

ENERGIA, AMBIENTE E INNOVAZIONE

ANNO 52

LUGLIO-AGOSTO 2006

Il contenuto degli articoli pubblicati è di esclusiva responsabilità degli autori.
La riproduzione di articoli o parte di essi deve essere autorizzata dall'ENEA.

Finito di stampare nel mese di agosto 2006

Direttore responsabile Mauro Basili

Comitato tecnico Osvaldo Aronica, Paola Batistoni,
Vincenzo Di Majo, Stefano Giammartini, Rino Romani, Emilio Santoro

Coordinamento Comitato tecnico Alida La Croce

Collaboratori Fausto Borrelli, Giuliano Ghisu, Paola Molinas, Paolo Monaci

Responsabile editoriale Diana Savelli

Responsabile Comitato tecnico Flavio Conti

Ufficio editoriale ENEA

Lungotevere Thaon di Revel 76, 00196 Roma, Tel. 06-36272401, Fax 06-36272720
E-mail/lacroced@sede.enea.it, Sito web/www.enea.it

Progetto grafico Bruno Giovannetti

In copertina C.R. ENEA di Frascati, macchina sperimentale Tokamak FTU

Stampa Tipografia Primaprint, Via dell'Industria n. 71, 01100 Viterbo

Registrazione Tribunale Civile di Roma
Numero 6047 del 2 dicembre 1957 del Registro Stampa. Modifiche in corso

Pubblicità Primaprint srl

Abbonamento annuale Italia € 21,00, Estero € 21,00; una copia € 4,20
C.C.P. n. 59829580 intestato a Primaprint srl
Via dell'Industria, 71 - 01100 Viterbo - Tel. 0761-353676 - Fax 0761-270097
e-mail: info@primaprint.it

www.enea.it

ENEA

www.enea.it

4

EDITORIALE

EDITORIAL

Mauro Basili

6

L'ENEA PER IL RISPARMIO ENERGETICO

ENEA FOR ENERGY CONSERVATION

*Emilio D'Errico***PRIMO PIANO**

Comprendere e gestire le tendenze in atto nel mondo energetico tenendo in conto gli accordi internazionali e le condizioni del mercato, ma perseguendo responsabilmente l'esigenza di tecnologie energetiche efficienti e pulite: questi gli obiettivi dell'approccio sistemico ENEA per migliorare l'efficienza energetica italiana. Una proposta per contribuire a creare uno strumento legislativo/normativo di governo della trasformazione ed una piattaforma tecnologica per attuarla in collaborazione con il network industriale

Understanding and managing current trends in the energy work, taking account of international accords and market conditions but responsibly pursuing the need for efficient and clean energy technologies: these are the goals of ENEA's systemic approach to improving energy efficiency in Italy. A proposal to help create a legislative/regulatory tool to govern the transformation and a technological platform to implement it in collaboration with the industrial network

29

IL RAPPORTO DEL CHERNOBYL FORUM

THE CHERNOBYL FORUM REPORT

Paola Batistoni

A vent'anni dall'incidente nella centrale nucleare bielorusa è stato pubblicato il rapporto "The Legacy of Chernobyl: Health, Environmental and Socioeconomic Impacts". Basato sui lavori di un centinaio di scienziati, economisti e specialisti in campo sanitario, il rapporto, pubblicato dal Chernobyl Forum e del quale proponiamo ampi stralci, valuta fino ad oggi le conseguenze su radioattività ambientale, salute umana ed aspetti socio-economici, del più grave incidente nucleare della storia

Twenty years after the accident at the nuclear power plant in Belarus, the Chernobyl Forum has published a report titled "The Legacy of Chernobyl: Health, Environmental and Socioeconomic Impacts". Based on the work of around a hundred scientists, economists and health specialists, the report – of which we publish lengthy excerpts – describes the effects produced so far on environmental radioactivity, human health, society and the economy by the worst nuclear accident in history

45

LA METROLOGIA NELLO SVILUPPO DELLE ATTIVITÀ UMANE
METROLOGY AND ITS IMPACTS ON HUMAN ACTIVITIES CERTIFICATION*Raffaele Fedele Laitano***OSSERVATORIO SU**

La domanda di accuratezza e di affidabilità nei diversi settori di misura è crescente nel tempo. Questa domanda, a sua volta, richiede con continuità lo sviluppo di nuovi campioni sempre più accurati e di nuove procedure di taratura. In questo articolo viene presentato il ruolo che l'ENEA svolge come Istituto Metrologico Primario nel settore delle radiazioni ionizzanti. Altri articoli, relativi all'attività dei Centri ENEA come centri secondari di taratura (SIT) nei diversi settori di interesse, saranno presentati nel prossimo numero della rivista

The growing needs of accuracy required for measurements in most sectors of human activities makes metrology a prerequisite for improving industrial production as well as human health and environmental protection. This article outlines the metrology organisation at the international level and describes role and activities of the National Institute of Ionising Radiation Metrology (INMRI), the Italian national metrological institute. The INMRI is an institute belonging to ENEA that has the task to develop and maintain the national primary standards for ionising radiation measurement. In its forthcoming issue this journal will present the activities carried out by some laboratories operating at ENEA as secondary calibration centres in various fields of measurement

66

STUDI & RICERCHE

LA CERTIFICAZIONE ENERGETICA DEGLI EDIFICI RESIDENZIALI ENERGY CERTIFICATION OF RESIDENTIAL BUILDINGS 192/2005

Vincenzo Lattanzi

La certificazione energetica degli edifici è una tappa fondamentale per qualsiasi politica di miglioramento della prestazione energetica degli edifici in fase di progettazione/ristrutturazione. Tuttavia per rappresentare un efficace strumento di mercato devono essere presi in considerazione alcuni elementi di cruciale importanza esaminati per l'emanazione della direttiva sul rendimento energetico in edilizia e l'emanazione del DLgs 19 agosto 2005 n. 192

Energy certification is a fundamental step for any policy aimed at improving the energy performance of new or remodelled buildings. It is also a tool that can transform the real estate market by giving potential buyers or tenants objective information on the energy performance of housing they may be interested in. However, to define a nation-wide building energy certification system for Italy that will prove an effective market tool, certain crucial matters, identified during the debate that preceded and followed the issuance of the relevant EU directive and of Legislative Decree 192/2005, will have to be weighed and, where necessary, clarified. The considerations and proposals summarised in this article can provide support for the Ministry for Economic Development's formulation of national guidelines on the energy certification of buildings

78

APPUNTI DI

RADIOPROTEZIONE RADIOPROTECTION

A cura di Emilio Santoro

80

SCIENZA, TECNICA, STORIA & SOCIETÀ

KAPP E MC LUHAN: "HOMO TECHNICUS" E "SPOSA MECCANICA"(II) KAPP AND MC LUHAN: "HOMO TECHNICUS" AND "THE MECHANICAL BRIDE" (II)

A cura di Fausto Borrelli

Riprende il viaggio con Mc Luhan dalla "sposa meccanica" alla "galassia Gutenberg", dal "villaggio globale" a "il mezzo è il messaggio"

Journeying with McLuhan from the "mechanical bride" to the "Gutenberg galaxy," from the "global village" to "the medium is the message"

87

CRONACHE

- dal Mondo
- La sicurezza energetica globale **87**
 - Slitta l'avvio della centrale nucleare finlandese **87**
 - Efficienza nell'illuminazione **87**
 - La politica energetica danese **87**

- dall'Unione Europea
- Robot europeo su Marte **89**
 - Riscaldamento e raffrescamento innovativi **89**
 - Iniziative per la Carta europea dei ricercatori **89**

- dall'Italia
- La programmazione economico-finanziaria 2007-2011 **90**

- dall'ENEA
- Un italiano alla guida del JET **94**
 - La costruzione del reattore a fusione ITER **94**

- Incontri
- Un premio per le energie alternative **95**
 - Informazione e sindrome NIMBY **95**
 - Emissioni di gas serra **95**

- Lettere
- Gender and Desertification **96**
 - Innovazione e cultura **96**

La rivista "Energia, Ambiente e Innovazione" ha cambiato il Direttore responsabile e istituito un Comitato tecnico. Si tratta di avvicendamenti fisiologici, ma capitano in un particolare momento della vita dell'ENEA: si profila infatti, all'orizzonte di questo importante ente pubblico di ricerca, la fine di un non breve periodo di instabilità e di crisi programmatica. I segnali provengono dalla determinazione con cui gli attuali vertici dell'Ente stanno ridefinendo i rapporti con il sistema produttivo, sociale e culturale del Paese e ristabilendo le condizioni per una "ordinaria" gestione delle attività dei laboratori e dei centri.

I ricercatori dell'ENEA, peraltro, non hanno mai smesso, in questi anni difficili, di produrre importanti risultati scientifici che la rivista, da parte sua, ha cercato di registrare e diffondere con puntualità; così come oggi essa non può non registrare la tenace volontà dell'Ente di affermare il proprio ruolo nel Paese, in un momento in cui si chiede al mondo della ricerca di essere più vicino alle attuali esigenze del sistema produttivo per il rilancio della competitività della società italiana.

In questo contesto, il Comitato tecnico, pur consapevole del buon lavoro finora prodotto nella conduzione di questo bimestrale, ha deciso di apportare alcuni cambiamenti nella veste editoriale della rivista. Essi saranno introdotti gradualmente e risulteranno più evidenti con i prossimi numeri. Anche la mailing list è in corso di revisione al fine di raggiungere una diffusione più capillare presso i sistemi di rappresentanza del mondo economico-produttivo, della Pubblica Amministrazione e della ricerca e, in alcuni ambiti, della scuola.

Le finalità della rivista rimangono ovviamente le stesse: fornire approfondimenti su temi di attualità scientifica e tecnologica nei settori istituzionali dell'Ente, sottolineandone le competenze specifiche, e informare sulle attività dell'ENEA, riportando i risultati più significativi ottenuti nei settori di competenza (energia, ambiente, innovazione ma anche servizi alla Pubblica Amministrazione, formazione, incubazione d'impresa).

Ciò che cambia è lo sfondo su cui simili finalità si proiettano: quello determinato dalla legge di riordino dell'ENEA che richiede all'Ente il supporto alla competitività e allo sviluppo sostenibile del sistema paese.

La rivista deve divenire anch'essa uno strumento per simili azioni di supporto. L'Ente ha il compito di saper rintracciare la domanda di ricerca e innovazione che proviene, non sempre lucidamente e organicamente, dai protagonisti dello sviluppo del Paese; la rivista ha il compito di saper cogliere nelle attività dell'Ente gli aspetti che hanno maggiore e diretto interesse e restituirli a tali operatori con la più ampia valenza. E' con questa ottica che troveranno spazio nel periodico anche i contributi scientifici provenienti dalle società partecipate dell'ENEA in modo da offrire al lettore il più ampio spettro di iniziative dell'Ente, che vanno dalle ricerche fondamentali agli interventi applicativi a ridosso delle esigenze delle imprese. La rivista presenterà, attraverso alcune rubriche, facilities proprie dell'Ente (laboratori, impianti, strumentazioni, esperimenti) con lo scopo di informare i lettori di quanto è a disposizione del sistema territoriale su cui insistono i centri dell'ENEA.

Obiettivo della rivista è anche quello di ampliare gli argomenti, che verranno via via trattati, anche attraverso importanti contributi di autorevoli esperti nazionali ed internazionali sulle tematiche istituzionali dell'Ente. Tali contributi, proprio grazie alla loro provenienza esterna garantiranno al lettore una più ampia informazione e testimonianza di interessi.

La rivista ha, comunque, una più grande ambizione: dimostrare che l'impegno e la creatività dei ricercatori non sono indirizzati esclusivamente alla risoluzione dei pur importanti problemi che i soggetti attivi nello sviluppo del territorio pongono oggi all'Ente, ma anche allo studio dei problemi scientifici che, non molti anni fa, si sarebbero detti di medio-lungo termine. Anch'essi sono, e devono sempre essere, il risultato della domanda di ricerca del Paese, ma in una prospettiva temporale che sia in grado di anticipare le future condizioni di vincolo e di opportunità di sviluppo. Oggi questi appuntamenti della scienza sono per lo più inquadrati in una griglia di programmi strategici che vengono definiti a livello nazionale e comunitario. E' in questo ambito che si pone la sfida più ardua: si tratta di percorrere uno stretto passaggio editoriale tra due territori presidiatissimi, quello delle riviste scientifiche e quello dei notiziari aziendali. "Energia, Ambiente e Innovazione" non vuole invadere né l'uno né l'altro dei territori ma rappresentare insieme a poche altre a livello europeo, un approccio alla comunicazione scientifica tutt'affatto originale. Senza indulgere ad una facile divulgazione, essa intende illustrare, con rispetto dell'intelligenza del lettore e della sua condizione culturale, non necessariamente specialistica, gli aspetti più importanti delle problematiche scientifiche su cui l'Ente è maggiormente impegnato.

Il Direttore Responsabile
Mauro Basili

energia, ambiente e innovazione

L'ENEA per il risparmio energetico

EMILIO D'ERRICO

ENEA
Assistente del Direttore Generale

primo piano

Comprendere e gestire le tendenze in atto nel mondo energetico tenendo in conto gli accordi internazionali e le condizioni del mercato, ma perseguendo responsabilmente l'esigenza di tecnologie energetiche efficienti e pulite: questi gli obiettivi dell'approccio sistemico ENEA per migliorare l'efficienza energetica italiana.

Una proposta per contribuire a creare uno strumento legislativo/normativo di governo della trasformazione ed una piattaforma tecnologica per attuarla in collaborazione con il network industriale

ENEA for energy conservation

Understanding and managing current trends in the energy work, taking account of international accords and market conditions but responsibly pursuing the need for efficient and clean energy technologies: these are the goals of ENEA's systemic approach to improving energy efficiency in Italy.

A proposal to help create a legislative/regulatory tool to govern the transformation and a technological platform to implement it in collaboration with the industrial network

In un momento di forti problematiche energetiche, l'efficienza energetica deve rappresentare uno dei mezzi più efficaci per ridurre le emissioni di gas a effetto serra e, inoltre, per il nostro Paese può risultare una risorsa fondamentale per ridurre la dipendenza dall'estero e per migliorare la competitività delle imprese. Nella giornata di studio "L'ENEA per il risparmio energetico", organizzata l'11 maggio a Roma, diversi specialisti hanno illustrato le loro esperienze come spunto per intraprendere nuove iniziative e per proporre modelli territoriali di integrazione tra produzione e consumo energetico; iniziative sostenibili da un punto di vista sia tecnologico sia economico e che, allo stesso tempo, valorizzino il ruolo dei distretti tecnologici e delle Pubbliche Amministrazioni locali.

Il Prof. Luigi Paganetto, in apertura del Workshop, ha sottolineato che il risparmio energetico deve essere visto in tutti i suoi aspetti, a cominciare dalle economie che possono realizzarsi nei settori più energivori dell'industria, dei servizi e delle attività legate alla logistica. Non dimenticando, però, che il settore in cui il consumo di energia cresce di più è quello dei trasporti. La scelta strategica consiste, allora, nell'intervenire nelle singole aree con un sistema di regolamentazioni e di incentivi/disincentivi: solo con un tale approccio complessivo si potranno realizzare gli obiettivi di risparmio energetico indicati dall'UE. Tali obiettivi richiedono investimenti in nuove tecnologie e azioni per spingere il mercato ad adottarle, con particolare riguardo alle piccole e medie imprese (PMI), nei confronti delle quali è necessario favorire una maggiore conoscenza delle opportunità tecnologiche disponibili.

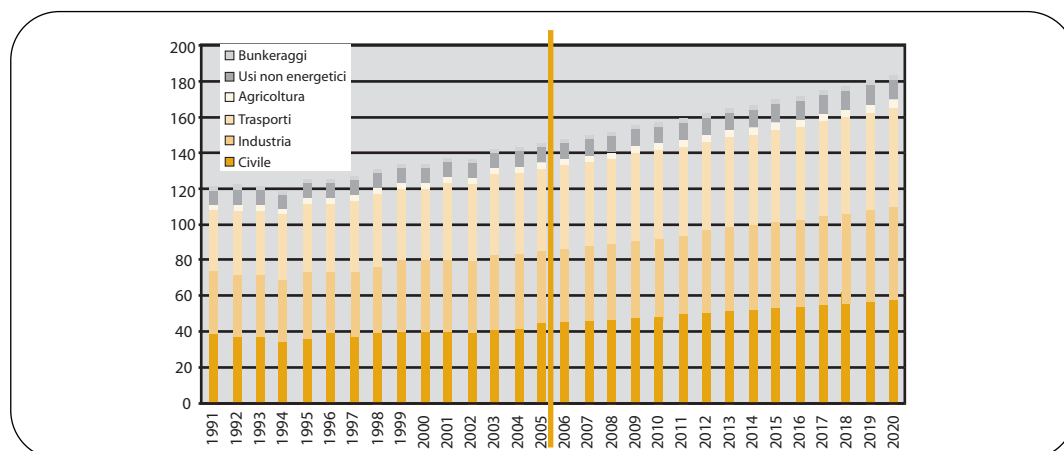
L'UE identifica nel sistema energetico il punto di snodo di diversi fattori connessi alla crescita dei mercati nazionali ed internazionali, il cui ruolo trainante sarà determinato dalla capacità di rispondere alla crescente domanda di energia sempre più decentrata sul territorio. Per realizzare il nuovo modello energetico-sociale promosso dall'UE è necessario affrontare una molteplicità di problematiche di tipo tecnologico, socio-economico e territoriale, normativo e legislativo. E l'ENEA, che ha competenze multidisciplinari nei settori dell'energia, dell'ambiente e delle nuove tecnologie, intende integrare queste problematiche con un approccio sistemico, con l'obiettivo di realizzare un "nuovo modello di energia sostenibile", da attuare in collaborazione con il sistema produttivo nazionale, la Pubblica Amministrazione e il mercato (produttori/consumatori).

Pubblichiamo una sintesi dell'intervento di apertura del Workshop.

La situazione dei diversi settori e le opportunità di efficienza energetica

Nonostante una crescita modesta dei livelli di attività e valori relativamente elevati del costo dell'energia, il sistema energetico italiano mostra una tendenza di medio periodo ad un aumento costante dei consumi energetici (con una crescita media annuale di circa l'1% fino al 2020) e delle emissioni (figura 1). A livello aggregato, infatti, alla pur modesta crescita dei livelli di attività non si accompagna un miglioramento delle caratteristiche "strutturali" del sistema (energia utile per livello di attività).

Figura 1
Impegni finali di
energia in Italia
Fonte: MAP



Il settore industriale

I consumi del *settore industriale* sono passati da 40,9 Mtep nel 2003 a 41,4 nel 2004, rappresentando il 28,9 % dei consumi nazionali. Il settore industriale dagli anni 70 ad oggi ha ridotto la propria intensità energetica del 45% (con segni evidenti di asintoticità) grazie all'abbandono delle produzioni più energivore, all'automazione dei processi, a recuperi e razionalizzazioni. Tuttavia negli ultimi anni si sta verificando una inversione di tendenza, caratterizzata dalla tenuta delle produzioni a più elevata intensità energetica e dal ridimensionamento delle produzioni a più bassi consumi specifici.

Per quanto riguarda le intensità energetiche settoriali, gli indicatori presentano una variabilità molto più grande rispetto alla media europea riflettendo la variabilità delle strutture produttive fra Paesi sia in termini di peso dei vari settori sul valore aggiunto totale, sia l'enfasi su produzioni differenti all'interno degli stessi settori.

Anche per l'insieme dell'industria l'Italia presenta un'intensità energetica un poco inferiore alla media UE ma pur sempre superiore a quella di Francia e Germania. I Paesi con l'industria più *energy-intensive* risultano essere la Finlandia, la Svezia, il Portogallo e il Belgio. Uno sguardo ai sottosettori dell'industria mostra che:

- nel *settore cartario* l'Italia presenta intensità energetiche inferiori alla media a causa della sua specializzazione sui prodotti cartotecnici più che per la sua efficienza nella produzione di carta, i cui principali produttori sono la Finlandia, la Svezia e la Norvegia. È interessante notare che in questo settore l'intensità energetica media europea è andata leggermente aumentando (come anche quella italiana);

- nel *settore chimico* l'Italia presenta intensità energetiche superiori alla media europea. Tuttavia nel periodo considerato, ed ancor più negli ultimi trenta anni, l'intensità energetica del settore è fortemente diminuita a seguito di un progressivo spostamento da una relativa specializzazione nella chimica primaria verso la chimica fine;
- nel *settore metallurgico* l'intensità energetica dell'Italia è superiore alla media UE, ma sostanzialmente in linea con quella di Paesi come la Francia e la Germania e decisamente inferiore a quella di Norvegia, Grecia, Belgio, Olanda e Svezia. La ragione di ciò è essenzialmente tecnologica: mentre questi ultimi Paesi producono prevalentemente acciaio da ciclo integrale con altoforno (AFO), l'Italia produce soprattutto acciaio da rottame con ciclo a forno elettrico (FEA);
- nei *minerali non metallici* l'Italia ha un'intensità energetica superiore alla media UE ed in particolare di quella di Germania e Francia, ma pari a circa la metà di quella della Grecia e largamente inferiore a quella del Portogallo e della Spagna;
- nel *settore meccanico* (che presenta un'intensità energetica caratteristicamente più bassa di quella delle lavorazioni di base) l'industria italiana ha un'intensità energetica superiore alla media europea ed inferiore solo a quella del Portogallo e del Regno Unito;
- nel *settore tessile* l'intensità energetica è leggermente superiore alla media UE ed è andata aumentando negli ultimi anni.

Per alcune produzioni caratteristiche come la carta, l'acciaio ed il cemento, il database ODYSSEE (cfr. riquadro) mostra che i consumi energetici unitari dei prodotti italiani sono un po' più efficienti della media dei prodotti europei ma questo non riflette, necessariamente, una maggiore efficienza energetica di produzioni identiche quanto, piuttosto, il fatto di partire da semilavorati (pasta di cellulosa, o rottami) invece che da materie prime vergini.

Vi sono settori, quindi, in cui è necessario apportare razionalizzazioni energetiche (produzione di materiali per l'edilizia, metallurgia) attraverso interventi di innovazione di processo e di prodotto collegati anche ad interventi di miglioramento delle prestazioni energetico-ambientali dell'intero ciclo produttivo (applicazione delle Best Available Technics – BAT e di metodologie di Life Cycle Assessment - LCA).

Il settore civile

I consumi del *settore civile* (residenziale e terziario) sono pari a 43,3 Mtep (il dato 2003 era 43,5 Mtep e la riduzione è dovuta essenzialmente a fattori climatici) e rappresentano il 30,1% dei consumi finali di energia primaria.

