worsened by the increase of the maximum level of aflatoxin in nuts based on the recent regulation of the Commission.

In the light of the above, the preservation, study and utilization of *Corylus avellana* and *Prunus dulci* genetic resources are of fundamental importance to enhancing the competitiveness of the European almonds and hazelnuts (Sivakumar et al., 2005), to improving their

breeding efficiency, and to meeting future requirements and demands.

The SAFENUT 068 Action (2007-2011) was carried out under the aegis of the AGRI GEN RES Community Program to enhance the characterization, preservation and utilization of the European hazelnut and almond germplasm through the recovery and valorisation of local endangered varieties in the traditional productive areas of the Mediterranean basin (Bacchetta *et al.*, 2008a; Bacchetta *et al.*, 2010a; Bacchetta *et al.*, 2010 b). This paper aims at describing the project’s main objectives, its strategy and the main achievements, highlighting the ENEA experience as project coordinator.

The SAFENUT objectives

The project’s main objectives are: (i) improving the knowledge of the European hazelnut and almond germplasm to enhance their characterisation, preservation and utilization; (ii) recovering and valorising local endangered germplasm in the traditional productive areas of the Mediterranean basin; (iii) increasing the utilization of the germplasm through the creation of core collections; (iv) strengthening the traditional knowledge on genetic resources to raise stakeholders’ awareness on the values of biodiversity in the framework of sustainable development; (v) setting up an interactive web database linked with the main thematic international databases and creating a strong European network.

The most recent trends show that there has been a remarkable increase in the number of consumers requiring food products for dietary, health, organoleptic or environmentally-friendly reasons (Sivakumar and Bacchetta, 2006). On the basis of the consumer’s demand and the distinctive properties of nuts, the project focused on characterisation, emphasising the nutritional and ‘nutriceutical’ aspects that can reinforce the economic competitiveness of the products. It is envisaged that the best opportunities of development for agriculture arise from policies aimed at exploiting qualities and characteristics linked to the products’ geographical origin and to the traditional processes which feature the European agricultural and agro-industrial productions.

The project also strengthened the importance of harmonising the standard descriptors for a common

characterization of accessions. With regard to hazelnut, the UPOV guidelines (1979) are usually followed, although there are also other descriptors (Thompson *et al.*, 1978, Bioversity International *et al.*, 2008). Therefore, the SAFENUT Partners gathered all the information with the aim to decide which characters are useful for the authentication of the hazelnut material.

The enhancement of national and local efforts in safeguarding traditional germplasm as well as the recovery of endangered genetic heritage is of inestimable importance for *Corylus avellana* and *P. Dulcis* genetic resources, their management and use for breeders, growers and consumers.

The development of a database meets the recommendations of the Commission to virtually maintaining the germplasm and facilitating the exchange of material and information (among European and extra-European Countries).

The strategy of the SAFENUT Action

The management of the Action has been organised in the activities which have been summarized in Figure 1 on the basis of two main thematic areas - the acquisition and characterization of plant material and the conservation and management of genetic resources - from which six Working Packages (WP) originated.

The activities performed in WP1 and WP2 aimed at increasing the knowledge of the *ex situ* and *in situ* collections of hazelnut and almond material among partner Countries by harmonizing the morphological descriptors (Rovira *et al.*, 2009). For this purpose, in spite of local genetic resources maintained in national collections, a survey has been carried out in Spain, Slovenia, Greece and Italy with the objective to gather the maximum useful genetic diversity.

The molecular and biochemical characterization of the germplasm was realized in WP2 and WP3. The availability of reliable data on biochemical and molecular traits of the germplasm allowed to define the suitable use of the nut products, as required by industries, row consumers, etc. (Solar *et al.*, 2008). This information is also very useful for breeding programs. Furthermore, results in DNA analysis can show the true-to-type identification as well as problems of germplasm's misnaming or homonymies and synonymies present in the conserved germplasm. There-

fore, the SAFENUT partners published and shared methodologies and protocols on the project's website (www.safenut.enea.it), developed by ENEA, providing the standardization and endorsement of the analytical procedures among the different laboratories involved in the characterization.

References cultivars, in the six partner Countries, were chosen to monitorate the effect of the environmental factors on morphological and biochemical traits. The Action, by turning its attention on genetic resources as a pool of useful genes as well as gathering information on traditions and local uses, provides an added value for future generations and historical memory (Bacchetta *et al.*, 2010a).

WP4 aimed at recovering and enhancing the 'cultural meaning' of genetic resources for people that use, conserve and, in some cases, improve them. This approach usually builds a strong link between genetic resources and the eco-geographical areas they belong to.

Within the second task (conservation and management of genetic resources) the enhancement of the utilization of germplasm was highlighted in WP5 through the establishment of a European core collection, namely a sampling of the base collection which represents most of the genetic diversity. On this basis, traits of economic importance - such as agronomic data - which often show high genotypes per environmental interactions can be evaluated in an easier and more efficient way. As a consequence, there will be a better use of genetic resources as information builds up. Fur-

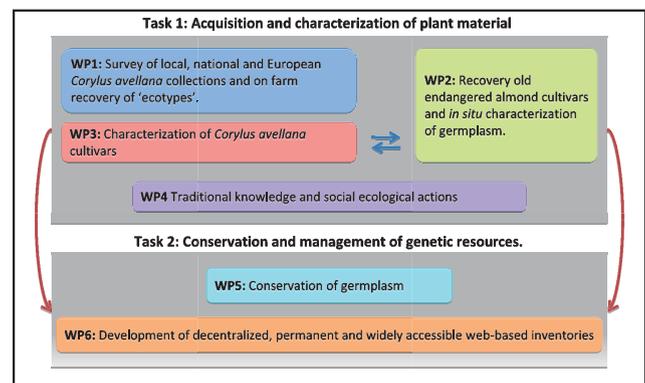


FIGURE 1 Chart of the SAFENUT strategy and WPs' interaction

thermore, the second target of this workpackage was to set up a DNA bank.

Finally, the development of the SAFENUT database, as an efficient and timely device for the dissemination of the collected germplasm information, was the main activity of WP6.

The project, coordinated by ENEA (the Italian National Agency for New Technologies, Energy and Sustainable Economic Development), benefited from the participation of 11 partners from 6 European Countries (Italy, France, Greece, Slovenia, Spain, Portugal) representing 95% of the hazelnut and 87% of the almond total European production (Bacchetta *et al.*, 2008b).

The partnership was characterized by a long-term strategic interest in the field and was composed of two Universities and nine Research Organisations. One NGO and Producers Associations were also involved for their relevant role in sharing and promoting the results to stakeholders and growers. In view of the size and scope of the project, the management was structured by assigning clear responsibilities to each partner in its specific areas. To this aim, tasks, responsibilities and work distribution were clearly defined and an appropriate communication system was established by the parties. Among others, main criteria were excellence in the field, reliability, experience and commitment. The key element of the ENEA coordination was the organisation of a cross-party team, with different skills but interchangeable at the scientific and administrative levels. In fact, the team was involved throughout the Action to guarantee a prompt feedback, meet deadlines and overcome difficulties and emergencies. This approach made the coordination activity feasible and efficient.

Main activities and related results

During the past years many efforts were made on Plant Genetic Resources (PGR) conservation, using different techniques and approaches (Berthaud *et al.*, 1997). The SAFENUT Action aimed at harmonising the various initiatives carried out at the regional and national level through the re-organisation and conservation of genetic resources. This has been achieved, firstly, through data acquisition on *in situ* and *ex situ* partners' collections and, secondly, through the recov-

ery and the exploitation of *on farm* conserved ecotypes to preserve the maximum genetic diversity. A list of about 222 hazelnut clones and 58 selections from 13 hazelnut collections have been completed and shared to verify synonymous and misnaming. On the basis of almond achievements in the 061Prunus AGRI GEN RES (1996-1998), 180 almond cultivars were centralised from the reference collections in Spain, France and Greece, and the European Prunus database, established at the "National Institute for Agronomical Research" (INRA) in Bordeaux, France (<http://cbi.labri.fr/outils/EPDB/index.html>) was updated. Furthermore, a widespread survey was carried out in Spain, Greece, Italy and Portugal in order to recover the 'on farm' conserved ecotypes at risk of genetic erosion: about 121 hazelnut accessions have been pre-selected, more than 30% of which have already been identified as new genotypes by SSR markers. In addition, a useful survey was carried out in Slovenia, Italy and France to retrieve and restore numerous old endangered almond clones.

With the aim to harmonise the morphological evaluations, specific descriptors were elaborated for the genetic materials' characterization, both in the permanent collection and in new selections. More than 150 almond and 305 hazelnut accessions were analyzed over three years at 20 and 10 SSR loci respectively, in order to verify their genetic authenticity (Botta *et al.*, 2011). Two hundred and seventy five genotypes were analysed for incompatibility genes and 110 accessions of the two species were evaluated for fatty acids, tocopherols, phenolic compounds, mineral and protein contents during the three years of the Action. Seven reference hazelnut cultivars were identified and monitored each year to investigate the environmental effect on the biochemical nut properties.

In the light of the above, a multivariate analysis carried out on all the data allowed to identify the core collections focusing on the nutritional and nutraceutical properties. DNA from 283 almond accessions was collected and conserved in the DNA Bank of the "Centro de Investigación y Tecnología Aplicada" (CITA) (Socias i Company *et al.*, 2011). The traditional knowledge was recovered through different activities: 2097 questionnaires were elaborated following the interviews of students and their parents in all partner Countries; a survey was carried out on festi-

vals related to the two Mediterranean species and a publication was released as a result (Avanzato et al., 2009). Furthermore, two questionnaires – one on hazelnut and one on almond – were addressed to farmers and provided the opportunity to compare problems, technical practices and the status of biodiversity at the European level. Interesting data were collected and elaborated by the above mentioned questionnaires, drafted by the ENEA team, therefore proving that hazelnut and almond crops are suitable models for forecasting studies in the field of relationship between agriculture and landscape ecology (see the SAFENUT website at: <http://safenut.casaccia.enea.it/>).

The SAFENUT Database (DB), an important tool to disseminate information on hazelnut and almond genetic resources and their utilization (Agrawal et al., 2007; Bacchetta et al., 2011), has been implemented on the basis of the Scrigno Database framework, a virtual Atlas developed by ENEA - Casaccia at the National level and related to the Italian traditional food crops. The SAFENUT DB has the following tools: the DB management system is MDB Access, the application programming interface is Asp 3.0, web server program: IIS.

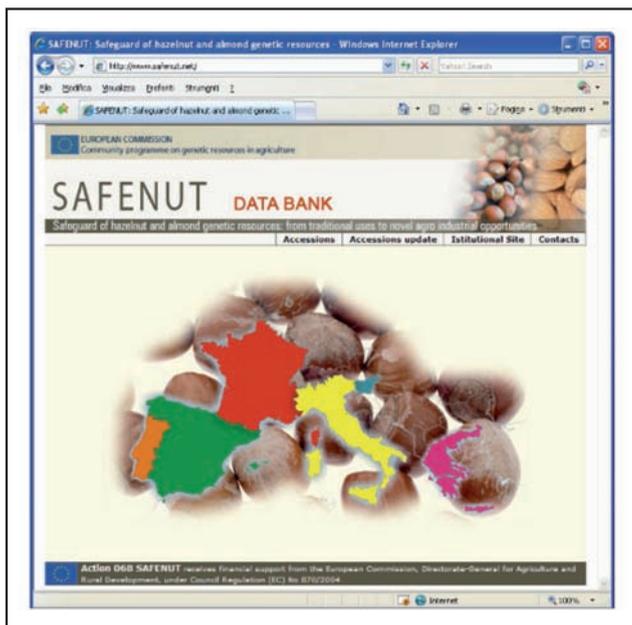


FIGURE 2 SAFENUT database: the home page

Currently, the host of the DB is Aruba (AR-Italy), later on it will be ENEA Casaccia (Italy). The core of the DB includes four sections: the data, the policy of access, the administrative tools and the outputs. The SAFENUT DB, developed by ENEA in collaboration with Spazio VERDE SRL, is a web interface - available at the address: <http://www.safenut.net> (figure 2) - which has been organised in order to provide users driven online interrogation of search-queries, across multi-trait data based on germplasm evaluation data.

The virtual inventory is coherent with other international databases, such as the *Prunus* database. The following information is accessible: passport data, morphological, biochemical (phenols, fatty acids, tocopherols, minerals contents) and molecular data (SSR loci) as well as photos for 58 hazelnut and 248 almond accessions. A list of new selected hazelnut ecotypes has also been included. Following the indications of the European Cooperative Programme for Plant Genetic Resources (ECPGR), each accession is described by Passport data and Specific Primary descriptors. To facilitate its utilization, web-pages are dynamically interfaced with the database. This approach ensures that the information derived from the database is up-to-date (Glaszmann et al., 2010). The SAFENUT Database allows two kinds of research: the basic research, where selecting the specie is possible to entry the list of accessions, and the advanced research, in which all topics are shown. The user can apply for more than one topic; the results show a list of accessions, which links the requested characteristics together.

Conclusions

In times when agriculture is becoming more and more intensified and plant breeding objectives are becoming more complex, the importance of conservation and use of germplasm diversity is substantial for desired sustainable agriculture in the world.

In the frame of the AGRI GEN RES programme, the SAFENUT Action provided a relevant contribution to re-organising and sharing the European hazelnut germplasm, particularly in view of its genetic erosion and eventual wipe-out. The survey of hazelnut ecotypes carried out in those European Countries involved in the project made available numerous acces-

sions conserved *on farm* and selected for traits of interest, such as non-suckering growth habits, extreme precocity, early maturing and peculiar nut traits. These accessions, precious for local economies, have also a crucial importance as donor parents for breeding programs (Molar, 2011). As for almonds, the survey which was carried out in traditional areas of cultivation where crops were progressively abandoned, has led to the identification and preservation of numerous cultivars from few specimen conserved *on farm*. Furthermore, based on the recent epidemiological and clinical studies which provided the strong evidence of a benefic effect on human health of tree nuts consumption (Alasalvar and Shahidi, 2009), the SAFENUT Action has enhanced the quality and the proper utilization of the European varieties, providing indications for the definition of European core collections. The long history of almonds and hazelnuts' utilization and production by man (Bacchetta *et al.*, 2008) has produced a great heritage of traditions and local uses which were emphasized during the project's activity. Therefore, sharing the SAFENUT achievements through a freely available database is a great opportunity to preserve genetic resources, also being the primary input to decide on current resources' utilization and to reduce duplication of efforts.

Besides its scientific achievements, one of the main strengths of the SAFENUT project is a strong partnership among European institutes playing an outstanding role in the hazelnut and almond domain.

As project coordinator, ENEA guaranteed the management of the Action providing actual support and exerting formal control in order to ensure efficient feedback loops and a close interrelation among different partners. Not only has this allowed to perform a series of activities and researches whose results have a considerable impact on future studies, but also, and particularly, to create an active network to deal with various issues and future projects.

Acknowledgements

The 068 SAFENUT Action was financed by the AGRIGEN RES Community Programme (European Commission, Directorate-General for Agriculture and Rural Development), under Council Regulation (EC) No 870/2004). The authors declare that the outputs described in this report are the results of the activities of the following partners: D. Avanzato - Istituto Sperimentale per la Frutticoltura (CRA), Italy; R. Botta and P. Boccacci - Università degli Studi di Torino (UNITO), Italy; B. Bellon - Spazio Verde s.r.l. Italy; P. Drogoudi and I. Metzidakis - National Agricultural Research Foundation - Institute of Olive Trees and Subtropical Plants (NAGREF - ISPOT), Greece; H. Duval - Institut National de la Recherche Agronomique (INRA), France; M. Rovira - Institut de Recerca i Tecnologia Agroalimentàries (IRTA), Spain; J-P. Sarraquigne - Association Nationale des Producteurs de Noisette (ANPN); A. P. Silva - Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro (UTAD), Portugal; R. Socias - Centro de Investigación y Tecnología Agroalimentaria de Aragón (CITA), Spain; A. Solar - Univerza v Ljubljani, Biotehniška Fakulteta, Slovenia; D. Spera and V. Di Giammatteo - Consorzio di Ricerche Applicate alla Biotecnologia (CRAB), Italy.

Also, the authors highlight the valuable collaboration in the SAFENUT coordination team of the colleagues S. Canese, L. M. Padovani and C. Tronci. The ENEA colleagues A. Letardi and G. Massini provided an important technical support to the ENEA activities related to WP4. M. Aramini and C. Tosini contributed to the work of the SAFENUT Action with a PhD and a thesis, respectively. A special thanks goes to the traditional growers of almonds and hazelnuts in the partner countries (Spain, France, Greece, Italy, Portugal and Slovenia) as well as to the associations, companies, researchers and all the people who have contributed with materials and information that were included in the collection. ●

- [1] Agrawal R.C., Behera D, Saxena S., 2007. Genebank Information Management System (GBIMS). *Computers and Electronics in Agriculture* 59: 90-96.
- [2] Alasalvar C, Shahidi F, 2009. *Tree nuts: composition, phytochemicals, and health effects*. CRC, Boca Raton, FL.
- [3] Avanzato D., Vaccaro A., Bacchetta L., Tronci C., Drogoudi P., Duval H., Rovira M., Silva A.P. Socias R., Solar A., Spera D., Botta R. 2009. *Festival of Almond and Hazelnut in Europe*. Edited by A.G.C. Arti Grafiche Ciampino srl (September 2009).
- [4] Bacchetta L., Aramini M., Bernardini C., Rugini E., 2008b. In vitro propagation of traditional hazelnut varieties as a tool for valorization and preservation of genetic resources. *HortScience*, April 2008; 43: 562 – 566.
- [5] Bacchetta L., Avanzato, R. Botta, B. Bellon, P. Boccacci P. Drogoudi, I. Metzidakis, M. Rovira, A.P. Silva, A. Solar, D. Spera, 2008a. First results of SAFENUT: a European project for the preservation and utilization of hazelnut local genetic resources, *Acta Horticulturae* 845, pp 66-60.
- [6] Bacchetta L, Spera D., Avanzato D., Botta R, Boccacci P, Di Giovanni B., Drogoudi P., Duval H., Metzidakis I., Rovira M., Silva A.P., Socias R., Solar A. 2010a. European Hazelnut and Almond genetic resources: results and perspectives of networking SAFENUT AGRI GEN RES activities IHC Science and Horticulture for people – 28th International Horticultural Congress, Lisboa (Portugal), 22-27 August, 2010: *Abstract S12.107 Vol. 2 Symposia*, pag 546.
- [7] Bacchetta L., Di Giovanni B., Aramini M., Tronci C., Canese S., Padovani L., 2010b. *Le risorse genetiche di nocciolo e mandorlo in Europa: risultati e prospettive dell'attività di network nell'ambito del progetto SAFENUT*. Available on: http://www.lulu.com/product/file-download/iv-convegno-nazionale-piante-mediterranee-le-potenzialita-del-territorio-e-dellambiente-raccolta-degli-atti/14326416?productTrackingContext=search_results/search_shelf/center/3.
- [8] Bacchetta L., Di Giovanni B., Aramini M., Tronci C., Canese S., Padovani LM. 2011. Progetto SAFENUT: una strategia europea per la conservazione e l'utilizzo del germoplasma europeo di nocciolo e mandorlo. *Corylus & Co*. Anno II numero 1: 49-57.
- [9] Berthaud J., 1997. strategies for conservation of genetic resources in relation with their utilization. *Euhytica* 96: 1-12.
- [10] Bioversity International; Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO); International Centre for Advanced Mediterranean Agronomic Studies (CIHEAM), 2008. *Descriptors for Hazelnut (Corylus avellana L.)*. 55 p., ISBN-13: 978-92-9043-762-8.
- [11] Botta R., Boccacci R., Aramini M Bacchetta L., Beltramo C., Cristofori V., Drogoudi P., Marra F.P. Metzidakis I., Rovira M., Sarraquigne J, Silva A.P., Solar A., Torrello marinoni D., 2011. Caratterizzazione genetica del germoplasma di nocciolo nel progetto EU SAFENUT, 2011.. *Corylus & Co*. Anno II numero 1: 58-65.
- [12] Glaszmann JC, Kilian B., Upadhyaya HD, Varshney RK, 2010. Accessing genetic diversity for crop improvement. *Current opinion in Plant Biology* 13: 167-173.
- [13] Molnar J. T. 2011. *Corylus*. In C. Kole (ed.), *Wild Crop Relatives: Genomic and Breeding Resources, Forest Trees*. Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2011.
- [14] Sivakumar G., Bacchetta L., Gatti R., Zappa G., 2005. HPLC screening of natural vitamin E from mediterranean plant biofactories a basic tool for pilot-scale bioreactors production of a-tocopherol'. *Journal of Plant Physiology* 162 :1280-1283.
- [15] G. Sivakumar and Bacchetta L., 2006. -Tocopherol from Italian hazelnut germoplasm. *Chemistry of Natural Compounds*, Vol. 42, No. 1.
- [16] Rovira M., Avanzato D., Bacchetta L., Botta R., Drogoudi P., Ferriera J.J., Sarraquigne J.P., Silva A.P., Solar A. European *Corylus avellana* germplasm collections. IHC Science and Horticulture for people – 28th International Horticultural Congress, Lisboa (Portugal), 22-27 August, 2010: *Abstract S12.354 Vol. 2 Symposia*, pag 581;
- [17] SAFENUT database: <http://www.safenut.net>
- [18] SAFENUT website: <http://safenut.casaccia.enea.it>
- [19] Socias I Company R., Alonso J.M., Espiau M.T., Fernandez I Marti A., Kodad O., Avanzato D., Bacchetta L., Botta R., Drogoudi P., Duval H., Mezidakis I., Rovira M., Silva A.P., Solar A., Spera D., 2011. The definition of the European almond core collection. *Acta Hort.* 912 (1): 445-448.
- [20] Solar A., Bacchetta L., R. Botta, P. Drogoudi, I Metzidakis, M. Rovira, J. P. Sarraquigne, A. P. Silva. "Phenolic characterization of some hazelnut cultivars from different European germplasm collection", 2008. Seventh International Congress on hazelnut "Università della Tuscia" Viterbo, from June 23 to 27, 2008. *Acta Horticulturae* 845.
- [21] Thompson, M. M., P. Romisondo, E. Germain, R. Vidal-Barraquer, and J. Tasia Valls, 1978: An evaluation system for Filberts (*Corylus avellana* L.). *HortScience* 13, 514—517.
- [22] Trommetter, 2002. Managing plant genetic resources: from an empirical approach to international institutionalisation. *Joannesburg world Summit on suitable development*, pp. 45-49.
- [23] UPOV, 1979, *Guidelines for the conduct of test for distinctness, homogeneity and stability (hazelnut)*. UPOV, Genève, Switzerland. TG/71/3.