L'edificio assorbe una notevole quantità di energia sia durante la sua realizzazione, sia durante la sua vita per il funzionamento confortevole degli interni ed, in particolare, per la climatizzazione degli ambienti (riscaldamento e raffrescamento), la produzione di acqua calda sanitaria, la ventilazione, l'illuminazione, gli elettrodomestici (lavaggio, conservazione degli alimenti, divertimento, comunicazione), la cottura dei cibi ecc.

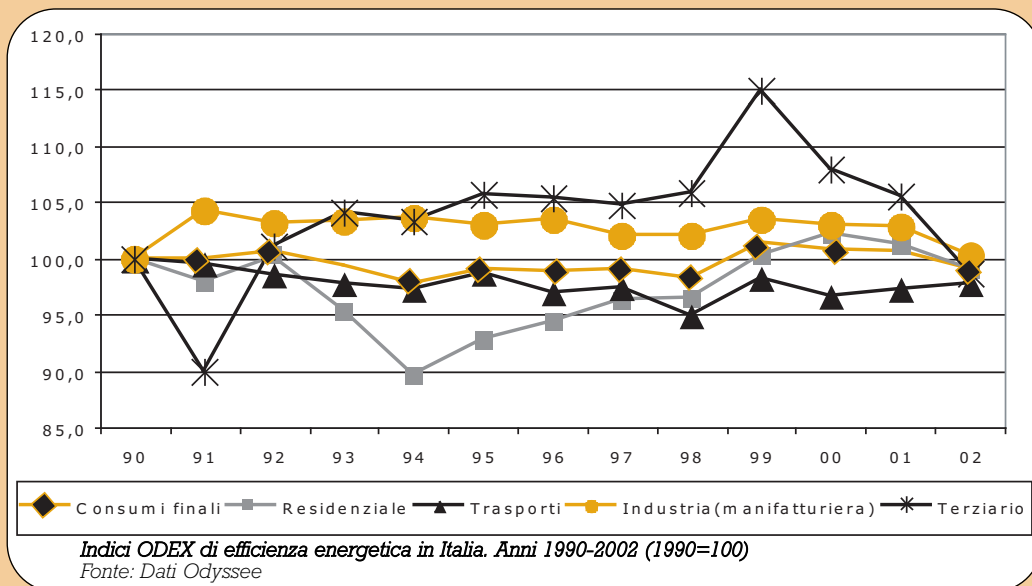
Complessivamente, il settore civile assorbe il 22% dei consumi totali di energia elettrica nel nostro Paese, con un *trend* in costante crescita.

Occorre, tuttavia, distinguere, all'interno del settore civile, la differente caratterizzazione dei consumi nei due sottosettori, residenziale e terziario, in particolare per quanto riguarda l'incidenza dei consumi di energia elettrica sul totale dei consumi energetici e sugli indicatori di prestazione (intensità energetica ecc.): si possono così individuare e valutare specifici interventi in grado di fornire risultati significativi per la riduzione dei consumi.

**necessità di
interventi di
innovazione
e di prodotto**

Indicatori di intensità energetica*

Gli indici ODEX (da ODyssee IndEX, calcolati nell'ambito del progetto europeo Odyssee-MURE a cui partecipa l'ENEA in rappresentanza dell'Italia), sono indici sintetici di efficienza energetica costruiti a partire da indicatori di consumo unitario dettagliati per uso finale, tipo di sistemi o apparecchiature, modalità di trasporto ecc., e ponderati per il loro peso sui consumi finali del settore. Gli indici hanno il 1990 come anno base, dunque un valore dell'indice inferiore a 100 per l'anno 2000 rappresenta un miglioramento dell'efficienza energetica nel settore considerato. La figura mostra l'andamento di tali indici per cinque settori in Italia.



* Se gli indicatori di intensità energetica vengono spesso letti e utilizzati come indicatori sintetici dell'efficienza energetica globale di un Paese o di un settore, occorre ricordare che un uso di questo tipo dovrebbe essere fatto con molta cautela. Gli indicatori di intensità energetica, infatti, rappresentano uno strumento relativamente grezzo che riflette l'effetto combinato di diversi fattori i quali possono anche avere andamento divergente, e di cui l'efficienza energetica delle tecnologie utilizzate è solo una componente. L'uso di energia in un dato settore può essere scomposto in vari fattori. Di questi i fattori più spesso analizzati sono: il livello di attività in un settore, il mix di attività ed i consumi di energia per unità di attività. Mentre i consumi energetici unitari costituiscono forse fra i fattori considerati il concetto più prossimo a quello di efficienza energetica, trattandosi di valori medi per un intero settore essi rappresentano l'efficienza delle tecnologie utilizzate ponderata con il mix di tecnologie prevalenti nel settore.

Per quanto concerne l'intensità energetica del settore residenziale il data base ODYSSEE fornisce degli indicatori di performance ma, per ovvie ragioni, non rapportati alla variabile PIL o al valore aggiunto. Da questi indicatori emergono alcune interessanti considerazioni. I consumi elettrici unitari per abitazione mostrano, innanzitutto, che questo indicatore a livello europeo è andato crescendo col tempo e col crescere dei redditi medi pro-capite. Rispetto a questo indicatore, l'Italia si posiziona non solo con un valore al di sotto della media ma con il valore più basso in assoluto. Tale fenomeno non sembra essere legato a variabili climatiche o di reddito quanto al fattore prezzi elettrici ed alla politica di tariffe particolarmente alte per le uten-

ze domestiche con potenza impegnata superiore ai 3 kW. Quest'ultima politica, portata avanti negli ultimi 40 anni in Italia, di fatto ha prefigurato un approccio di *demand side management ante litteram*.

Nel settore terziario l'intensità energetica finale rispetto al PIL risulta più bassa della media europea di circa il 25% e la più bassa dei Paesi dell'UE. La media UE, tuttavia, mostra un *trend* in diminuzione, mentre il valore dell'indicatore per l'Italia è rimasto stabile nell'ultimo decennio. Inoltre, quando l'intensità energetica viene corretta per i fattori climatici, la prestazione italiana appare meno eccezionale assestandosi poco al di sotto della media europea ma con un *trend* in crescita. Per l'Italia i consumi elettrici per addetto nel settore terziario risultano in crescita come per il resto dell'UE, ma si situano quasi il 30% sotto la media, fra i valori più bassi. Raffrontando i consumi elettrici ai consumi energetici negli usi finali del settore terziario, si ottiene che essi rappresentano circa il 45%, con un *trend* di crescita ben più elevato rispetto al settore residenziale. I consumi energetici per addetto, corretti per i fattori climatici, mostrano andamenti analoghi e un posizionamento di questo settore in Italia fra i valori più bassi nella UE.

L'attività edilizia ha per l'Italia una notevole rilevanza economica ed occupazionale. La ristrutturazione edilizia, la riqualificazione delle periferie, insieme alla nuova edilizia, costituiscono una grande opportunità da cogliere per l'introduzione di metodologie e tecnologie più avanzate per migliorare l'efficienza energetica, il miglioramento del comfort interno e la riduzione dell'impatto ambientale.

Gli edifici esistenti (circa 13 milioni, suddivisi in 26,5 milioni di unità abitative occupate da 21 milioni di famiglie) sono stati costruiti spesso con criteri di bassa qualità energetico-ambientale (circa 11 milioni di edifici sono anteriori alla Legge 373/73). Il mercato delle abitazioni nuove è nell'ordine delle 100-150.000 unità annue, in circa 70.000 edifici, pari a circa lo 0,6% dell'esistente (fonte: Libro Bianco "Energia, Edificio, Ambiente"). Il settore delle costruzioni in Italia è caratterizzato da un'inerzia e da una politica di conservazione che determina delle barriere che rendono la penetrazione dell'innovazione molto più difficile rispetto a quanto avviene negli altri settori industriali. Nell'industria delle costruzioni, infatti, le varie fasi del processo sono molto più segmentate. La prima è una fase di ingegnerizzazione del sistema, legata al mondo dei progettisti; segue poi la fase svolta da chi realizza l'edificio, il costruttore o l'impresa che attua la parte di progettazione; infine vi è il committente esterno che svolge il ruolo di governo dei fabbisogni e delle caratteristiche della costruzione da realizzare. A questo si aggiunge che il settore in esame costituisce un sistema fortemente normato per cui per innovare è necessario intervenire già in fase di concepimento delle normative.

Questa situazione genera, di fatto, forti ostilità ad accettare le innovazioni in tale settore, ed è per questo che occorre realizzare alcuni esempi reali per far comprendere a tutti i soggetti coinvolti nel processo che l'innovazione che si vuole introdurre funziona veramente. Ciò può avvenire attraverso degli interventi dimostrativi mediante i quali illustrare concretamente le metodologie e le tecnologie innovative che si intende introdurre ed i benefici associati (in termini di prestazioni, economici, sociali, ambientali).

Il settore dei trasporti e la logistica

Il settore dei trasporti è tra i maggiori responsabili di una crescita fuori controllo delle emissioni di anidride carbonica; inoltre, la vulnerabilità nazionale degli approvvigionamenti energetici, derivante dalla prevalente utilizzazione di petrolio, rende la

difficoltà ad accettare le innovazioni in edilizia

razionalizzazione dei consumi energetici un elemento essenziale per l'economia e la sicurezza del Paese.

Fermando l'analisi all'ultimo decennio (1990-2003), si può constatare che i consumi finali di energia nel settore trasporti sono passati da circa 31 Mtep a circa 44 Mtep con un incremento medio annuo superiore al 3%. La quota preponderante dei consumi riguarda il trasporto su strada (circa il 95%, di cui 68% per il trasporto passeggeri e 32% per il trasporto delle merci) che rappresenta circa il 31% del totale nazionale degli usi finali di energia. Alla continua crescita dei consumi energetici del settore trasporti si accompagna un aumento degli impatti negativi sull'ambiente sia a livello locale che a livello globale; basti pensare che le emissioni di gas serra sono passate da 103 a 129 Mt CO₂eq rendendo, all'interno del settore trasporti, praticamente impossibile al 2010 non solo una riduzione (prevista dal Protocollo di Kyoto), ma anche una stabilizzazione rispetto alle emissioni del 1990.

Particolare criticità ha assunto, sia per motivi energetici che ambientali, il trasporto urbano, caratterizzato dai seguenti aspetti:

criticità energetiche e ambientali nel trasporto urbano

- l'incremento del traffico passeggeri si è concentrato sull'autovettura privata, mentre quello sul trasporto pubblico è rimasto pressoché stazionario;
- i consumi finali di energia (passeggeri + merci) sono passati da 12 Mtep ad oltre 15 Mtep;
- i consumi unitari per il trasporto passeggeri si sono leggermente ridotti grazie ad un miglioramento del parco veicolare, mentre per il trasporto merci i consumi unitari sono cresciuti per l'inefficienza della catena logistica.

Va aggiunto che negli ultimi anni il traffico urbano privato passeggeri dimostra segni di saturazione mentre il traffico merci continua a crescere.

L'altra emergenza è rappresentata dal trasporto merci di lunga percorrenza che ha visto un consistente incremento dei traffici e l'utilizzazione preponderante della modalità stradale con scarso spostamento verso il trasporto via ferro o marittimo. Le previsioni sono di ulteriore incremento nel futuro con l'ampliamento dell'UE ai Paesi dell'est e con un ruolo crescente del Mediterraneo rispetto ai trasporti relativi ai Paesi extraeuropei. Il problema oltre che energetico e di collasso ambientale è di inadeguatezza del sistema dei trasporti alla crescita economica.

Emerge quindi la necessità di coraggiose politiche di interventi infrastrutturali e soprattutto di governo del processo sia a livello nazionale che locale che dovranno essere accompagnate da una intensa attività di innovazione.

L'impatto sull'efficienza del sistema economico sull'ambiente e sulla qualità della vita generato dalle attività di trasporto può essere visto come effetto combinato di due variabili di processo apparentemente indipendenti:

- l'efficienza energetica e le emissioni specifiche dei mezzi di trasporto;
- l'entità e le caratteristiche della mobilità di passeggeri e merci.

È opinione ormai comune su scala europea e mondiale che le politiche capaci di condurre ad una Mobilità Sostenibile sono quelle che combinano elementi di miglioramento di entrambi tali fattori, ovvero:

interventi di razionalizzazione della mobilità per la limitazione delle percorrenze, il rilancio delle modalità di trasporto alternative alla strada, l'uso ottimale delle infrastrutture; ulteriore riduzione dei consumi unitari e la diversificazione dei combustibili per la trazione. Per i prossimi anni, comunque, lo scenario previsto è che la domanda di mobilità continui a crescere, a meno di mutamenti strutturali (riorganizzazione territoriale) ed organizzativi (telelavoro, e-commerce ecc.) con effetti nel lungo periodo e che l'efficienza energetica ed ambientale dei veicoli continui a migliorare.

D'altra parte l'Unione Europea, con il Libro Bianco sui Trasporti del 2001, chiede ai Governi degli Stati membri uno sforzo di reindirizzamento delle proprie politiche di settore in particolare per:

- favorire l'utilizzo di modalità di trasporto ambientalmente ed energeticamente più sostenibili rispetto al trasporto stradale (ferrovia e cabotaggio marittimo);
- rilanciare il trasporto pubblico e le modalità alternative all'autovettura privata in ambito urbano.

Gli interventi individuati, illustrati nel seguito, sono molteplici e complessi:

Politiche di utilizzo del territorio e gestione della domanda di mobilità - Provvedimenti tesi a sensibilizzare l'utenza, le azioni normative e fiscali e tariffarie, le applicazioni tecnologiche tese a ridurre o modificare le esigenze di mobilità (road pricing, sistemi telematici informativi, tele-shopping e tele-working, car sharing ecc.), le azioni di pianificazione del territorio che limitino le necessità di spostamenti con il mezzo privato.

Interventi infrastrutturali - In ambito urbano (trasporto pubblico, parcheggi, piattaforme logistiche, percorsi pedonali e ciclabili, rotatorie ecc.) ed in ambito extraurbano (potenziamento del trasporto ferroviario, intermodalità, portualità per autostrade del mare ecc.).

Applicazioni di tecnologie telematiche per la gestione del traffico - Gestione del traffico urbano (controllo centralizzato semafori, controllo flotte e trasporto pubblico), gestione delle reti logistiche urbane (distribuzione delle merci) ed extraurbane (sistemi logistici intermodali).

Miglioramento delle tecnologie di trazione e promozione di veicoli ecologici (elettrici, ibridi, a GPL o metano, a idrogeno ecc.) e *promozione dell'uso di veicoli a bassissimo consumo* (specialmente in ambito urbano).

Le Amministrazioni centrali e locali sono i principali attori in causa con un compito molto difficile sia perché devono, generalmente, attivare provvedimenti non graditi alla popolazione sia perché, molto spesso, non è disponibile un quadro conoscitivo che consenta di progettare gli interventi sulla base di una adeguata analisi costi-benefici.

Gestire in modo ottimizzato le scelte sul sistema dei trasporti significa, infatti, tentare di governare un sistema intrinsecamente complesso dove le opzioni tecnologiche competono con opzioni di tipo regolatorio e socio-economico in un contesto in cui l'entità di risorse impegnate ha un effetto assolutamente non lineare sui risultati ottenibili.

Il decisore politico deve disporre, sia a livello centrale che locale, di strumenti di analisi che consentano di effettuare preventivamente una valutazione integrata degli impatti conseguenti a scenari di intervento sul sistema dei trasporti, interventi che saranno, generalmente, complessi e potranno prevedere, al loro interno, un insieme di provvedimenti eterogenei (regolamenti, adeguamenti infrastrutturali, potenziamento del trasporto collettivo, rinnovamento del parco veicolare privato ecc.).

Una corretta pianificazione, infatti, si basa su una conoscenza delle relazioni interne al sistema di trasporto e si svolge in diverse fasi successive: analisi delle condizioni della rete di trasporto, identificazione di eventuali criticità, definizione e simulazione di ipotesi di intervento, valutazioni quantitative delle ricadute anche in termini energetici ed ambientali ed infine scelta delle alternative migliori confrontando i loro impatti. Questo approccio oltre ad essere condiviso dalla comunità scientifica che si interessa di problematiche dei trasporti è ormai accettato anche dai decisori politici. Il nuovo PGTL (Piano Nazionale dei Trasporti e della Logistica) pone l'accento sulla necessità della valutazione ex ante degli interventi con criteri quan-

**necessità di
interventi
complessi con
provvedimenti
eterogenei**

titativi e per la pianificazione urbana ha previsto un nuovo strumento il PUM (Piano Urbano Mobilità) per mezzo del quale va effettuata una quantificazione dei risultati degli scenari di intervento programmati valutando anche gli impatti energetici ed ambientali. Il nuovo strumento ha una sua concretezza in quanto alla valutazione dei PUM sono legati i finanziamenti centrali (statali e regionali) per nuovi adeguamenti infrastrutturali.

Una raccomandazione analoga è stata fatta anche per la pianificazione strategica a livello nazionale e regionale del *sistema logistico di trasporto e distribuzione delle merci*.

Va, a tal proposito, sottolineato quanto sia importante per numerose imprese riuscire ad offrire un alto livello di servizio per il trasferimento efficiente dei prodotti finiti a partire dall'uscita delle linee di produzione fino al consumatore finale.

Un ruolo rilevante, negli ultimi anni, è stato assunto dalle *tecnologie telematiche* per i trasporti con l'introduzione di prodotti e servizi tecnologici per gli utenti ed i gestori del trasporto che offrono prospettive di ottimizzazione dello stato attuale senza richiedere grandi investimenti infrastrutturali e rilevanti modifiche del sistema di trasporto.

Le soluzioni tecnologiche offerte per la gestione della mobilità e del traffico urbano coprono un'ampia gamma di misure inerenti la gestione della domanda, l'ottimizzazione operativa dei flussi di traffico, il miglioramento del servizio ai viaggiatori mediante informazioni, ed infine il monitoraggio dello stato di utilizzo della rete e delle condizioni ambientali.

Le diverse applicazioni telematiche, anche se realizzabili in modo indipendente, consentono di ottenere risultati migliori attraverso un approccio integrato e sistemico; l'integrazione dei vari sistemi può essere garantita da un sistema di supervisione che ha il ruolo di gestire la rete di collegamento dati tra i diversi sottosistemi di controllo e monitoraggio, di supportare la scelta degli interventi più idonei per gestire e regolare la domanda di mobilità e di attuare in modo coerente ed integrato le strategie di rete.

**risultati
migliori
attraverso un
approccio
integrato e
sistemico**

La Pubblica Amministrazione

Riveste un ruolo di rilievo in relazione ad una politica di indirizzo e di realizzazione di interventi di efficienza energetica, soprattutto per le funzioni di pianificazione e controllo che istituzionalmente essa assolve nei confronti del Sistema Produttivo e del Sistema Paese ai vari livelli amministrativi previsti nello Stato.

Il margine di miglioramento dell'efficienza è, tuttavia, di difficile quantificazione, dipendendo fondamentalmente dalla capacità e dalla volontà politica delle amministrazioni di voler incidere, ed in che modo, sui vari settori produttivi, eventualmente privilegiando alcune specifiche tecnologie e/o tipologie di intervento.

La PA può, quindi, svolgere un ruolo importante nell'implementazione dell'efficienza energetica agendo, sostanzialmente, in due differenti modi: attraverso la citata funzione di pianificazione e controllo del territorio e dei settori produttivi, oppure implementando l'efficienza energetica "in casa", con interventi diretti sul patrimonio immobiliare di proprietà delle Amministrazioni stesse, le cui potenzialità di efficienza energetica sono riconducibili ai valori indicati per il settore civile.

Nel primo caso il ruolo più importante nel governo del sistema energetico territoriale è assunto dalle Regioni che, attraverso le leggi regionali, emanate dalle stesse, promuovono l'efficienza energetica e lo sviluppo sostenibile tenendo conto degli indirizzi della politica energetica nazionale e comunitaria.

Tra le funzioni principali che le Regioni esercitano vi è quella di definizione, approvazione e attuazione del Piano Energetico Regionale (PER) e del suo aggiornamento alla luce dei risultati ottenuti.

Il Piano Energetico Regionale costituisce il quadro di riferimento per i soggetti pubblici e privati che assumono iniziative in campo energetico nel territorio di competenza. Esso contiene gli indirizzi, gli obiettivi strategici a lungo, medio e breve termine, le indicazioni concrete, gli strumenti disponibili, i riferimenti legislativi e normativi, le opportunità finanziarie, i vincoli, gli obblighi e i diritti per i soggetti economici operatori di settore, per i grandi consumatori e per l'utenza diffusa.

Nelle leggi regionali sono definite anche le funzioni delle Province e dei Comuni. Le prime hanno il compito di approvare e attuare il Piano-Programma per il risparmio energetico e l'uso delle fonti rinnovabili, nonché di autorizzare l'installazione e l'esercizio degli impianti non riservati alle competenze dello Stato e delle Regioni. I Comuni devono, dal canto loro, approvare programmi e attuare i progetti atti a qualificare energeticamente il sistema urbano.

Nel secondo caso, relativamente agli interventi sul patrimonio immobiliare, oltre a quelli sulle proprietà della PA si possono aggiungere le proprietà immobiliari di Enti ed associazioni, di diritto pubblico, privato ed a partecipazione mista che, per affinità tipologica, consistenza e diffusione geografica rappresentano un'utenza sufficientemente omogenea ed accorpata da consentire interventi, anche complessi, di notevole impatto economico e sociale.

La domanda di efficienza energetica che spontaneamente il territorio genera e che la Pubblica Amministrazione veicola dai vari livelli amministrativi agli organi di Stato ed agli Enti competenti è imputabile quasi completamente ad esigenze relative all'attuazione della legislazione energetica e ambientale nei settori civile, industriale e dei trasporti.

Si riscontra, inoltre, una carenza di competenze tecniche a livello territoriale imputabile, in parte, alla modifica del Titolo V della Costituzione che delega alle Regioni poteri ed autonomie anche in campo energetico ed ambientale.

Questa situazione ha comunque consentito ad alcune Regioni di promuovere interessanti iniziative e progetti in questi specifici campi.

Il consolidarsi di alcune situazioni e l'attuazione di progetti mirati hanno, tuttavia, messo in luce alcuni aspetti critici: non sempre, infatti, si riscontrano armonizzazione e coordinamento a livello territoriale tali da rendere il nostro Sistema Paese uniformemente "dotato" e adeguatamente attrezzato nell'applicazione di metodologie, procedure e standard nei campi dell'efficienza energetica, dell'uso razionale delle fonti energetiche tradizionali, rinnovabili ed assimilate, e dell'ambiente.

Nei confronti della Pubblica Amministrazione si rende quindi necessario modificare l'approccio strategico introducendo, in modo rilevante, i nuovi interlocutori territoriali (Regioni e degli Enti Locali), operando un'attenta azione di sollecitazione della domanda finalizzata alla sua selezione ed aggregazione in richieste di interventi efficaci, ripetibili su larga scala e con il consenso della pubblica opinione.

L'approccio strategico deve mirare a diversificare l'offerta, adeguandola alla domanda che i vari livelli amministrativi della PA presentano.

In particolare dalla PA provengono richieste classificabili come segue:

- *collaborazione tecnico-scientifica al Governo centrale* (sostanzialmente Ministeri) sui temi dell'adeguamento della legislazione energetica nazionale alle direttive europee e dello sviluppo e promozione di iniziative di raccordo e cooperazione per l'attuazione della legislazione energetica nazionale;

*carezza di
competenze
tecniche a
livello
territoriale*

- *affiancamento tecnico-scientifico ai Governi regionali* per la definizione di Linee Guida delle politiche energetiche regionali e per l'attuazione della legislazione energetica nazionale e regionale;
- *assistenza tecnico-scientifica-gestionale agli Enti Locali* (Province e grandi Comuni) nell'attuazione della legislazione energetica nazionale e regionale per la parte di loro competenza, e nella predisposizione e gestione di bandi di incentivazione.

Da un punto di vista di tematiche legate all'efficienza energetica, la *domanda proveniente dalle PA centrale e decentrata* si può aggregare nelle seguenti voci:

- *integrazione dell'efficienza energetica nelle politiche territoriali* anche attraverso un'attenta pianificazione energetica e ambientale (Piani Regionali, Provinciali, Comunali);
- *sviluppo di metodologie per l'attuazione, a livello territoriale, di specifici provvedimenti legislativi* (es. metodologie di valutazione e di certificazione energetica degli edifici del settore civile, come previsto dal DLgs 192/05);
- *introduzione nella Pubblica Amministrazione di componenti, processi tecnologici (BATs) e criteri di gestione (Best Practices)* finalizzati all'efficienza energetica ed alla riduzione dell'impatto ambientale;
- *sviluppo di metodologie di implementazione del Demand Side Management (DSM)* in aree complesse (es. distretti industriali, porzioni di territorio, aree residenziali e del terziario);
- *promozione e incentivazione, a livello territoriale, dei meccanismi legati all'efficienza energetica (certificati bianchi) e alla valorizzazione delle fonti rinnovabili (certificati verdi)*;
- *creazione del consenso, da parte della pubblica opinione*, in merito ad interventi in campo energetico-ambientale finalizzati ad una maggiore sostenibilità sistemica ottenibile attraverso l'efficienza energetica nell'uso delle fonti tradizionali, la valorizzazione delle fonti rinnovabili e assimilate (co-tri-generazione), il recupero energetico;
- *adozione di appositi strumenti finanziari di supporto agli interventi in campo energetico-ambientale* (fondi di Garanzia, fondi di Rotazione, Third Party Financing, Project Financing) e diffusione delle conoscenze in merito alle analisi degli investimenti ed alla valutazione delle modalità, delle tecniche e delle fonti di finanziamento;
- *formazione, aggiornamento e certificazione di figure professionali* operanti nel settore dell'uso razionale dell'energia e nel campo dell'impiantistica energetica in generale, in particolare in applicazione dei recenti provvedimenti legislativi di recepimento della legislazione comunitaria (DLgs 192/05 sull'efficienza energetica negli edifici, Decreto 387/03 sulla promozione di energia elettrica prodotta da fonti rinnovabili);
- *creazione delle condizioni normativo/legislative favorevoli allo sviluppo di Energy Services Companies (ESCO)*, società che forniscono ad utenti con significativi consumi di energia servizi integrati per la realizzazione e l'eventuale successiva gestione di interventi di risparmio energetico, garantendone i risultati; le ESCO possono, eventualmente, finanziare direttamente l'intervento e remunerare il capitale investito con i risparmi energetici conseguiti.

In ultimo vanno menzionati gli *strumenti finanziari e normativi dei Fondi Strutturali* che destinano al settore energia una quota consistente di finanziamenti per la PA, in particolare a livello regionale.

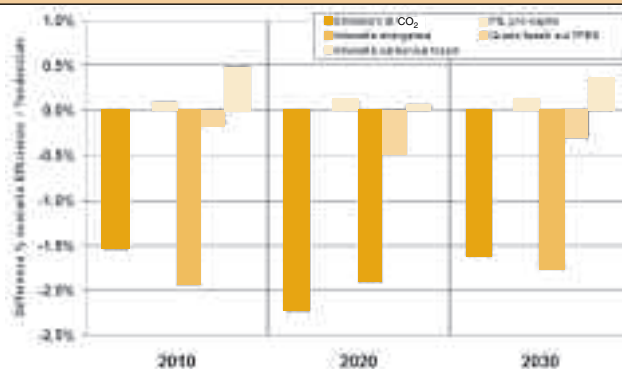
I Fondi Strutturali contribuiscono a realizzare l'obiettivo della coesione economica e sociale dell'Unione Europea. Le loro risorse sono utilizzate per ridurre il divario tra le Regioni dell'Unione e promuovere le pari opportunità professionali dei diversi gruppi sociali. L'azione dei Fondi Strutturali si concentra principalmente su una serie di obiettivi prioritari.

Per il periodo di programmazione 2000-2006, la normativa dei Fondi Strutturali, approva-

**i fondi
strutturali
realizzano la
coesione
economica e
sociale dell'UE**

Un confronto fra lo scenario "efficienza energetica" e lo scenario tendenziale

I ricercatori ENEA ed APAT hanno costruito ed analizzato alcuni possibili scenari di sviluppo del sistema energetico italiano, relativi ai prossimi 30 anni, dal punto di vista economico, energetico ed ambientale. Tra questi è stato elaborato uno scenario "efficienza energetica" con l'obiettivo di valutare gli effetti di un incremento di efficienza del sistema energetico mediante la simulazione di un aumento della velocità di penetrazione delle tecnologie energetiche più efficienti. Lo scenario analizza le conseguenze delle azioni previste nei decreti ministeriali del 20 luglio 2004, nei quali si ipotizza la diffusione di apparecchiature di uso finale più efficienti promossa dai distributori di energia elettrica e gas naturale. Si ricorda che questi operatori sono tenuti ad effettuare azioni di diffusione di tecnologie fino a raggiungere un risparmio annuo, in energia primaria, di 1,6 Mtep di energia elettrica e di 1,3 Mtep di energia termica (gas naturale). È interessante un confronto tra lo "scenario efficienza energetica" e "lo scenario tendenziale" (relativo all'evoluzione tendenziale del sistema). Il grafico della differenza tra i due scenari mostra innanzitutto come la promozione dell'efficienza energetica produca una riduzione delle emissioni di CO₂ (rispetto all'evoluzione tendenziale) compresa tra l'1,5% e il 2,5%. Effetti rilevanti, ma più ridotti, si hanno anche sulle altre componenti energetiche del sistema, cioè la quota di fonti fossili e l'intensità carbonica dell'energia fossile. Riguardo alla quota di fonti fossili, la riduzione del consumo di energia che caratterizza lo scenario efficienza provoca una diminuzione significativa anche del consumo di energia fossile, sia in termini assoluti che percentuali (ciò perché il consumo di energia rinnovabile si riduce in modo solo marginale). La riduzione dei consumi energetici non è, infatti, equamente distribuita tra le fonti primarie, perché viene in prevalenza ottenuta riducendo i consumi diretti di gas naturale per usi termici e i consumi di energia elettrica. Riguardo all'intensità carbonica dell'energia fossile, la riduzione dei consumi di gas naturale (sia diretti che per la generazione elettrica) ne determina d'altra parte un aumento rispetto all'evoluzione tendenziale. Un dato di gran rilievo dello scenario efficienza è che l'accelerazione nella diffusione delle apparecchiature più efficienti ha un impatto positivo e non marginale sulla crescita economica: l'incremento del PIL rispetto all'evoluzione tendenziale è, infatti, pari allo 0,1%, in leggerissimo ma costante aumento nel corso del tempo, un valore corrispondente in termini assoluti a cifre comprese tra un miliardo (nel 2010) e due miliardi di euro (nel 2030).



ta dal Consiglio il 21 giugno 1999, concentra le azioni strutturali su tre obiettivi prioritari:

- l'*Obiettivo 1* è teso a promuovere, rilanciare e adeguare lo sviluppo strutturale delle Regioni in ritardo, in cui il Prodotto Interno Lordo è inferiore al 75% della media dell'Unione Europea;
- l'*Obiettivo 2* è finalizzato a favorire la riconversione economica e sociale delle zone con difficoltà strutturali diverse da quelle ammissibili dall'*Obiettivo 1*.

Esso riguarda le zone in fase di mutazione economica, le zone rurali in declino, le zone dipendenti dalla pesca che si trovano in una situazione di crisi e quartieri urbani in difficoltà;

- l'*Obiettivo 3* è finalizzato a favorire l'adeguamento e l'ammodernamento delle politiche e dei sistemi nazionali di istruzione, formazione e occupazione. Esso si inquadra nella strategia europea per l'occupazione e funge da quadro di riferimento per tutte le azioni a favore delle risorse umane.

In relazione a tali Fondi, alle Regioni è stato assegnato un ruolo centrale nell'individuazione dei programmi operativi attuativi della strategia di sviluppo e nella conseguente attribuzione di compiti e di funzioni tra i diversi livelli dell'amministrazione.

Gli indirizzi dell'Unione Europea sull'efficienza energetica

**forte impulso
dell'UE alla
promozione
dell'efficienza
energetica**

L'indirizzo della Commissione dell'Unione Europea è quello di un forte impulso alla promozione dell'efficienza energetica, a prescindere dalla situazione attuale di forti aumenti e di instabilità del prezzo del petrolio. Secondo diversi studi l'UE potrebbe risparmiare almeno il 20% rispetto all'attuale consumo di energia. Naturalmente, per realizzare questi potenziali risparmi sono necessari importanti investimenti in nuove tecnologie e nuovi dispositivi nonché servizi ad elevata efficienza energetica. L'Europa è all'avanguardia in questo settore e questi servizi hanno carattere prevalentemente locale, per cui investimenti con obiettivi di risparmio energetico porterebbero certamente alla creazione di posti di lavoro di alta qualità (il potenziale incremento di occupazione diretto e indiretto è stimato in un milione di nuovi posti di lavoro). Inoltre, un programma di efficienza energetica provocherebbe un risparmio netto di una parte del denaro non speso in energia e, conseguentemente, un miglioramento della competitività delle imprese e delle condizioni di vita delle famiglie (una famiglia media dell'UE potrebbe risparmiare da 200 a 1000 euro l'anno in funzione del proprio consumo energetico).

La recente Direttiva Europea 2006/32/CE "concernente l'efficienza degli usi finali dell'energia e i servizi energetici" pone quale obiettivo generale per gli Stati membri l'adozione di misure idonee a conseguire un risparmio energetico pari al 9% per il nono anno di applicazione, a partire dal gennaio 2008. In particolare:

- il settore pubblico è sollecitato a svolgere un ruolo esemplare nel contesto della Direttiva;
- gli Stati membri possono creare fondi che sovvenzionino l'attuazione di programmi e altre misure di miglioramento dell'efficienza energetica e promuovano un mercato dei servizi energetici;
- gli Stati membri trasmettono un primo piano di azione sull'efficienza energetica entro il 30 giugno 2007.

Per quanto concerne gli obblighi derivanti da Kyoto, il risparmio energetico rappresenta il mezzo più rapido, efficace ed efficiente in termini di costi per ridurre le emissioni di gas a effetto serra e per migliorare la qualità dell'aria.

Inoltre, l'efficienza energetica è uno degli strumenti fondamentali per far fronte al problema degli approvvigionamenti energetici. Sulla base delle tendenze attuali, entro il 2030 l'UE dipenderà al 90% dalle importazioni per coprire il suo fabbisogno di petrolio e all'80% per il gas, per cui una spinta all'efficienza energetica per ridurre detto fabbisogno contribuirebbe significativamente ad una politica atta a garantire la sicurezza dell'approvvigionamento energetico.

Nell'UE, a partire dalla metà degli anni 70, si è spezzata la correlazione fino ad allora inseparabile tra crescita del PIL e aumento del fabbisogno energetico. L'intensità energetica è calata del 40% in Germania e in Danimarca, mentre in Francia è del 30% inferiore rispetto agli anni 70.

Il mercato, in generale, non adotta spontaneamente misure specifiche per migliorare l'efficienza energetica, risulta necessario, pertanto, svolgere un'efficace azione di promozione, ipotizzando che, nello stesso tempo, il mercato continuerà a svolgere un ruolo fondamentale nel processo di adeguamento tra la domanda e l'offerta.

L'ostacolo principale all'aumento di efficienza energetica resta, tuttavia, la mancanza di informazioni sia sulla disponibilità di nuove tecnologie, sia sui costi dei propri consumi, come risulta altresì carente la formazione dei tecnici per una corretta manutenzione. Inoltre, i diversi operatori del mercato non prendono assolutamente in considerazione gli aspetti di efficienza energetica.

La mancanza di informazione sulle tecnologie più avanzate e sulla relativa ripercussione economica e finanziaria sui tassi di rendimento degli investimenti, unitamente, in taluni casi, ad una avversione del rischio legato all'adozione di tecnologie di avanguardia, può indurre gli investitori, in particolare le banche, a continuare a sostenere tecnologie superate che non rappresentano i migliori rendimenti di investimento. Ciò impone un maggiore sforzo informativo/formativo da parte di coloro che promuovono tecnologie innovative a basso consumo energetico, incluse le società di servizi energetici (ESCO). *Informazione* e *formazione* rappresentano, dunque, importanti strumenti per la diffusione dell'efficienza energetica non sempre pienamente utilizzati.

A tal proposito è certamente opportuno intensificare gli sforzi per:

- un'azione di informazione nei confronti dei cittadini su temi quali la riduzione dei consumi nelle abitazioni grazie, ad esempio, a sistemi di riscaldamento e di illuminazione efficienti; ciò può risultare efficace per modificare la percezione del problema e incoraggiare comportamenti virtuosi e può anche indurre decisioni di acquisto più consapevoli;
- un'azione informativa verso i clienti industriali;
- un'azione informativa/formativa nei confronti degli esperti pubblici e privati del settore dell'efficienza energetica, nonché dei prestatori di servizi; tale azione contribuisce alla creazione di una rete di esperti di settore qualificati;
- un'azione informativa/formativa nei confronti dei professionisti: nel settore civile informare il pubblico costituisce un obiettivo primario, ma non è trascurabile l'obiettivo di informare e formare i professionisti: coloro che progettano gli edifici devono disporre delle conoscenze sufficienti sulle tecnologie più recenti ed efficienti che consentono il risparmio energetico. Analogamente, gli installatori di sistemi di riscaldamento possono, ad esempio, consigliare meglio i propri clienti.

Non va peraltro trascurata un'azione tesa a rafforzare la cultura dell'efficienza energetica nei corsi scolastici.

Permane, inoltre, il problema dell'accesso ad adeguati strumenti di finanziamento¹ nel caso di progetti di efficienza energetica di modesta entità. In proposito andrebbero individuate e sperimentate nuove modalità quali, ad esempio, quella di prestiti globali concessi dalla Banca Europea degli Investimenti a banche intermediarie, dotate di competenze tecnico-economiche in tema di efficienza energetica che, a loro volta, finanziano piccoli progetti.

¹ È importante la sensibilizzazione degli operatori economici/bancari sugli aspetti legati agli investimenti in efficienza energetica (basso rischio finanziario, aspetto etico degli investimenti ecc.)

si impone un maggiore sforzo informativo/formativo

L'attuale sistema dei prezzi praticati sui prodotti energetici non orienta il consumatore verso un uso più razionale dell'energia. Detto sistema, inoltre, non tiene conto del valore energetico relativo dei prodotti, né dell'impatto ambientale del loro consumo. Il sistema attuale di tariffazione non garantisce che i costi esterni siano presi in considerazione. Ne consegue che il consumatore non è indotto a consumare meno o a cercare l'energia prodotta con fonti più rispettose dell'ambiente (ciò è particolarmente evidente nel settore trasporti).

Molte tecnologie promettenti per l'utente finale hanno ancora bisogno di interventi di ricerca e sviluppo. In particolare, tematiche quali la generazione distribuita, le reti intelligenti d'energia, i migliori rendimenti delle centrali a combustibile fossile ecc. possono essere affrontate solo attraverso un deciso impegno in *attività di ricerca e dimostrazione*, unitamente a *misure di carattere normativo ed economico*.

Particolare importanza riveste la proroga del programma comunitario "Energia intelligente per l'Europa" dal 2007 al 2013 che, attraverso una dotazione di 780 milioni di Euro, intende offrire un sostegno finanziario ad una vasta gamma di azioni promozionali volte a rimuovere le barriere non tecnologiche (legali, finanziarie, istituzionali, culturali, sociali) nel settore dell'efficienza energetica e delle energie rinnovabili (va comunque considerato che buona parte delle risorse finanziarie disponibili a livello europeo, per la politica di coesione, sarà destinata alle regioni dei 10 nuovi Stati membri, Stati in cui il potenziale di miglioramento dell'efficienza energetica è elevato).

Per migliorare l'efficienza energetica esistono numerose tecnologie: uno dei problemi è che per alcune di esse il mercato non è sufficientemente consistente per consentire un ulteriore sviluppo e una riduzione dei costi di produzione grazie all'aumento delle vendite. A tal proposito potrebbero rivelarsi molto utili gli *appalti pubblici*, quale incentivo per contribuire ad una maggiore penetrazione delle tecnologie di cui sopra. Risulta quindi importante affiancare la PA per integrare i criteri energetico ambientali nelle procedure di aggiudicazione degli appalti pubblici. Va considerato che, a livello europeo, gli appalti pubblici rappresentano il 16% del PIL e che un semplice esempio di approccio efficiente dal punto di vista energetico-ambientale può riguardare l'adozione di veicoli meno inquinanti. In effetti, un siffatto comportamento da parte della PA, oltre a costituire un esempio per la molteplicità degli utenti, aprirebbe la strada alla creazione di nuovi mercati per i prodotti con maggiori prestazioni energetiche.

Nel *settore civile* è rilevante la Direttiva sul rendimento energetico nell'edilizia (2002/91/CE). In proposito la Commissione Europea stima un risparmio, entro il 2020, pari a 40 Mtep. La stessa Direttiva dispone l'emissione di un attestato di certificazione energetica nella fase di costruzione, compravendita e locazione di un edificio con superficie maggiore di 50 mq, attestato corredato da raccomandazioni per il miglioramento del rendimento energetico in termini costi-benefici. Evidentemente vanno individuate forme di agevolazioni per il finanziamento relativo. La stessa direttiva stabilisce un rendimento energetico per edifici superiori ai 1000 mq in occasione di ristrutturazioni. È evidente che la ristrutturazione offre una opportunità anche economica per migliorare l'efficienza energetica. D'altra parte uno studio a livello europeo (Ecofys) afferma che l'effetto dell'applicazione della Direttiva - eventualmente estesa a tutte le ristrutturazioni - porta ad una stima "prudente" di 70 Mtep in termini di incremento di efficienza energetica e alla creazione di 250.000 posti di lavoro a tempo pieno per personale qualificato operante nell'edilizia, soprattutto a livello locale (dove si ristruttura).

mercato poco
consistente
per ridurre
i costi

L'illuminazione assorbe circa un terzo del consumo degli edifici: il suo potenziale miglioramento è spesso superiore al 50%.

Per gli *elettrodomestici* si è fatto molto attraverso l'etichettatura, ora però è necessario applicare i principi dell'efficienza energetica evitando ripercussioni negative su altri aspetti ambientali o su altre fasi della vita del prodotto. È quindi al momento necessario stabilire criteri di efficienza energetica per un'ampia gamma di prodotti e applicazioni, ad es. la funzione di stand-by per le diverse apparecchiature. In realtà sono disponibili modalità di stand-by degli apparecchi più efficienti, ma è necessario promuoverne la rapida immissione in commercio.

Per quanto concerne la *produzione di energia elettrica*, in un piano di efficienza energetica, particolare attenzione va posta nella *promozione della generazione distribuita*. Si constata che la maggior perdita della catena della fornitura di elettricità (produzione, trasporto e distribuzione, fornitura) è quella del calore non utilizzato che si libera sotto forma di vapore generalmente durante il riscaldamento dell'acqua utilizzata nel processo di raffreddamento. La catena è caratterizzata soprattutto da una produzione di energia elettrica centralizzata a partire da grandi centrali, produzione che presenta i vantaggi di un'economia di scala, ma comporta anche uno spreco di energia nella trasmissione, soprattutto a livello della distribuzione. Le esigenze di investimento nella produzione di energia elettrica potrebbero essere utilizzate cogliendo, quando e dove possibile dal punto di vista tecnico-economico, l'opportunità di una produzione distribuita e locale, più pulita ed efficiente. La generazione distribuita è generalmente molto più vicina ai punti di utilizzo anche per il calore perso nella produzione convenzionale, e aumenta le possibilità di recupero del calore stesso e quindi migliora anche l'efficienza energetica.

Non va, inoltre, trascurato il potenziale incremento, in termini di efficienza energetica, che può derivare da una maggiore diffusione della cogenerazione.

Un importante strumento di mercato è rappresentato dai *certificati bianchi*, un sistema che obbliga fornitori/distributori di energia a realizzare misure di efficienza per conto degli utenti finali. Il sistema, introdotto in Italia dai DM del luglio 2004, prevede che i distributori di energia elettrica e gas raggiungano annualmente determinati obiettivi quantificati di risparmio di energia primaria, consentendo, nello stesso tempo, l'ottenimento di vantaggi a tutti gli attori coinvolti nel processo. L'obiettivo che i decreti si propongono è quello di conseguire, alla fine del quinquennio, un risparmio di energia pari a 2,9 Mtep l'anno.

L'*industria*, in particolare quella di grandi e medie dimensioni e quella *energy intensive*, ha fatto progressi nel campo dell'efficienza energetica. Va tuttavia svolta un'azione decisa verso l'innovazione tecnologica, migliorando l'offerta e rendendola capillarmente disponibile e aumentando le conoscenze dell'utente industriale di piccola e media dimensione.

Una spinta in tal senso può anche venire dalla *normativa* e quindi dalle misure necessarie a rispettare i valori di emissione: l'efficienza energetica, infatti, costituisce uno strumento necessario al riguardo. In proposito, un riferimento importante è costituito dalla direttiva 96/61/CE sulla prevenzione e la riduzione integrate dell'inquinamento (IPPC) e dall'elaborazione/applicazione in atto delle migliori pratiche applicabili ai sistemi energetici utilizzati in numerose tecniche industriali.