Morphology control and field emission characteristics of carbon nanofibers grown by CVD

One-dimensional carbon nanostructures, such as carbon nanofibers, show outstanding field emission properties due to their high aspect ratio. Platelet and tubular carbon nanofibers were grown by Plasma Enhanced Chemical Vapor Deposition. The fiber morphology could be tailored to the desired geometry by selecting the growth pressure in the 20-200 Torr range and the growth temperature between 700 and 900 °C. Fowler-Nordheim field emission currents were measured by using the variable anode-cathode distance technique. The results showed that, although nanofibers with different morphology have similar emission characteristics – such as very low electric field threshold (lower than 2 V m⁻¹) and high stable current density (hundreds of mA/cm²) – a different behavior could be observed by a fine I-V curve analysis

■ *Elena Salernitano, Theodoros Dikonimos Makris, Rossella Giorgi, Nicola Lisi, Serena Gagliardi, Maria Federica De Riccardis, Daniela Carbone, Emanuela Piscopiello, Stefano Carta, Gennaro Conte*

Controllo della morfologia di nanofibre di carbonio sintetizzate mediante CVD e proprietà di emissione di campo

Le nanostrutture di carbonio monodimensionali, come le nanofibre, presentano proprietà di emissione di campo prominenti, dovute all'elevato rapporto di forma. Nanofibre di carbonio di morfologia "platelet" e tubolari sono state sintetizzate mediante Deposizione Chimica da fase Vapore assistita da plasma. La morfologia delle fibre può essere controllata selezionando in maniera opportuna la pressione di processo tra 20 e 200 Torr e la temperatura tra 700 e 900 °C. Le correnti Fowler-Nordheim di emissione di campo sono state misurate utilizzando il metodo della distanza anodo-catodo variabile. I risultati ottenuti hanno mostrato che, sebbene nanofibre con differenti morfologie abbiano caratteristiche di emissione simili, come la bassissima soglia di campo elettrico (inferiore a 2 V m⁻¹) e l'elevata densità di corrente (centinaia di mA/cm²), un diverso comportamento può essere evidenziato da un'accurata analisi delle curve I-V

■ **Elena Salernitano, Theodoros Dikonimos Makris, Rossella Giorgi, Nicola Lisi, Serena Gagliardi**

ENEA, Technical Unit for Material Technologies, Rome

■ **Daniela Carbone, Maria Federica De Riccardis, Emanuela Piscopiello**

ENEA, Technical Unit for Brindisi Material Technologies

■ **Stefano Carta, Gennaro Conte**

Roma Tre University, Solid State and Diamond Electronics Lab, Department of Physics, IFN-CNR and CNISM, Rome

Introduction

One-dimensional carbon nanomaterials, such as carbon nanotubes (CNTs) and carbon nanofibres (CNFs), exhibit excellent physical and chemical properties, due to their unique structure and high aspect ratio. Carbon nanofibers are commonly classified into different structural forms, depending on the angle that graphene layers form with the fiber axis [1]. In platelet CNFs (P-CNF), graphene layers are perpendicular to the filament axis; oriented at an angle between 50 and 70° in the herringbone CNFs (H-CNF) and parallel to the fiber axis in the tubular CNFs (T-CNF). Since the properties of graphite are anisotropic, graphene layers orientation strongly affects the resulting material properties such as electrical and thermal conductivity, mechanical strength and stiffness. It is worth noting that exercising control over the morphology and stacking layers of CNFs is of considerable importance for applications.

Several previous works reported on the key parameters determining the structure of carbon nanofibers grown by chemical vapor deposition (CVD) processes. The catalyst is thought to be responsible for the CNFs structure variation due to the metal particles evolution during the reaction [2-5].

During the process, distinct crystallographic faces are generated, some of which allowing the adsorbed carbon atoms to arrange into graphenes. A crucial role is assigned to the growth temperature since it affects the shape of the catalyst particles (faceted, spherical, etc.) and, consequently, the arrangement of carbon layers and the resulting nanofibers structure [6,7]. The formation of substructures (nanorods and nanoplates) working as building blocks during the CNFs growth process has been also observed [1]. The fibers appear to be formed by the assembling of these substructures and the final structure results from their arrangement and alignment. A further parameter reported as affecting CNFs morphology is the amount of hydrogen in the gaseous mixture [8-9]. The availability of enough hydrogen to satisfy free valences at the edges of graphite planes is thought to control the shape of CNFs. Hydrogen can terminate the highly energetic dangling bonds at the edges of the stacked graphite sheets stabilizing open carbon forms; otherwise carbon filaments

self-arrange in the more stable closed tubular form. A large variety of potential applications is reported for fibrous carbon nanostructures: tubular structures are required for their mechanical properties for applications in composite materials; hollow tubes for their exceptional electronic properties; platelet CNFs, which have many defects and relatively lower strength, are considered interesting for their large surface area available along one direction and numerous edges of graphite layers on the surface.

All one-dimensional carbon nanostructures are considered to be promising candidates for field emission display applications being high-intensity and high-efficiency sources of electrons, when oriented along the collection axis. On the other hand, the material morphology is expected to strongly influence the electron emission properties of such emitters. Indeed, it is expected that electron emission might be enhanced along carbon atoms at the end of a filament or through the lateral plane of a graphene platelet.

In the present work the morphology control of CNFs via the process parameters is shown. By varying both the growth temperature and pressure a transition from tubular to platelet carbon nanofibers has been observed. While the occurrence of a transition from multiwalled carbon nanotubes to nanofibers at varying the power of a plasma reactor has been already shown [10], and a change from platelet to tubular type according to the synthesis temperature has been also reported [7,11], the influence of the pressure on the fiber morphology has never been highlighted.

Field emission properties of T-CNFs and P-CNFs were investigated at room temperature using the well established variable anode-cathode distance method [12,13]. Both types of CNFs resulted excellent field emitters with very low electric field threshold (lower than $2 \text{ V}\mu\text{m}^{-1}$) and high stable current density (hundreds of mA/cm^2). In comparison with typical metallic emitters, CNFs showed excellent performances also without Spindt tips array structure.

Experimental

Substrate preparation

The CNFs growth substrates consisted of graphite paper disks (10 mm diameter 0.4 mm thickness), where

nickel clusters were electrodeposited according to a previously optimized procedure [14], here briefly reported. A solution of 0.5 M $\text{NiCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ with de-ionized water was prepared and adjusted to pH=3 by suitable HCl addition. A strip of carbon paper was used as working electrode. The counter-electrode was a Pt wire and a Saturated Calomel Electrode (SCE) was used as reference, mounted in a Luggin capillary containing the Nickel solution prepared for the deposition. The voltammetric measurements and the potentiostatic experiments were performed by a PAR potentiostat model 273A, in remote control.

CNFs growth

The CNFs growth was performed into a “home built” original PECVD reactor (Patent N.RM2007A000614 - 26-11-2007), consisting of a vacuum sealed quartz chamber, coaxial to a tube furnace, containing the substrate support and a twin electrode system. The reactor design allows to activate a DC glow discharge plasma inside the hot zone of the quartz tube chamber and uses the reactor chamber itself as an electric break (figure 1).

The gaseous precursors were CH_4 and H_2 mixtures, in the fixed flow ratio 7:1, while the total flow varied from 240 to 480 sccm. The chamber was first pumped down to rotary pump vacuum, then the furnace was heated up to the process temperature in H_2 stream. A high voltage was then applied between the electrodes, and when stable in hydrogen, the gas flow was switched to the process gas mixture. A needle valve was preset in order to adjust the process pressure to the desired value. A voltage drop of 0.7-1 kV across the electrodes and a current of 45 mA were measured during the growth process. The process parameters were kept constant for 30 minutes. The process pressure was varied in the range between 20 and 200 Torr

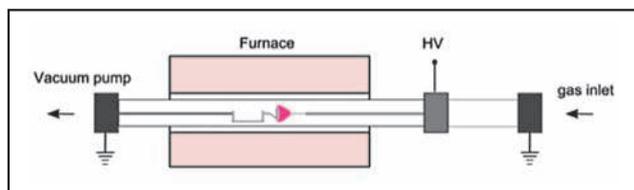


FIGURE 1 Scheme of the CVD reactor

and the growth temperature in the range between 700 and 900 °C.

Morphological and structural analysis

The substrates and the grown carbon nanofibers were analysed by a Field Emission Gun Scanning Electron Microscope (FEG-SEM LEO mod. 1530), equipped with a high-resolution secondary electrons detector (in-lens detector).

Structural investigations on the nanofibers were performed by using a Transmission Electron Microscope (TECNAI F30) operating at 300 kV and point-to-point resolution of 0.205 nm.

Field emission measurements

Field Emission (FE) tests were carried out at room temperature in vacuum conditions (10^{-4} Pa) by using variable anode to cathode distance method. A 5 mm diameter stainless steel spherical anode suspended over the flat sample was used to minimize the edge effects and avoid any misalignment problem. The sample holder was secured on a micrometer head with 0.1 μm resolution (Mitutoyo n1 10_102) which allowed the sample/anode distance to be finely controlled. A high resistance ammeter HP4339A was used to acquire the I - V characteristics. The maximum emission current was limited to 5×10^{-6} A in order to avoid sample damaging leading to morphology variations among succeeding measurements at different distances. Different regions were also tested to evaluate the material homogeneity. I - V measurements were carried out automatically decreasing the anode-cathode distance by succeeding 20 μm steps, by using a step motor and a program developed in Labview 7.

Results

CNFs growth

Plasma-assisted thermal decomposition of methane and hydrogen gaseous mixture in presence of Ni clusters was carried out to produce carbon nanofibres of different structure, by varying temperature, pressure and precursors mixture composition. A general view of typical samples with a dense mat of platelet and tubular CNFs types is reported in figure 2, where the high purity of both materials and the different curling

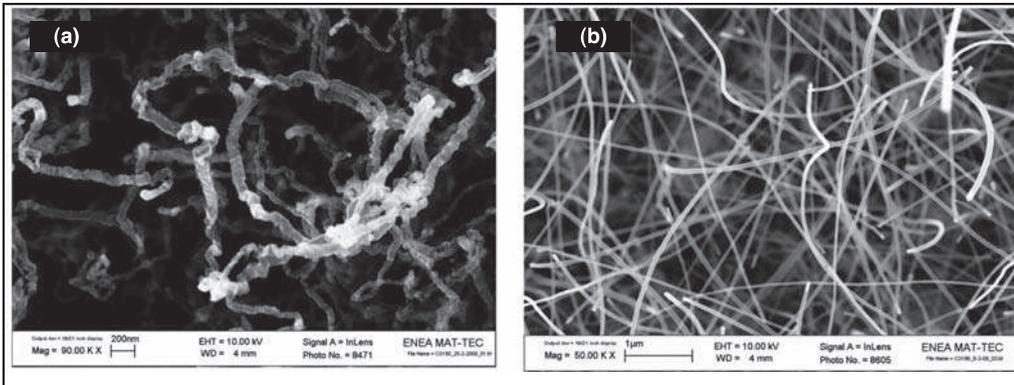


FIGURE 2

FEG-SEM micrograph of platelet (a) and tubular (b) CNFs

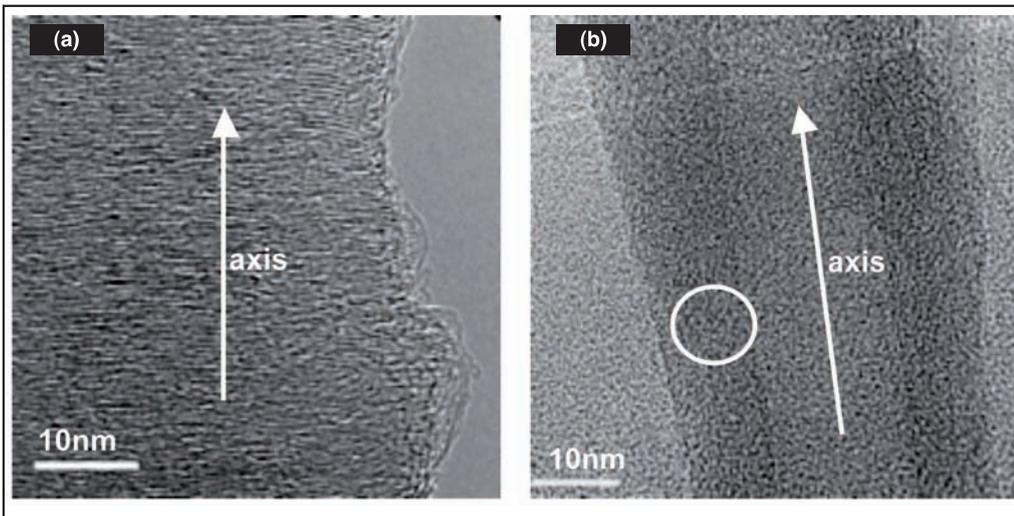


FIGURE 3

TEM images showing the structure of platelet (a) and tubular (b) CNFs

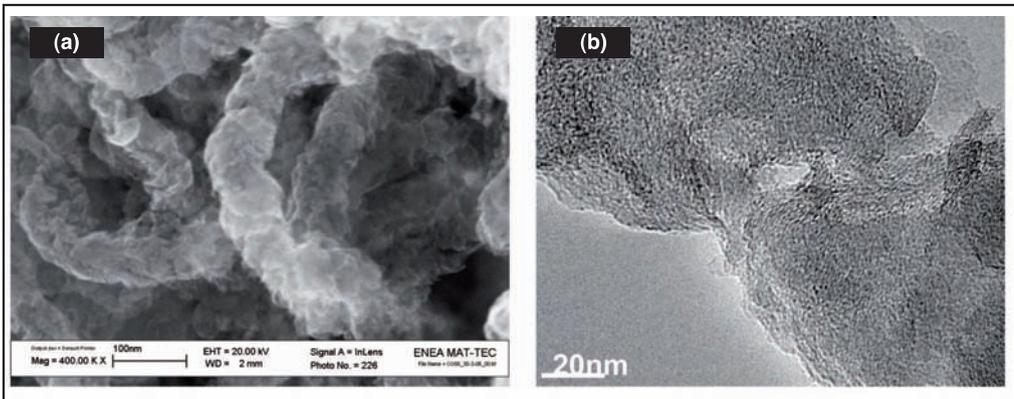


FIGURE 4

CNF with turbostratic structure: SEM (a) and High Resolution TEM (b) images

is evident. Higher magnification SEM analysis revealed that the nanofiber diameters were in the range of 100-120 nm for P-CNFs and in the range of 50-80 nm for T-CNFs. TEM analysis highlighted the different ori-

entation of the graphene layers with respect to the fiber axis: perpendicular in P-CNFs and parallel in T-CNFs (figure 3).

Moreover, under certain conditions, as discussed be-

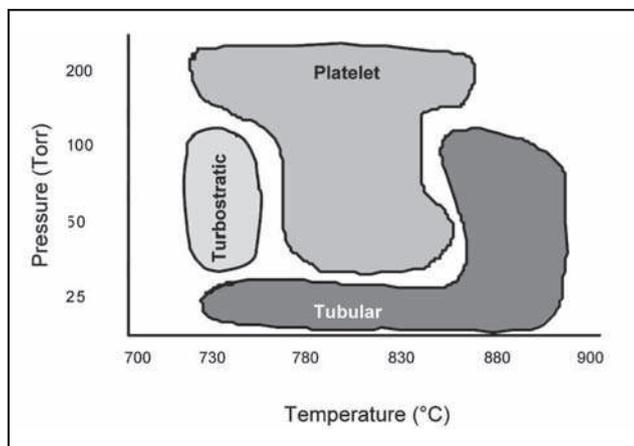


FIGURE 5 Qualitative phase diagram of CNFs morphologies

low, fibers with the turbostratic structure, where the graphene layers are randomly oriented, have been grown (figure 4). Other authors have reported the occurrence of this type of fibers [11].

The reaction temperature and pressure were found both as the process parameters affecting the alignment of the graphene layers with respect to the fiber axis. The pressure and temperature ranges studied were 20-200 Torr and 700-900 °C respectively. The experimental results can be summarized in a sort of phase diagram where the existence regions of the three CNFs morphologies are reported (figure 5).

It was found that the platelet morphology was predominant, independently of temperature, at the highest pressure (200 Torr); on the contrary, the tubular morphology was predominant, independently of tem-

perature, at the lowest pressure (20 Torr); turbostratic structure was observed only at low temperature (730 °C) and at the intermediate pressure values (50 and 100 Torr). A transition from platelet to tubular CNFs was observed with a temperature increase from 780 to 880 °C, keeping the total pressure in the range between 35 and 100 Torr. At higher temperature (> 900 °C) no growth was observed, possibly due to the deactivation of the catalyst.

The temperature-dependent behavior was thought to be consistent with the hypothesis that the catalyst shape plays a crucial role in determining the orientation of the deposited graphene layers and, consequently, the angle between the stacked planes and the filament axis [6]. Indeed, SEM observation reported in figure 6 confirmed that, at low temperature, catalyst particles remained faceted or just softened and changed their shape from faceted to flat giving rise to platelet CNFs (panel a), whereas the increase in growth temperature determined a further metal particle softening, originating cylindrical catalyst particles and consequently tubular CNFs (panel b). A similar behavior of the catalyst particles with temperature has been hypothesized by other authors [7].

Understanding the effect of the total pressure on the CNFs morphology was less direct than temperature's, since a total pressure change means that several process conditions are affected, including the gas residence time in the reactor and the transit time through the plasma region. However, some basic mechanisms could be hypothesized. The total growth pressure mainly affected the hydrogen content in the reaction chamber. An increase in the hydrogen content along

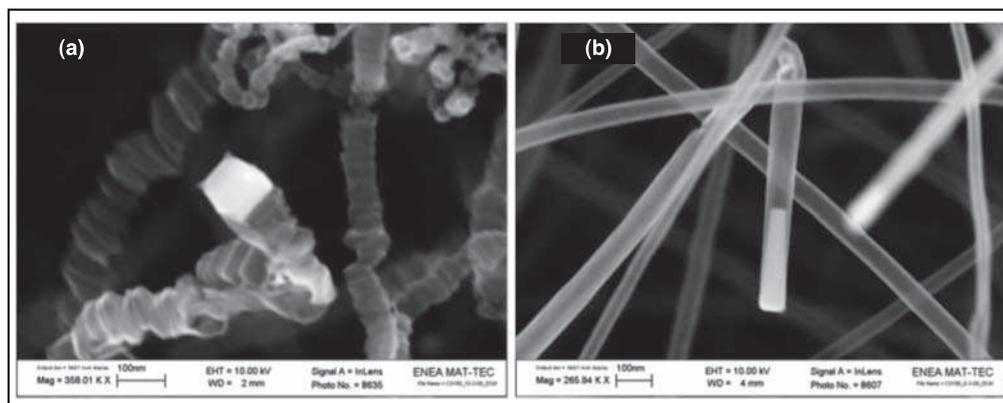


FIGURE 6 FEG-SEM micrograph showing the catalyst particle at the tip of platelet (a) and tubular (b) CNFs

with a pressure increase, even if the gas precursors ratio was kept constant, determined a higher availability of atomic hydrogen. According to previous works[9], a higher atomic hydrogen concentration is supposed to stabilize open graphene layers, terminating the dangling bonds at the edges of the stacked graphite sheets. Therefore, as pressure increased, the orientation angle between graphene layers and the fiber axis increased too, so that at 200 Torr only the platelet morphology was observed. At the lowest pressure (20 Torr), regardless of temperature, the only stable form found was the tubular structure, where the free valences were satisfied by bonding with catalyst surface or carbon atoms. It is worth noting that growth parameters and plasma parameters are interlinked, so that their effects on the CNF morphology could be hardly separated. Nevertheless, in order to separate the effect of temperature and pressure from that of the gas residence time in the reactor and of the transit time through the plasma region, some growths were performed by keeping the process parameters constant and varying the gas flow rates only. The total flow of the gaseous mixture was found to influence the density of the grown materials only, resulting in a denser mat gradually as the flow increased from 240 to 480 sccm, whereas the morphology was still determined by the growth parameters.