Vi sono poi due *programmi ambientali* intrapresi su base volontaria che possono contribuire a rafforzare l'efficienza energetica:

- il sistema comunitario di assegnazione del *marchio di qualità ecologica* che può essere assegnato a prodotti di consumo a condizione che soddisfino, nell'intero

*promozione
della
generazione
distribuita di
energia
elettrica*

ciclo di vita del prodotto, una serie di criteri di prestazione ambientali, tra cui anche quelli di efficienza energetica;

- il sistema comunitario di *ecogestione e audit (EMAS)* secondo il quale le diverse organizzazioni (può essere un'industria, ma anche un'organizzazione pubblica come una provincia, e Viterbo ne è un esempio) devono impegnarsi a migliorare le loro prestazioni ambientali, con l'efficienza energetica che è parte di tale miglioramento ed è oggetto di esame nell'analisi ambientale e nelle dichiarazioni ambientali imposte dal sistema.

Il quadro di riferimento legislativo-normativo

L'incremento dell'efficienza energetica negli usi finali dell'energia, inteso come risorsa "virtuale" da valorizzare strategicamente per migliorare la capacità di approvvigionamento energetico di un sistema, non può prescindere da un adeguato quadro normativo/legislativo di supporto. Questo rappresenta il principale strumento di *policy* con cui si pongono le basi per l'innovazione di un sistema energetico adeguandolo alle nuove esigenze e con cui si affrontano eventuali carenze strutturali che lo sviluppo socio-economico del sistema stesso rende evidenti.

Nell'ultimo decennio si è assistito ad una crescente attenzione, da parte dell'Unione Europea, nell'individuazione di nuovi strumenti normativi/legislativi e di nuove metodologie applicative finalizzati al miglioramento dell'efficienza energetica della filiera dell'energia (dalla produzione fino all'uso finale), allo sviluppo e diffusione delle fonti rinnovabili e alla tutela ambientale. Lo stesso è stato fatto in ambito nazionale con strumenti spesso innovativi ed inediti, che hanno posto l'Italia all'avanguardia nella produzione legislativa, ma che non sempre hanno ottenuto, in fase di attuazione, i risultati previsti.

Il settore dell'efficienza energetica è definito, a livello comunitario, dal seguente quadro di Direttive e programmi a cui i Paesi membri devono dare attuazione:

- la *Direttiva 2002/91/CE* sul rendimento energetico nell'edilizia;
- la *Direttiva 2004/8/CE* sulla promozione della cogenerazione;
- la *Direttiva 2005/32/CE* sulla progettazione ecocompatibile dei prodotti che consumano energia;
- i *programmi europei: VI e VII PQ, IIE* ("Intelligent Energy for Europe"); in particolare, nell'area tematica "energia" del VII PQ (2007-2013), si focalizza l'attenzione sui nuovi concetti e le tecnologie per potenziare l'efficienza e il risparmio energetico per gli edifici, i servizi e il comparto industriale;
- il *Libro verde sull'efficienza energetica* ("More with less");
- la *Direttiva 2006/32/CE* sull'efficienza energetica sugli usi finali dell'energia e sui servizi energetici.

Inoltre, i seguenti riferimenti rappresentano imprescindibili condizioni al contorno, con le quali armonizzare le misure e gli strumenti di *policy* energetico-ambientale nazionali e locali:

- la *Direttiva 2001/77/CE* sulla promozione delle fonti rinnovabili;
- la *Direttiva 2003/87/CE* sull'Emission Trading;
- gli *strumenti per il raggiungimento degli obiettivi del Protocollo di Kyoto* quali: i meccanismi flessibili Emission Trading (ET), Clean Development Mechanism (CDM), Joint Implementation (JI).

nuovi
strumenti
normativi/
legislativi e
metodologie
applicative

A livello nazionale l'applicazione dei Piani Energetici su scala Regionale, Provinciale e Comunale, l'entrata in vigore del Testo Unico per l'edilizia, la liberalizzazione dei mercati nei settori elettrico e del gas naturale, rappresentano importanti innovazioni che stanno contribuendo alla promozione di nuove politiche territoriali e di nuove competenze specifiche da parte degli operatori dei settori pubblico e privato, nell'ambito del quadro legislativo di riferimento; in particolare:

- la *Legge 239/04* (legge "Marzano") per il riordino del settore energetico nazionale: essa definisce gli obiettivi generali di politica energetica del Paese ed individua gli strumenti operativi tra cui figura, tra l'altro, la promozione della microgenerazione (anche in assetto cogenerativo) attraverso l'individuazione di procedure autorizzative semplificate;
- il *DLgs 79/99* (decreto "Bersani") di attuazione della Direttiva 96/92/CE recante norme comuni per il mercato interno dell'energia;
- il *DPR 192/05* di recepimento della Direttiva 2002/91/CE sul rendimento energetico nell'edilizia: esso stabilisce i criteri, le condizioni e le modalità per migliorare le prestazioni energetiche degli edifici introducendo la certificazione energetica per gli edifici di nuova costruzione o ristrutturati integralmente (questi ultimi se di superficie utile superiore a 1000 metri quadrati);
- i *Decreti ministeriali 20 luglio 2004 per l'efficienza energetica negli usi finali*: emanati dal Ministero delle Attività Produttive di concerto con il Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio, promuovono l'efficienza energetica negli usi finali dell'energia attraverso l'incentivazione delle tecnologie energeticamente efficienti e la creazione di un mercato dei titoli (Certificati Bianchi o Titoli di Efficienza Energetica) rilasciati a seguito degli interventi. L'obiettivo è il conseguimento, alla fine del quinquennio 2005-2009, di un risparmio annuo di energia primaria di 2,9 milioni di tonnellate equivalenti di petrolio (Mtep), valore che rappresenta l'incremento annuo dei consumi di energia registrato nel periodo 1999-2001 e che corrisponde a circa 7 Mt di CO₂ non emessa in atmosfera. Sono i grandi distributori di energia elettrica e di gas naturale (con più di 100 mila clienti al 31.12.2001) ad avere l'obbligo: essi concorrono al raggiungimento degli obiettivi annui indicati dai decreti con quote stabilite dall'Autorità per l'Energia Elettrica e il Gas (AEEG) in funzione delle rispettive quote di mercato;
- il *Decreto 28 febbraio 2003* (Decreto "CERSE") sulle modalità di gestione del Fondo per il finanziamento delle attività di ricerca e sviluppo di interesse generale per il sistema elettrico nazionale; il piano triennale prevede studi e ricerche sugli usi finali dell'energia, sull'analisi dei fabbisogni energetici degli edifici, sullo sviluppo componenti di sistemi innovativi, sulla gestione dei carichi e sulle tecnologie di generazione distribuita;
- la *Legge 10/91* e suoi Decreti attuativi (DPR 412/93 e 551/99), per quanto ancora in vigore.

Il suddetto quadro di leggi e decreti si integra con le delibere dell'Autorità per l'Energia Elettrica e il Gas (AEEG) che rappresentano lo strumento operativo di regolamentazione e controllo dei settori dell'energia elettrica e del gas naturale.

Anche a livello nazionale i provvedimenti in materia di efficienza energetica vanno visti in una logica integrata con i seguenti provvedimenti di natura prevalentemente ambientale:

*promozione
di nuove
politiche
territoriali*

- il *Decreto 387/03* sulla promozione di energia elettrica prodotta da fonti rinnovabili (recepimento Direttiva 2001/77/CE);
- il *Piano nazionale per la riduzione delle emissioni di gas* responsabili dell'effetto serra: 2003-2010;
- le *DLgs 22/97* (decreto "Ronchi") di attuazione delle Direttive 91/156/CEE sui rifiuti, 91/689/CEE sui rifiuti pericolosi e 94/62/CEE sugli imballaggi e sui rifiuti di imballaggio.

La proposta dell'ENEA

Il modo generale di procedere per la ricerca e la diffusione dell'efficienza energetica deve prendere necessariamente in considerazione l'interrelazione di molteplici fattori, tutti determinanti per la comprensione e la gestione delle tendenze in atto nel mondo energetico. In particolare, l'esigenza di tecnologie energetiche efficienti e pulite si intreccia con le condizioni di mercato nazionale ed internazionale in fase di trasformazione e di liberalizzazione, con normative ed accordi internazionali, europei ed italiani, con una offerta tecnologica in grande crescita, con una struttura politica e di finanziamento dei programmi di ricerca in fase di decentralizzazione ed, infine, con un territorio che sta trasformando il suo assetto abitativo e produttivo. Tutto ciò richiede alcune importanti trasformazioni del sistema energetico, trasformazioni che l'Unione Europea ha chiaramente identificato nella progressiva diffusione delle fonti rinnovabili e nello spostamento di importanti porzioni di generazione di energia verso l'autoproduzione realizzata direttamente nei luoghi in cui l'energia stessa viene utilizzata proprio in quanto l'efficienza energetica potrà giocare il ruolo di forza trainante del mercato. Secondo la visione dell'Unione Europea il valore dell'energia dipenderà sempre più dalla capacità di far fronte alle nuove problematiche indotte dal libero mercato e dalla relazione virtuosa che si svilupperà tra il gestore di distretti energetici locali e territoriali ("power parks", "reti intelligenti") ed i fornitori di energia su scala nazionale. Tale relazione poggerà su una forte informatizzazione sia a livello locale (gestione dei distretti energetici e degli edifici), sia a livello di relazione tra la realtà locale ed il mercato. Il modello di trasformazione previsto è quello di una sorta di "internet dell'energia". In questo contesto l'informatica rappresenterà il punto di convergenza tra utenza e mercato e tra produttore e strumenti di governance.

Da questa premessa risulta evidente che il problema della efficienza energetica nei prossimi anni includerà, al suo interno, la problematica tecnologica, normativa, legislativa nonché gli aspetti socio-economici e logistici del territorio, tutti importanti per lo sviluppo. Tali aspetti non possono essere affrontati in modo disgiunto per cui *l'approccio* dell'ENEA deve essere *sistemico* ed in linea col processo di trasformazione "energetico-sociale" evidenziato dall'Unione Europea. In questo processo l'ENEA intende trovare ruolo e capacità propositiva a tutti i livelli, tecnologico, normativo, legislativo.

Inoltre, l'efficienza energetica negli usi finali è parte di una problematica più ampia, quella dell'uso sostenibile delle risorse; tale problematica richiede l'utilizzo e l'integrazione di una molteplicità di tecnologie provenienti da vari settori, nonché la partecipazione, ai diversi programmi, di una numerosità di operatori. Queste caratteristiche esaltano i punti di forza dell'ENEA, punti di forza che corrispondono alla capacità di approccio sistemico, al possesso di conoscenze consolidate che vanno dai

l'approccio sistemico dell'ENEA

materiali, alla diagnostica, dai sistemi di generazione energetica, alle tecnologie dell'informazione, nonché all'esperienza nella gestione di programmi e progetti con Un'altra caratteristica rilevante dell'efficienza energetica negli usi finali è il problema della normativa; anche a tale proposito, sia nella fase propositiva che di controllo, l'ENEA, nel panorama nazionale, rappresenta l'unica organizzazione pubblica di ricerca e sviluppo con competenze ed esperienze orizzontali nel campo dell'energia, dell'ambiente e delle tecnologie associate.

L'ENEA può, quindi, contribuire al miglioramento dell'efficienza energetica del Paese sia attraverso *progetti di ricerca e sviluppo* di tecnologie, sistemi e componenti innovativi, sia favorendo *l'integrazione tra domanda e offerta* con l'utilizzo mirato dei diversi strumenti di diffusione (informazione, formazione, diagnostica, analisi e studi, consulenza, dimostrazione ecc.), sia attraverso "l'anticipazione" *della normativa*. Il ruolo più ambizioso cui aspirare è quello di contribuire, in maniera determinante a creare una proposta sinergica per una "architettura di sviluppo dell'energia sostenibile", uno strumento legislativo/normativo per governare la trasformazione ed infine una piattaforma tecnologica per attuare la trasformazione sviluppata in collaborazione con il network industriale.

A tal fine è necessario individuare e sviluppare un'offerta adeguata, anche in funzione della previsione dell'evoluzione della normativa, e stimolare e qualificare la domanda integrandola con l'offerta.

Un fattore che ha acquisito sempre maggiore importanza è il *decentramento del livello decisionale*. In effetti la specificità dei problemi locali e le opportunità offerte dalle nuove tecnologie consentono una maggiore efficacia qualora le decisioni vengano prese localmente. Tale decentramento si sposa perfettamente con il carattere locale e di stretto adattamento al territorio che le fonti rinnovabili e la generazione distribuita stanno sempre più sviluppando.

Vanno perciò ricercate tutte le sinergie tra il livello centrale e il livello locale, ovvero tra il centro di competenze (ENEA) e i suoi collegamenti con il territorio.

I macro-obiettivi devono coinvolgere tutti i differenti attori in campo e possono essere così schematizzati:

- *Architettura e visione energetica*: proporre modelli territoriali di integrazione tra produzione e consumo energetico che si sostengano dal punto di vista tecnologico, economico e valorizzino il ruolo dei distretti territoriali e delle PA locali. Lo sviluppo di tale visione d'insieme è fondamentale per la definizione dei contenuti dei diversi programmi/progetti.
- *Ricerca*: avere un ruolo costante e di eccellenza nei network di ricerca europea ed internazionali sia in termini di tecnologia che di nuovi strumenti per l'orientamento della trasformazione energetica.

Per mirare a tali obiettivi è indispensabile rafforzare la collaborazione con i diversi interlocutori, in particolare:

- *Pubblica Amministrazione*: definire un rapporto stabile con la Pubblica Amministrazione- centrale e periferica affinché, nei piani di sviluppo, un uso sostenibile dell'energia e delle risorse contribuisca a preparare il terreno e ad anticipare la trasformazione energetico-sociale indicata dall'Unione Europea.
- *Sistema produttivo*: definire un rapporto stabile e propositivo all'interno dei network industriali che sviluppino l'idea ed il prodotto per il mercato energetico.
- *Mercato*: promuovere dei tavoli permanenti di confronto con le associazioni imprenditoriali e le associazioni dei consumatori al fine di avviare, con la Pubblica

decentramento del livello decisionale

Amministrazione, la discussione, l'individuazione e la negoziazione di strumenti idonei a favorire iniziative e progetti per l'efficienza energetica.

Tale approccio è ambizioso e può essere perseguito attraverso un programma articolato ed una serie coordinata di azioni finalizzate a:

- sviluppare soluzioni d'avanguardia, congiuntamente al network industriale, su alcune piattaforme tecnologiche strategiche che saranno alla base della trasformazione energetico-sociale. Tra le piattaforme tecnologiche più significative, ci sono:
 - i distretti energetici ad alto grado di integrazione (*power parks*, reti intelligenti) tra generazione distribuita (micro/poligenerazione), fonti rinnovabili ed utenze;
 - gli edifici a basso consumo ed alimentati con fonti rinnovabili (*ecobuildings*);
 - l'ICT (Information and Communication Technology) applicata alla progettazione e gestione ottimale dei distretti energetici ad alta integrazione;
 - lo sviluppo di modelli di simulazione e calcolo dei sistemi edificio-impianto per la progettazione e gestione ottimale degli *ecobuildings* e dei relativi servizi energetici;
 - le tecnologie per l'ottimizzazione energetica dei processi industriali;
 - sviluppare grandi realizzazioni di centri pilota esemplari per distretti energetici ad alta integrazione al fine di dimostrare la maturità e la replicabilità di soluzioni tecnologiche e creare, intorno ai dimostratori, nuove imprese ad alta tecnologia di componenti e/o servizi energetici;
- sviluppare metodologie e strumenti avanzati di supporto alle decisioni per la pianificazione e la gestione della mobilità passeggeri e merci e realizzare applicazioni pilota in collaborazione con aree metropolitane nazionali;
- sviluppare, in collaborazione con l'industria nazionale, sistemi innovativi per l'ottimizzazione della gestione on line del traffico della mobilità urbana, utilizzando le nuove opzioni telematiche sia per l'acquisizione dei dati che per l'infomobilità;
- sviluppare sistemi integrati per la razionalizzazione della distribuzione delle merci in ambito urbano, con particolare riferimento alla *citylogistics*, e per la promozione e gestione del trasporto intermodale delle merci sulle lunghe percorrenze;
- promuovere e collaborare con l'industria allo sviluppo di veicoli a bassissimo consumo in ambito urbano (*microcar* e *microvan*) con particolare riferimento a tecnologie di trazione elettrica ed ibrida;
- cogliere le opportunità di efficienza energetica nei diversi settori promovendo e qualificando la domanda e, quindi, offrendo soluzioni tecnologiche adeguate ed innovative;
- rendere disponibili le proprie conoscenze al sistema produttivo aiutandolo ad individuare e a decidere interventi per il miglioramento dell'efficienza energetica;
- favorire la diffusione di specifiche tecnologie dimostrandone la convenienza tecnico-economica (in effetti molte tecnologie promettenti per l'utente finale hanno ancora bisogno di interventi di ricerca e sviluppo). In particolare, tematiche quali la generazione distribuita e le reti intelligenti d'energia possono essere affrontate solo attraverso un deciso impegno in attività di ricerca e dimostrazione, unitamente a misure di carattere normativo ed economico;
- affiancare la Pubblica Amministrazione – centrale e locale – affinché, nei piani di sviluppo, un uso sostenibile dell'energia e delle risorse contribuisca ad una crescita della competitività del territorio e del sistema produttivo;

programma articolato e azioni coordinate

- definire percorsi applicativi di procedure finanziarie innovative (*Project Financing e Third Party Financing*) per la realizzazione di impianti a basso impatto ambientale, ma ad elevato rischio economico, realizzando anche interventi dimostrativi attraverso la costituzione di una ESCO pubblico-privata;
- mettere a punto strumenti di diffusione standardizzati (ma dinamici dal punto di vista della loro evoluzione nel tempo) per i diversi utenti oggetto di intervento (ad es. corsi di formazione, metodologie diagnostiche ecc.);
- utilizzare i risultati degli interventi a livello territoriale come dati di ingresso per adeguare l'offerta ENEA in termini sia di contenuti che di modalità;
- favorire lo scambio di esperienze e conoscenze;
- adattare, quando necessario, gli strumenti di cui sopra a specifiche esigenze territoriali.

Naturalmente, nell'operare in tal senso, l'approccio non può essere incentrato solo sul concetto di risparmio energetico ma, secondo quanto riconosciuto ed attuato a livello europeo e dei maggiori Paesi industrializzati, è opportuno e conveniente mirare ad un *uso sostenibile dell'energia e delle risorse non esclusivamente energetiche*, bensì anche di quelle ambientali, delle materie prime, del territorio.

È stata già sottolineata la rilevanza dell'aspetto normativo ai fini di una politica di efficienza energetica, in particolare rispetto alla domanda. La normativa ha acquisito sempre maggiore importanza per diverse ragioni:

- la necessità di poter disporre di uno strumento attraverso cui attuare misure che, pur andando verso l'interesse collettivo, non vengono assunte spontaneamente dal mercato;
- la necessità di omogeneizzare i mercati, evitando una possibile disaggregazione dovuta a normative locali disomogenee;
- la difficoltà di superare gli ostacoli alla diffusione dell'efficienza energetica con gli strumenti tradizionali, in particolare quando il fattore energia costituisce un elemento modesto rispetto al costo globale di produzione nell'industria;
- la considerazione che il consumo di energia implica un importante impatto ambientale e che il controllo degli effetti ambientali, essendo fattori esterni, richiede una risposta di tipo amministrativo-normativo;
- la domanda generale di qualità include ormai, in particolare da parte dei cittadini, una crescente "qualità ambientale".

In sostanza, l'esistenza e l'osservanza del dettato normativo determinano l'evoluzione verso un consumo intelligente se il consumatore ha i mezzi informativi-informativi e gli standard per confrontare agevolmente prodotti e servizi.

D'altra parte, va anche messo in evidenza che è in atto una tendenza generale a proporre standard sempre più restrittivi (migliorativi) per quanto riguarda l'efficienza energetica e l'impatto ambientale.

L'attività in campo normativo, come stimolo per l'offerta e per l'orientamento della domanda, risulta strettamente legata ai programmi di ricerca e sviluppo dell'offerta. In effetti, a monte della definizione delle norme vere e proprie, è necessaria una fase di studio previsionale dello sviluppo tecnologico di prodotti/servizi dell'industria nazionale e del terziario, nonché di indagini socio-economiche sui potenziali utenti della normativa stessa. Da queste fasi di indagine possono derivare azioni di sviluppo di prodotti-servizi condotte congiuntamente dall'ENEA con i diversi operatori. D'altra parte gli studi per sviluppa-

**la normativa
ha acquisito
sempre
maggiore
importanza**

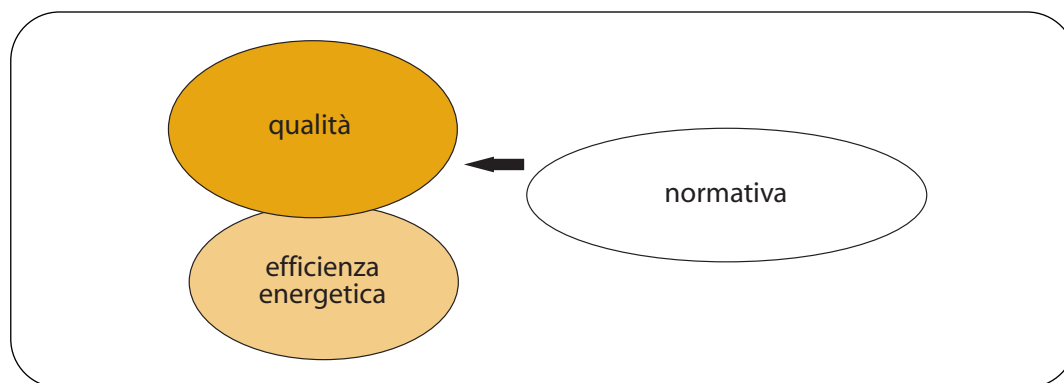
re la normativa tecnica avanzata vengono scelti in base ai programmi di sviluppo delle tecnologie dell'ENEA e/o dell'industria; viceversa l'opportunità di sviluppare certe tecnologie in collaborazione con l'industria può essere basata sulla previsione dell'evoluzione di certe norme.

La *normativa* rappresenta quindi uno *strumento fondamentale per l'integrazione domanda-offerta*.

È evidente il grande potenziale sinergico tra normativa e sviluppo tecnologico: i Paesi dotati di rigorose normative nazionali sono spesso leader nell'esportazione dei prodotti cui tali norme si riferiscono.

Altra importante caratteristica dello strumento normativo è quella di facilitare il legame tra efficienza energetica e qualità. Con uno standard normativo si può definire la qualità unendo in un determinato prodotto/servizio l'alta qualità energetica con altre prestazioni. Ciò è estremamente importante per il marketing dell'efficienza energetica: infatti questa da sola, essendo una delle tante caratteristiche prestazionali di un prodotto, spesso non è sufficiente per convincere l'utente a scegliere lo stesso prodotto. Se invece l'alta qualità energetica viene combinata con l'alta qualità ambientale e l'alta qualità d'uso (ad esempio basso livello di rumorosità, livello minimo di manutenzione ecc.) essa entra a far parte del concetto generale di qualità totale. L'utente finale avrà un'attesa di alta qualità generalizzata e non sarà più necessario realizzare una difficile campagna di marketing basata solo sull'efficienza energetica.

Normativa, strumento per facilitare il legame tra efficienza energetica e qualità



Per la diffusione questo equivale a cercare di inserire l'aspetto di efficienza energetica nei servizi più generali come quelli di miglioramento della produttività e/o della qualità o quelli di sviluppo e miglioramento della competitività territoriale. Ad esempio è opportuno cercare di inserire la diagnostica energetica per le piccole e medie industrie nelle diagnosi di qualità o nelle diagnosi dei processi produttivi. Allo stesso modo, se consideriamo il livello "città", risulta di estrema importanza considerare ed inserire la sostenibilità energetica nei diversi strumenti di pianificazione territoriale la cui successiva applicazione darà degli effetti durevoli nel tempo.

Per informazioni:

derrico@casaccia.enea.it

Il rapporto del Chernobyl Forum

A cura di **PAOLA BATISTONI**

ENEA
Dipartimento Fusione,
Tecnologie e Presidio Nucleare

primo piano

A vent'anni dall'incidente nella centrale nucleare bielorusa è stato pubblicato il rapporto "The Legacy of Chernobyl: Health, Environmental and Socioeconomic Impacts". Basato sui lavori di un centinaio di scienziati, economisti e specialisti in campo sanitario, il rapporto, pubblicato dal Chernobyl Forum e del quale proponiamo ampi stralci, valuta fino ad oggi le conseguenze su radioattività ambientale, salute umana ed aspetti socio-economici, del più grave incidente nucleare della storia

The Chernobyl Forum's report

Twenty years after the accident at the nuclear power plant in Belarus, the Chernobyl Forum has published a report titled "The Legacy of Chernobyl: Health, Environmental and Socioeconomic Impacts". Based on the work of around a hundred scientists, economists and health specialists, the report – of which we publish lengthy excerpts – describes the effects produced so far on environmental radioactivity, human health, society and the economy by the worst nuclear accident in history

Sono trascorsi vent'anni dal 26 aprile 1986, il giorno in cui un'esplosione al reattore n.4 dell'impianto nucleare di Chernobyl in Ucraina provocava l'incidente più grave nella storia dell'industria nucleare. L'incendio che ne risultò, durato circa 10 giorni, provocò il rilascio di una quantità senza precedenti di materiale radioattivo da un reattore nucleare su vaste aree della Bielorussia, dell'Ucraina, della Federazione Russa e, in minore misura, di altri Paesi europei, con gravi conseguenze per la popolazione e l'ambiente.

Allo scopo di valutare l'impatto sulla salute, ambientale e socio economico dell'incidente di Chernobyl, l'Organizzazione delle Nazioni Unite (ONU) ha lanciato nel 2003 il *Chernobyl Forum*, un'iniziativa che coinvolge direttamente le agenzie dell'ONU, *International Atomic Energy Agency* (IAEA), *Food and Agriculture Organization* (FAO), *United Nations Development Program* (UNDP), *United Nations Environment Program* (UNEP), *United Nations Office for the Coordination of Human Affairs* (UNOCHA), *United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation* (UNSCEAR), *World Health Organization* (WHO) e *World Bank*, e le autorità competenti di Ucraina, Bielorussia e Federazione Russa. L'obiettivo del Forum era quello di analizzare, attraverso gruppi di esperti, i dati scientifici a disposizione e di produrre affermazioni autorevoli e consensuali sulle conseguenze dell'incidente. Un ulteriore obiettivo era quello di fornire raccomandazioni ai Paesi maggiormente colpiti per i programmi sanitari speciali e per i rimedi ambientali, e per indirizzare la ricerca futura. Il Forum è parte del programma decennale per Chernobyl lanciato dall'ONU nel 2002 con la pubblicazione del documento *The Human Consequences of the Chernobyl Nuclear Accident - A Strategy for Recovery*¹.

Nell'ambito del Forum, sono stati formati due gruppi di esperti provenienti da dodici Paesi, incluse Ucraina, Bielorussia e Federazione Russa, e rappresentanti degli organismi internazionali sopra citati, tra cui scienziati di fama internazionale che hanno condotto ricerche sulle conseguenze di Chernobyl.

I due gruppi, l'*Expert Group 'Environment'* coordinato dalla IAEA e l'*Expert Group 'Health'* coordinato dalla WHO, a conclusione delle loro attività hanno prodotto due rapporti finali rispettivamente sulle conseguenze ambientali e sulla salute, *Environmental Consequences of the Chernobyl Accident and their Remediation: Twenty Years of Experience*² e *Health Effects of the Chernobyl Accident and Special Health Care Programmes*³, che sono stati discussi ed approvati dal Forum nel 2005 e successivamente pubblicati nel 2006. L'IAEA ha pubblicato inoltre un documento informativo diretto ad un pubblico più vasto, *Chernobyl's Legacy: Health, Environmental and Socio-Economic Impacts and Recommendations to the Governments of Belarus, the Russian Federation and Ukraine*⁴, che contiene una sintesi dei due rapporti tecnici sopra citati insieme ad un'analisi di impatto socio-economico condotta dalla agenzia UNDP.

Questi rapporti hanno avuto una vasta eco nella comunità scientifica e civile internazionale, provocando anche reazioni critiche e controiniziative. Riteniamo dunque di fare cosa utile per i lettori di "Energia, Ambiente e Innovazione" pubblicando qui di seguito alcuni stralci del documento informativo della IAEA⁴ che rappresenta la sintesi del lavoro di molti anni di un gran numero di esperti autorevoli a livello internazionale. I testi completi (in inglese) dei rapporti citati sono reperibili nel sito web della IAEA⁵.

Sommario

L'incidente avvenuto nel 1986 al reattore nucleare di Chernobyl è stato il più grave nella storia dell'industria nucleare ed ha causato il rilascio di un'enorme quantità di radioattività su vaste aree della Bielorussia, dell'Ucraina e della Federazione Russa.

A vent'anni di distanza, le Agenzie delle Nazioni Unite e i rappresentanti dei tre Paesi più colpiti hanno esaminato le conseguenze di tale incidente dal punto di vista della salute, ambientale e socio-economico. Il personale presente nel sito e coloro che intervennero nelle operazioni di emergenza nei primi giorni, in totale circa 1000 persone, ricevettero le dosi più elevate, in alcuni casi fatali. Nel tempo, più di 600.000 persone sono state impiegate nelle operazioni di emergenza o di recupero (*liquidatori*). Benché alcune di esse abbiano ricevuto alte dosi di radioattività, molte di loro così come la maggioranza dei residenti nelle aree 'contaminate' della Bielorussia, Russia ed Ucraina (più di 5 milioni) ricevettero dosi relativamente basse di radiazione al corpo intero, ovvero comparabili con le dosi dovute alla radioattività naturale. Le misure di mitigazione adottate dalle autorità, inclusa l'evacuazione delle aree maggiormente contaminate, hanno ridotto in modo significativo l'esposizione alle radiazioni e il conseguente impatto sulla salute. Tuttavia, l'incidente ha causato una tragedia umana con conseguenze significative di ordine sanitario, ambientale e socio-economico.

Il tumore alla tiroide causato dal *fallout* di iodio radioattivo è stato una delle conseguenze più importanti dell'incidente. Le dosi alla tiroide assorbite nei primi mesi dopo l'incidente furono particolarmente alte nei bambini e in coloro che bevevano latte contenente alti livelli di iodio radioattivo. Fino al 2002 più di 4000 casi di tumore alla tiroide erano stati diagnosticati in questo gruppo di persone, ed è molto probabile che una gran parte di tali casi sia attribuibile all'assunzione di iodio radioattivo. A prescindere dal drammatico aumento di incidenza del tumore alla tiroide tra coloro che furono esposti in giovane età, non c'è stato un aumento chiaramente dimostrato di tumori solidi o di leucemia a causa delle radiazioni nelle popolazioni maggiormente esposte. Si è verificato, tuttavia, un aumento di problemi psicologici nella popolazione coinvolta, problemi aggravati da una insufficiente informazione riguardo agli effetti delle radiazioni e dalla crisi sociale ed economica causate dal crollo della Unione Sovietica.

È impossibile determinare in modo attendibile e preciso il numero di tumori letali causati dall'esposizione a radiazioni dovuta all'incidente di Chernobyl, o l'impatto dello stress e dell'ansia. Piccole differenze nelle assunzioni relative al rischio da radiazioni possono portare a grandi differenze nelle conseguenze previste sulla salute, che sono quindi molto incerte.

Un gruppo di esperti internazionali ha elaborato delle proiezioni per fornire una stima approssimata dell'impatto dell'incidente sulla salute e per dare supporto alla programmazione dell'allocazione delle risorse sanitarie in futuro. Le proiezioni indicano che tra le popolazioni maggiormente esposte (liquidatori, evacuati e residenti nelle zone cosiddette di 'rigido controllo'), la mortalità per tumore in totale potrebbe aumentare fino a qualche per cento a causa dell'esposizione a radiazioni dovuta all'incidente di Chernobyl. Tale aumento corrisponderebbe fino ad alcune migliaia di tumori letali in più rispetto a circa centomila morti per tumori attesi in queste popolazioni per tutte le altre cause. Un aumento di questa entità (qualche punto percentuale) sarebbe difficile da evidenziare perfino con studi epidemiologici molto accurati e a lungo termine.

Dal 1986 i livelli di radiazione negli ambienti colpiti si sono ridotti di diverse centinaia di volte grazie al decadimento naturale e alle contromisure adottate. Di conseguenza, la maggioranza dei territori contaminati sono adesso sicuri per l'insediamento e le attività economiche. Tuttavia, nella Zona di Esclusione di Chernobyl e in

alcune aree limitrofe sarà necessario mantenere delle restrizioni sull'uso della terra ancora per decine di anni.

I Governi adottarono molte contromisure efficaci per limitare le conseguenze dell'incidente. Tuttavia, una ricerca recente mostra che occorre cambiare la direzione dello sforzo attuale. La riorganizzazione sociale ed economica delle regioni colpite di Bielorussia, Russia ed Ucraina deve essere considerata una priorità, così come l'eliminazione del peso psicologico sui lavoratori coinvolti nelle operazioni di emergenza e sulla popolazione in generale. Inoltre, il *decommissioning* della distrutta unità n. 4 del reattore di Chernobyl e la bonifica graduale della Zona di Esclusione di Chernobyl, inclusa la gestione in sicurezza dei rifiuti radioattivi, costituiscono una priorità per l'Ucraina. È indispensabile il mantenimento di tutte le conoscenze sviluppate per la mitigazione delle conseguenze, e dovrà essere proseguita la ricerca a lungo termine centrata su alcuni aspetti sanitari, ambientali e sociali.

Il presente rapporto, relativo alla radioattività ambientale, alla salute umana e agli aspetti socio-economici, rappresenta la valutazione più completa delle conseguenze dell'incidente fino ad oggi.

Vi hanno contribuito circa 100 esperti riconosciuti a livello mondiale provenienti da molti Paesi, incluse la Bielorussia, la Russia e l'Ucraina. Esso rappresenta l'opinione condivisa delle otto Agenzie dell'ONU, secondo le rispettive competenze, e dei tre Paesi colpiti.

L'incidente di Chernobyl

Il 26 aprile 2006 l'incidente più grave della storia dell'industria nucleare si verificò all'unità 4 dell'impianto nucleare di Chernobyl nella Repubblica Ucraina della ex Unione Sovietica. L'esplosione che distrusse il *vessel* del reattore e il conseguente incendio che durò almeno dieci giorni causarono il rilascio nell'ambiente di un'enorme quantità di materiale radioattivo. Il fumo alzatosi dal reattore in fiamme diffuse numerosi materiali radioattivi, soprattutto iodio (I) e cesio (Cs), su gran parte dell'Europa.

Lo I-131, il radioisotopo che maggiormente contribuisce alla dose assorbita dalla tiroide, ha emivita breve (8 giorni) e decade quindi quasi totalmente entro poche settimane dall'incidente. Il Cs-137 radioattivo, che contribuisce sia alla dose esterna sia a quella interna, ha un'emivita molto più lunga (30 anni) ed è ancora misurabile sul suolo e in alcuni cibi in gran parte d'Europa. I depositi più consistenti di radionuclidi si verificarono su vaste aree della Unione Sovietica intorno al reattore, aree che si trovano attualmente in Bielorussia, Federazione Russa e Ucraina.

Si stima che nel 1986–1987 siano stati inizialmente impiegati circa 350.000 lavoratori coinvolti nelle operazioni di emergenza e di recupero, inclusi militari, operatori dell'impianto, poliziotti locali e vigili del fuoco. Tra di essi, circa 240.000 lavoratori impiegati nelle operazioni di recupero parteciparono in importanti attività di mitigazione presso il reattore e nella zona circostante entro un raggio di 30 km. In seguito, il numero di liquidatori registrati salì a 600.000, anche se solo una piccola frazione di essi fu esposta ad alti livelli di radiazione.

Nelle aree di Bielorussia, Federazione Russa e Ucraina classificate come 'contaminate' da radionuclidi a causa dell'incidente di Chernobyl (attività per unità di superficie superiore a 37 kBq m^{-2} di Cs-137)* vivevano più di cinque milioni di

*Il Becquerel (Bq) è l'unità di misura internazionale di radioattività ed è pari ad una disintegrazione per secondo.

persone. Di queste, circa 400.000 vivevano in aree maggiormente contaminate, classificate dalle autorità sovietiche come *Aree di rigido controllo radiologico* (attività per unità di superficie superiore a 555 kBq m⁻² di Cs-137). Tra queste ultime, 116.000 persone furono evacuate tra la primavera e l'estate del 1986 dall'area circostante il reattore (denominata *Zona di Esclusione*) e trasportate in zone non contaminate. Altre 220.000 persone furono spostate negli anni successivi. Sfortunatamente, inizialmente la popolazione colpita di quella che era al tempo l'Unione Sovietica non ricevette informazioni attendibili sull'incidente e sulla diffusione di materiale radioattivo, e le informazioni rimasero inadeguate anche negli anni successivi all'incidente. Tale mancanza e il ritardo causarono una diffusa sfiducia nei canali ufficiali di informazione, nonché l'erronea attribuzione di molte malattie all'esposizione a radiazioni.

Dal rapporto del Gruppo di Esperti sulle conseguenze sulla salute

Il rapporto fornisce un riassunto delle conseguenze sulla salute nelle popolazioni di Bielorussia, Federazione Russa e Ucraina, e risponde a cinque delle domande più importanti sull'argomento.

• Quali sono stati i livelli di esposizione a radiazione per la popolazione a seguito dell'incidente di Chernobyl?

Tre categorie di persone risultarono esposte a radiazioni a seguito dell'incidente di Chernobyl:

- i lavoratori impiegati nelle operazioni di emergenza e di recupero nell'impianto e nella Zona di Esclusione dopo l'incidente,
- gli abitanti evacuati dalle aree contaminate,
- gli abitanti nelle aree contaminate che non furono evacuati.

Con l'eccezione del personale del reattore che si trovava sul sito e i lavoratori coinvolti nelle operazioni di emergenza vicino al reattore distrutto durante l'incidente e subito dopo, la gran parte dei lavoratori coinvolti nelle operazioni di recupero e delle persone che vivevano nelle zone contaminate ricevettero dosi di radiazione al corpo intero relativamente basse, confrontabili con la dose dovuta al fondo di radiazione ambientale accumulata nei 20 anni successivi all'incidente. Il personale del reattore che si trovava sul sito e i lavoratori coinvolti nelle operazioni di emergenza, in totale circa 1000 persone, ricevettero durante i primi giorni dopo l'incidente le dosi più elevate, in un intervallo tra i 2 e i 20 Gy, che risultarono fatali per alcuni di loro. Le dosi ricevute dai lavoratori coinvolti nelle operazioni di recupero per periodi brevi nei quattro anni seguenti all'incidente, arrivarono fino ad oltre 500 mSv, con una media di 100 mSv secondo i Registri di Stato di Bielorussia, Federazione Russa e Ucraina. Si è stimato che la dose effettiva alle persone evacuate dalla zona di Chernobyl nella primavera – estate del 1986 fosse dell'ordine di 33 mSv in media, con punte dell'ordine di alcune centinaia di mSv.

L'ingestione di cibo contaminato con iodio radioattivo causò l'assorbimento di dosi significative alla tiroide negli abitanti delle aree contaminate di Bielorussia, Russia e Ucraina. Le dosi alla tiroide variarono in un ampio intervallo, a seconda dell'età, del livello di contaminazione del terreno con I-131, e del consumo di latte. Sono stati riportati livelli di dose alla tiroide fino a 50 Gy, con medie nelle aree contaminate da

0,03 fino a qualche Gy, a seconda della zona di residenza e dell'età. Nei residenti nella città di Pripjat nelle vicinanze del reattore di Chernobyl, le dosi alla tiroide furono sostanzialmente ridotte grazie ad una tempestiva distribuzione di pastiglie di iodio non radioattivo. L'assunzione di latte prodotto da mucche che mangiavano erba contaminata subito dopo l'incidente costituì la causa maggiore delle dosi elevate alla tiroide nei bambini e dei molti casi di tumore alla tiroide che si svilupparono in seguito.

In generale, durante i venti anni successivi all'incidente, la popolazione è stata esposta sia a sorgenti esterne (Cs-137 al suolo, ecc.) sia attraverso l'assunzione di radionuclidi (soprattutto Cs-137) nei cibi, acqua e aria. È stato stimato che la dose effettiva media per la popolazione delle aree contaminate accumulata nel periodo 1986–2005 varia dai 10 ai 30 mSv in varie province della Bielorussia, Russia e Ucraina. Nelle aree di rigido controllo radiologico, la dose media è risultata di circa 50 mSv e più. Alcuni residenti hanno ricevuto fino ad alcune centinaia di mSv. Si noti che le dosi medie ricevute dai residenti nelle zone contaminate dal *fall-out* di Chernobyl sono generalmente inferiori di quelle ricevute da popolazioni che vivono in alcune aree caratterizzate da un elevato fondo naturale di radiazione in India, Iran, Brasile e Cina (100–200 mSv in 20 anni).

La gran maggioranza dei circa cinque milioni di persone residenti nelle aree contaminate di Bielorussia, Russia e Ucraina ricevono attualmente dosi effettive annue dovute al *fallout* di Chernobyl pari a meno di 1 mSv da sommarsi alla dose dovuta al fondo naturale di radiazione. Tuttavia, circa 100.000 residenti nelle aree più contaminate ricevono ancora più di 1 mSv all'anno a causa del *fallout* di Chernobyl. Sebbene ci si attenda in futuro una riduzione piuttosto lenta dei livelli di esposizione, pari a circa il 3-5% per anno, la gran parte della dose dovuta all'incidente si è già accumulata negli anni passati.

La valutazione del Chernobyl Forum concorda con le conclusioni riportate nel Rapporto UNSCEAR 2000⁶ riguardo alle dosi individuali e collettive ricevute dalle popolazioni dei paesi maggiormente colpiti, Bielorussia, Russia e Ucraina.

• *Quante persone sono morte a causa dell'incidente e quante ancora è probabile che muoiano in futuro?*

C'è stato un enorme interesse da parte dell'opinione pubblica, gli scienziati, i mass media e i politici riguardo il numero di decessi attribuibili all'incidente di Chernobyl. Si è sostenuto che vi siano state decine o perfino centinaia di migliaia di morti a causa dell'incidente. Tali affermazioni sono molto esagerate. La confusione sull'impatto dell'incidente di Chernobyl è stata generata dal fatto che in questi anni, a partire dal 1986, migliaia di lavoratori impiegati nelle operazioni di emergenza e di recupero e di abitanti dei territori "contaminati" sono morti per cause diverse non attribuibili alle radiazioni. Tuttavia, le previsioni largamente diffuse di malattie e una certa tendenza ad attribuire problemi di salute all'esposizione a radiazioni hanno indotto i residenti locali ad assumere che le morti dovute a Chernobyl fossero molto più numerose.

Mortalità per Sindrome Acuta da Radiazioni

Il numero di decessi causati da Sindrome Acuta da Radiazioni (ARS) durante il primo anno dopo l'incidente è ben documentato. Secondo il rapporto UNSCEAR (2000), tale sindrome è stata diagnosticata a 134 lavoratori impiegati nelle

Tabella 1 - Dosi medie ricevute dalle popolazioni colpite dall'incidente di Chernobyl

Categoria di popolazione	Numero	Dose media (mSv)
Liquidatori (1986-1989)	600.000	~ 100
Evacuati dalla zona altamente contaminata (1986)	116.000	33
Residenti nella zona a rigido controllo (1986-2005)	270.000	> 50
Residenti in altre aree contaminate (1986-2005)	5.000.000	10 -20

operazioni di emergenza. In molti casi, si sono verificate anche complicazioni per ustioni alla pelle e sepsi dovute a forte esposizione a radiazione beta. Di questi lavoratori, 28 morirono nel 1986 per ARS. Altre due persone erano morte presso l'unità 4 del reattore per ferite non causate dalla radiazione, ed una terza morte si ritenne che fosse dovuta a trombosi coronarica. Altre 19 persone morirono nel periodo 1987-2004 per cause varie; tuttavia la loro morte non è necessariamente (in certi casi non lo è certamente) direttamente attribuibile all'esposizione a radiazioni. Tra la popolazione in generale esposta al *fallout* radioattivo di Chernobyl, le dosi di radiazione furono relativamente basse e non si verificarono decessi per ARS.