FE characteristics

The quantum mechanical theory of field emission was first published by R.H. Fowler and L. Nordheim (FN theory) in 1928 [15] for a metallic emitter. Their model states that the dependence of the emitted current on the local electric field F and the work function Φ is defined as $I \propto (F^2/\Phi) \exp(B\Phi^{3/2}/F)$, with $B = 6.83 \times 10^9 \text{ Vm}^{-1} \text{ eV}^{-3/2}$. With respect to the applied macroscopic field $E = V/d$, where V is the voltage applied between electrodes separated by a distance d , the local field F is enhanced by the factor β , $F = \beta \cdot E$. The field enhancement factor β takes into account the capability of the emitter to amplify the local field at its surface. Larger values of β correspond to more efficient field emitter. Manipulating the FN equation we obtain $\ln(I/V^2) = \ln(a-b)/V$, where a is a parameter depending both on the material properties and on the emitter device structure; b is just related to Φ and β according to the equation $b = B\Phi^{3/2}d/\beta$. Once evaluated the anode-

cathode interspacing d and assigned a fixed value to the work function, known from other experiments, the field enhancement factor β can be calculated from the slope of the experimental $I-V$ curve according to a linear fit. Another important feature of a field emitter is the macroscopic electric field threshold, E_{th} , defined as the minimum electric field necessary to obtain a fixed emission current I_{th} (in our case $I_{th} = 100 \text{ pA}$). Lower values of E_{th} correspond to a better field emitter. In our experimental setup, variable anode-to-cathode distance method is used. The CNFs with different morphologies were characterized as field emitters in the same setup conditions. Starting from an unknown distance d_0 samples were moved towards the anode. $I-V$ characteristics were recorded for each distance $d = d_0 - \Delta d$, where Δd is the performed displacement. Emitted current from platelet and tubular CNFs changed with applied voltage according to the FN expression.

Fowler-Nordheim emission from nanofibers with platelet morphology showed linear behaviour in FN plot and excellent spatial distribution of I-V curves for different micrometer distances as shows figure 7a. After an initial resistive behavior, for each distance, the current increased faster as the distance was decreased. An apparent saturation of the measured current was found at higher voltages. The FN plot is reported in figure 7b, where the expected linear relationship of the FN theory is observed over four orders of magnitude.

On the contrary, emission from nanofibers with tubular morphology seemed to be more disordered, as shown in figure 8. After the initial resistive trend, associated to the ohmic current leakage of the apparatus, the current started increasing faster for each tested distance, but an apparent current saturation was observed at intermediate voltage values, addressing the presence of an energy barrier, at least at room temperature. After each plateau, the current increased again with a different slope. This behaviour may be associated, in average, to emission sites with different angles with respect to the collection axis. Due to the entanglement of the nanofibers, the density of the emission sites (fiber tips) is supposed to be lower than for sample of platelet type, where the emission can originate also from the graphene edge along the walls of the fiber. On the other hand, it should be also considered that the external electric field applied to a

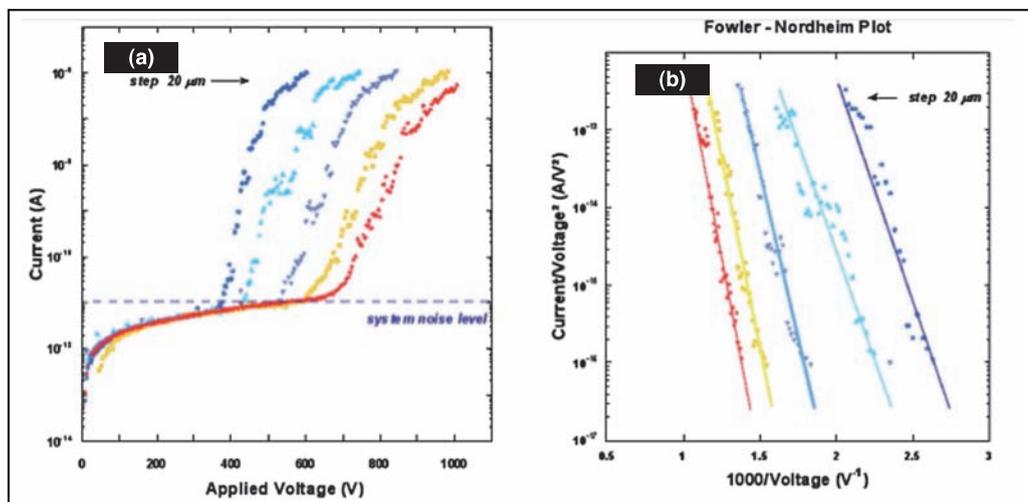


FIGURE 7 Field emission plots of platelet-type carbon nanofibres

semiconductor or insulating material induces a surface bandbending influencing the emission properties from the conduction band as stated by the Stratton theory [16]. Such bandbending for a surface with defects and electronic states filled with electrons inside the bandgap, as expected for structured nanomaterials like graphene, might have averaged emission properties. The F-N plot does not allow extrapolating

distinct slopes, but only an average value. The electric field threshold was initially evaluated from the slope of voltage-distance plot. With the anode-to-cathode procedure here adopted, it is not necessary to know the exact value of the sample-to-probe distance, but only their distance variations. Thus, if we report the current density as a function of the electrical field, the curve in figure 9 is obtained, which is the result of more

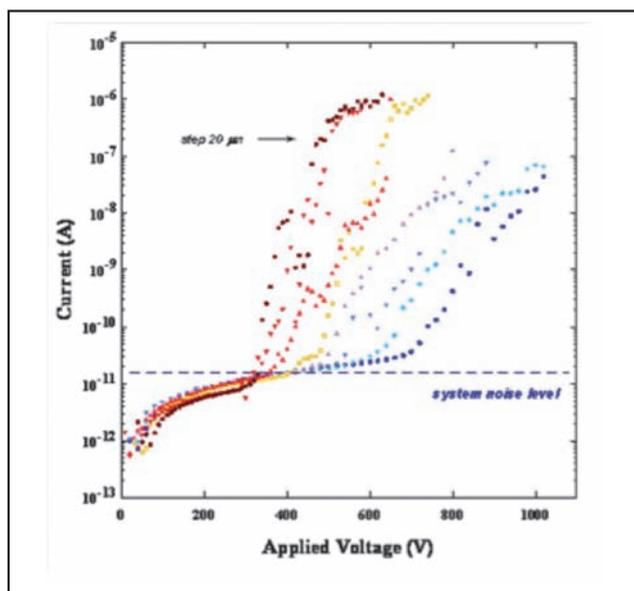


FIGURE 8 Field emission plots of tubular carbon nanofibres

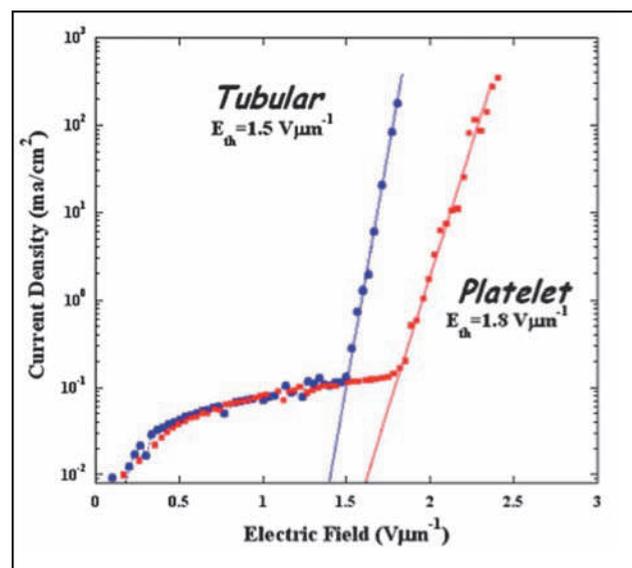


FIGURE 9 Comparison of E_{th} for different types of carbon nanofibres

overlapped curves. The platelet CNFs electric field threshold appears slightly higher than the tubular one, $1.8 \text{ V}\mu\text{m}^{-1}$ against $1.5 \text{ V}\mu\text{m}^{-1}$, and distinct slopes were observed, probably due to a different work function and/or to different enhancement factors of CNFs.

The contribution of the substrate to the total current emission was negligible. Evaluations on bare paper-graphite showed, in fact, that the emission began for applied voltage of 500 V at a distance of about $60 \mu\text{m}$, and the electric field threshold was about $8.5 \text{ V}\mu\text{m}^{-1}$, nearly four times higher than for CNFs.

From the slope of F-N plots the field enhancement factor β was extrapolated. Values of $\beta \sim 390$ for platelet CNFs and $\beta \sim 450$ for tubular CNFs were obtained. Such quite similar values might be the result of the macroscopic morphology averaging, although fine structure differences in emission curves can be observed. Unlike the classical tip array structures, we could not correlate the enhancement factor to the geometrical arrangement of CNFs and, for this reason, so low values for β deserve a deeper investigation. Nevertheless, from the results it appears that CNFs with both morphologies can be considered as good emitters, able to sustain stable current density of the order of hundreds of mA/cm^2 , while a slight better performance of the tubular type is evidenced by the lower E_{th} and the higher slope of the curve.

Conclusions

This work reports on the synthesis of carbon nanofibers with controlled morphology by methane and hydrogen mixture decomposition over Ni clusters in a plasma enhanced CVD reactor. The growth temperature and total pressure are shown to affect the orientation of the stacked graphene layers with respect to the fiber axis, giving rise to platelet and tubular

morphology. The assembling of graphene sheets and the consequent fiber morphology was controlled in the growth pressure range between 20 and 200 Torr and in the growth temperature range between 700 and 900 °C. The growth mechanisms at the basis of the different carbon nanofibers are briefly discussed.

The field emission characteristics were studied. Slight differences of the energy threshold for field emission between the two types of nanofibers were observed. From the commercial point of view, materials used for flat panel displays should exhibit a field emission current density of $1 \text{ mA}/\text{cm}^2$. Both platelet and tubular CNFs reached this value at 1.9 and $1.6 \text{ V}/\mu\text{m}$ respectively. Therefore, the suitability of both CNFs types are confirmed, although a more in-depth study is mandatory to clarify the role of interface defects on the emission properties of such nanostructured materials. ●

References

- [1] S.-H. Yoon, S. Lim, S.-H. Hong, W. Qiao, D.D. Whitehurst, I. Mochida, B. An, K. Yokogawa, *Carbon* 2005, 43, 1828.
- [2] M.S. Kim, N.M. Rodriguez, R.T.K. Baker, *Journal of Catalysis* 1992, 134, 253.
- [3] Y. Yang, H. Xu, W. Li, *Nanotechnology* 2005, 16, 129.
- [4] R. Zheng, Y. Zhao, H. Liu, C. Liang, G. Cheng, *Carbon* 2006, 44, 742.
- [5] N.M. Rodriguez, A. Chambers, R.T.K. Baker, *Langmuir* 1995, 11, 3862.
- [6] A. Tanaka, S.-H. Yoon, I. Mochida, *Carbon* 2004, 42, 591.
- [7] E. Tracz, R. Scholz, T. Borowiecki, *Applied Catalysis* 1990, 66, 133.
- [8] P.E. Nolan, M.J. Schabel, D.C. Lynch, *Carbon* 1995, 33(1), 79.
- [9] P.E. Nolan, D.C. Lynch, A.H. Cutler, *J. Phys. Chem. B* 1998, 102, 4165.
- [10] L. Delzeit, I. Mc Aninch, B.A. Cruden, D. Hash, B. Chen, J. Han, M. Meyyappan, *J. Appl. Phys.* 2002, 91(9), 6027.
- [11] Chao-Wei Huang, Hung-Chih Wu, Wang-Hua Lin, Yuan-Yao Li, *Carbon* 2009, 47, 795.
- [12] S. Salvatori, E. Brugnoli, M.C. Rossi, F. Pinzari, *Diam. Relat. Mater.* 2001, 10, 852.
- [13] R. Angelucci, R. Rizzoli, S. Salvatori, S. Nicoletti, A. Migliori, E. Brugnoli, *Appl. Surf. Sci.* 2002, 186, 423.
- [14] M.F. De Riccardis, D. Carbone, Th. Dikonimos, R. Giorgi, N. Lisi, E. Salernitano, *Carbon* 2006, 44, 671.
- [15] R.H. Fowler, L. Nordheim, *Proc. R. Soc.* 1928, 119, 173.
- [16] R. Stratton *Phys. Rev.* 1962, 125, 67.



A new tool simulating the optimal design of the building-plant system

ODESSE (Optimal DESign for Smart Energy) is a software platform for the dynamic simulation of the whole building-plant system. It allows to calculate the energy consumption for heating, cooling and electrical uses by means of a thermo-physical description of the building envelope and of the connected plants at given hourly climatic conditions (temperature, solar radiation, humidity).

In particular, this paper describes a mathematical model of a small-scale internal combustion engine cogenerator based on the experimental performance of the engine, that is one of the implemented plant layout available for the ODESSE user. The model enables to evaluate the energetic and economic performance of a cogeneration plant: the primary energy savings are calculated and the economic profitability of the plant operation is assessed with reference to the Italian energy market

■ *Marco Badami, Armando Portoraro, Ilaria Bertini, Francesco Ceravolo, Biagio Di Pietra, Giovanni Puglisi*

Un nuovo strumento per simulare il progetto ottimale del sistema edificio-impianto

ODESSE è una piattaforma software per la simulazione dinamica dell'intero edificio impianto. Permette di calcolare il consumo energetico per riscaldamento, raffrescamento ed energia elettrica tramite la descrizione termofisica dell'involucro dell'edificio e degli impianti a date condizioni climatiche orarie (temperatura, radiazione solare, umidità).

In particolare, viene descritto un modello matematico di un impianto di cogenerazione basato su un motore a combustione interna, che è uno dei modelli di impianto disponibili per l'utente di ODESSE. Il modello permette di valutare la performance energetica ed economica dell'impianto, calcolando il risparmio di energia primaria e la redditività dell'impianto riferita al mercato energetico italiano

■ **Marco Badami, Armando Portoraro**

Politecnico di Torino, Energy Department

■ **Ilaria Bertini, Francesco Ceravolo, Biagio Di Pietra, Giovanni Puglisi**

ENEA, Technical Unit for Energy Efficiency

The ODESSE platform

The promotion of efficient technologies for air conditioning of buildings is a crucial element to meet the national and European targets to reduce energy consumption and CO₂ emissions. The spread in the market is often hampered by the lack of tools available to professionals, to simplify the design of efficient technologies which is generally complex and not yet well known.

To this end, we completed the development of the ODESSE (Optimal Design for Smart Energy) software by integrating it with a number of preconfigured layout systems. These are characterized by a complex energy mix and technologically advanced solutions, giving the user the possibility to make the simulation of the building-plant system real. This research has been carried out within the framework of “R&D activities of general interest for the National Electric System”, funded by the Italian Ministry of Economic Development.

In particular, ODESSE simulates the performance of building-HVAC system in real condition of work, with real fares, taxes and rules and enables to estimate the technical and economic feasibility of the energetic retrofit of the whole system. The energy balance used to describe the building model takes into account: the heat gain due to solar radiation on glass and opaque surfaces; the heat gain due to people, artificial

lighting and electrical equipment; the heat loss through the envelope and for ventilation, thermal or cooling power supplied by the existing plants [1]. The whole heat distribution system is composed of three parts: distribution, supply (radiators, fan coils, radiant heating panels, etc.) and control system. In particular, the following facility layouts were developed and integrated:

- traditional system with electric heat pump and boiler (traditional and condensing);
- co-trigeneration system with internal combustion engine of small size and microturbine;
- desiccant cooling system, integrated with traditional internal combustion engine for the regeneration of the enthalpy wheel;
- hybrid system, providing for the integration of renewable technologies with traditional power generation from photovoltaic, thermal solar collector generation, integrated with electric heat pumps and gas boiler backup for domestic hot water;
- solar cooling system with cooling units for lithium bromide absorber and solar washers.

For each preconfigured layout a control system has been developed that determines the ignition off and adjustment of the main plant components following the logic that normally characterizes the real plant. Hence, ODESSE is a candidate to be not only a software for the rapid evaluation of innovative energy mix, but also a tool to spread technical engineering

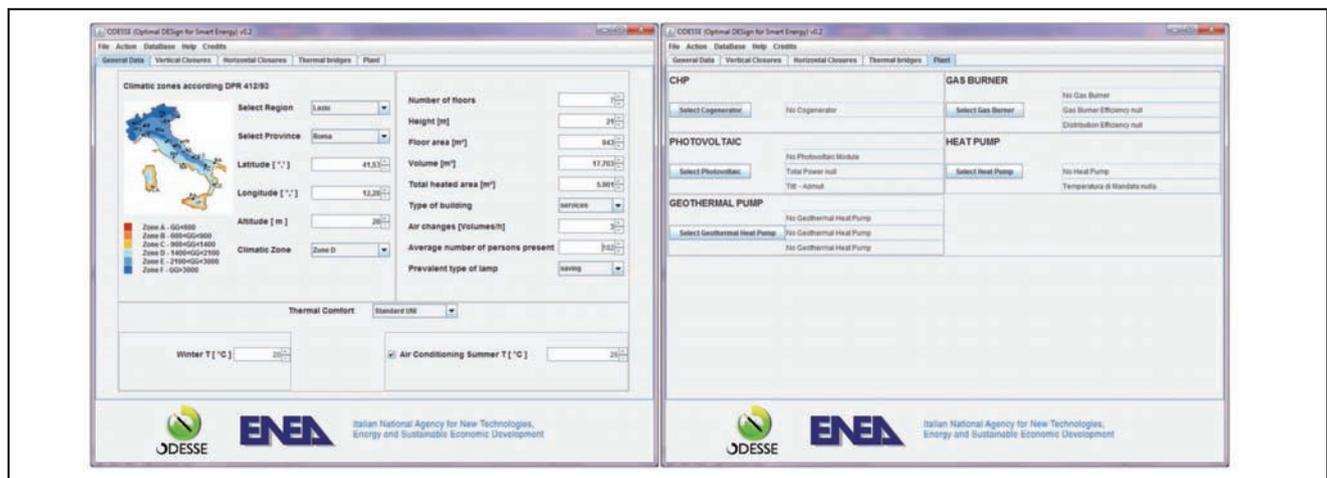


FIGURE 1 ODESSE user interface: Climatic Zone and general Building data

solutions that do not find any supplier in the market yet and therefore require an experienced professional able to put them into a system (e.g., solar cooling, the DEC is in configuration and in the solar hybrid configuration, combined cooling, heating and power systems, etc.). The ODESSE user interface is implemented in Java according to criteria of intuitiveness to permit even an unexperienced user of dynamic simulation to use it. The user can enter information regarding physical, structural and geometrical building data, location and climatic zone (heating season and cooling season) internal gains profile, heating and cooling system (Figure 1).

The tool is available for free download in the ENEA official Website (www.enea.it).

Description of the Combined Heat and Power model

In order to show the results of the application of the ODESSE tool to a real case study, it has been chosen to describe the CHP layout.

| Main input model | Main output model |
|--|--|
| On-off time scheduling of the plant | Natural gas consumption of the CHP plant and gas burner backup on seasonal base |
| Thermal load profile of the simulated building | Electrical and thermal energy generated by the CHP plant on seasonal base |
| DHW hourly profiles | Thermal energy generated by the backup gas burner on seasonal base |
| Electrical non-HVAC profiles of the simulated building | Hourly average electrical and thermal power generated by the CHP plant |
| Hourly average temperature of the building | Hourly temperature of the cooling water of the engine downstream from the water / water heat exchanger |
| Hourly average outside temperature | Hourly average temperature of the hot water provided to the building (to the thermal supply system), downstream from the thermal storage |
| Temperature of the hot water coming from the thermal storage | Hourly average inside temperature of the simulated building |
| | CO ₂ emissions by internal combustion engine |

TABLE 1 Main input and output CHP model

The CHP system model has been implemented on the Matlab/Simulink platform. The model has been developed by means of experimental maps adimensioned in order to be able to work properly, in the small-scale range, with different types of combined heat and power plants.

In particular, the CHP user interface allows the control strategy (electrical or thermal load following) to be chosen and to change the most important parameters and performance characteristics that are usually given in the producers' datasheets:

- electrical rated power of the combined heat and power plant;
- percentage of the rated power of the combined heat and power below which the engine switches to stand-by mode;
- maximum temperature of the engine cooling water;
- mass flow of the engine cooling water;
- efficiency of the water/water and of the gas/water heat exchangers.

In order to evaluate realistic electrical non-HVAC load profiles for the buildings to be simulated, a typical electricity demand load profiles for multi-family houses [3] and for office buildings are considered. Realistic electrical load profiles can also be entered directly into the model by the user.

Performances of the installation are calculated by means of the Primary Energy Savings index, the electrical and thermal efficiencies and CO₂ emissions; the proficiency of the plant operation is assessed with profits and costs evaluations on the reference energy market (subsidies acknowledged by the Italian legislation are also taken into account). Finally, the EBITDA (Earnings Before Interest, Taxes, Depreciation and Amortization) value offered by plant operation in the period of the simulation is also calculated.

In Figure 2 a screen shot of the main CHP interface of the tool is reported.

The main performance indices calculated by the tool are specified in detail here below:

- average electrical (η_{el}) and thermal (η_{th}) efficiency of the cogenerator on seasonal base
- primary Energy Savings (PES) achieved thanks to the plant operation on seasonal base

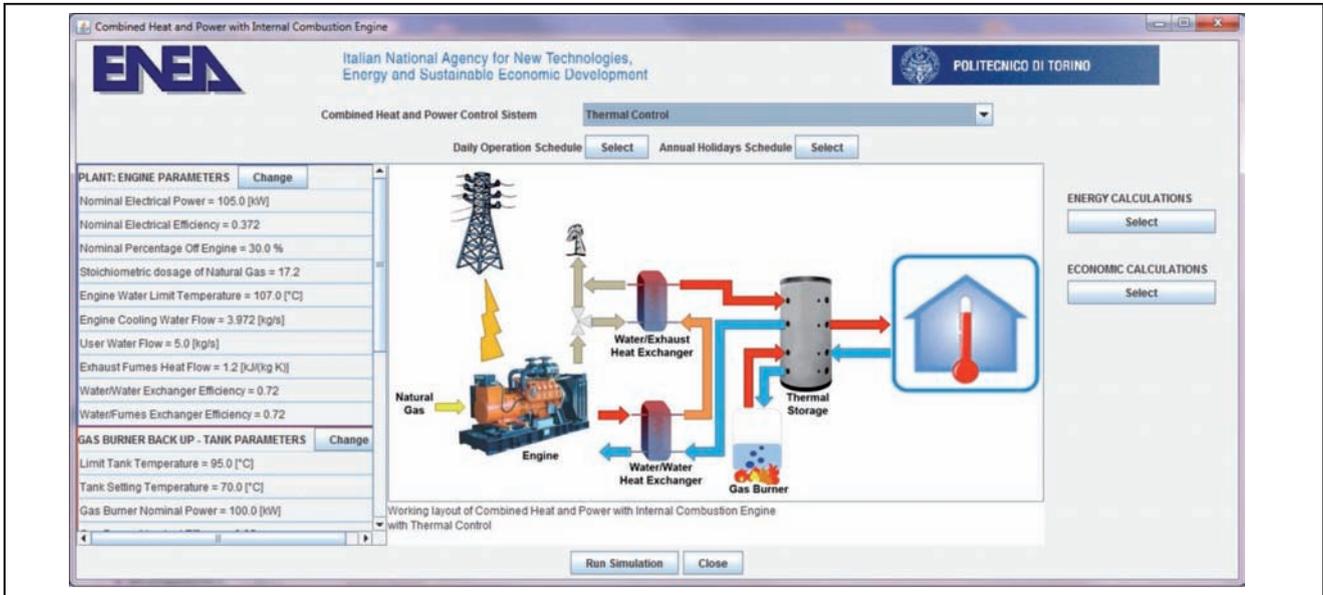


FIGURE 2 ODESSE user interface: CHP configuration plant and component parameters

- total costs and total revenues obtained from plant operation on seasonal base
- total hours of operation per year of CHP plant.

The tool also performs the calculation of total costs and total revenues obtained from plant operation on seasonal base. In particular, the considered revenues at the time of the simulation are the following:

- the avoided cost of the electrical energy generated by the plant and self-consumed by the building;
- the avoided cost of the surplus production of electrical energy, which can be sold to the grid;
- the avoided cost of the thermal energy recovered from the prime mover and exploited in winter for heating the building.

The costs are the following instead:

- maintenance costs
- fuel cost
- general, administration and operational costs.

The calculation of the economic profitability (Earnings before interest, taxes, depreciation and amortization, EBITDA) at the time of the simulation is therefore possible, by evaluating the difference between the revenues and costs, as expressed below:

$$EBITDA = \text{Total revenues} - \text{total costs}$$

Performance Indices calculation

Average electrical η_{el} and thermal η_{th} efficiency of the combined heat and power plant on seasonal base can be calculated, by means of Equations (1) and (2):

$$\eta_{el} = \frac{E_{el}}{E_{fuel}} \quad (1)$$

$$\eta_{th} = \frac{E_{th}}{E_{fuel}} \quad (2)$$

In order to evaluate the energetic performance of a CHP plant, the EU Commission introduced the PES (Primary Energy Savings) indicator, defined as in Equation (3):

$$\eta_{el} = \frac{E_{fuel}}{\frac{E_{el}}{\eta_{el,s}} + \frac{E_{th}}{\eta_{th,s}}} \quad (3)$$

Where:

E_{fuel} is the total fuel energy input at the time of the simulation;
 E_{el} is the total net electricity generation;
 E_{th} is the total thermal energy recovered from the prime mover, at the same time.

$\eta_{th,s}$ and $h_{el,s}$ are the thermal and electrical efficiency values for the separate generation.

According to the Decision of the European Commission 2007/74/CE of 21 December, 2006, they are fixed $h_{th,s} = 0.9$ and $h_{el,s} = 0.454$

| Average electricity and natural gas costs | | PES parameter | |
|---|------------------------|-----------------------------------|------|
| Tax free natural | 0.4 €/Sm ³ | Electric grid efficiency | 0.30 |
| Natural gas | 0.61 €/Sm ³ | Traditional gas boiler efficiency | 0.88 |
| Grid electricity for F1 rate | 0.166 €/kWh | | |
| Grid electricity for F3 rate | 0.142 €/kWh | | |
| Grid electricity for F3 rate | 0.109 €/kWh | | |

TABLE 2 PES parameters and reference costs

Results

Studies concerning the energy simulation of the CHP plant for typical office buildings in the city of Rome with different control strategies have been carried out. The structure of the buildings has been designed with average features typical of buildings of the 70s in reinforced concrete and with double glass windows. Below, the results of a specific case study are reported. Such example refers to an office building of 6000 m², characterised by a thermal demand of around 500 MWh and an electrical demand of around 140 MWh. The CHP system is a grid-connected internal combustion engine of 105 kWe, adopting a net metering rule with the power company: the energy generated in excess is delivered back into the grid and used as a credit for periods when not enough energy is generated to meet electric needs.

The results in terms of energy and economic analysis for different control strategy of CHP system (thermal and electrical following) are given in Table 3.

The decision to install or not to install a cogeneration plant is not only related to energy consideration (PES>0); in fact, as it can be seen from the tables below, in both cases (thermal and electric following) the PES index is positive and similar, so that the two strategies might seem equivalent whereas, for the case study, the Annual Economic Profitability (EBITDA) is about 13.500 € for thermal following and less than 1000 € for electric following; considering a total cost of the plant of about 200.000 €, payback time analysis makes not feasible a CHP installation with electrical following strategy.

| Thermal following control | | Electrical following control strategy | |
|---|------------|---|------------|
| Total thermal energy generated by CHP | 189.26 MWh | Total thermal energy generated by CHP | 31.40 MWh |
| Total electric energy generated by CHP | 141.38 MWh | Total electric energy generated by CHP | 21.70 MWh |
| Total thermal energy generated by gas burner backup | 323.00 MWh | Total thermal energy generated by gas burner backup | 419.40 MWh |
| Average annual PES (primary energy saving) | 0.44 | Average annual PES (primary energy saving) | 0.42 |
| Hours of CHP operation per year | 1347 hours | Hours of CHP operation per year | 652 hours |
| Profit from power generation by CHP system | 20942€ | Profit from power generation by CHP system | 3187€ |
| Profit from thermal generation by CHP system | 14874.5€ | Profit from thermal generation by CHP system | 2468.4€ |
| Total costs of gas consumed by CHP system | 19481.31€ | Total costs of gas consumed by CHP system | 3283€ |
| Total annual cost of O&M for CHP system | 2714.6€ | Total annual cost of O&M for CHP system | 1315€ |
| Total costs of gas consumed by Auxiliary gas burner | 22767€ | Total costs of gas consumed by Auxiliary gas burner | 29560.11€ |
| EBITDA | 13485€ | EBITDA | 990€ |

TABLE 3 Energy and economical analysis for different control strategy

Conclusion

The core of the work was the development of a new tool with user interface for the simulation of a building-plant system and ODESSE software has proven to be useful for this task.

Its user friendly interface has been designed to give the possibility to simulate different types of air conditioning plants with easy and fast input (traditional system, CCHP - combined cooling, heat and power -, solar-cooling, etc.) for multi-family houses or office buildings. The user interface contains default performance indices of each component but gives the

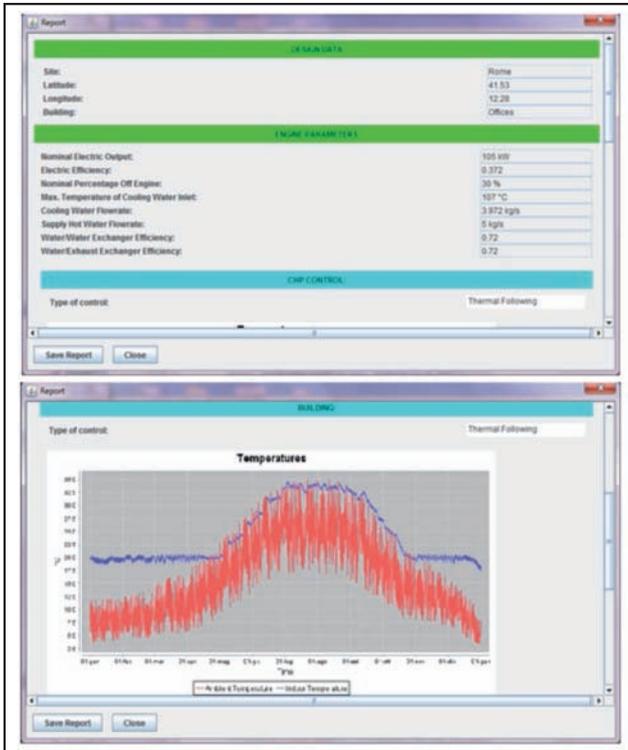


FIGURE 3 Example of a technical simulation report

user the opportunity to change these figures with other ones related to market available equipment. The results of the application of ODESSE tool to a typical office building connected to a CHP system are shown below. Main performance indices as well as hourly diagrams are provided in a detailed output report.

References

- [1] Badami M., Bertini I., Ceravolo F., Di Pietra B., Portoraro A.1, Puglisi G., "A new tool for simulation and design of a small-scale internal combustion engine cogenerator in energy efficiency buildings". 4th April 2011 - 6th April 2011, University of Strathclyde, Glasgow, 2nd International Conference in Microgeneration and Related Technologies in Buildings: Microgen II
- [2] I. Bertini, F. Ceravolo, M. De Felice, B. Di Pietra, F. Margiotta, S. Pizzuti, G. Puglisi 2009. Sviluppo dell'ambiente di progettazione Optimal DESign for Smart Energy – ODESSE, RICERCA SISTEMA ELETTRICO.
- [3] Ceravolo F., Di Pietra B., Margiotta F., Puglisi G. 2010. ODESSE: simulazione dinamica del sistema edificio-impianti per la climatizzazione estiva, ODESSE, RICERCA SISTEMA ELETTRICO, Report RSE/2010/, Italy.
- [4] G. Ruscica, M. Badami, A. Portoraro. Micro - cogenerazione nel settore residenziale con l'utilizzo di motori a combustione interna: Sviluppo di un modello matematico per la simulazione oraria e analisi di un caso reale RICERCA SISTEMA ELETTRICO, Report RSE/2010/, Italy.
- [5] Dorer V., Weber A. (2007). Methodology for the Performance Assessment of Residential Cogeneration Systems. IEA/ECBCS Annex 42 Report
- [9] Di Pietra B. (ed). (2008). Performance Assessment of Residential Cogeneration Systems in different Italian climatic zones. IEA/ECBCS Annex 42 Report.



Definition, analysis and application of a Climatic Severity Index aimed at zoning the Italian territory for summer air conditioning of buildings

The Italian territory is currently divided into climatic zones, based on a winter Climatic Severity Index, the Heating Degree Days, where bound values for primary energy need of buildings have been fixed in compliance with the European Directive 2002/91/CE. About summer air conditioning, the overall zoning of the Italian territory has not been identified yet, because of the lack of a summer Climatic Severity Index definition. Hence, a given building cannot be classified on the basis of its energy need and geographical position.

The definition of a Climatic Severity Index for the summer season is more complex with respect to the winter case: indeed, given the combined effect of the different climatic variables, the analysis of the energy performance of a building is more articulated and must be carried out at least on an hourly scale.

Thanks to a cluster analysis 20 Italian representative towns have been selected, characterized by different climatic profiles. Then, some benchmark buildings have been considered and, their cooling energy need has been assessed through a dynamic simulation software. The analysis of the results has highlighted the opportunity to express the energy need as a function of the observed climatic variables: this way, an index able to subdivide the Italian territory into summer climatic zones has been derived

Definizione, analisi e applicazione di un Indice di Severità Climatica alla zonizzazione del territorio italiano per la climatizzazione estiva degli edifici

■ Luciano Terrinoni, Paolo Signoretti, Domenico Iatauro, Carlo Romeo, Alessandro Federici

Il territorio italiano è attualmente suddiviso in zone climatiche sulla base di un Indice di Severità Climatica invernale, i Gradi Giorno, mediante il quale sono stati fissati dei limiti al fabbisogno di energia primaria degli edifici (in accordo con la Direttiva Europea 2002/91/CE). Riguardo la climatizzazione estiva non esiste ancora nessuna zonizzazione del territorio, a causa della mancanza di un indicatore di Severità Climatica estivo: di conseguenza, un determinato edificio non può essere classificato sulla base del fabbisogno energetico e della sua localizzazione geografica. La definizione di un Indice di severità Climatica per la stagione estiva risulta più complessa rispetto al caso invernale: infatti, considerando gli effetti combinati delle differenti variabili climatiche, l'analisi del fabbisogno energetico di un dato edificio risulta, in tal caso, più articolata e deve essere condotta su scala oraria. Attraverso una cluster analysis dei dati climatici di città italiane, ne sono state selezionate 20, ritenute rappresentative in quanto caratterizzate da profili climatici significativamente diversi dal punto di vista statistico. Successivamente, considerando alcune tipologie di edifici di riferimento, è stato valutato il fabbisogno energetico per la climatizzazione estiva, utilizzando un software di simulazione dinamica. L'analisi dei risultati ha evidenziato la possibilità di esprimere il fabbisogno energetico in funzione delle variabili climatiche osservate: ciò ha consentito di ricavare un Indice, in base al quale è possibile suddividere il territorio italiano in zone climatiche estive

■ Luciano Terrinoni, Paolo Signoretti, Domenico Iatauro, Carlo Romeo, Alessandro Federici

ENEA, Technical Unit for Energy Efficiency

INTRODUCTION

In order to have some bound values for buildings' cooling energy need applied to the Italian legislation, in compliance with the European Directive 2002/91/CE, the Italian territory must be classified into summer climatic zones, based on a Summer Climatic Severity Index taking into account three climatic variables: temperature, absolute humidity and solar irradiation.

Previous works [1][2][3] have shown how to define a Climatic Severity Index which considers the interaction between a building, its air-conditioning plant (HVAC) and the site climatic profile. Indeed, for a generic building standing in a certain site, a function E_T of the variables of the site climatic profile is given and expresses the energy need of a building with a given volume V during a given time span T :

$$\frac{E_T}{VT} = f\left[(\Theta - \Theta_{ref}), (X - X_{ref}), (Y - Y_{ref})\right] = \tilde{z} \quad (1)$$

In general, Eq.(1) is non-linear with respect to the three independent variables; its linear term of a Taylor power series expansion, centered at the point $\{\Theta_p, X_p, Y_p\}$ is given by:

$$\tilde{z} = A\Theta + BX + CY - [A\Theta + BX + CY]_{ref} \quad (2)$$

Equation (2) suggests the definition of the two characteristic vectors \vec{V}_C (components Θ, X, Y) \vec{V}_B (components A, B, C). The first one is the *climatic vector* and represents the outdoor climatic profile of the place where the building is located. Clearly the other vector must be connected with the geometric and thermophysical characteristics of the building (*building vector*).

It is then possible to write Eq.(2) as a dot product of the vectors previously defined:

$$\tilde{z} = \vec{V}_B \cdot \vec{V}_C - \vec{V}_B \cdot \vec{V}_{C,ref} \quad (3)$$

To investigate the nature of the *building vector* components (A, B, C), we can perform an analysis of the energy and matter exchange between the building and the outdoor environment, considering the principle of effects superposition, according to the linearization of Eq.(1), derived through the Taylor power series expansion presented in Eq.(2).

The total cooling energy needed to preserve a range of indoor comfort conditions (temperature and humidity) in a building with a volume V during a time span T , in such hypothesis, is provided by the sum of three integral terms:

$$E_T = \int_T P dt = \int_T P_D dt + \int_T P_G dt + \int_T P_R dt \quad (4)$$

Expanding the three terms and introducing the geometric and thermophysical characteristics of the building, we obtain:

$$E_T = U_{eq} S \int_T (\theta_i - \theta_e) dt + \rho n V c_p \int_T (\theta_i - \theta_e) dt + \rho n V r_0 \int_T (x_i - x_e) dt - \hat{S}_R \int_T (I_0 - I_{0,ref}) dt \pm \gamma m_{eq} \bar{\theta}_i T \pm \delta M_{eq} \bar{\theta}_e T \quad (5)$$

The last two terms in Eq.(5) take into account, on average, the building thermal inertia. Equation (5) can now be rewritten as:

$$\tilde{z} = \left(U_{eq} \frac{S}{V} + \rho n c_p \pm \delta \frac{M_{eq}}{V} \right) \theta_e + \rho n r_0 X_e + \frac{\hat{S}_R}{V} Y_e + \left[\left(U_{eq} \frac{S}{V} + \rho n c_p \pm \gamma \frac{m_{eq}}{V} \right) \theta_i + \rho n r_0 X_i + \frac{\hat{S}_R}{V} Y_{ref} \right] \quad (6)$$

Reflecting the structure of Eq.(2), Eq.(6) can be expressed in a denser way as:

$$\tilde{z} = A\theta_e + BX_e + CY_e - [A'\theta_i + BX_i + CY_{ref}] \quad (7)$$

Alternatively, reflecting the structure of Eq.(3), Eq.(6) can be rewritten as:

$$\tilde{z} = \vec{V}_B \cdot \vec{V}_C - \vec{V}_B \cdot \vec{V}_{C,ref} = |\vec{V}_B| |\vec{V}_C| \cos(\alpha - \beta) - |\vec{V}_B| |\vec{V}_{C,ref}| \cos(\alpha' - \beta_{ref}) \quad (8)$$

Now, the meaning of all the vectors involved is known. In most cases we have noted that:

$$\cos(\alpha - \beta) \cong \cos(\alpha' - \beta_{ref}) \quad (9)$$

$$k(\mu) = \frac{|\vec{V}_B|}{|\vec{V}_B|} \cong 1 \quad (10)$$

Climatic Severity Index (C henceforth) may be finally defined as:

$$C = \frac{\tilde{z}}{|\vec{V}_B| \cos(\alpha - \beta)} = |V_c| - k(\mu) |V_{c.ref}| \quad (11)$$

The defined C assesses the cooling energy need, normalized with respect to the characteristics of the building.

As a consequence, it is not affected by the characteristics of the building, with the slight exception of the almost constant parameter β , while it is fully dependent (linearly) on the climatic variables. For these reasons, C could be an operative tool for a classification of the summer climatic zones of a given region.

TEST PROCEDURE OF INDEX C

In order to verify the workability and effectiveness of index C , an evaluation of the cooling energy need of buildings through a dynamic simulation software is necessary, changing the modulus of the two characteristic vectors, $[\vec{V}_B]$ and $[\vec{V}_C]$. Then, the derived values for C will be investigated.

Concerning the climatic vector $[\vec{V}_C]$, we have to consider n Italian sites where the cumulative climatic variables required by the developed framework, temperature, absolute humidity and solar irradiation on a horizontal surface, are available and officially acknowledged.

The Italian Standard UNI 10349 [4] meets the case: it reports for 101 Italian provincial capitals and month by month, the average air temperature, the average solar irradiation at ground level and the average partial steam pressure in the air. By processing such data, it is possible to evaluate the modulus of the climatic vector $[\vec{V}_C]$ for the 101 sites.

As regards the building vector $[\vec{V}_B]$, it is necessary to identify m building typologies, to be chosen among the national set of buildings: their geometric and thermophysical characteristics will lead to m different values of the building vector $[\vec{V}_B]$.

Sampling of test sites

From the population of the 101 towns surveyed in the Italian UNI 10349 Standard, a cluster analysis on the

three standardized cumulative climatic variables has been implemented. Then, from each derived group, a unit has been selected, obtaining a representative sample of the population.