Mortalità per tumori

Non è possibile accertare in modo attendibile e preciso il numero di tumori letali causati dall'esposizione a radiazioni a seguito dell'incidente di Chernobyl. Inoltre, al momento i tumori causati dalle radiazioni non sono distinguibili da quelli dovuti ad altre cause. Un gruppo di esperti internazionali ha elaborato delle proiezioni per fornire una stima approssimata dei possibili effetti dell'incidente sulla salute, e per contribuire a pianificare l'allocazione futura delle risorse sanitarie pubbliche. Tali proiezioni sono basate sull'esperienza di altre popolazioni esposte a radiazioni e studiate per molti decenni, come i sopravvissuti alle bombe atomiche di Hiroshima e Nagasaki. Tuttavia, non è chiara l'applicabilità delle stime di rischio derivate da altre popolazioni con diverse caratteristiche genetiche e ambientali e diversi stili di vita, che inoltre sono state esposte a livelli di dose di radiazione molto più alti. In aggiunta a ciò, piccole differenze nelle assunzioni sui rischi da esposizione a bassi livelli di dose possono determinare grandi differenze nelle previsioni dell'aumento dell'incidenza di tumori, motivo per cui tali proiezioni dovrebbero essere trattate con molta cautela soprattutto nei casi in cui le dosi aggiuntive rispetto al fondo naturale sono piccole. Secondo le previsioni del gruppo di esperti internazionali, tra le 600.000 persone che hanno avuto i livelli di esposizione più significativi (liquidatori impiegati nel 1986-87, evacuati e residenti nelle aree più contaminate) il possibile aumento di mortalità per tumori dovuto all'esposizione a radiazioni potrebbe ammontare fino a qualche punto percentuale. Ciò potrebbe tradursi in ultima analisi fino a 4000 tumori letali in aggiunta ai circa 100.000 tumori letali attesi in questa popolazione per tutte le altre cause. Tra i 5 milioni di persone residenti in altre aree contaminate le dosi ricevute sono state molto più basse e quindi ogni proiezione sull'aumento di tumori è più speculativa, ma ci si attende che tale aumento determini una differenza inferiore all'1% nella mortalità per tumore. Data la normale variazione nei tassi di mortalità per tumore, tale differenza sarebbe molto difficile da rivelare con gli strumenti epidemiologici disponibili. Fino ad ora, gli studi epidemiologici sui residenti nelle aree contaminate in

Bielorussia, Russia ed Ucraina non hanno fornito una chiara e convincente evidenza di un aumento di mortalità nella popolazione in generale dovuto all'esposizione a radiazioni, e in particolare per morti causate da leucemia, tumori solidi (diversi dal tumore alla tiroide) e da malattie diverse da tumori. Tuttavia, sono stati diagnosticati più di 4000 tumori alla tiroide nel periodo 1992–2002 in persone che erano bambini o adolescenti all'epoca dell'incidente, e fino al 2002 sono stati documentati 15 decessi correlati con l'avanzamento della malattia. È stato riportato un certo aumento di leucemia fatale, tumori solidi e malattie del sistema circolatorio dovuti alle radiazioni tra i lavoratori russi impiegati nelle operazioni di emergenza e di recupero. Secondo i dati del Registro Russo, nel periodo 1991-98 nel gruppo di 61.000 lavoratori russi esposti ad una dose media di 107 mSv, circa il 5% di tutti i decessi verificatisi possono essere stati causati dall'esposizione a radiazioni. Questi risultati, tuttavia, dovrebbero essere considerati come preliminari, e richiedono conferma attraverso studi ben progettati e che ricostruiscano accuratamente le dosi individuali.

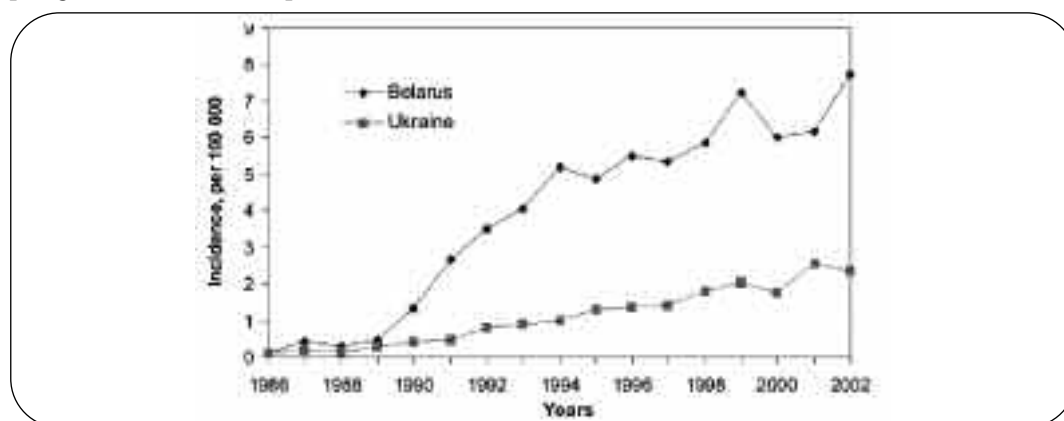
•**Quali malattie sono già comparse o possono verificarsi in futuro a causa dell'esposizione a radiazioni dovute a Chernobyl?**

Tumori alla tiroide nei bambini

Uno dei radionuclidi principali rilasciati nell'incidente di Chernobyl fu lo I-131, i cui livelli furono significativi nei primi mesi dopo l'incidente. La ghiandola tiroide accumula lo iodio dal sangue nel suo normale metabolismo. Il fallout di iodio radioattivo causò un'esposizione considerevole della tiroide nei residenti locali per inalazione e ingestione di alimenti, specialmente latte, contenenti livelli alti di radioiodio. La tiroide è uno degli organi più suscettibili all'induzione di tumore per radiazioni. I bambini costituirono la parte più vulnerabile della popolazione e in seguito all'incidente si registrò un sostanziale aumento di tumore alla tiroide tra i bambini esposti.

Dal 1992 al 2002 in Bielorussia, Russia and Ucraina furono diagnosticati più di 4000** casi di cancro alla tiroide tra coloro che erano bambini o adolescenti (0–18 anni) all'epoca dell'incidente, con la maggiore incidenza nel gruppo di età compreso tra 0 e 14 anni. La maggior parte di queste persone furono trattate, con prognosi favorevole per la loro vita. Data la rarità del tumore alla tiroide nella

Figura 1
Numero di casi di tumore alla tiroide (per 100.000 abitanti) in bambini e adolescenti esposti a I-131 in conseguenza all'incidente di Chernobyl



** Statistiche più recenti dai Registri Nazionali di Bielorussia ed Ucraina indicano che il numero totale di tumori alla tiroide tra coloro che sono stati esposti in età inferiore ai 18 anni è attualmente vicino a 5000. I numeri differiscono leggermente a seconda dei metodi di documentazione, ma il numero totale osservato nei tre Paesi è certamente ben superiore a 4000.

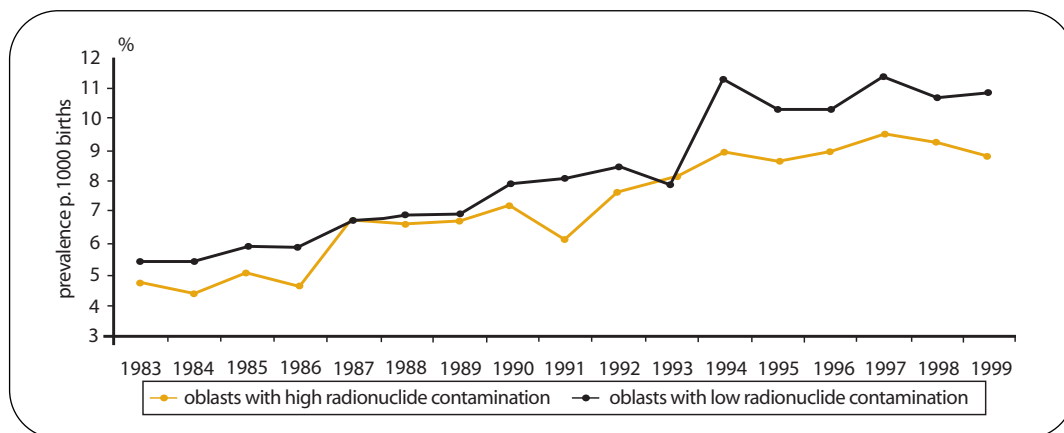
popolazione giovane, la quantità di popolazione che ricevette alte dosi alla tiroide, e considerato il valore stimato del rischio per radiazione derivato dagli studi epidemiologici, è molto probabile che una gran parte dei tumori alla tiroide osservati fino ad oggi tra coloro che sono stati esposti da bambini sia attribuibile all'esposizione a radiazione in seguito all'incidente. Ci si aspetta che l'aumento di incidenza del tumore alla tiroide dovuto a Chernobyl continuerà per molti anni ancora, anche se l'entità del rischio a lungo termine è difficile da quantificare. Si noti che le misure immediate di mitigazione prese dalle autorità nazionali contribuirono sostanzialmente a contenere le conseguenze dell'incidente sulla salute. L'assunzione di pastiglie di iodio stabile durante le prime 6-30 ore dopo l'incidente ridusse di un fattore 6 in media la dose ricevuta dai residenti di Pripjat. Pripjat era la città più grande nelle vicinanze dell'impianto nucleare di Chernobyl e circa 50.000 persone ivi residenti furono evacuate entro 40 ore dopo l'incidente. Più di 100.000 persone furono evacuate entro poche settimane dalle aree più contaminate in Ucraina e Bielorussia. Queste misure ridussero l'esposizione a radiazione e le relative conseguenze sulla salute.

Leucemia, tumori solidi e malattie del sistema circolatorio

Un certo numero di studi epidemiologici, inclusi quelli relativi ai sopravvissuti ai bombardamenti atomici, ai pazienti trattati con radioterapia e ai lavoratori professionalmente esposti in medicina e nell'industria nucleare, hanno mostrato che la radiazione ionizzante può causare tumori solidi e leucemia (con l'eccezione della leucemia linfoide cronica, CLL, che non si ritiene sia dovuta all'esposizione a radiazioni). Risultati più recenti indicano anche un aumento di rischio di malattie cardiovascolari nelle popolazioni esposte a dosi più elevate (e.g. sopravvissuti ai bombardamenti atomici, pazienti trattati con radioterapia). Un aumento del rischio di leucemia da esposizione a radiazioni era quindi atteso nella popolazione esposta. Tuttavia, dato il livello della dose ricevuta è probabile che gli studi sulla popolazione in generale non avranno valore statistico sufficiente per identificare tale aumento, e che un aumento possa essere rivelabile solo per i lavoratori impiegati nelle operazioni di emergenza e di recupero che furono più esposti. Gli studi più recenti suggeriscono un raddoppio dell'incidenza di leucemia (non-CLL) tra il 1986 e il 1996 nei lavoratori russi impiegati nelle operazioni di emergenza e di recupero che ricevettero più di 150 mGy (dose esterna). Gli studi ancora in corso sui lavoratori potranno fornire ulteriori informazioni sul possibile aumento di rischio di leucemia. Tuttavia, poiché il rischio di leucemia indotta da radiazioni diminuisce diversi decenni dopo l'esposizione, il relativo contributo alla morbosità e alla mortalità è probabile che decresca con il passare del tempo.

Si sono avuti molti studi dopo Chernobyl sull'incidenza della leucemia e tumori nelle popolazioni delle aree contaminate nei tre Paesi. La maggior parte degli studi, tuttavia, presentava limitazioni metodologiche e poco significato statistico. Di conseguenza, non c'è al momento una chiara evidenza di aumento di incidenza di leucemia e tumori (diversi dal tumore alla tiroide) nei bambini, nei soggetti esposti in utero, o negli adulti residenti nelle aree contaminate. Si pensa però che per la maggior parte dei tumori solidi il minimo periodo di latenza sia molto più lungo di quello per la leucemia e il cancro alla tiroide — dell'ordine di 10-15 anni o più — e che quindi possa essere ancora troppo presto per valutare a pieno l'impatto radiologico dell'incidente. L'assistenza medi-

Figura 2
 Numero di malformazioni congenite alla nascita su 1000 nati in quattro regioni (oblasts) della Bielorussia con alti e con bassi livelli di contaminazione



differenze nei modelli usati per valutare i rischi a basse dosi possono avere grandi effetti sulle stime di casi di cancro addizionali. Recentemente, sembra verificarsi un aumento nella morbosità e mortalità di malattie del sistema cardiocircolatorio tra i lavoratori russi impiegati nelle operazioni di emergenza e di recupero. L'incidenza di tali malattie dovrebbe essere valutata con particolare attenzione poiché vi può essere una possibile influenza indiretta di altri fattori confondenti, come lo stress e lo stile di vita. Anche questi risultati richiedono conferme con studi ben progettati.

Cataratte

L'esame degli occhi dei bambini e dei lavoratori impiegati nelle operazioni di emergenza e di recupero mostra chiaramente che possono svilupparsi le cataratte in conseguenza dell'esposizione a radiazione a seguito dell'incidente di Chernobyl. I dati ricavati dagli studi sui lavoratori impiegati nelle operazioni di emergenza e di recupero suggeriscono si può avere sviluppo delle cataratte a livelli di esposizioni più basse di quanto rilevato in precedenza, fino a circa 250 mGy. Ulteriori studi sugli occhi delle popolazioni di Chernobyl forniranno la conferma ed una maggiore capacità predittiva del rischio di comparsa di cataratta per radiazioni, e soprattutto forniranno i dati necessari per valutare la probabilità residua di patologie agli occhi.

• *Ci sono stati o ci saranno effetti ereditati o nella riproduzione?*

Dati i livelli di dose relativamente bassi a cui sono state esposte le popolazioni delle regioni colpite dall'incidente di Chernobyl, non c'è alcuna evidenza o probabilità di osservare una diminuzione di fertilità tra i maschi e le femmine della popolazione in generale come risultato diretto dell'esposizione a radiazioni. È anche improbabile che tali livelli di dose abbiano effetti importanti sul numero di nati morti, sulle gravidanze con esiti negativi, sui parti con complicazioni e sulla salute dei bambini. I tassi di natalità possono essere più bassi nelle aree contaminate per la preoccupazione di avere bambini (questo dato è

oscurato dal tasso molto alto di aborti medici) e per il fatto che i più giovani possono essersi trasferiti. Non si prevede alcun aumento rilevabile di effetti ereditari causati dalla radiazione sulla base dei bassi coefficienti di rischio stimati dal rapporto UNSCEAR (2001)⁷ o in rapporti precedenti sugli effetti sulla salute di Chernobyl. Dal 2000 non sono state fornite nuove evidenze in grado di cambiare questa conclusione. C'è stato un modesto ma costante aumento delle malformazioni congenite riportate sia nelle aree contaminate sia in quelle non contaminate di Bielorussia dal 1986. Tale aumento non sembra sia dovuto alle radiazioni e può essere il risultato di una maggiore tendenza alla registrazione.

• *L'incidente di Chernobyl ha provocato un trauma in molte persone a causa del repentino trasferimento, l'interruzione dei rapporti sociali, la paura e l'ansia per i possibili effetti sulla salute. Vi sono problemi psicologici o mentali persistenti?*

Qualunque incidente o evento traumatico può causare l'insorgenza di sintomi di stress, depressione, ansia (inclusi sintomi di stress post-traumatico) e di altri sintomi fisici non spiegati. Tali sintomi sono stati riportati anche nelle popolazioni colpite dall'incidente di Chernobyl. Tre diversi studi hanno trovato che le popolazioni esposte presentavano livelli di ansia doppi rispetto ai gruppi di controllo, e che presentavano una probabilità 3-4 volte maggiore di riportare sintomi fisici multipli non spiegati ed uno stato cagionevole di salute soggettivo rispetto ai gruppi di controllo non colpiti. In generale, sebbene le conseguenze psicologiche riscontrate nelle popolazioni esposte di Chernobyl siano simili a quelle dei sopravvissuti alle bombe atomiche, dei residenti vicino all'impianto nucleare di Three Mile Island, o di coloro che hanno subito esposizioni a sostanze tossiche nel luogo di lavoro o nell'ambiente, il contesto in cui è accaduto l'incidente di Chernobyl rende i risultati degli studi difficili da interpretare a causa della complicata serie di eventi scatenati dall'incidente, le tensioni multiple ed estreme, e i modi culturali specifici di esprimere la sofferenza. Inoltre, gli individui nelle popolazioni colpite furono ufficialmente classificati come "sofferenti" e divennero colloquialmente conosciuti come "vittime di Chernobyl", un termine che fu presto adottato dai mass media. Questa etichetta, insieme con l'ampia assistenza da parte dei governi a favore degli evacuati e dei residenti nelle zone contaminate, ha avuto l'effetto di incoraggiare gli individui a ritenersi in modo fatalistico come degli invalidi. È ben saputo che le percezioni delle persone – ancorché false – possono influenzare il modo in cui sentono e agiscono. Così, piuttosto che sentirsi dei "sopravvissuti", molte di queste persone hanno finito col pensare a sé stessi come indifesi, deboli e senza controllo sul loro futuro. Occorre intraprendere nuovi sforzi nella comunicazione del rischio, fornendo al pubblico e ai professionisti che svolgono un ruolo chiave in questo campo un'informazione accurata sulle conseguenze sulla salute fisica e mentale del disastro.

Dal rapporto del Gruppo di Esperti sulle conseguenze ambientali

Il rapporto del Gruppo di Esperti sulle conseguenze ambientali copre gli aspetti relativi al rilascio radioattivo, il deposito, il trasferimento e l'accumulazione dei radionuclidi, l'applicazione di contromisure, gli effetti indotti dalle

radiazioni sulle piante e gli animali, ed infine lo smantellamento del sarcofago (*Shelter*) e la gestione dei rifiuti radioattivi nella Zona di Esclusione di Chernobyl.

• *Rilascio e deposito di materiali radioattivi*

Le forti emissioni di radionuclidi dall'unità 4 del reattore di Chernobyl continuarono per 10 giorni dopo l'esplosione del 26 aprile. Esse contenevano gas radioattivi, aerosol condensati ed enormi quantità di particelle di combustibile. Il rilascio totale di sostanze radioattive fu di circa 14 EBq (1 EBq = 10^{18} Bq), di cui 1.8 EBq di I-131, 0,085 EBq di Cs-137, 0,01 EBq di Sr-90 e 0,003 EBq di radioisotopi del plutonio. I gas nobili contribuirono per circa il 50% del rilascio totale. Più di 200.000 chilometri quadrati d'Europa ricevettero livelli di Cs-137 superiori a 37 kBq m⁻². Più del 70% di quest'area si trovava nei Paesi maggiormente colpiti, Bielorussia, Russia e Ucraina. Il deposito fu estremamente disuguale e più intenso nelle aree in cui pioveva mentre transitavano le nubi radioattive. La gran parte dei radioisotopi di stronzio e di plutonio furono depositati entro 100 km di distanza dal reattore distrutto a causa della maggiore dimensione delle particelle. Molti dei radionuclidi più importanti avevano vite medie brevi. Di conseguenza, la gran parte dei radionuclidi rilasciati nell'incidente è decaduta. I rilasci di iodio radioattivo causò una grande preoccupazione immediatamente dopo l'incidente. Per alcuni decenni a venire il Cs-137 rimarrà il radionuclide più importante, seguito dallo Sr-90. A più lungo termine (centinaia o migliaia di anni) rimarranno gli isotopi del plutonio e l'Am-241, sebbene a livelli non significativi dal punto di vista radiologico.

• *Qual'è la portata della contaminazione urbana?*

I radionuclidi si depositarono più pesantemente sulle superfici aperte nelle aree urbane, come i prati, parchi, le strade, le piazze, i tetti e le pareti. In condizioni atmosferiche asciutte, gli alberi, i cespugli, i prati e i tetti ricevettero inizialmente i livelli più alti, mentre in condizioni di umidità le superfici orizzontali come i terreni e i prati ricevettero i livelli più alti. Concentrazioni più alte di Cs-137 furono rilevate intorno alle case dove la pioggia aveva trasportato il materiale radioattivo dai tetti fino a terra. Il deposito nelle aree urbane nella più vicina città di Pripyat e negli insediamenti circostanti avrebbe potuto dare luogo inizialmente a una significativa dose esterna. Tuttavia, ciò fu evitato in larga misura dalla tempestiva evacuazione dei residenti. Il deposito di materiale radioattivo in altre aree urbane ha causato diversi livelli di esposizione a radiazioni per le persone negli anni successivi e continua ancora oggi a livelli più bassi. A causa del vento, della pioggia e delle attività umane, incluso il traffico, il lavaggio e la pulizia delle strade, la contaminazione superficiale da materiali radioattivi si è ridotta significativamente nelle aree abitate e adibite ad attività ricreative nel 1986 e in seguito. Una delle conseguenze di questi processi è rappresentata dalla contaminazione secondaria delle fognature e dei serbatoi. Al momento, nella gran parte degli insediamenti soggetti a contaminazione radioattiva a causa dell'incidente di Chernobyl, il rateo di dose in aria sopra le superfici solide è tornato ai livelli del fondo precedenti all'incidente. Ma il rateo di dose in aria rimane elevato sopra i suoli indisturbati nei giardini e nei parchi in alcuni insediamenti in Bielorussia, Russia e Ucraina.

• Quanto sono contaminate le aree agricole?

Nei primi mesi dopo l'incidente, i livelli di radioattività nelle piante agricole e negli animali che mangiavano le piante erano dominati dai depositi superficiali di radionuclidi. Il deposito di radioiodio fu causa della preoccupazione maggiore nell'immediato, ma il problema fu limitato ai primi due mesi dall'incidente grazie al rapido decadimento dell'isotopo più importante, lo I-131. Il radioiodio fu rapidamente assorbito nel latte a tassi elevati causando una dose alla tiroide significativa nelle persone che consumavano latte, specialmente i bambini in Bielorussia, Russia e Ucraina. Nel resto d'Europa si osservarono aumenti dei livelli di radioiodio nel latte nelle aree meridionali dove gli animali da latte erano ancora al pascolo. Dopo la fase iniziale di deposito diretto, divenne sempre più importante l'assunzione di radionuclidi dal suolo attraverso le radici delle piante. I radioisotopi del cesio (Cs-137 e Cs-134) causarono i problemi maggiori ed anche dopo il decadimento del Cs-134 (emivita di 2,1 anni) nella metà degli anni 90, i livelli di Cs-137 (di più lunga vita) nei prodotti agricoli dalle aree più colpite possono ancora richiedere rimedi ambientali. Inoltre, lo Sr-90 poteva causare problemi nelle aree vicine al reattore, ma a distanze maggiori i livelli di deposito erano bassi. Altri radionuclidi, come gli isotopi del plutonio e l'Am-241, non causarono reali problemi in agricoltura, sia perché erano presenti a bassi livelli, sia perché erano poco assimilabili da parte delle radici dal terreno. In generale ci fu una sostanziale riduzione nel trasferimento di radionuclidi dai vegetali agli animali nei sistemi agricoli intensivi nei primi anni dopo il deposito come conseguenza delle condizioni atmosferiche, del decadimento fisico, della migrazione dei radionuclidi in profondità nel suolo, delle riduzioni di bio-disponibilità nel suolo ed infine grazie alle contromisure. Tuttavia, nell'ultimo decennio si è verificata una piccola ulteriore diminuzione pari al 3-7% all'anno. Il contenuto di radiocesio negli alimenti fu influenzato non solo dai livelli di deposito ma anche dal tipo di ecosistema e dal suolo, così come dalle pratiche di coltura. I problemi ancora esistenti nelle aree colpite si verificano nei sistemi agricoli estensivi caratterizzati da terreni con alto contenuto organico e con animali al pascolo in pasture non arate e non fertilizzate. Ciò colpisce particolarmente i residenti rurali nell'ex Unione Sovietica che sono comunemente agricoltori di sussistenza e che possiedono mucche al pascolo in proprio. A lungo termine il Cs-137 nel latte e nella carne e, in misura minore, negli alimenti vegetali e nei raccolti fornisce il contributo più importante alla dose interna alle persone. Poiché la concentrazione di radioattività del Cs-137 negli alimenti vegetali e animali è diminuita molto lentamente nell'ultimo decennio, il contributo relativo del Cs-137 alla dose interna continuerà a dominare nei decenni a venire. L'importanza dei radionuclidi a lunga vita, Sr-90, gli isotopi del plutonio e Am-241, rimarrà insignificante per la dose alle persone. Attualmente le concentrazioni di attività del Cs-137 nei prodotti alimentari agricoli dalle aree colpite dal *fallout* di Chernobyl sono generalmente al di sotto dei livelli di intervento nazionali e internazionali. Tuttavia, in alcune aree limitate con elevate contaminazioni da radionuclidi (parti delle regioni di Gomel e di Mogilev in Bielorussia e la regione di Bryansk in Russia) o con terreni con poco contenuto organico (le regioni di Zhytomir di Rovno in Ucraina), si può ancora produrre latte con concentrazioni di attività del Cs-137 che superano i livelli di intervento nazionali

pari a 100 Bq/kg. In queste aree, possono ancora essere giustificate contromisure e rimedi ambientali.