In order to consider also some units characterized by extreme values in our sample, a Ward's linkage clustering rule with a Euclidean dissimilarity measure has been adopted [5]. Table 1 shows the Duda-Hart stopping rule [5], followed to determine the optimal number of clusters: consequently, this choice has led to the size of our sample of Italian provincial capitals.

To identify the number of groups, we found one of the largest J values that corresponds to a low T_{pseudo} : 19 clusters have been singled out. Then a statistically representative sample of 20 Italian provincial capital has been built, adding an extra unit with average values for the analyzed variables to the 19 units from each derived group, in order to compare the results of the following simulations on it with respect to the ones from the 19 sampled towns.

| Number of clusters | Duda-Hart statistics | |
|--------------------|----------------------|--------------|
| | J | T_{pseudo} |
| 2 | 0.3917 | 121.14 |
| 3 | 0.3206 | 139.89 |
| 4 | 0.2976 | 94.43 |
| 5 | 0.2143 | 36.66 |
| 6 | 0.4014 | 28.34 |
| 7 | 0.2303 | 80.22 |
| 8 | 0.3496 | 40.92 |
| 9 | 0.2868 | 34.81 |
| 10 | 0.3188 | 17.10 |
| 11 | 0.2843 | 37.76 |
| 12 | 0.1794 | 64.03 |
| 13 | 0.2769 | 10.44 |
| 14 | 0.2251 | 13.77 |
| 15 | 0.2633 | 44.77 |
| 16 | 0.2425 | 24.99 |
| 17 | 0.2185 | 28.61 |
| 18 | 0.2132 | 33.22 |
| 19 | 0.2359 | 6.48 |
| 20 | 0.1764 | 9.34 |
| 21 | 0.2786 | 7.77 |
| 22 | 0.0103 | 96.56 |
| 23 | 0.1396 | 36.98 |
| 24 | 0.3403 | 19.39 |
| 25 | 0.1929 | 20.92 |

TABLE 1 Determination of the sample size
Source: authors' estimations

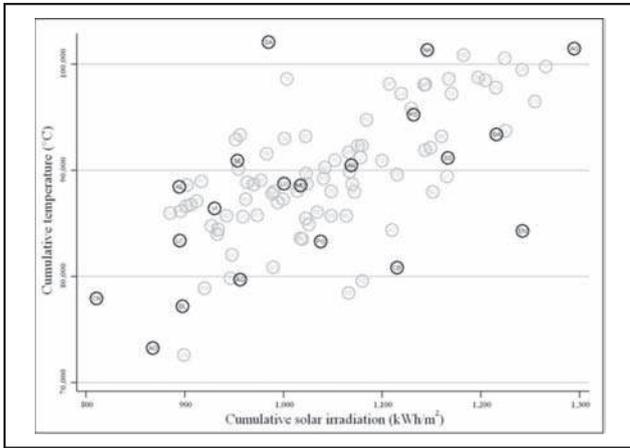


FIGURE 1 Distribution of the Italian provincial capitals
Source: authors' estimations

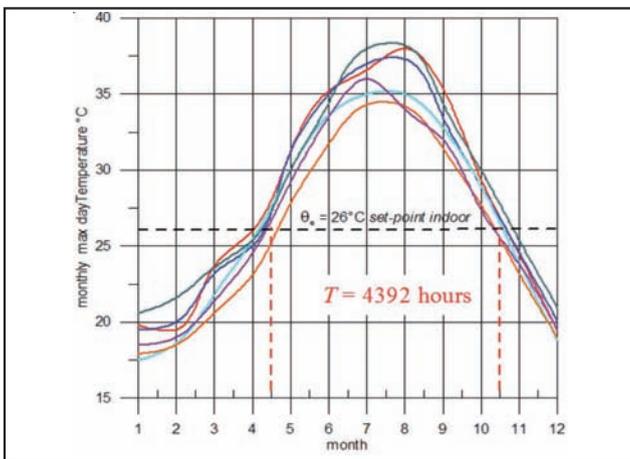


FIGURE 2 Maximum daily temperature of the six hottest Italian provincial capitals
Source: authors' estimations

Figure 1 shows the distribution of the Italian provincial capitals with respect to the cumulative solar irradiation and the cumulative temperature: sampled towns show a darker marker.

Time span T has been chosen from 15th April to 15th October in order to consider, also for the six hottest towns (Salerno, Agrigento, Messina, Naples, Catania and Trapani), all the hours of the year when the cooling demand might arise (Figure 2). In the subsequent simulations, the 26 °C set-point temperature for comfort climatic conditions has been assumed as the threshold corresponding to such energy need.

Choice of benchmark buildings

The computation of the energy need for cooling has been carried out on a benchmark building with a basic layout, that is a detached house single floor, with a flat roof and a brickwork load-bearing structure. A total glass surface, equal to 20% of the total vertical dissipative surface, has been assumed. Besides, the glass surface is asymmetrically distributed over the fronts of the building.

The benchmark building has been assessed under both the hypotheses of an envelope with thermal insulation (average thermal transmittance equal to 0.4 W/m²K and triple glazing for the windows) and without thermal insulation (average thermal transmittance equal to 1.8 W/m²K and single glazing). Under the two considered cases, the values of the overall envelope masses vary of about 15%, as reported in Table 2.

| Characteristics | Thermal Insulation | NO Thermal Insulation |
|--|--------------------|-----------------------|
| <i>Net Values</i> | | |
| Height [m] | | 3 |
| Width [m] | | 10 |
| Depth [m] | | 15 |
| Floor [m ²] | | 150 |
| Ceiling [m ²] | | 150 |
| Doors, windows and shutters [m] | | 30 |
| Opaque vertical walls [m ²] | | 120 |
| Volume [m ³] | | 450 |
| <i>Gross Values</i> | | |
| Envelope total surface [m ²] | 524.5 | 495 |
| Gross volume [m ³] | 617.9 | 544.2 |
| S/V | 0.85 | 0.91 |

TABLE 2 Geometrical characteristics of the building
Source: authors' assumptions

Computation hypotheses and set-point

For the simulations, implemented thanks to the TRNsys 16 software, an ideal HVAC plant of unlimited power has been provided: it works when indoor temperature and/or humidity crosses the set-point values (26 °C and 60%, respectively). A daily non-stop plant activation is provided. Besides, the volume air change per hour has been set to 0.3 h⁻¹.

Different orientations of the benchmark building have been supposed, in order to explore the highest and lowest thermal irradiation load conditions (maximum and minimum exposure). As thermal insulation and orientation change, four configurations have been

considered for a total of 80 runs of the TRNsys 16 code (4 configurations for 20 towns):

- Q_1 (No thermal insulation and maximum exposure);
- Q_2 (No thermal insulation and minimum exposure);
- Q_3 (Thermal insulation and maximum exposure);
- Q_4 (Thermal insulation and minimum exposure).

RESULTS OF THE SIMULATIONS

Results

Figure 3 depicts the simulation results for the 4 considered configurations and the 20 selected towns, in terms of the energy need for cooling E_{T^*} .

Figures 4 and 5 show the simulations concerning the two extreme configurations Q_1 and Q_4 in terms of the energy need $\hat{\varepsilon}$ and the absolute value of the climatic vector of the towns $|\vec{V}_C]_{std}$, obtained from $[\vec{V}_C]$ with the standardization of its components with their average values on the Italian territory.

A clear linear relationship between the two considered variables has been observed for all configurations. The general expression has been modeled as:

$$\hat{\varepsilon} = \frac{E_T}{TV} \cong a + b|\vec{V}_C| \quad (12)$$

Given the different characteristics of the buildings they are referred to, the estimated intercepts and slopes are not necessarily equal for all configurations. Figure 6 shows the relative energy differences between the two cases Q_1 and Q_4 , again as a function of the absolute value of the climatic vector of the towns $|\vec{V}_C]_{std}$.

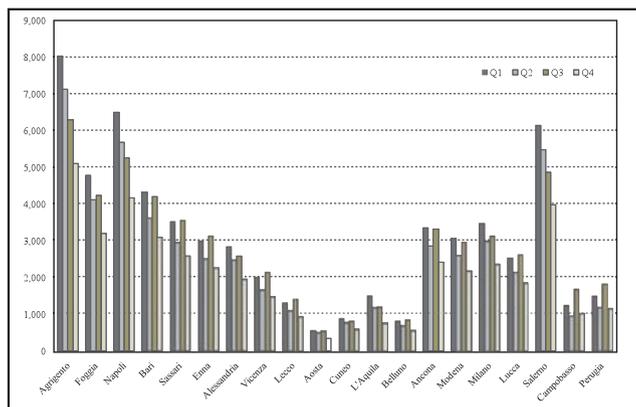


FIGURE 3 Energy need for cooling (kWh) of the 20 selected Italian provincial capitals
Source: authors' estimations

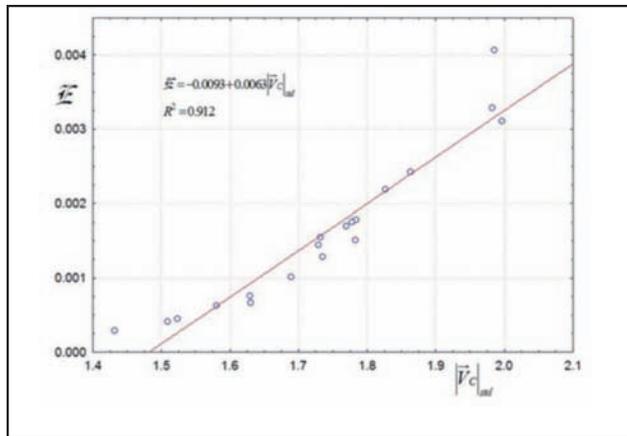


FIGURE 4 Energy need of the worst configuration Q_1
Source: authors' estimations

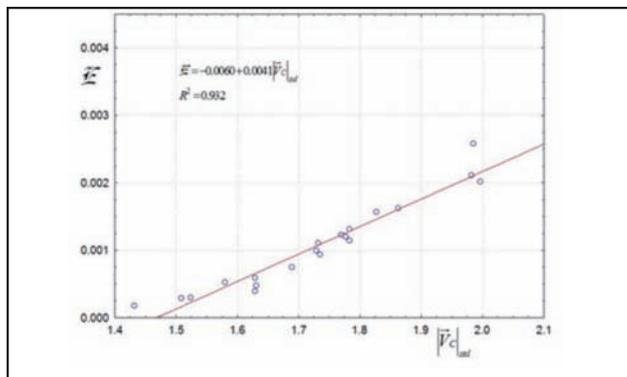


FIGURE 5 Energy need of the best configuration Q_4
Source: authors' estimations

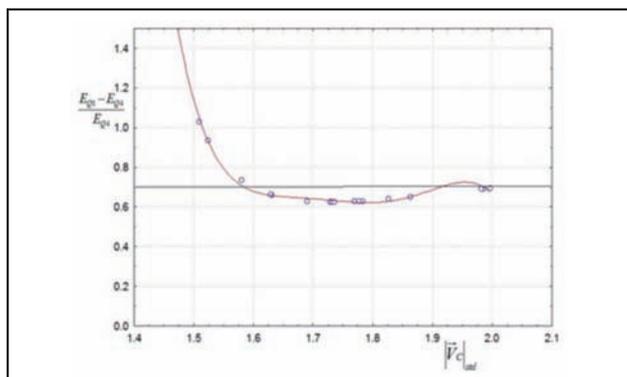


FIGURE 6 Relative difference of the energy need between configurations Q_1 and Q_4
Source: authors' estimations

The average difference for the energy need between the worst configuration Q_1 and the best one Q_4 is around 70%, confirming how building characteristics, orientation included, affect the total energy need.

Further elaborations

Index C can be assessed as:

$$C = \frac{\bar{z}}{b} \cong \left[\frac{a}{b} + |\vec{V}_C| \right] \quad (13)$$

Estimated coefficients a and b are reported in Table 3.

| Configuration | a | b | a/b |
|---------------|---------|--------|--------|
| Q_1 | -0.0093 | 0.0063 | -1.476 |
| Q_2 | -0.0083 | 0.0056 | -1.482 |
| Q_3 | -0.0071 | 0.0049 | -1.449 |
| Q_4 | -0.0060 | 0.0041 | -1.463 |

TABLE 3 Estimated coefficients

Source: authors' estimations

The meaning of the coefficients b and a/b can be derived from the comparison of Eq.(11) and Eq.(13). Indeed, coefficient b embodies the building characteristics $[\vec{V}_B]$ and its phase $\alpha(\beta)$ is nearly constant for the 101 towns); a/b is proportional to $[\vec{V}_{C,ref}]$.

Figures 7 and 8 show the results derived by adopting Eq.(13) to assess the index C . The introduced normalization allows the convergence for the assessed values of the energy needed by buildings with different characteristics and orientations.

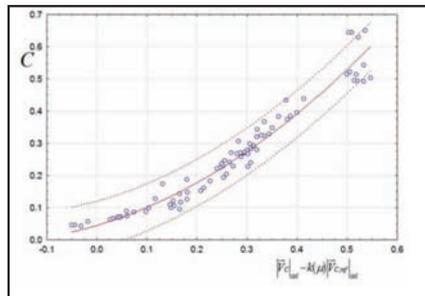


FIGURE 7 Interval of prediction (95% level) for the Climatic Severity Index C
Source: authors' estimations

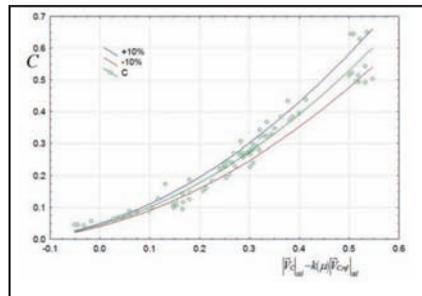


FIGURE 8 Range ($\pm 10\%$) of the Climatic Severity Index C
Source: authors' estimations

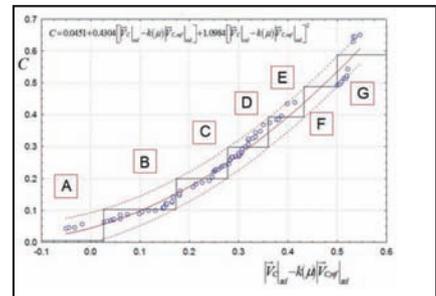


FIGURE 9 Interval of quantile-quantile prediction (95% level) for the Climatic Severity Index C

As a consequence, index C may be justly identified as the pursued Summer Climatic Severity Index, strongly dependent on the climatic parameters and slightly dependent on the building characteristics at the same time.

CLASSIFICATION OF THE ITALIAN TERRITORY

In general, a classification procedure of a continuous variable lies in the allocation of its values to a discrete scale made up of contiguous classes. Besides, the assessment of a continuous variable is affected by uncertainty, in the shape of oscillations around an average value and/or likely (measurement and/or computation) errors. All these matters lead to an evaluation of the confidence degree of the adopted classification, that is to an assessment of the probability of making no mistakes in the allocation to a class of a given value of a variable affected by uncertainty. This issue is more and more amplified for those values to be classified just close to the bounds of a class.

It can be shown [6] that, under such circumstances, the class span must be set on the basis of the expected variability with respect to the average. Besides, in order to reach a high confidence degree, the bound values of each class must be greater than (or at least equal to) twice as much the standard deviation of the variable.

The classification

As mentioned above, the original variables C and $[\vec{V}_C]_{std}$ may be considered as random variables. Their

quantile functions Q , returning the value of the variable below which it would fall with a given probability, have been then considered. As shown in the $Q-Q$ plot of Figure 9, the two variables share the same statistical distribution within intervals, which represent our pursued classes.

Seven classes have been singled out, made up of right-open intervals and marked by letters from A to G, reflecting an ascending order of the summer climatic severity, that is of the cooling energy need. Derived classes are reported in Table 4.

| Class | Climatic vector range | Central value |
|-------|-----------------------|---------------|
| A | < 0,025 | 0,015 |
| B | 0,025÷0,175 | 0,100 |
| C | 0,175÷0,276 | 0,200 |
| D | 0,276÷0,358 | 0,293 |
| E | 0,358÷0,430 | 0,391 |
| F | 0,430÷0,500 | 0,493 |
| G | ≥ 0,500 | 0,586 |

TABLE 4 Derived classes for the Climatic Severity Index C
Source: authors' estimations

The classification of the Italian territory

Data needed for the computation of the climatic vector of only 101 Italian provincial capitals are, as afore-

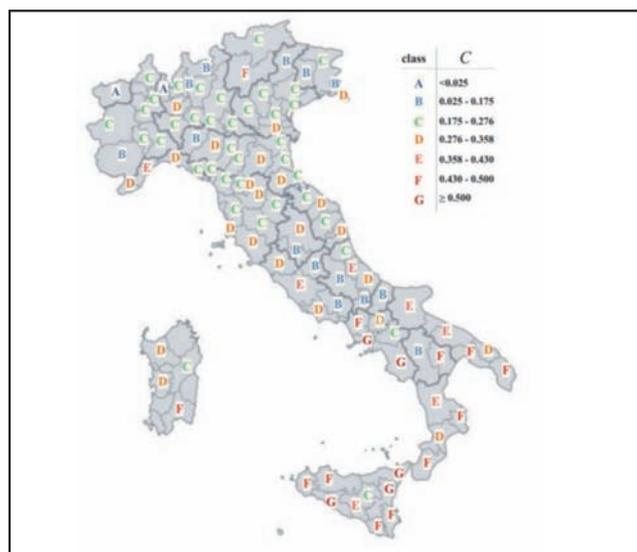


FIGURE 10 Class of Climatic Severity Index C of the Italian provincial capitals
Source: authors' estimations

| Town | $[\bar{V}_C]$ | Class | Town | $[\bar{V}_C]$ | Class |
|---------------|---------------|-------|-----------------|---------------|-------|
| Agrigento | 0.519 | G | Massa | 0.256 | C |
| Alessandria | 0.263 | C | Matera | 0.453 | F |
| Ancona | 0.303 | D | Naples | 0.516 | G |
| Aosta | -0.034 | A | Novara | 0.241 | C |
| Ascoli Piceno | 0.300 | D | Nuoro | 0.255 | C |
| L'Aquila | 0.092 | B | Oristano | 0.332 | D |
| Arezzo | 0.210 | C | Palermo | 0.447 | F |
| Asti | 0.218 | C | Piacenza | 0.167 | B |
| Avellino | 0.184 | C | Padua | 0.228 | C |
| Bari | 0.360 | E | Pescara | 0.387 | E |
| Bergamo | 0.237 | C | Perugia | 0.163 | B |
| Belluno | 0.043 | B | Pisa | 0.269 | C |
| Benevento | 0.327 | D | Pordenone | 0.076 | B |
| Bologna | 0.357 | D | Prato | 0.351 | D |
| Brindisi | 0.357 | D | Parma | 0.292 | D |
| Brescia | 0.275 | C | Pesaro Urbino | 0.194 | C |
| Bolzano | 0.176 | C | Pistoia | 0.274 | C |
| Cagliari | 0.436 | F | Pavia | 0.211 | C |
| Campobasso | 0.114 | B | Potenza | 0.090 | B |
| Caserta | 0.463 | F | Ravenna | 0.205 | C |
| Chieti | 0.312 | D | Reggio Calabria | 0.466 | F |
| Caltanissetta | 0.367 | E | Reggio Emilia | 0.217 | C |
| Cuneo | 0.058 | B | Ragusa | 0.461 | F |
| Como | 0.215 | C | Rieti | 0.095 | B |
| Cremona | 0.255 | C | Rome | 0.408 | E |
| Cosenza | 0.422 | E | Rimini | 0.210 | C |
| Catania | 0.501 | G | Rovigo | 0.279 | D |
| Catanzaro | 0.336 | D | Salerno | 0.530 | G |
| Enna | 0.182 | C | Siena | 0.235 | C |
| Ferrara | 0.251 | C | Sondrio | 0.115 | B |
| Foggia | 0.397 | E | La Spezia | 0.270 | C |
| Florence | 0.313 | D | Siracusa | 0.480 | F |
| Forlì | 0.340 | D | Sassari | 0.317 | D |
| Frosinone | 0.068 | B | Savona | 0.360 | E |
| Genoa | 0.353 | D | Taranto | 0.436 | F |
| Gorizia | 0.139 | B | Teramo | 0.255 | C |
| Grosseto | 0.287 | D | Trento | 0.463 | F |
| Imperia | 0.339 | D | Turin | 0.185 | C |
| Isernia | 0.169 | B | Trapani | 0.486 | F |
| Crotone | 0.452 | F | Terni | 0.325 | D |
| Lecco | 0.165 | B | Trieste | 0.296 | D |
| Lodi | 0.273 | C | Treviso | 0.241 | C |
| Lecce | 0.452 | F | Udine | 0.230 | C |
| Leghorn | 0.318 | D | Varese | -0.047 | A |
| Latina | 0.284 | D | Verbania | 0.192 | C |
| Lucca | 0.269 | C | Vercelli | 0.209 | C |
| Macerata | 0.210 | C | Venice | 0.254 | C |
| Messina | 0.507 | G | Vicenza | 0.224 | C |
| Milan | 0.312 | D | Verona | 0.267 | C |
| Mantova | 0.268 | C | Viterbo | 0.289 | D |
| Modena | 0.266 | C | | | |

TABLE 5 Classification of the Italian provincial capitals according to the Climatic Severity Index C
Source: authors' estimations

mentioned, now available and acknowledged by current Italian Standard (UNI 10349). Table 5 shows the results for the adopted classification, applied to Italian provincial capitals.

Figure 10 depicts the Italian provincial capitals according to their derived class for index C .

CONCLUDING REMARKS AND FURTHER DEVELOPMENTS

The proposed index C defines a relative scale thanks to which the energy need for cooling, normalized with respect to the building characteristics, may be assessed.

Some concluding remarks may be drawn:

- 1) A comparison with the currently adopted index concerning the winter air conditioning, that is the Heating Degree Day, is direct: remembering that it does not take into account neither the irradiation nor the air humidity effects, it provides a normalized measure of the heating energy need, establishing a relative scale. In this case, the normalization factor, that is the absolute value of the building vector $[\vec{V}_B]$, is reduced to the winter predominant component: the transmittance of the building envelope.
- 2) The suggested classification lies on climatic data of a number of different towns: if data are not accurately interpolated and/or their measurements are not congruent with respect to different areas of the territory, the consequent classification may result misleading. Hence, the need of an appropriate update and harmonization of data arises.
- 3) Another crucial and consequent development of the present work stems from the matter that index C is symmetrical with respect to the air conditioning season. Indeed, it is effective both for the summer and the winter cases.
- 4) As a consequence of the previous point, a classification of the Italian territory for the winter season also seems to be desirable on the basis of the developed index C . This way, the shortcomings of the currently adopted Heating Degree Day system might be gathered in, with particular attention to those towns where the free contribution of solar irradiation is remarkable.

CONCLUSIONS

Through a numerical experiment, implemented thanks to a dynamic computation TRNsys 16 code, the energy need for cooling buildings has been evaluated, considering different configurations for transmittance, mass and orientation of the benchmark building.

Then, the developed framework for the derivation of the Summer Climatic Severity Index has been applied to a sample of 20 Italian provincial capitals, chosen to represent the population of 101 towns for which climatic data were available and acknowledged by the current Italian Standard (UNI 10349). It has been proved that it was a statistically representative sample. Results of the numerical experiment have been used for the classification of 101 Italian provincial capitals on the basis of the derived Summer Climatic Severity Index.

This first applicative step warmly suggests a follow-up of the work, and the extension of the developed framework to the winter case.

ACKNOWLEDGEMENTS

We wish to thank our esteemed colleague, Dr Francesco Spinelli, for our many fruitful chats about the Italian climatic data. ●

- References
- 1] L. Terrinoni, Un Approccio Razionale alla Definizione delle Zone Climatiche di un Territorio per la Regolamentazione dei Consumi Energetici Derivanti dalla Climatizzazione degli Edifici, ENEA Technical Report RT/2008/20/TER, Rome, 2008
 - 2] L. Terrinoni and D. Iatauro, Definizione delle Zone Climatiche di un Territorio per la Regolamentazione dei Consumi Energetici Derivanti dalla Climatizzazione degli Edifici: dai Gradi Giorno Invernali agli Indici di Severità Climatica "ALL WEATHER", Proc. AIGE Energy Management Conference, p. 59, 2009.
 - 3] L. Terrinoni, P. Signoretti, D. Iatauro, C. Romeo and A. Federici, Prima Applicazione dell'Indice di Severità Climatica "ALL WEATHER" per la Definizione delle Zone Climatiche dell'Italia per la Regolamentazione dei Consumi Energetici Derivanti dalla Climatizzazione Estiva degli Edifici, ENEA Technical Report RT/2010/18/ENEA, Rome, 2010.
 - 4] Italian Standard UNI 10349 Riscaldamento e raffrescamento degli edifici - Dati climatici, 1994.
 - 5] L. Kaufman and P.J. Rousseeuw, Finding Groups in Data: an Introduction to Cluster Analysis, John Wiley and Sons, New York, 1990.
 - 6] L. Terrinoni, Applicazione di un Criterio Razionale per la Classificazione degli Edifici nella Certificazione Energetica in Edilizia, ENEA Technical Report RT/2006/587/TER, Rome, 2006.

NOMENCLATURE

| | | | |
|---------------|--|-------------------|---|
| $A:$ | $\left(U_{eq} \frac{S}{V} + \rho n c_p \pm \delta \frac{M_{eq}}{V} \right)$ | $\vec{V}_B':$ | $A'\vec{i} + B'\vec{j} + C'\vec{k}$ |
| $A':$ | $\left(U_{eq} \frac{S}{V} + \rho n c_p \pm \mu \frac{\delta M_{eq}}{V} \right)$ | $\vec{V}_C:$ | $\theta\vec{i} + X\vec{j} + Y\vec{k}$ |
| $B:$ | $\rho n r_0$ | $x_e:$ | outdoor absolute air humidity |
| $C:$ | $\frac{\hat{s}_R}{V}$ | $x_i:$ | indoor absolute air humidity |
| $c_p:$ | air specific heat capacity at constant pressure | $\alpha:$ | phase angle of vector \vec{V}_B |
| $J:$ | $Je(2)/Je(1)$ | $\alpha':$ | phase angle of vector \vec{V}_B' |
| $Je(1):$ | sum of squared errors within the group to be divided | $\beta:$ | phase angle of vector \vec{V}_C |
| $Je(2):$ | sum of squared errors in the two resulting subgroups | $\beta':$ | phase angle of vector $\vec{V}_{C,ref}$ |
| $M_{eq}:$ | building equivalent mass at θ_e | $\gamma, \delta:$ | inertial coefficients |
| $m_{eq}:$ | building equivalent mass at θ_i | $\theta:$ | cumulative temperature |
| $n:$ | volume air change per hour | $\theta_0:$ | $\theta - \theta_{ref}$ |
| $N_1:$ | number of units in the first subcluster | $\theta_e:$ | $\frac{1}{T} \int_T \theta_e dt$ |
| $N_2:$ | number of units in the second subcluster | $\theta_i:$ | $\frac{1}{T} \int_T \theta_i dt$ |
| $P:$ | total thermal power need for cooling | $\theta_{ref}:$ | benchmark value of cumulative temperature |
| $P_D:$ | transmission heat flow rate between the conditioned space and the external environment (opaque and glazing elements) | $\theta_e:$ | outdoor air temperature |
| $P_G:$ | ventilation heat flow rate | $\theta_i:$ | indoor air temperature |
| $P_R:$ | heat flow rate due to solar radiation (solar gains through opaque and glazing elements) | $I_0:$ | horizontal surface solar irradiation |
| $r_0:$ | water enthalpy of vaporization | $I_{0,ref}:$ | benchmark value of horizontal surface solar irradiation |
| $S:$ | building envelope total surface area | $\mu:$ | $\left \frac{\gamma m_{eq}}{\delta M_{eq}} \right $ |
| $\hat{S}_R:$ | weighted equivalent horizontal surface area exposed to solar radiation | $\rho:$ | air density |
| $T:$ | time span | $X:$ | cumulative absolute humidity |
| $T_{pseudo}:$ | $\sqrt{\left(\frac{Je(1)}{Je(2)} - 1 \right) (N_1 + N_2 - 2)}$ | $X_0:$ | $X - X_{ref}$ |
| $U_{eq}:$ | average thermal transmittance of envelope (determined as a weighted mean on the opaque and glazing elements of building) | $X_e:$ | $\frac{1}{T} \int_T x_e dt$ |
| $V:$ | building internal volume | $X_i:$ | $\frac{1}{T} \int_T x_i dt$ |
| $\vec{V}_B:$ | $A\vec{i} + B\vec{j} + C\vec{k}$ | $X_{ref}:$ | benchmark value of cumulative absolute humidity |
| | | $Y:$ | cumulative solar irradiation on a horizontal surface |
| | | $Y_0:$ | $Y - Y_{ref}$ |
| | | $Y_e:$ | $\frac{1}{T} \int_T I_0 dt$ |
| | | $Y_i:$ | $\frac{1}{T} \int_T I_{0,ref} dt$ |
| | | $Y_{ref}:$ | benchmark value of cumulative solar irradiation on a horizontal surface |



Landslide hazard assessment project in the Messina municipality area (Sicily, Italy): preliminary remarks

In the last 4 years Messina Municipality has been hit four times by extreme rainfall events that triggered a great number of debris flows. Due to the 2009 event, Natural Risks Prevention and Mitigation Laboratory of ENEA started researching on landslide hazard in some river catchments, south of Messina Municipality. In March 2011, Messina's Public Authority administration commissioned ENEA to study the entire municipality area.

This paper presents the preliminary results of the study focused on localising source areas and runout of debris/mud flows, triggered by heavy rainfall in the Giampileri and Briga catchments, and on assessing their intensity. Starting from an inventory of the several debris flows occurred in the area after the event of October 1, 2009, an evaluation of the factors that make the area prone to these events was used as input for GIS-based hazard prediction model.

The knowledge of the actual landslides impact may promote sustainable measures of land planning and risk mitigation for mountain source and transit areas as well as for urban areas prone to the deposit of debris flows

■ *Claudio Puglisi, Danilo Campolo, Luca Falconi, Gabriele Leoni, Silvia Lumaca*

Progetto di valutazione della pericolosità da frana nel territorio del Comune di Messina (Sicilia, Italia): risultati preliminari

Negli ultimi quattro anni il Comune di Messina è stato colpito quattro volte da precipitazioni intense che hanno innescato un gran numero di colate detritiche. In seguito all'evento del 2009, il Laboratorio Prevenzione dei Rischi Naturali e Mitigazione degli Effetti dell'ENEA ha dato avvio ad una serie di ricerche sulla pericolosità da frana nei bacini della porzione meridionale del Comune. Nel marzo 2011 l'amministrazione comunale di Messina ha incaricato l'ENEA di realizzare uno studio sull'intero territorio comunale.

Questo documento presenta i risultati preliminari dello studio focalizzato sulla localizzazione delle aree di origine e recapito di colate di detrito e fango innescate da precipitazioni abbondanti nei bacini di Giampileri e Briga e sulla valutazione delle loro intensità. Basandosi su di un inventario dei diversi flussi detritici che si sono verificati nella zona durante l'evento dell'1 ottobre 2009, una valutazione dei fattori che rendono la zona soggetta a questi eventi è stata utilizzata come input per un modello di rischio predittivo basato su GIS.

La conoscenza del reale impatto delle frane può promuovere misure sostenibili di pianificazione territoriale e mitigazione del rischio per le aree di innesco e transito poste sui versanti nonché per le aree urbane soggette al recapito di colate detritiche

■ **Claudio Puglisi, Luca Falconi**

ENEA, Technical Unit for Environmental Characterization, Prevention, and Recovery

■ **Danilo Campolo, Silvia Lumaca**

Consultant Geologist

■ **Gabriele Leoni**

Roma Tre University

Mud and debris flows are the most dramatic among landslides phenomena in terms of loss of life. In recent past, several disasters have occurred in Italy that are attributable to such phenomena (Piemonte 1994, Verilia 1996, Sarno, 1998, Cervinara 1999, Val d'Aosta and Valle Anzasca, 2000, Ischia 2006 and 2009; Messina 2007 and 2009), with over 300 victims. In 2011, a catastrophic balance has been registered with four events concentrated in the Messina province (March 1th: Mili river basin; November 22th: Saponara village) and in the Ligurian Region (October 25th: Cinque Terre and Lunigiana; December 04th: Genoa town). The high risk of rapid flow is accompanied by the difficult hazard assessment. In fact, the source areas of these phenomena are rarely located twice in the same slope portion. Being primarily first generation phenomena, their spatial prediction is particularly problematic. This difficulty is closely related to the triggering causes of these landslides – consisting essentially of sporadic and sudden rainfall events – and to the extreme horizontal and vertical variability of the characteristics of the landslide material involved, essentially the bedrock's soil cover. An increasing trend in precipitation and a decrease in their duration have been documented over the past 50 years in Italy [1]. This scenario leads to assume an increase in debris-mud rapid flows hazard in the next future.

A methodology to assess landslide hazard has been developed by ENEA during the last decade and tested in about 15 national and international areas at different scales. By applying this methodology to the entire Sicilian Region in the Synarma European project,

the condition of susceptibility of Messina's territory to five landslide typologies was evidenced (Figure 1) [2, 3].

The maps reported in Figure 1 were obtained with data ranging in scale from 1:250,000 to 1:100,000. Hence, they cannot be used for local planning though they clearly show the most critical areas that need further investigation. The maps show that Messina's area is particularly prone to falls (Figure 1d). The susceptibility to debris-mud flows (Figure 1e) is generally high except for the southern area, affected by the 2009 event, where it is very high. In addition there are wide areas showing a very high susceptibility to rotational slides (Figure 1a) while the susceptibility to planar slides is generally less significant (Figure 1b).

In the last 4 years Messina Municipality has been hit four times (25/10/2007, 27/09/2009, 01/10/2009, 01/03/2011) by extreme rainfall events that triggered a great number of debris flows. Following the 2009 event, the Natural Risks Prevention and Mitigation Laboratory of ENEA started researches about landslide hazard in the injured area. In March 2011 Messina's the Public Authority administration entrusted ENEA with a study of the entire municipality area in order to obtain a support tool for a sustainable urban planning and to raise awareness about the geomorphologic risk both in technicians and in local population.

The preliminary results of the study come from the river basins of Giampileri and Briga in the Ionian coast of the Messina Municipality, affected by the event of October 1th, 2009. On the night of 1–2 October 2009 the Ionian coast and the Peloritani Mountains have

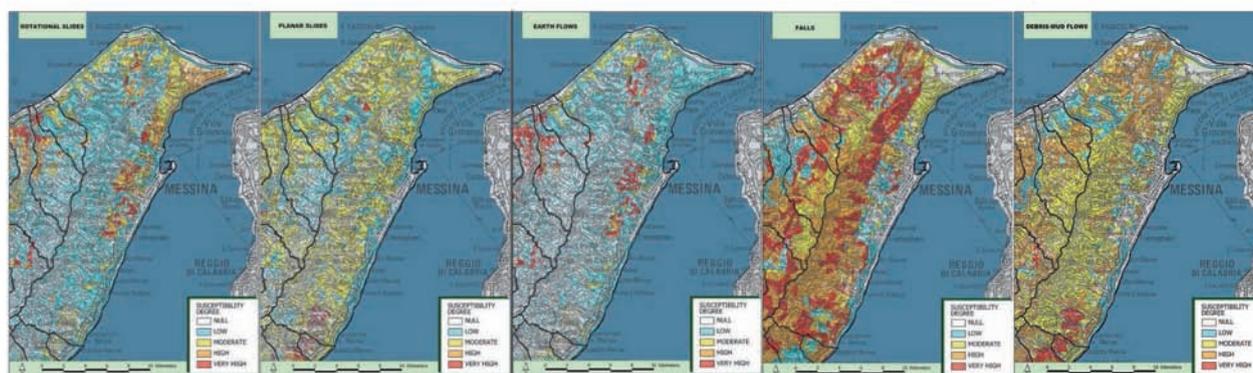


FIGURE 1 Susceptibility map of Messina territory: rotational slides (a), planar slides (b), earth flows (c), falls (d) and debris-mud flows (e) [2, 3]



FIGURE 2 Panoramic view of a slope interested by a pervasive series of mud/debris flows in the Briga catchment and damages after the October 1, 2009 event in Briga village

been affected by a sudden downpour, accompanied by strong winds and lightning. It is estimated that more than 200 mm of rain fell in seven hours (according to the Sicilian Agrometeorological Information Service – SAIS). This meteoric event triggered about a thousand debris/mud flows. Giampileri Superiore, Briga Superiore and Scaletta Zanclea, small villages situated few kilometres southward from the city of Messina, were the most injured areas (Figure 2).

Study area

The Peloritani represent the southern termination of the Calabro-Peloritano Arc and are characterized by metamorphic units of pre-Alpine age. Involved in Hercynian and Alpine orogenic processes, these units are tectonically superimposed to sedimentary Maghrebi units [4]. The crystalline-schistose formations show different metamorphic degrees (phyllites, schists, marbles, gneisses) and are extensively covered by a thick layer of colluvium. Peloritani Mountains range stretches along the coast and is characterized by narrow and steep small-sized catchments (5-10 km²) and with time of concentration in the order of few minutes. The morphology of the Peloritani was influenced especially by metamorphic lithology and by complex geostructural conditions related to the orogenic

processes active in the area since the late Miocene. Recent tectonic uplift rates, up to ~2 mm/yr [5], give the area a very high relief energy with up to 1000 meters drop in about 5 km.

The steep slopes of the valley profiles and the low permeability of the bedrock give to the drainage network a remarkable ability to erosion and transport. The hydrological regime is markedly torrential, typical of the “fiumare”, with little or no runoff in spring and summer and large runoff in autumn and winter. These factors increase the energy of runoff waters, causing high stream capacity and transport of solid blocks, even decametric, during rainfall events. The huge rainfall events may cause rapid gravitational phenomena classified as rapid debris-mud flows, which affect the shallow natural or anthropic debris layer. These phenomena have led to the development of wide debris cones at the mouth of the streams and in the floodplains of the major tributaries, as well as extensive debris bands at the base of the slopes. These morphological and hydrological conditions made the flows, triggered by heavy rainfall on October 1, 2009, reach the main valley’s bottom, the fluvial-gravitational fans and the urban areas located along the Ionic coast in a few minutes and with great energy, causing heavy damage and casualties.

The first two river basins of this study are situated 15



km south of the City of Messina and extend from the sea up to the the Peloritani watershed. The catchment of the Giampilieri stream (maximum altitude 1040 m a.s.l.) has an area of approximately 9.2 km² and a length of about 8.5 km. Inside it, there are the villages of Giampilieri Marina, Giampilieri Superiore, Altolia and Molino. The catchment of the Briga stream (maximum altitude 1016 m a.s.l.) has an area of about 9.6 km² and a length of about 9 km. Inside it, there are the villages of Briga Marina, Briga Superiore and Pezzolo.

Methods

This study followed the ENEA-Roma Tre methodology as developed in several national and international other case studies [6, 7, 8, 9, 10]. The first step of this study was an analysis of past events in order to localise source, transportation and runout areas of debris flows and to obtain a landslide inventory. More than 1000 debris flows have been recognised in the Giampilieri and Briga basins trough a detailed geomorphological and morphometric field survey (1:5,000-1:10,000) and aerial photos analyses. The inventory, recorded in a GIS data base, was focused on identifying Discriminating Parameters (necessary but not sufficient conditions, like slope angle in the niche zone and lithology on which the rupture surface is imposed) and Predisposing Factors (factors affecting the slope instability like geomorphological, geological, lithotechnical, hydrogeological and land use features). Each factor has been mapped and implemented as a layer in a GIS project. By GIS overlapping of these factors, which are assigned a different degree through a site-specific function, the susceptibility map of the area was obtained. The kinematic characteristics of the past events allow to estimate the runout, velocity and intensity of potential events. By assigning a soil layer thickness to the highest susceptibility areas and consequently obtaining their volume, the runout distance of potential events was estimated [11]. Velocity measurements [12] were realised in different points of the occurred landslides and in the same points the energy released was calculated. These results were then applied to some potential events. So it was possible to model the expected energy in each morphological part of potential debris/mud flows.

Preliminary results

The methodology was first applied to the two catchments of Giampilieri and Briga, with the aim of highlighting critical issues to be overcome before application to the entire study area [13].

Landslide inventory and susceptibility maps

All the 1119 phenomena collected in the inventory are classified as debris and mud flows. Each event has been attributed the specific morphological elements: the Landslides Identification Point (PIFF; Figure 3), source areas, transit areas, accumulation areas and the Landslide Foot Identification Point (PIP). Source areas have been classified into “channeled”, when bundled into a pre-existing drainage line, and “not channeled”. On the basis of a frequency distribution analysis, the discriminating parameters for rapid flows are constituted by the cristalline units of the bedrock and by a specific angle of the original slope in the source area. The slope angle in the niches observed in the field survey ranges from 22° to 73°, but the most significant range of slopes, based on its relative frequency, is between 36° and 56°.

In all the surveyed landslides, the predisposing factors were identified. According to a heuristic and statistical approach, the most significant predisposing factors are summarized in Table 1.

Discriminating parameters Predisposing factors

| | |
|----------------------|------------------------------|
| | Bedrock lithology |
| Cristalline units | Land cover |
| | Anthropic elements |
| Specific slope angle | Longitudinal slope curvature |
| | Slope aspect |

TABLE 1 Discriminating parameters and predisposing factors used in this study

In order to quantify its influence in the susceptibility assessment with respect to the other, each factor was assigned a weight increase from 0 to 5. Instead, each class of each predisposing factor was assigned an index increase from 0 to 9.