(.....)

• **Quali sono gli aspetti ambientali dello smantellamento del sarcofago (Shelter) e della gestione dei rifiuti radioattivi?**

La distruzione accidentale dell'unità 4 del reattore di Chernobyl causò la diffusione di un'enorme quantità di materiale radioattivo e di rifiuti radioattivi all'interno dell'unità, nel sito dell'impianto e nell'area circostante. La costruzione del sarcofago tra maggio e novembre 1986 per il contenimento ambientale del reattore distrutto, ridusse i livelli di radiazione ed evitò ulteriori rilasci di radionuclidi all'esterno. Il sarcofago fu eretto in breve tempo in condizioni di elevate esposizioni a radiazioni per il personale coinvolto. Le misure prese per accorciare i tempi di costruzione causarono dei difetti nel sarcofago e la mancanza di dati completi sulla stabilità delle strutture dell'unità 4 danneggiata. Inoltre, durante i quasi due decenni trascorsi dalla costruzione, gli elementi strutturali del sarcofago hanno subito un degrado a causa della corrosione dovuta all'umidità. Il principale rischio potenziale per il sarcofago è il collasso delle strutture superiori e il rilascio di polvere radioattiva nell'ambiente. Per evitare il collasso del sarcofago, sono pianificate delle azioni per rafforzare le strutture instabili.

Inoltre, è in programma un Nuovo Contenimento Sicuro (*New Safe Containment, NSC*) che dovrebbe funzionare per più di 100 anni come coperchio del sarcofago esistente. La costruzione del NSC potrebbe permettere lo smantellamento del sarcofago esistente, la rimozione della massa di combustibile altamente radioattivo (*Fuel Containing Mass, FCM*) dall'unità 4, ed infine il decommissioning del reattore danneggiato. Nel corso delle attività di riparazione sia nel sito del reattore nucleare di Chernobyl sia nelle sue vicinanze, furono generati grandi volumi di materiale radioattivo che furono collocati in depositi superficiali temporanei e in strutture di smaltimento. Tra il 1986 e il 1987 nella Zona di Esclusione furono create trincee e interramenti a distanze di 0,5-15 km dal reattore per evitare la diffusione di polveri, per ridurre i livelli di radiazione e permettere condizioni migliori di lavoro intorno all'unità 4 e nei dintorni. Queste strutture furono realizzate senza un'adeguata documentazione di progetto e senza barriere con adeguati progetti ingegneristici e quindi non soddisfano gli attuali requisiti di sicurezza per il deposito dei rifiuti. Durante gli anni successivi all'incidente furono impiegate grandi risorse per ottenere un'analisi sistematica ed una strategia accettabile per la gestione dei rifiuti radioattivi esistenti. Tuttavia, ad oggi non è stata ancora sviluppata una strategia largamente accettata per la gestione dei rifiuti radioattivi nell'impianto di Chernobyl e nella Zona di Esclusione, specialmente per i rifiuti ad alto livello di attività e per quelli a lunga vita. Si prevede che altri rifiuti radioattivi siano potenzialmente generati in Ucraina negli anni a venire durante la costruzione del NSC, il possibile smantellamento del sarcofago, la rimozione della FCM e il decommissioning dell'unità 4. Questi rifiuti dovranno essere smaltiti in modo appropriato.

(.....)

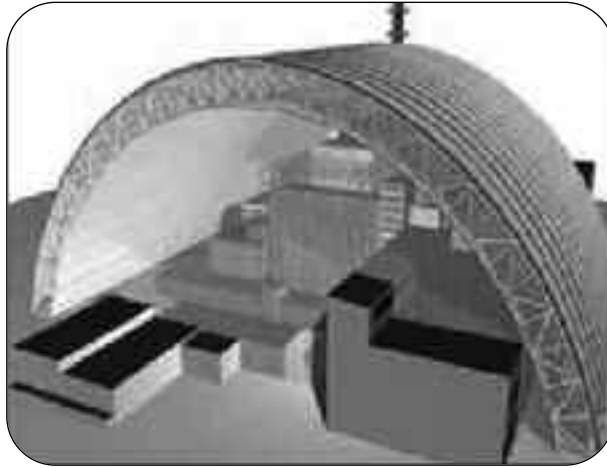


Figura 3
Il progetto di Nuovo Contenimento Sicuro (New Safe Containment, NSC) sul reattore distrutto di Chernobyl

L'impatto socio-economico dell'incidente nucleare di Chernobyl

• *Quale è stato il costo economico del disastro nucleare di Chernobyl?*

L'incidente nucleare di Chernobyl e le politiche adottate dai governi per gestirne le conseguenze hanno comportato costi enormi prima per l'Unione Sovietica e in seguito per Bielorussia, Federazione Russa e Ucraina. Sebbene questi Paesi abbiano sostenuto il peso maggiore, poiché la radiazione si diffuse fuori dai confini dell'Unione Sovietica anche altri Paesi (per es. la Scandinavia) hanno dovuto sostenere dei costi economici. I costi dell'incidente nucleare di Chernobyl possono essere valutati solo con un alto grado di approssimazione per via delle condizioni non di mercato al momento del disastro, l'alta inflazione e i tassi di scambio variabili nel periodo di transizione che seguì al crollo dell'Unione Sovietica nel 1991. Ciò nonostante, l'ordine di grandezza dell'impatto risulta chiaramente da un certo numero di stime da parte dei governi a partire dagli anni 1990, che valutano il costo dell'incidente in centinaia di miliardi di dollari in due decenni^{***}.

L'entità del carico risulta chiaramente dalla vasta gamma di costi verificatisi, sia diretti sia indiretti:

- i danni diretti causati dall'incidente;
- le spese dovute ad azioni mirate a sigillare il reattore e a mitigare le conseguenze nella Zona di Esclusione, il re-insediamento della popolazione e la costruzione di nuove case e infrastrutture, la previdenza e l'assistenza sanitaria fornita alla popolazione colpita, l'attività di ricerca sull'ambiente, la salute e la produzione di cibo pulito, il monitoraggio radiologico dell'ambiente, ed infine il recupero radio-ecologico degli insediamenti e lo smaltimento dei rifiuti radioattivi;
- le perdite indirette relative al costo-opportunità di abbandonare i terreni agricoli e le foreste e di chiudere le strutture agricole e industriali;
- i costi-opportunità, compresi i costi aggiuntivi dell'energia per il venir meno del reattore nucleare di Chernobyl e la chiusura del programma nucleare in Bielorussia.

^{***} La Bielorussia, ad esempio, ha stimato perdite per 235 miliardi di dollari in 30 anni.

La gestione dell'impatto del disastro ha imposto un carico enorme sui bilanci nazionali. Ancora oggi in Ucraina il 5-7% della spesa statale va ogni anno in programmi o benefici collegati a Chernobyl. In Bielorussia, la spesa statale per Chernobyl ammontava al 22,3% del budget nazionale nel 1991, ed è diminuita gradualmente al 6,1% nel 2002. Si stima che la spesa totale in Bielorussia per Chernobyl tra il 1991 e il 2003 sia stata più di 13 miliardi di dollari. Questi costi enormi hanno causato un carico fiscale insostenibile, specialmente in Bielorussia e in Ucraina. Sebbene le spese ad alto investimento di capitale per i programmi di re-insediamento siano ormai concluse o limitate, si continua a pagare somme elevate per benefici sociali a 7 milioni di persone nei tre Paesi. Con risorse limitate, i governi affrontano così il compito di ottimizzare i programmi per Chernobyl per fornire un'assistenza più mirata, con un particolare riguardo ai gruppi che sono più a rischio dal punto di vista della salute o della condizione socio-economica.

(.....)

Bibliografia

1. Report Commissioned by UNDP and UNICEF with the support of UN-OCHA and WHO, 25 January 2002.
2. Environmental Consequences of the Chernobyl Accident and their Remediation: Twenty Years of Experience, Report of the Chernobyl Forum Expert Group 'Environment', Vienna, International Atomic Energy Agency, 2006, (Radiological Assessment Report Series, ISSN1020-6566) STI/PUB/1239, ISBN 92-0-114705-8.
3. Health Effects of the Chernobyl Accident and Special Health Care Programmes, Report of the Chernobyl Forum Expert Group 'Health', Geneva, World Health Organization, 2006, ISBN 92 4 159417 9, (NLM classification: WN 620) ISBN 978 92 4 159417 2.
4. Chernobyl's Legacy: Health, Environmental and Socio-Economic Impacts and Recommendations to the Governments of Belarus, the Russian Federation and Ukraine, IAEA Division of Public Information, Vienna, Austria, April 2006, AEA/PI/A.87 Rev.2 / 06-09181.
5. <http://www.iaea.org/NewsCenter/Focus/Chernobyl/>
6. United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation UNSCEAR 2000 Report: "SOURCES AND EFFECTS OF IONIZING RADIATION", <http://www.unscear.org/unscear/en/publications.html>
7. United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation UNSCEAR 2001: "HEREDITARY EFFECTS OF RADIATION", <http://www.unscear.org/unscear/en/publications.html>

Per informazioni:
batistoni@frascati.enea.it

La metrologia nello sviluppo delle attività umane

RAFFAELE FEDELE LAITANO

ENEA
Istituto Nazionale di Metrologia delle
Radiazioni Ionizzanti

Osservatorio su

La domanda di accuratezza e di affidabilità nei diversi settori di misura è crescente nel tempo. Questa domanda, a sua volta, richiede con continuità lo sviluppo di nuovi campioni sempre più accurati e di nuove procedure di taratura. In questo articolo viene presentato il ruolo che l'ENEA svolge come Istituto Metrologico Primario nel settore delle radiazioni ionizzanti. Altri articoli, relativi all'attività dei Centri ENEA come centri secondari di taratura (SIT) nei diversi settori di interesse, saranno presentati nel prossimo numero della rivista

Metrology and its impacts on human activities certification

The growing needs of accuracy required for measurements in most sectors of human activities makes metrology a prerequisite for improving industrial production as well as human health and environmental protection. This article outlines the metrology organisation at the international level and describes role and activities of the National Institute of Ionising Radiation Metrology (INMRI), the Italian national metrological institute. The INMRI is an institute belonging to ENEA that has the task to develop and maintain the national primary standards for ionising radiation measurement. In its forthcoming issue this journal will present the activities carried out by some laboratories operating at ENEA as secondary calibration centres in various fields of measurement

1. Introduzione

Molti aspetti delle attività umane sono legati ai risultati di misurazioni. Tali risultati sono infatti usati per attuare decisioni in relazione a: processi produttivi, attività commerciali, attività scientifiche e tecnologiche, problemi sanitari e ambientali ecc.. In concomitanza con lo sviluppo delle diverse attività, la tipologia delle misure è stata nel corso del tempo in continua evoluzione: dalle misure riguardanti le dimensioni e la massa degli oggetti, diffuse sin dalle epoche più remote, alle misure del tempo e man mano di tutte le altre grandezze relative ai fenomeni dinamici, termici, elettrici ecc.. Nei periodi più recenti sono poi diventate sempre più importanti le misure di ulteriori grandezze come quelle legate ai parametri fisiologici umani, agli agenti nocivi nell'ambiente ecc.. Con l'evoluzione delle attività umane non è però solo aumentato il numero di grandezze da misurare ma si è costantemente evoluta soprattutto la qualità delle misurazioni. Il continuo progredire della tecnologia e dello sviluppo ha infatti richiesto, e continua tuttora a richiedere, sia una sempre maggiore accuratezza nei vari metodi di misura sia il continuo sviluppo di metodi innovativi per nuove tipologie di misura. Come sarà illustrato nel seguito, questo processo è reso possibile dallo sviluppo della metrologia: la scienza delle misure, la quale si occupa in particolare della definizione (e della evoluzione) delle unità di misura, dello studio e della realizzazione dei loro campioni, dello sviluppo dei metodi di misura e dei metodi di taratura degli strumenti usati per effettuare le diverse possibili misurazioni. Nel passato i campioni delle unità di misura erano diversi fra paesi (e anche fra regioni dello stesso paese) differenti per connotati socio-economici e amministrativi: una situazione questa, sempre meno compatibile con il progredire degli scambi industriali e commerciali. La necessa-

ria uniformità dei vari sistemi campione è oggi possibile grazie al fatto che gli istituti metrologici nazionali, aventi il compito di fare ricerca sui metodi di misura e di sviluppare i relativi campioni di riferimento, hanno costituito negli anni recenti una struttura interconnessa a livello internazionale. Grazie a tale struttura la confrontabilità e l'accettabilità internazionale dei risultati delle misure sono quindi oggi rese possibili.

Evidenziare i principali nessi fra sviluppo e metrologia unitamente alla descrizione della struttura metrologica nazionale e internazionale costituisce lo scopo di questa rassegna. In questo quadro, sarà illustrato in particolare il ruolo istituzionale che l'ENEA svolge a tal riguardo. L'ENEA ha infatti per l'Italia un'importante funzione in campo metrologico poiché svolge, tramite il suo Istituto Nazionale di Metrologia delle Radiazioni Ionizzanti, il ruolo di Istituto Metrologico Primario, cioè di organismo cui è demandato per legge il compito di sviluppare e mantenere sempre operativi i campioni nazionali di misura, nel settore delle radiazioni ionizzanti.

2. Origini ed evoluzione della metrologia

La capacità di effettuare misure affidabili è stata sempre una delle condizioni per lo sviluppo delle attività umane sin dalle più antiche società strutturate. Vi è inoltre stata sempre consapevolezza che una condizione di base per l'affidabilità del risultato di una misura è che il mezzo di misura usato sia riferibile a un sistema campione ben definito. La riferibilità di una misura esige che lo strumento usato per quella misura debba essere "tarato" rispetto a un campione di riferimento. Il campione di misura di una qualsiasi grandezza misurabile è necessario per realizzare l'unità di misura con cui si intende esprimere quella data grandezza. Affinché i risultati delle misure siano immediatamente com-

prensibili e confrontabili nell'ambito di una comunità di utenti, è poi necessario che questi campioni siano concordati e accettati come riferimento univoco entro quella data comunità. In assenza di un tale campione di riferimento le misure dovrebbero essere di volta in volta espresse in unità stabilite arbitrariamente, con l'impossibilità di valutare in modo diretto e oggettivo l'entità della grandezza misurata e con conseguenze di contenziosi facilmente immaginabili. Per questo motivo, sin dalle più antiche società strutturate è vivo l'interesse nel definire e sviluppare mezzi e procedure di misura unitamente ai primi rudimentali campioni di riferimento. La moderna scienza delle misure e dei campioni di riferimento - la metrologia - vede infatti le sue origini già nelle antiche civiltà mesopotamica, egiziana, cinese, greca (per citare quelle più largamente note). In queste civiltà ritroviamo infatti autorità preposte alla definizione dei campioni e delle unità di misura cui riferire in modo univoco le misurazioni effettuate nell'ambito dei propri territori. L'importanza della correttezza dei risultati di misura è stata sempre ritenuta elevata sin dalle più antiche società organizzate. Nell'antico Egitto il faraone puniva con una pena (che, nel caso di misure attinenti alla costruzione delle piramidi, poteva anche essere quella capitale) chi forniva risultati sbagliati per non

aver effettuato, nelle misure di lunghezza, la taratura periodica dei propri mezzi di misura rispetto al campione di riferimento di allora¹, il "cubito reale", costituito da un blocco di granito di circa 50 cm (figura 1). Fino agli albori dell'età industriale, l'interesse delle misure si concentra prevalentemente nelle misure delle masse, delle capacità volumetriche e delle lunghezze. Con il progredire dello sviluppo scientifico e tecnologico, industriale e commerciale, l'interesse pratico si estende man mano a misure di sempre più nuove e a più numerose grandezze (nei settori meccanico, elettrico, termodinamico ecc.) e quindi alla realizzazione dei rispettivi campioni per la taratura degli strumenti di misura di tali grandezze. L'intensificarsi degli scambi ha nel tempo attivato l'esigenza di uniformare entro regioni con confini sempre più ampi i campioni di misura definiti in ciascun Paese. Alla fine del secolo XIX, in una fase di grande crescita dello sviluppo industriale, i paesi più industrializzati ritennero ormai indifferibile l'attuazione di un accordo internazionale nel settore. E' da questa esigenza che venne siglato a Parigi nel 1875 un accordo diplomatico, *"La Convention du Mètre"*, grazie al quale si concordò fra gli iniziali 17 paesi firmatari (fra cui l'Italia) di adottare come comune sistema di misura il "Sistema Metrico Decimale". Il nuovo sistema era



Figura 1

Papiro egiziano in cui è raffigurato, in basso al centro, il "Cubito Reale Egiziano", il campione cui venivano riferite le misure di lunghezza nell'Egitto dei faraoni a partire da circa il 3000 a C.¹

Figura 2
Esemplare di uno dei primi campioni del metro a seguito dell'introduzione del Sistema Metrico Decimale in Francia il "18 germinale dell'anno III" (7 aprile 1795)



basato in larga parte sui rivoluzionari cambiamenti delle unità di misura già introdotti in Francia nel 1795 e dai quali, in particolare, era scaturito il metro (figura 2). Il metro fu definito come la decimilionesima parte di un quarto del meridiano terrestre passante per Parigi. Con l'introduzione del

sistema metrico venivano abolite in Francia oltre settecento unità di misura (con nomi spesso mutuati da parti del corpo umano: piede, passo, cubito, pollice, spanna, braccio, ecc) differenti, pur a parità di denominazione, nelle diverse località. Nell'ambito della "Convenzione del Metro" viene istituito a Sèvres (Francia) il Bureau International des Poids et Mésures (BIPM) un organismo internazionale² avente il compito di realizzare campioni di misura internazionalmente riconosciuti – fra i più importanti all'epoca, il metro (figura 3) - e di promuovere lo sviluppo della moderna scienza delle misure: la metrologia.

Una successione di eventi conseguenti a questo accordo è la creazione, in ciascun Paese, di istituti metrologici con il compito di sviluppare i campioni nazionali di misura e di confrontarli periodicamente a livello internazionale per assicurare l'uniformità e la comparabilità delle misure. Gli istituti metrologici nazionali nei singoli paesi nascono in tempi diversi, in funzione del proprio livello di sviluppo, a partire dalla Germania, l'Inghilterra e gli USA con i primi istituti metrologici nel mondo: PTB nel 1887, NPL nel 1900 e NBS (oggi NIST) nel 1901, rispettivamente. Agli inizi del secolo XXI i Paesi aderenti alla "Convenzione del Metro" sono 51 (dagli originari 17) e in ciascuno di questi opera un'istituzione metrologica per lo sviluppo dei campioni di

misura. La tipologia dei campioni che realizzano le unità di misura, è andata anch'essa allargandosi nel tempo per soddisfare le crescenti esigenze di accuratezza nella misura di grandezze sempre più numerose. Queste esigenze sono espresse nei più svariati settori dell'industria, del commercio, della tecnologia, della medicina, dell'ambiente ecc.. E' sempre più vasta la quantità di decisioni prese sulla base dei risultati di misurazioni nei più svariati settori. Queste decisioni influenzano in modo diretto settori dell'economia e della salute umana e da esse può dipendere l'esistenza o l'eliminazione di barriere negli scambi internazionali. La riferibilità delle misure a sistemi campione internazionalmente riconosciuti è un requisito essenziale affinché i risultati delle misure siano accettati a livello internazionale. Questo requisito può essere soddisfatto solo a condizione di disporre di una consolidata struttura metrologica operante a livello nazionale e inserita in un contesto internazionale di verifiche e controlli. Dal 1875 - anno in cui si attua il primo accordo internazionale sulla metrologia (v. sopra) - l'organizzazione internazionale della metrologia si è continuamente evoluta fino ad assumere la struttura descritta nello schema in figura 4.

Anche il sistema delle unità di misura e dei campioni si evolve nel tempo. Oggi le unità di misura ufficialmente adottate da tutti i paesi aderenti alla "Convenzione del Metro" sono quelle definite nel "Sistema Internazionale" (SI)³.

Negli anni recenti, con il perfezionamento dei metodi e delle tecnologie di misura, si è consolidata la tendenza ad abbandonare il concetto di campione inteso come oggetto fisico da custodire con grande cura in appositi ambienti controllati. Oggi quasi tutti (e in prospettiva tutti) i campioni delle grandezze fisiche sono invece realizzati mediante rigorose sequenze di misurazioni. Ciò è reso possibile dall'introduzione di nuove definizioni delle uni-

tà di misura delle grandezze fisiche di base, basate essenzialmente su costanti fondamentali della fisica (la velocità della luce nel vuoto, la carica elementare, la costante di Planck, ecc.). Il metro, ad esempio, è stato ridefinito nel 1960 come un multiplo della lunghezza d'onda di una specificata radiazione emessa dal Krypton 86 e nel 1983 (a tutt'oggi) come la distanza percorsa dalla luce nel vuoto in un tempo uguale a $1/299\,792\,458$ di secondo

3. Importanza della metrologia nei diversi settori di attività

Come si è già sopra ricordato, misurare è sempre stato un atto connesso con l'attività umana organizzata. Con il progredire del livello tecnologico, produttivo, commerciale e dei servizi, cresce in ciascun paese anche la necessità di accuratezza nelle misurazioni in settori di attività sempre più vasti.