Once digitized, discriminating parameters and predisposing factors have been integrated through a GIS overlapping with the aim of producing Homogeneous

Territorial Units (HTU). The following susceptibility function has been applied:

$$S = (I_{cop} \times I_{pend}) \times \frac{\sum_{i=1}^n (i_n \times P_n)}{\sum_{i=1}^n P_n}$$

where:

S = Susceptibility

I_{cop} = soil layer discriminating parameters index

I_{pend} = slope angle discriminating parameters index

i_n = index of the n_{th} predisposing factors

P_n = weight of the n_{th} predisposing factors.

This function draws a susceptibility map initially subdivided into 9 levels. Then they are qualitatively grouped into 5 classes (Figure 3), described in the Table 2.

| Level | Susceptibility |
|-------|----------------|
| 0 | Null |
| 1-3 | Low |
| 4 | Moderate |
| 5 | High |
| 6-9 | Very high |

TABLE 2 Conversion from levels to susceptibility classes

Debris flow intensity

Intensity may be expressed in a relative scale, referred to damage or loss levels, or in terms of characteristic variables of the phenomenon (e.g., speed, volume, energy). In this study, 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. All quantities needed to evaluate the kinetic energy were calculated for both past and potential phenomena. These measures are: the mobilized volume in the triggering and transit areas, the propagation distance and the speed of flows.

The product of the maximum depth of the niche (which varies from 0.5 to 2.5 meters) was calculated by the extension of the source area, obtained by photo-interpretation, in order to estimate the mobilized volume of each debris/mud flow. This product was then reduced by a correction form factor, experimentally obtained. Also the mobilized volumes along the transit areas were considered. The mean thickness of these zones varies from 0.3 to 1 m, as observed in the field survey. Once multiplied these values by the transit area extension, the product was summed to the source area volume.

Following the Rickenmann's [11] approach, effective

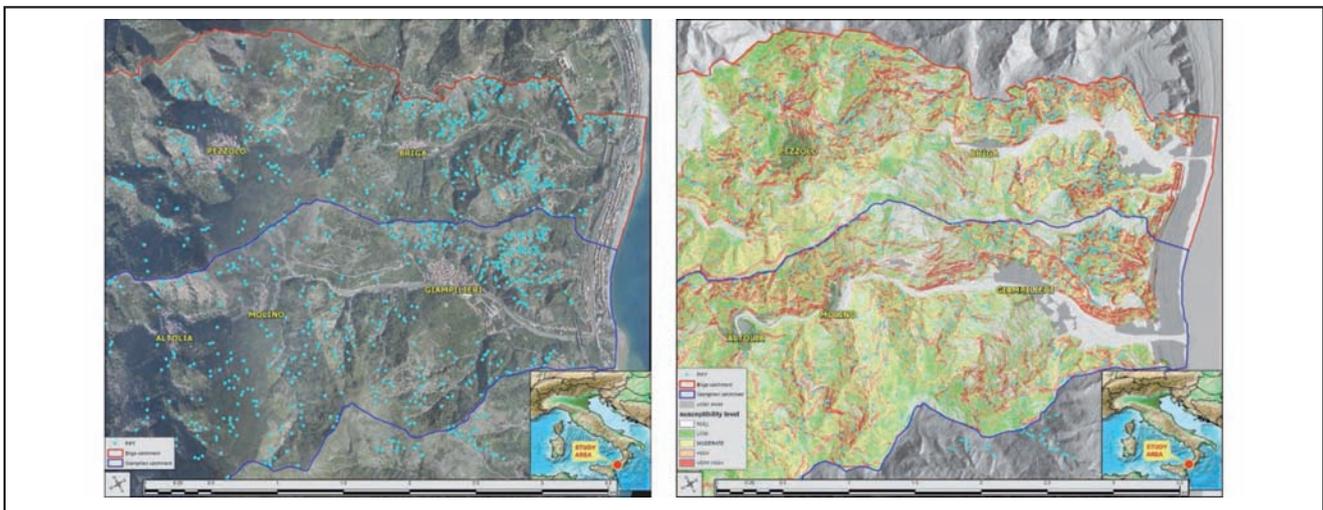


FIGURE 3 Landslides Identification Point (PIFF; light blue dots) and susceptibility map of the first study area (in red the highest class areas)

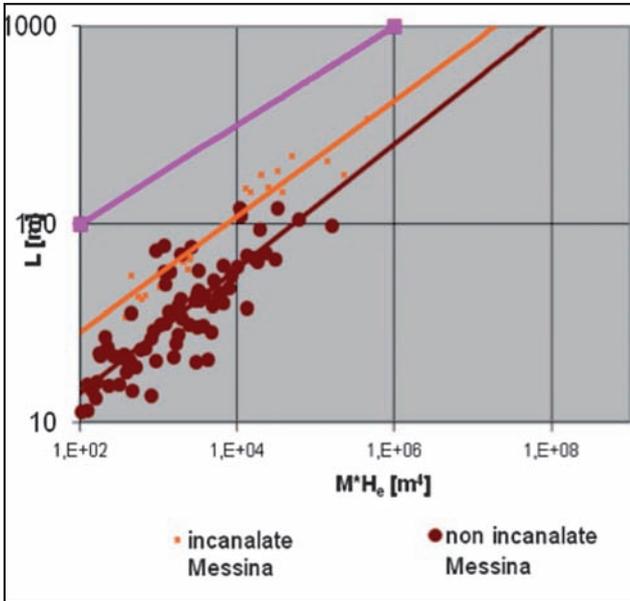


FIGURE 4 Site specific equations about debris flows runout in comparison with the Rickenmann formula (orange: channelled; brown: not channelled; pink: Rickenmann)

distance traveled from PIFF to PIP, for each occurred phenomenon, was measured using 3D photo-interpretation and GIS analysis, and the runout “site specific” laws have been generated, both for channelled and not channelled flows (Figure 4):

- channelled flows: $L = 6.147(V \cdot \Delta)^{0.3078}$
- not channelled flows: $L = 3.266(V \cdot \Delta)^{0.3078}$

where:

- L = travel distance of the mass movement;
- V = total volume mobilized by the debris flows
- Δ = elevation difference between the starting point and the lowest point of the deposition of the mass movement.

During the field survey some points were identified in order to measure the speeds achieved by mud and debris flows occurred in October 1, 2009. By adopting the Johnson & Rodine approach [12], 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 passage of the debris flow like mud

deposits or abrasions in the tree bark. The formula used to calculate the average speed is:

$$V = \sqrt{R \cdot g \cdot \cos i \cdot \operatorname{tg} b}$$

where:

- V = average speed,
- R = radius of curvature of the stream axis,
- g = acceleration of gravity,
- i = slope angle of the stream in the measurement point,
- b = angle of the fluid mixture surface in motion across the curve.

By applying this formula to different points of the debris flow paths, specific velocities were calculated, in order to outline the deceleration curves for different censused debris flows. Maximum speed values range between 8 and 16 m/s. Once obtained the runout distance and the debris flow velocities of past events, the energy developed by investigated rapid flows has been evaluated (Figure 5).

Along the path traveled by the considered debris flow, at each point where speed was calculated, the value of the developed kinetic energy was obtained. The maximum developed energies were estimated in the order of thousands of kilojoule (Figure 6a). Finally the volume, the distance of propagation and the velocity were estimated for some potential phenomena, identified by the susceptibility map to achieve an estimation of the potential energy in differ-

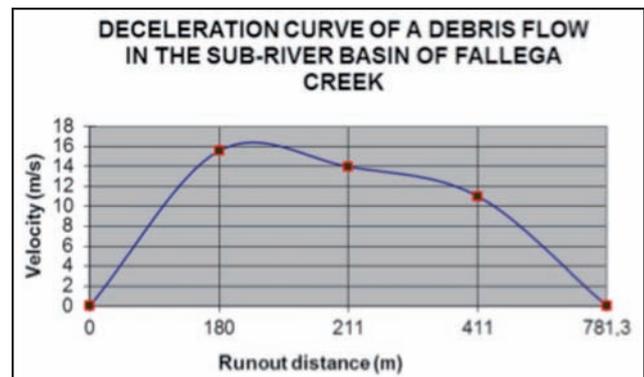


FIGURE 5 Example of deceleration of a past debris flow

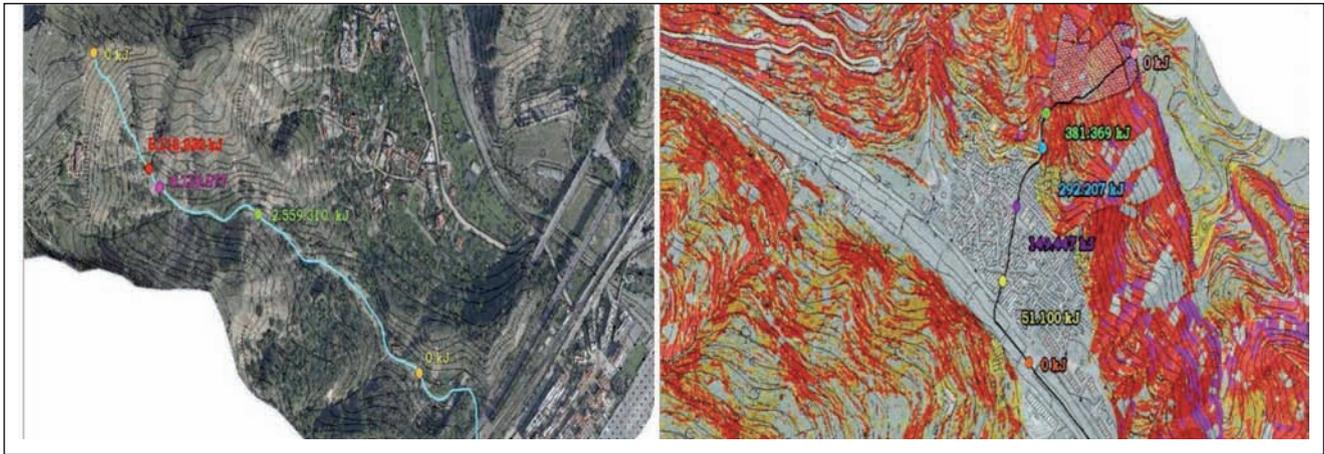


FIGURE 6 Maximum developed energies in the Fallega creeks between Giampilieri Marina (a) and Briga Marina and maximum energies of the potential debris flow in the Giampilieri village (b)

ent points along the path in which new phenomena could be developed (Figure 6b).

Conclusions

The preliminary results highlight the huge and complex problems in the Giampilieri and Briga river basins in reference to the geomorphological hazard. Landslide processes are broadly diffused in the area, specially the debris flows whose hazard, in term of susceptibility and intensity, is very high. The development of towns and villages up to the creeks outlet, the transformation of riverbeds in streets and the abandonment of terracing, led to increase the geomorphological risk of the area.

The proposed methodology constitutes a contribute to the development of a quantitative geomorphological approach in landslide investigation. The knowledge of current landslides characteristics and activity may promote sustainable mitigation measures for source and transit areas as well as for urban areas prone to

deposit of debris flow. With the necessary improvements, this approach will be applied to the entire Messina Municipality by the end of 2012. With the aim of strengthening the hazard assessment, the statistical elaboration of the predisposing factors will be performed. An evaluation of the rainfall and soil moisture thresholds will be provided at the end of the study. This issue, in fact, plays an important and strategic role in predisposing efficient early warning systems and contributes to the definition of a Civil Defense Plan. Given the current dynamic and non-stationary climate conditions and the related difficulties in the definition of the periodicity of the triggering rainfall, the study will give less importance to establish return times of extreme events.

In conclusion, the study will provide a framework of the degree of landslide hazard in the territory of Messina and will constitute a necessary basis for subsequent phases of vulnerability of the exposed elements assessment, and, ultimately, for the definition of risk scenarios targeted at risk mitigation. ●

References

- [1] Ferrara V., Farruggia A. (2007) *Clima: istruzioni per l'uso. I fenomeni, gli effetti, le strategie*. Edizioni Ambiente, Milano.
- [2] Rasà R., Puglisi C., Tripodo A., Pino., Leoni G. (2006b): Susceptibility of lithotypes and/or lithological complexes to mass movements in Sicily – Synthetic Map. European Project SyNaRMa Meeting, Messina, 20-21 November 2006.
- [3] Puglisi C., Falconi L., Leoni L., Pino P., Rasà R., Tripodo A. (2007). *Analisi della Suscettibilità da frana in Sicilia (1:250.000): Relazioni con scenari climatici futuri*. Workshop "Cambiamenti Climatici e Dissesto Idrogeologico: Scenari Futuri per un Programma Nazionale di Adattamento": Napoli, 9-10 luglio 2007.
- [4] 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.
- [5] Ferranti L., Antonoli F., Anzidei M., Monaco C., Stocchi P. (2010). The timescale and spatial extent of vertical tectonic motions in Italy: insights from relative sea-level changes studies. *Journal of the Virtual Explorer, Electronic Edition*, ISSN 1441-8142, volume 36, paper 30. In: (Eds.) Marco Beltrando, Angelo Peccerillo, Massimo Mattei, Sandro Conticelli, and Carlo Doglioni, *The Geology of Italy*, 2010.
- [6] 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).
- [7] Abbattista F., D'Agostino G., Delmonaco G., De Filippo 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 e Ambientale*, pp. 25-40 n. 1 gennaio-marzo 2005.
- [8] Leoni G., Barchiesi F., Catallo 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.
- [9] Puglisi C., Falconi L., Lentini A., Leoni G., Ramirez Prada C. (2011) *Debris flow risk assessment in the Aguas Calientes village (Cusco, Perù)*. *Proceedings of the Second World Landslide Forum*. 3-7 October 2011, Rome.
- [10] Indirli M., Puglisi C., Romanelli F., Screpanti (2010). *A Multi-hazard maps for the Valparaiso area (Chile)*. COST, European COoperation in the field of Scientific and Technical research, Transport and Urban Development, Action C26 (Napoli), 16-18 Sept. 2010.
- [11] Rickenmann D. (1999) *Empirical Relationships for Debris Flows*. *Natural Hazards*, 19: 47-77.
- [12] Johnson A. M., Rodine J.R. (1984) *Debris flow slope stability*. Editors Brusden D. & Prior D.B., John Wiley and Sons, New York; 257-361.
- [13] Falconi L., Campolo D., Leoni G., Lumaca S., Puglisi C. (2011). *Geomorphology hazard assessment of Giampilieri and Briga river basins after the rainfall event on the October 1, 2009 (Sicily, Italy)*. *Proceedings of the Second World Landslide Forum*. 3-7 October 2011, Rome.

Notes

- [1] The energy estimation ($E=1/2MV^2$) was performed by calculating the product of mass (M), considered constant and equal to the product of volume by the average density (estimated at 2000 kg/m³), by speed (V) in the considered points.





dal
Mondo

Il 2012 si apre all'insegna di Rio +20: il 10 gennaio l'ONU ha presentato la prima bozza del documento, il cosiddetto "Zero Draft", sul quale verranno i negoziati e che dovrebbe essere approvato a Rio nel prossimo mese di giugno. Il documento intitolato *The Future We Want* è stato elaborato dal Comitato preparatorio della Conferenza delle Nazioni Unite sullo Sviluppo Sostenibile sulla base del lavoro svolto nel 2011 e dei contributi che sono pervenuti da parte degli Stati e di un grande numero di organizzazioni della società civile e non governative. Dal 25 al 27 gennaio si sono svolti al Palazzo di Vetro a New York i tre giorni dedicati alle discussioni iniziali da parte delle delegazioni degli Stati membri.

Le energie rinnovabili al centro della quinta edizione del *World Future Energy Summit* (WFES), convegno annuale riguardante le fonti energetiche del futuro, l'efficienza energetica e le tecnologie pulite, rivolto ai rappresentanti della politica, della finan-

za, dell'industria e del mondo accademico che si è svolto ad Abu Dhabi dal 16 al 19 gennaio. Il programma del Summit 2012 ha affrontato il tema "Powering Sustainable Innovation": mentre la domanda mondiale di energia continua a crescere, è l'innovazione che trasformerà l'energia tradizionalmente basata su combustibili fossili in un mix di diverse fonti di energia rinnovabili e sostenibili, consentendo lo sviluppo di tecnologie energetiche pulite e il miglioramento dell'efficienza energetica. Il WFES si è aperto con il discorso introduttivo del Segretario delle Nazioni Unite Ban Ki-moon che ha ufficialmente inaugurato l'Anno Internazionale dell'energia sostenibile per tutti. Significativa la partecipazione di leader dei Paesi tradizionalmente legati alle fonti fossili. In particolare, il primo ministro cinese Wen Jiabao ha espresso l'impegno a rafforzare la cooperazione internazionale, a promuovere l'innovazione sostenibile e ad impegnarsi nello sviluppo dell'energia del futuro al fine di costruire un mondo verde e uno sviluppo sostenibile. È stato ribadito il forte interesse per le energie rinnovabili da parte degli Emirati Arabi Uniti che stanno investendo molto nel settore, basti pensare al *Masdar City Project*, una nuova città che sta sorgendo a 15 km da Abu Dhabi e che sarà la prima città al mondo progettata ad emissioni zero.

Nonostante il moltiplicarsi di raccomandazioni su una crescita verde, l'International Energy Agency (IEA) ha annunciato che, secondo recenti dati, il ritmo degli investimenti nelle energie rinnovabili, malgrado un trend ancora in crescita, sia in calo e tale tendenza è particolarmente confermata nei Paesi OCSE. Ancora ad Abu Dhabi, la UN Industrial Development Organization (UNIDO) ha lanciato l'*Industrial Development Report 2011* che afferma la centralità dell'efficienza energetica dell'industria quale fattore di successo per uno sviluppo industriale sostenibile.

Si è svolto dal 21 al 23 febbraio a Johannesburg un *Energy Indaba*, conferenza su tematiche energetiche promossa dal World Energy Council. I diversi settori energetici rappresentano materie di forte interesse per l'Africa che deve far fronte a problemi di approvvigionamento e distribu-

zione di energia dovuti all'urbanizzazione, all'uscita dalla povertà di parte della popolazione e all'uso per scopi industriali.

Quattro grandi organizzazioni internazionali, il Global Green Growth Institute, l'OCSE, l'UNEP e la Banca Mondiale, hanno firmato l'11 gennaio a Città del Messico un protocollo d'accordo per la creazione della *Piat-taforma di conoscenza sulla crescita verde*, iniziativa che mira a identificare e a colmare le principali lacune nella conoscenza teorica e pratica in materia di crescita verde.

È stato pubblicato il 25 gennaio *Green Economy in a Blue World*, rapporto dell'UNEP sulla *green economy* applicata agli ecosistemi marini e costieri, realizzato in collaborazione con il Programma di Sviluppo delle Nazioni Unite (UNDP), l'Organizzazione per l'Alimentazione e l'Agricoltura (FAO), l'Organizzazione marittima internazionale (IMO), il Dipartimento degli Affari Economici e Sociali delle Nazioni Unite (UN-DESA), l'Unione Internazionale per la Conservazione della Natura (IUCN) e il Centro WorldFish e GRID-Arendal. Il rapporto sottolinea il ruolo e l'importanza che ha l'ambiente marino e, più in generale, il mondo blu per la transizione verso la *green economy*, una economia a basso contenuto di carbonio e ad alta efficienza nell'uso delle risorse e indica strategie di protezione ambientale e opportunità di sviluppo economico sostenibile. La salute degli oceani è un valore inestimabile per lo sviluppo umano, ma nonostante gli sforzi finora compiuti, gli ecosistemi marini e costieri e la biodiversità marina continuano ad essere minacciati dalla pressione delle attività umane per una mancanza di *governance* globale degli oceani.

Dal canto suo l'OCSE ha pubblicato il 10 febbraio un nuovo rapporto nell'ambito della *Green growth strategy* dal titolo *Greening development: enhancing capacity for environmental management and governance*. Nel documento gli esperti, che si rivolgono principalmente ai Paesi in via di sviluppo, individuano alcune tappe chiave per inserire correttamente le sfide e le priorità di una crescita verde nei piani di sviluppo nazionali.

(Flavia Amato, Paola Cicchetti)



Le principali iniziative della Commissione Europea (CE) nel periodo dicembre 2011-febbraio 2012 riguardano:

- il lancio, in data 15 dicembre, del nuovo strumento pilota “**Environmental Technology Verification**” che mira a favorire l’accesso al mercato delle tecnologie ambientali innovative ed aiutare le imprese che operano nel settore della eco-innovazione. Il programma, che nella fase iniziale sarà incentrato sul trattamento e monitoraggio delle acque, materiali, rifiuti e risorse e tecnologie energetiche, garantirà una verifica indipendente dell’efficienza delle nuove tecnologie ambientali, aiutando i costruttori a dimostrare l’affidabilità delle prestazioni dichiarate e gli acquirenti a identificare le innovazioni più confacenti alle loro necessità.
- il varo, lo scorso 15 dicembre, del nuovo **Piano d’azione per l’ecoinnovazione (EcoAP)** che mira a promuovere un’innovazione in grado di ridurre la pressione sull’ambiente e di colmare il divario fra innovazione e mercato. L’EcoAP, che affonda le sue radici nel Piano d’azione per le tecnologie ambientali (ETAP), prevede misure nel settore degli incentivi legislativi, degli appalti pubblici e privati e della normalizzazione, e intende inoltre mobilitare un sostegno per le piccole e medie imprese (PMI);
- l’adozione, in data 15 dicembre, del Libro verde “Lighting the Future: Accelerating the Deployment of Innovative Lighting Technologies”;
- l’adozione, in data 21 dicembre, della proposta per il **Programma statistico europeo 2013-2017** (costituito da Eurostat e dagli istituti nazionali di statistica), mirato ad assicurare che nei prossimi anni vengano realizzate statistiche affidabili, comparabili ed economicamente convenienti;
- la proposta del 21 dicembre di

istituire un “Programma di Ricerca Supplementare” ai sensi del Trattato Euratom per il contributo dell’UE al **progetto ITER 2014-2018** in modo tale che l’Europa sia in grado di onorare i suoi obblighi internazionali nei confronti del progetto ITER. Tale proposta risponde alla Comunicazione della Commissione “A Budget for Europe 2020” che ha proposto di finanziare questo contributo al di fuori del Quadro Finanziario Pluriennale (“MFF”) dopo il 2013;

- l’adozione, in data 22 dicembre, della decisione che istituisce una **rete eHealth**, come previsto dalla direttiva sui diritti dei pazienti relativi all’assistenza sanitaria transfrontaliera, che fornisca soluzioni valide ed innovative per la fornitura di una migliore assistenza sanitaria per tutti gli europei. L’obiettivo è quello di garantire l’interoperabilità a livello di UE dei sistemi sanitari elettronici e un maggiore impiego di eHealth;
- la Comunicazione del 22 dicembre sulla “**Roadmap for moving to a low carbon economy in 2050**” che delinea la tabella di marcia per ridurre globalmente le emissioni di carbonio entro il 2050 (80-95% di gas serra in meno rispetto al 1990) indicando fasce di riduzione delle emissioni per alcuni settori chiave (elettricità, industria, trasporti, residenziale e servizi, agricoltura) per il 2030 e il 2050;
- il lancio, lo scorso 24 gennaio, della campagna di comunicazione CAP@50 volta a celebrare il cinquantesimo **anniversario della politica agricola comune (PAC)**. La campagna di comunicazione, durerà un anno;
- la proposta del 25 gennaio di una riforma globale della normativa UE del 1995 in materia di **protezione dei dati** con lo scopo di rafforzare i diritti della privacy on line e stimolare l’economia digitale europea. Rientrano nel pacchetto di riforma una comunicazione strategica in cui la Commissione fissa gli obiettivi, e due proposte legislative;
- la “Energy Roadmap 2050” fa parte delle iniziative previste per il 2011 nella Comunicazione del 26 gennaio intitolata “**A resource ef-**

ficient Europe – Flagship initiative of the Europe 2020 strategy”. Quest’ultima iniziativa fa parte delle sette previste di Europa 2020 delinea il quadro strategico e integrato per un uso efficiente delle risorse indicando una serie di settori e iniziative da adottare a livello comunitario, quali le agende per le politiche del clima, trasporto, energia ed innovazione, la riforma delle politiche agricole e della pesca, la biodiversità, le materie prime ed altre politiche relative alle risorse;

- il lancio, in data 1 febbraio, del “**2012 EU-China Year of Intercultural Dialogue**” che ha lo scopo di rafforzare il dialogo interculturale e lo scambio di conoscenze tramite una serie di scambi culturali, eventi e progetti su varie tematiche di interesse comune;
- la proposta di semplificazione per accedere più facilmente ai fondi europei con la Comunicazione del 8 febbraio “**A simplification agenda for the 2014-2020 MFF**”, nella quale viene definito un set coerente di 57 proposte legislative semplificative per il Quadro Finanziario Pluriennale 2014-2020 che dovrebbero essere adottate alla fine del 2013 per rendere operativi i nuovi programmi a partire da gennaio 2014;
- la firma, il 10 febbraio, di una dichiarazione congiunta tra la Commissione europea ed il governo indiano sulla cooperazione per la ricerca e l’innovazione con lo scopo di rafforzare le relazioni tra l’Europa e l’India verso una **partnership indo-europea sulle grandi sfide sociali** (ambiente, energia, salute, cibo, risorse idriche, materie prime, sicurezza, trasporto e mobilità);
- l’adozione, in data 13 febbraio, della “**Strategy for a sustainable bioeconomy to ensure smart green growth in Europe**” per indirizzare l’economia europea verso un uso più ampio e sostenibile delle risorse biologiche rinnovabili per produrre alimenti e mangimi sicuri e sani, delle risorse energetiche, materiali ed altri prodotti. Il piano si incentra su tre aspetti chiave della bioeconomia quali lo sviluppo di nuove tecnologie e processi produttivi, lo svilup-

po di mercati e competitività nei diversi settori e lo stimolo ad una maggiore collaborazione tra i responsabili politici e le parti interessate.

Tra le **consultazioni pubbliche** avviate nell'ultimo periodo dalla CE, occorre menzionare quella del **1 febbraio sulle politiche dell'UE sul consumo e sulla produzione** che rimarrà aperta sino al 3 aprile. Allo scopo di migliorare tali politiche, la consultazione prende in considerazione quattro settori quali la progettazione dei prodotti, il riciclaggio e la gestione dei rifiuti; gli appalti pubblici ecologici; le azioni per migliorare l'efficienza ambientale dei prodotti; le azioni per il miglioramento dell'efficienza ambientale delle organizzazioni.

Riguardo il **futuro dell'illuminazione LED**, una delle tecnologie più versatili e più efficienti dal punto di vista energetico, è ancora aperta sino al 29 febbraio la relativa consultazione avviata il **15 dicembre**.

(Valerio Abbadessa)



dalle
Istituzioni nazionali

Efficienza energetica

Il CIPE, nella riunione del 20 gennaio, ha adottato delibere relative al Piano nazionale di edilizia abitativa e scolastica, con una serie di stanziamenti mirati alla riqualificazione degli edifici scolastici in termini di efficientamento energetico.

È stato ufficialmente presentato dai Ministri dell'Ambiente e dello Sviluppo economico il Fondo rotativo di Kyoto. Il Fondo stanziava 600 milioni di euro di finanziamenti a un tasso del 0,5% alle piccole e medie imprese ma anche enti pubblici e privati per abbassare le emissioni di CO₂. Al fondo si potrà accedere attraverso la Cassa Depositi e Prestiti che permette di investire in tecnologie e in sistemi per efficienza energetica. In particolare con la micro-trigenerazione (elettricità, calore e fresco), rivolta alle Università, ospedali, condomini o piccole industrie si crea un mecca-

nismo per cui l'efficienza si raddoppia. È un meccanismo virtuoso che mette a disposizione liquidità e che si autoalimenta. Un meccanismo che può fare da deposito anche per le risorse derivanti dal mercato delle emissioni.

Ambiente

Ripartono gli interventi per fronteggiare il dissesto idrogeologico. Il CIPE, nella riunione del 20 gennaio, ha infatti deliberato stanziamenti che consentiranno al Ministero dell'Ambiente e alle Regioni del sud (Basilicata, Calabria, Campania, Molise, Puglia, Sardegna e Sicilia) di attuare interventi di difesa del suolo per oltre 749 milioni di euro, previsti negli accordi di programma che definiscono le priorità di intervento. Inoltre sono stati deliberati per le Regioni del centro nord altri 130 milioni di euro che consentono l'attuazione degli accordi di programma stipulati con le amministrazioni regionali.

Politiche comunitarie

È all'esame del Parlamento la "Legge Comunitaria 2011". In fase di approvazione presso la Camera dei Deputati, è stata inserita anche la delega per l'attuazione della Direttiva 2011/70/Euratom del Consiglio del 19 luglio 2011, che istituisce un quadro comunitario per la gestione responsabile e sicura del combustibile nucleare esaurito e dei rifiuti radioattivi.

Azioni per la crescita

Il Consiglio dei Ministri ha approvato nei mesi di gennaio e febbraio due importanti decreti-legge finalizzati alla crescita e alla semplificazione di processi amministrativi. In particolare, nella riunione del 20 gennaio, ha adottato il cosiddetto "Decreto Liberalizzazioni" contenente un pacchetto di riforme strutturali per la crescita. I principali punti del decreto comprendono: norme generali sulle liberalizzazioni; tutela dei consumatori; servizi professionali; energia; servizi pubblici locali; servizi bancari e assicurativi; autorità di regolazione dei trasporti; finanza di progetto e nuove misure per infrastrutture ed edilizia taxi, strade e contratti ferroviari; funzionamento del mercato unico; diritti aeroportuali. Nel capitolo "Energia" sono previste disposizioni riguardan-

ti l'accelerazione delle procedure per lo smantellamento degli impianti nucleari dismessi e il rafforzamento della sicurezza dei rifiuti nucleari.

Il secondo decreto è il cosiddetto "Decreto Semplificazioni", che contiene un articolato pacchetto di interventi volto ad alleggerire il carico degli oneri burocratici gravanti sui cittadini e sulle imprese e a stimolare lo sviluppo di alcuni settori strategici. Tra le misure previste, anche un riordino della disciplina e dello snellimento delle procedure per la ricerca scientifica e tecnologica, semplificazioni in materia ambientale, norme in materia di agenda digitale e sviluppo dei settori ricerca e istruzione, turismo e infrastrutture energetiche, approvazione di un "Piano nazionale di edilizia scolastica" nonché adozione di misure per il miglioramento dell'efficienza degli usi finali di energia negli edifici adibiti a istituzioni scolastiche, università ed enti di ricerca.

Entrambi i decreti-legge si trovano all'attenzione del Parlamento per la conversione in legge.

(Laura Migliorini)



dai
Giornali

La crisi globale continua a riempire le pagine dei giornali. In Italia il 2011 è stato caratterizzato dall'incertezza, dovuta non solo alla crisi economica ma anche a quella politica; gli argomenti con cui si apre il 2012 riguardano il pacchetto "liberalizzazioni", "semplificazioni", la riforma delle pensioni, la riforma del lavoro, tutte tematiche che interessano da vicino la vita degli italiani.

Rinnovabili

L'anno si apre con il ripristino degli incentivi per l'efficienza nel decreto "Salva-Italia". In questi primi mesi dell'anno il ministro dell'Ambiente Clini si è espresso in favore del fatto che il bonus del 55% diventi "strutturale" ed ha "sbloccato" i 600 milioni del fondo rotativo per Kyoto dando

uno stimolo forte a tutta la filiera della sostenibilità; il ministro Passera, dal canto suo, ha parlato della necessità di definire una strategia energetica per il paese a medio-lungo termine, tenendo conto che il gas è oggi la nostra fonte principale. Parlando di gas, la stampa ha seguito attentamente la vicenda che ha portato alla separazione di Eni dalla Snam. Grande spazio, come sempre, ai temi della *green economy* e grande evidenza viene data ai lavori di presentazione del primo rapporto sull'efficienza energetica dell'ENEA, grazie anche alla partecipazione di importanti esponenti politici e del settore.

Nucleare

I riflettori dei media si sono spenti su Fukushima, molti grandi paesi europei, (Germania, Spagna, Svizzera, Belgio, Italia) hanno deciso l'uscita dal nucleare, ma, mentre da una parte, si stanno ancora valutando i costi e si stanno aprendo le porte del nuovo business del *decommissioning* nucleare, dall'altra si assiste ad una vera e propria "inversione di tendenza" verso il nucleare. In molti si sono resi conto che del nucleare non si può fare a meno. È il caso degli USA, dove dopo 32 anni di fermo il 9 febbraio la Nuclear Regulatory Commission ha concesso l'autorizzazione alla costruzione di una centrale nucleare in Georgia. Non si sono mai fermate la Russia, e la Gran Bretagna, per non parlare di altri paesi come Finlandia, Repubblica Ceca, Slovenia e Bulgaria. La Cina, dopo una breve moratoria, è pronta a riavviare il suo ambi-

zioso programma di potenziamento nucleare; si stima che, per tenere il passo con i suoi consumi di energia, entro la metà del secolo, Pechino dovrà costruire altri 200 nuovi reattori nucleari. In Italia, invece, è stata soppressa l'Agenzia per la Sicurezza nucleare. Intanto, in primavera i capi di Stato e di governo di una cinquantina di paesi si ritroveranno a Seul per rinnovare il loro impegno per la sicurezza e la non proliferazione nucleare.

Ricerca

A fine dicembre 2011 viene emanato il nuovo decreto ministeriale che regola i finanziamenti per la ricerca universitaria (PRIN) e quella di base dei giovani ricercatori (FIRB giovani). Ne segue un acceso dibattito tra chi vede emergere trasparenza e merito dai bandi promossi dal ministro dell'Istruzione, Università e Ricerca Profumo e chi ci vede una penalizzazione ai danni delle università piccole e non "generaliste".

Sempre acceso anche il dibattito sulla fuga dei cervelli, sul valore legale del titolo di studio, sull'efficacia delle lauree triennali. Pioggia di critiche sono andate al viceministro al Lavoro Martone per le parole usate verso i giovani che a 28 anni non sono ancora laureati.

Critiche sono state rivolte anche ai due ministri Profumo e Clini per l'incompatibilità e il conflitto di interessi dovuto ai loro doppi incarichi. Per quel che riguarda la ricerca vera e propria, molto si è parlato della cosiddetta "particella di Dio". Due ri-

cercatori italiani hanno annunciato di aver trovato le prime tracce del fondamentale "bosone di Higgs", che è alla base della formazione dell'universo.

Ambiente

Continuano le analisi sui risultati dei negoziati di Durban, si fanno i primi bilanci. Il Canada si ritira dal Protocollo di Kyoto in attesa di un accordo globale e definitivo da concludere entro il 2015.

Evento altamente mediatico è il naufragio della nave da crociera *Concordia*. Si cerca di evitare il disastro ambientale. Numerosi gli interventi del ministro dell'Ambiente Clini, viene decretato lo stato di emergenza, 2380 tonnellate di gasolio minacciano l'arcipelago Toscano, corsa contro il tempo per svuotare i serbatoi. In primo piano anche i terremoti nel nord-Italia e il Rapporto di Legambiente (Ecosistema rischio 2011) secondo cui l'85% dei Comuni italiani è esposto al rischio idrogeologico; il 2011 è stato considerato l'anno record per le catastrofi naturali. Nel mese di gennaio il ministro Clini è volato a Bruxelles per incontrare il commissario europeo Potocnik e per tentare di evitare la maxi-multa UE per il disastro rifiuti in Campania.

(Laura Di Pietro)

1 2 3 4
5 6 7 8
9 10 11**Calendario eventi****■ SIXTH WORLD WATER FORUM**

Obiettivo del Forum è quello di affrontare le sfide mondiali e mettere l'acqua al centro di tutte le agende politiche.

12-17 marzo, Marsiglia, Francia

www: <http://www.worldwaterforum6.org/>

■ IEA WORKSHOP: BUILDINGS ENERGY EFFICIENCY POLICIES

Scopo del workshop promosso da IEA e WBCSD è quello di individuare le leve per superare le barriere all'attuazione di politiche di efficienza energetica per gli edifici condotte dalle autorità locali.

16 marzo, Parigi, Francia

http://www.iea.org/work/workshopdetail.asp?WS_ID=550

■ PLANET UNDER PRESSURE

Conferenza scientifica internazionale focalizzata sulle soluzioni alla sfida della sostenibilità globale. Si farà riferimento al rapporto finale del Global Sustainability Panel, istituito dal Segretariato generale ONU. La Conferenza si proporrà come guida scientifica della Conferenza Rio+20 che si terrà a giugno.

26-29 marzo, Londra, Gran Bretagna

<http://www.planetunderpressure2012.net/>

■ THIRTEENTH SESSION OF THE UN CONFERENCE ON TRADE AND DEVELOPMENT (UNCTAD XIII)

La 13° Sessione UNCTAD si terrà sul tema della globalizzazione centrata sullo sviluppo e la crescita sostenibile.

21-26 aprile, Doha, Qatar

<http://www.unctad.org/Templates/meeting.asp?intItemID=1942&lang=1&m=21643&info=highlights>

■ THIRD WORKSHOP ON WATER AND CLIMATE CHANGE ADAPTATION IN TRANSBOUNDARY BASINS

Organizzato dalla UN Economic Commission for Europe (UNECE), al fine di scambiare esperienze sulle strategie di adattamento ai cambiamenti climatici e le migliori pratiche da seguire per gestire i bacini transfrontalieri.

25-26 aprile, Ginevra, Svizzera

http://www.unece.org/env/water/transboundary_adaptation_workshop_2012

■ SUSTAINABLE BIOMASS FOR ELECTRICITY CONFERENCE (SB4E)

La Conferenza intende puntare sulle biomasse come strumento fondamentale per la decarbonizzazione del sistema energetico globale. In particolare, sullo sviluppo a larga scala della biomassa sostenibile per la produzione di energia elettrica.

2-4 maggio 2012, Güssing, Austria

<http://www.un-energy.org/stories/1577-upcoming-sustainable-biomass-for-electricity-conference>

■ RESILIENT CITIES 2012: 3RD GLOBAL FORUM ON URBAN RESILIENCE AND ADAPTATION

Il terzo Congresso sarà incentrato sul problema delle infrastrutture urbane come elementi chiave per costruire città "resilienti", in cui acqua, sicurezza alimentare, energie rinnovabili cittadine e sicurezza dell'area urbana siano correlate e integrate nel progetto urbano.

12-15 maggio, Bonn, Germania

<http://resilient-cities.iclei.org/?id=329>

■ WORLD RENEWABLE ENERGY FORUM 2012

Il forum, nel sottolineare il ruolo crescente delle fonti rinnovabili, affronta la questione della loro integrazione nell'infrastruttura energetica.

13-17 maggio, Denver (Colorado), USA

http://ases.org/index.php?option=com_content&view=article&id=156&Itemid=53

■ WORLD CONGRESS ON WATER, CLIMATE AND ENERGY

Organizzato dalla International Water Association per esaminare come le politiche di adattamento e mitigazione del cambiamento climatico possano essere incorporate a livello cittadino.

13-18 maggio, Dublino, Irlanda

<http://iwa-wcedublin.org>

(Giuliano Ghisu)



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI PADOVA



5^A EDIZIONE DEL

FORUM RICERCA INNOVAZIONE IMPRENDITORIALITÀ 2012

Riparte la nuova edizione del RieForum, la prestigiosa iniziativa dell'Università degli Studi di Padova, che propone innovativi progetti pensati per giovani talenti della ricerca. Due gli appuntamenti da non perdere:

La Notte della Scienza

VENERDÌ 23 MARZO 2012

*Italia - Stati Uniti, andata e ritorno.
Le opportunità per i giovani ricercatori*

La Notte della Scienza, giunta alla terza edizione, è un'iniziativa aperta al grande pubblico per dibattere su alcuni importanti temi della scienza, della ricerca e di comunicazione della scienza.

L'edizione 2012 è realizzata in collaborazione con ISSNAF (Italian Scientists and Scholars in North America Foundation), organizzazione senza fini di lucro, costituita per promuovere l'interazione scientifica, accademica e tecnologica tra gli italiani attivi in Nord America e il mondo della ricerca in Italia. Fondata nel 2008 da alcuni dei più eminenti scienziati e accademici italiani in Nord America, tra i quali quattro Premi Nobel.

Ospite d'onore de La Notte della Scienza2012 sarà il Prof. Alberto L. Sangiovanni Vincentelli, della University of California at Berkeley e membro di ISSNAF. Tra i protagonisti della serata ci saranno inoltre alcuni giovani talenti della ricerca con esperienza internazionale. Obiettivo della serata è quello di creare le basi per istituire nuove e proficue collaborazioni e comprendere gli aspetti fondamentali della ricerca internazionale.

La notte della scienza 2012 è aperta a chiunque sia interessato ad approfondire il tema della ricerca e dell'innovazione nel nostro Paese.

La serata si terrà presso il Centro Culturale Altinate/San Gaetano, Padova, il 23 marzo alle ore 21.00. La partecipazione è libera su iscrizione online.

Per informazioni sul programma www.rieforum.org/scienza

In collaborazione con



GIOVANI INNOVATORI 2^a edizione

VENERDÌ 30 MARZO 2012

Seconda edizione italiana dell'ambito premio della rivista del MIT, Technology Review, dedicato ai migliori cervelli italiani: TR35-Giovani Innovatori. Dopo il fortunato successo della prima edizione, TR35-GI propone una giornata dedicata a scoprire chi sono i dieci ricercatori e innovatori 2012. Nelle università, nei centri di ricerca e nelle imprese.

TR35-Giovani Innovatori intende premiare giovani italiani under 35 che hanno sviluppato una nuova tecnologia o hanno utilizzato paradigmi tecnologici già noti in maniera innovativa o che hanno sviluppato nuovi servizi o risolto problemi rilevanti per la società.

La giornata, che vedrà la partecipazione anche di illustri ospiti nazionali ed internazionali, si terrà nella prestigiosa Aula Magna, Palazzo del Bo, Università di Padova, il 30 marzo 2012, alle ore 9.30. La partecipazione è libera su iscrizione online.

Per informazioni sul programma www.rieforum.org/tr35gi

In collaborazione con



**energia
ambiente
e innovazione**

bimestrale dell'ENEA

anno 58

gennaio - febbraio 2012