Ciò è richiesto dall'esigenza di verificare le proprietà tecnologiche e i connotati funzionali che sono sempre più numerosi nei prodotti e nei servizi quando essi evolvono qualitativamente. In una società tecnologicamente sviluppata l'incidenza delle operazioni di misurazione sul costo finale di un prodotto o di un servizio è quindi sempre crescente. L'incidenza delle misurazioni è crescente anche nella vita quotidiana di ciascuna persona in una società sviluppata.

Ciascuno di noi impegna una parte non trascurabile del proprio tempo nell'effettuare direttamente delle misure: l'orario durante il lavoro, gli spostamenti e il tempo libero; i parametri climatici quali la temperatura la pressione e l'umidità; il peso del proprio corpo, ecc.. Ciascuno di noi è inoltre regolarmente interessato al risultato di misurazioni che altri effettuano a nostro carico: i consumi di elettricità, di acqua, di gas, l'ora e la durata delle conversazioni telefoniche, le pesate del negoziante, la velocità della propria auto, ecc..



Figura 3

Esemplare di un campione del metro del secolo scorso (basato sempre sulla originaria definizione del 1795, rimasta in uso fino al 1960) realizzato con una barra di platino-iridio

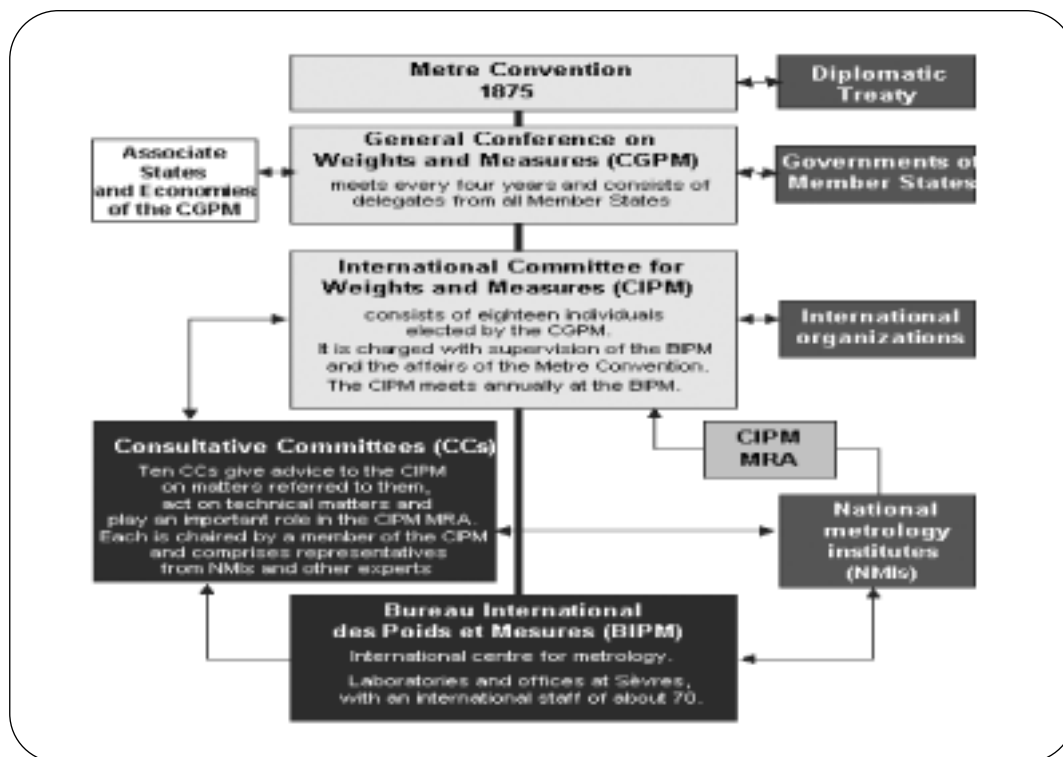
Un ruolo di particolare criticità rivestono poi le misure inerenti alle verifiche sulla salute umana, (le analisi cliniche, le misure della temperatura corporea, della pressione arteriosa ecc.) e alla salvaguardia ambientale (misure dei contaminanti nell'aria e negli alimenti).

In tutti questi casi il risultato della misurazione ha un peso nella fase decisionale successiva alla misura. In un'analisi clinica, ad esempio, a seconda dei valori ottenuti si può decidere (debitamente o indebitamente) di iniziare o arrestare una cura medica, oppure in una misura dimensionale di un componente industriale si può decidere (debitamente o indebitamente) di utilizzare o scartare quel componente. La correttezza della decisione e i costi delle eventuali azioni di rimedio conseguenti a misure errate dipendono dall'affidabilità della misura.

E' utile ricordare che l'incidenza dei costi connessi a misurazioni (controlli qualitativi) nella produzione di manufatti non è trascurabile e può arrivare fino a circa un quarto del loro valore per prodotti a tecnologia avanzata, quali si hanno nell'industria aeronautica e automobilistica. Gli interventi di rimedio in campo sanitario (ad es. le prescrizioni terapeutiche a seguito di analisi del sangue) o in campo ambientale (ad es. le restrizioni nel traffico a seguito di elevate concentrazioni di inquinanti nell'aria) sono strettamente legati ai risultati (talvolta corretti, talvolta errati) di

Figura 4

Organizzazione internazionale della metrologia (www.bipm.org). La General Conference on Weights and Measures (CGPM), costituita da esperti in scienza della misura a livello internazionale elabora i temi scientifici su cui sono basate le decisioni della CGPM. Gli istituti metrologici nazionali (NMI) concorrono alle elaborazioni del CIPM tramite i Comitati Consultivi. Il BIPM è la sede scientifica internazionale dove gli NMI confrontano i rispettivi campioni



misurazioni. I costi di questi interventi di rimedio possono essere molto elevati e sono indebiti se tali interventi sono conseguenti a misurazioni errate. Analoghe valutazioni valgono nel caso dei costi connessi a misure non affidabili attinenti a settori d'attività industriali o commerciali.

L'affidabilità di una misura è legata a diversi fattori, ma in primo luogo dipende dall'affidabilità degli strumenti di misura. A sua volta l'affidabilità di uno strumento di misura dipende dal fatto che esso sia opportunamente tarato.

La taratura di uno strumento di misura è la prima indispensabile operazione che permette di ottenere il valore della grandezza che si vuole misurare (ad es. la temperatura, il tempo, la velocità ecc.) a partire dall'indicazione (ad es. le variazioni di un indicatore numerale o analogico) direttamente fornita dallo strumento di misura. Uno strumento di misura non correttamente tarato fornisce risultati sbagliati e quindi non è affidabile.

La taratura degli strumenti di misura è un'operazione essenziale per la quale è

necessario disporre di specifici campioni di riferimento e di idonei laboratori. Lo sviluppo dei campioni di riferimento e la definizione delle procedure di taratura nei più svariati settori di misura costituiscono il compito principale della metrologia.

La metrologia è una disciplina in continua evoluzione poiché la domanda di accuratezza e di affidabilità nei diversi settori di misura è crescente nel tempo.

Questa domanda a sua volta richiede con continuità lo sviluppo di nuovi campioni (caratterizzati da accuratezze crescenti) e di nuove procedure di taratura.

Ogni 10-20 anni, negli ultimi 50 anni, i requisiti di accuratezza sono aumentati di circa un fattore 10 nei diversi campi di misura attinenti principalmente al settore industriale e a quello della salute e dell'ambiente. Una breve rassegna dei settori di attività dai quali la scienza della misura, la metrologia, riceve continuamente una domanda di crescente accuratezza, sarà utile a quantificare l'impegno che oggi gli istituti metrologici sono chiamati a soddisfare in ciascun settore di misura.

4. L'esigenza di affidabilità nelle misure nei diversi settori di attività

Una domanda di maggiore accuratezza e affidabilità nelle misure si evidenzia da anni sia nel tradizionale settore delle misure elettriche, meccaniche, del tempo, ecc., sia in nuovi settori d'attività: dalla chimica, alle scienze della salute, dell'ambiente ecc.. Le più recenti aree della metrologia sono legate alle necessità di misura nel campo delle nanotecnologie, delle applicazioni laser, delle tecniche optoelettroniche, della caratterizzazione delle proprietà dei nuovi materiali, delle applicazioni mediche delle radiazioni ionizzanti, della specificazione e quantificazione dei contaminanti ambientali (gas e particolato atmosferico) ecc.. Nel seguito sono esemplificati alcuni dei settori dove oggi le esigenze di accuratezza di misura si manifestano maggiormente e per i quali è richiesto o un miglioramento della metrologia tradizionale (in termini di maggiore accuratezza dei campioni esistenti) o lo sviluppo di sistemi metrologici del tutto nuovi (nuovi campioni). Per una rassegna dettagliata sul nesso oggi esistente fra la metrologia e i diversi settori dell'industria e dei servizi si veda il rapporto pubblicato sull'argomento dal BIPM⁴.

4.1 - Stato attuale ed evoluzione della metrologia nel settore industriale

In campo industriale è richiesta una elevata accuratezza delle misure conseguente alle sempre più strette tolleranze imposte (nella fase di costruzione e di utilizzazione) ai componenti e ai sistemi di tipo meccanico ed elettrico/elettronico. Questa richiesta riguarda tutti i tradizionali settori di misura (misure elettriche, dimensionali, di massa, pressione, flusso, umidità ecc.) e quindi i corrispondenti campioni di riferimento. Una crescente evoluzione

qualitativa è richiesta in particolare ai campioni di tempo e frequenza che sono alla base dei sistemi di navigazione spaziale e dei sistemi di posizionamento. Le immagini di oggetti sulla terra fornite dai satelliti hanno risoluzioni sempre più elevate (ormai ben al di sotto del metro), ciò richiede oggi ai campioni di frequenza (necessari per la taratura dei sistemi di posizionamento del tipo GPS ecc.) accuratezze molto elevate. Gli attuali campioni basati sugli orologi atomici al cesio consentono infatti accuratezze dell'ordine di una parte su 10^{15} . Una grande accuratezza è anche richiesta nelle misure di fluidi e in particolare quelle svolte dall'industria petrolifera (petrolio e gas). Date le quantità in gioco, errori di alcune parti su mille possono in questi casi determinare perdite economiche quantificabili in centinaia di milioni di dollari.

La necessità di disporre di adeguati sistemi campione per misure di grandezze quali la forza, la viscosità, l'elasticità, il trasferimento di calore, ecc., o per la caratterizzazione di proprietà quali la granulometria di polveri, il colore, gli odori ecc., costituiscono attualmente un rilevante impegno di ricerca e sviluppo per la metrologia in questi settori.

Un particolare impegno si profila per quella che viene indicata come la "nanometrologia". Da tempo la produzione di manufatti è impegnata con tecnologie che si sono evolute dalle dimensioni micrometriche a quelle nanometriche. Non si tratta tuttavia solo di affrontare un problema di scala ma di tener conto anche di una fenomenologia diversa. Ad esempio la caratterizzazione di una superficie liscia oggi può richiedere analisi dei materiali dove entrano in gioco le strutture caotiche delle superfici quando l'analisi delle strutture viene spinta a livello nanometrico. I metodi di misura sono perciò concettualmente diversi da quelli usati tradizionalmente per un'analisi più "grossolana" della regolarità di una superficie. Nuovi cam-

pioni di riferimento sono perciò necessari a questo scopo se si vuole comprovare (per esigenze industriali, commerciali, scientifiche ecc) con metodi riproducibili e accettati internazionalmente, che un prodotto possiede effettivamente le caratteristiche strutturali ad esso attribuite nominalmente. Le esigenze di misurare -e certificare- piccolissime dimensioni riguardano un numero crescente di applicazioni come la litografia con UV, l'impiego dei nanotubi e dei fullereni, la deposizione di film sottili su vetri o metalli, l'uso di fibre ottiche per telecomunicazioni, "l'electron tunneling", tecniche associate alla micromecanica e alla farmacologia, ecc.⁵.

4.2 - I problemi della riferibilità metrologica nel settore ambientale e sanitario

Le misure fatte per scopi medici e per la salvaguardia ambientale (ad es. le misure di colesterolo nel sangue o di polveri e gas nell'aria, di radiazioni ionizzanti in campo medico e ambientale) sono anch'esse sempre più numerose e di vasta tipologia. Queste misure riguardano in particolare:

- la diagnostica e la terapia medica (ad es. le analisi cliniche in diagnostica e la dosimetria in radioterapia);
- il controllo della presenza di agenti chimici o biologici nocivi negli alimenti o di sostanze estranee nell'organismo umano (antidoping);
- il controllo della presenza di contaminanti chimici o fisici nell'aria o nelle acque (ad es. misura delle concentrazioni di gas nocivi, di particolato, ecc.);
- la verifica della presenza di organismi geneticamente modificati (OGM) negli alimenti;
- la verifica dei livelli di rumore, fumo, vibrazioni, ecc. in ambienti di lavoro o pubblici;
- il monitoraggio del cambio climatico globale mediante la misura (oltre che del-

le temperature) di parametri quali gas serra, ozono ecc.;

- le biotecnologie (biologia cellulare, biochimica, chimica delle proteine, biologia molecolare) nelle diverse aree applicative (medicina, analisi qualitative e quantitative, industria, controlli fiscali e forensi ecc.).

Molte di queste misure (in particolare quelle basate su metodi chimici e chimico-biologici) non hanno ancora la medesima qualità metrologica di quella raggiungibile nella misure di grandezze fisiche (ad es. massa, lunghezza, tempo, ecc.) per le quali si dispone sia di accurati campioni di riferimento sia di consolidate procedure di taratura per gli strumenti usati nelle misure correnti. Per molte misure di tipo chimico non sono sempre disponibili campioni di riferimento, non sempre i possibili sistemi campione sono confrontati a livello internazionale e quindi universalmente accettati come sistemi di riferimento; in altri casi essi non sono ancora univocamente definibili in quanto a tale scopo potrebbero essere seguiti approcci concettuali fra loro diversi. Stante questa situazione, autorità a livello nazionale e internazionale^{6, 7, 8} da tempo sono impegnate a stimolare l'attuazione dei processi di riferibilità per le determinazioni di tipo chimico, con la messa a punto di campioni e di procedure di misura adeguati alle principali nuove esigenze di determinazioni quantitative.

D'altra parte anche per le misure in campo medico e ambientale è necessario avere un'adeguata accuratezza, in termini di riproducibilità, confrontabilità e credibilità dei risultati ottenuti in tempi e in luoghi diversi. Un risultato non affidabile in questo settore di misure può avere infatti non solo conseguenze di ordine sanitario ma anche di natura economica: basti pensare alle implicazioni conseguenti ai blocchi del traffico o alle cure mediche quando questi provvedimenti sono basati su risultati di misure non corretti. Pertanto molta parte

Tabella 1 - Alcuni esempi di analisi di tipo chimico-fisico (per analisi cliniche, o per misure di Contaminanti/sostanze nocive in matrici ambientali e alimentari) per le quali sono iniziati studi di riferibilità metrologica a livello internazionale da parte del BIPM e di Istituti metrologici nazionali⁹

Diagnostica medica	Alimenti	Ambiente	Biotecnologie(*)
Colesterolo nel sangue	Pb nel vino	Cd e Pb nell'acqua potabile	Estrazione del DNA
Glucosio nel sangue	As nei frutti di mare	Gas serra CO ₂ , CH ₄ nell'ambiente	Quantificazione del DNA
Creatina nel sangue	Elementi (e.g, Cu, Cd,Zn) nel vino	Emissioni di SF ₆ e CFC	Quantificazione del rapporto peptidi/proteine
Elementi in traccia (Pb,Se) nel sangue	As, Se, Hg, Pb, metil-Hg nel tonno	Ozono nell'aria	
Ca nel siero	Cd, Zn nel riso	Pb/Cd nei sedimenti	
Droga nell'urina	Gamma HCH/p,p - DDT nel pesce	Metalli negli scarti di miniere rocciose	
Steroidi anabolizzanti nell'urina	Contaminanti organici nelle cozze	Umidità nei combustibili fossili	
Ormoni nel sangue	Metil-mercurio nel salmone	PAH nei terreni e nei sedimenti	
	Elementi in traccia nella farina di soia	Emissioni di SO ₂ in impianti industriali	
	Antibiotici nella carne		
	Ormoni della crescita nella carne	Zolfo nei combustibili	
	Vitamine e minerali	Etanolo in matrici acquose	

La metrologia riguardante le biotecnologie è sempre più importante per la crescente quantità di misure nel settore (9). Il suo obiettivo è di rendere riproducibili, affidabili e confrontabili metodi di misura basati su tecniche molto diversificate (NMR, spettroscopia a fluorescenza, spettrometria di massa, cromatografia su liquidi ecc.), per i quali non esistono campioni di riferimento in senso tradizionale e per molti dei quali non si ha ancora un adeguato livello di standardizzazione.

dell'attività di ricerca metrologica è oggi dedicata alla soluzione di questo problema di riferibilità, strettamente connesso all'affidabilità delle misure nei settori dell'ambiente, e della salute e alla loro reciproca accettabilità sul piano internazionale. Nella tabella 1 sono riportate alcune tipologie di misura per le quali il CIPM e il BIPM (figura 4) ha da tempo iniziato un'attività di studio e di standardizzazione affinché per tali misure si possano realizzare dei riferimenti campione⁹. Questo studio è condotto prevalentemente dagli istituti metrologici nazionali di diversi paesi e ha come obiettivo la possibilità di certificare in modo univoco, e uniforme a livello internazionale, l'affidabilità delle misure anche nel settore chimico-fisico d'interesse in campo medico e ambientale. La misura delle radiazioni ionizzanti è invece quel settore, fra le misure in campo medico e ambientale, in cui negli anni recenti si è già raggiunta una ragguardevole affidabi-

lità. Ciò è principalmente dovuto alla ricerca e allo sviluppo che negli ultimi anni si sono avuti sui metodi sperimentali per effettuare misure assolute e per realizzare quindi idonei campioni primari di riferimento. Della metrologia delle radiazioni ionizzanti si descriveranno più oltre i principali sviluppi, in relazione a quanto è stato realizzato a tutt'oggi presso l'Istituto Nazionale di Metrologia delle Radiazioni Ionizzanti dell'ENEA.

5. Costi-benefici derivanti dallo sviluppo dei programmi metrologici

I costi legati alle operazioni di misura nelle attività industriali, commerciali, sanitarie, ambientali, ecc., di un paese sviluppato ammontano a valori stimati fra il 3% e il 6% del suo PIL¹⁰. Una parte ridotta, ma essenziale, di questi costi riguarda lo sviluppo e il mantenimento delle attività metrologiche nel paese, quale prerequisito per

l'affidabilità di tutti i processi di misura. Il ritorno economico degli investimenti sulle attività metrologiche è stato quantificato ed è di sensibile entità. I paesi che investono una percentuale dello 0.006% del loro PIL in metrologia sono in grado di raggiungere un più avanzato sviluppo di quelli il cui corrispondente investimento è solo di un quarto inferiore (4). Esempi in questa direzione sono quelli degli Stati Uniti d'America, Singapore e la Repubblica di Corea in relazione ai processi di misura richiesti per lo sviluppo nei settori delle nuove tecnologie, della produzione alimentare, dei farmaceutici, della salute (misure cliniche e strumentazione associata). In quest'ultimo settore, ad esempio, il beneficio derivanti dai costi metrologici (richiesti per realizzare campioni di riferimento per le diverse tipologie di misura) è stato analizzato da diversi studi del NIST^{11, 12, 13}. Si è valutato al riguardo che una sovrastima (dovuta a errore) del 3% nelle misure di colesterolo può dar luogo a un incremento del 5% di risultati falsi positivi che a loro volta determinano controlli ripetuti (con costi aggiuntivi) o interventi medici (di cui non vi è in realtà necessità). In generale anche piccoli errori in questo campo possono dar luogo a costi indebiti sia in termini economici che di tipo sanitario. In USA in particolare, la spesa legata alla cura della salute umana (circa 1300 miliardi di dollari annui) è circa il 14% del PIL (con riferimento al 2001). I citati studi del NIST evidenziano inoltre che il 10% di questa spesa è dovuta a costi per misurazioni (per diagnostica clinica e terapia) e che circa il 30% di questi ultimi costi potrebbe essere risparmiato se si evitasse di ripetere misurazioni a seguito di errori o del mancato uso di procedure standardizzate e basate su campioni di riferimento. La conclusione è che gli investimenti nelle infrastrutture metrologiche nazionali siano fra quelli a più elevato ritorno in termini di benefici^{14, 15}. Anche la Commissione Europea ha avviato uno stu-

dio sul rapporto costi-benefici per le attività di misura e prova nei paesi sviluppati¹⁶. Lo studio esamina in particolare i settori delle nanotecnologie, dell'industria automobilistica e farmaceutica, dei controlli sull'inquinamento ambientale, della diagnostica medica. Da questo rapporto si apprende che nella UE si spendono circa 83 miliardi di euro per misure e prove nei diversi settori di attività. Ad esempio, circa 13 miliardi di euro annui sono spesi per attività legate a misure e prove in campo sanitario e circa 5 miliardi di euro annui per misure legate ai controlli delle emissioni nocive nel settore automobilistico. La metrologia, quale prerequisito per l'affidabilità delle misure in tutti i settori di attività, emerge da quest'analisi come fattore essenziale affinché questa non trascurabile spesa non sia affetta da sprechi e sia ottimizzata con positivi ritorni di natura economica e sanitaria. In definitiva, gli istituti metrologici nazionali, soprattutto quelli nei paesi più sviluppati, hanno un impatto sempre più marcato sulla competitività nazionale e internazionale e sulla qualità della vita nel proprio paese.

6. La metrologia negli scambi internazionali e i recenti accordi multilaterali nel settore

Fra le cause che tradizionalmente hanno dato luogo a barriere commerciali negli scambi internazionali vi è sempre stata la mancanza di un reciproco riconoscimento dei risultati di misure e di prove tese a certificare la reale rispondenza di un prodotto (o servizio) alle caratteristiche denunciate. Alla base di questo problema vi è stata la non immediata accettazione dei certificati di taratura (degli strumenti di misura) emessi dagli istituti metrologici nazionali dei diversi paesi. Analogo problema si è posto tradizionalmente per i certificati di prova (di strumenti, materiali e prodotti vari) a causa della non comparabilità dei metodi di prova seguiti nei rispet-

tivi paesi. Ciò ha sempre avuto come conseguenza la ripetizione di misure e prove nei paesi importatori/esportatori con un evidente aggravio di costi, di ritardi e di contenziosi sui risultati.

Un importante evento finalizzato a eliminare le barriere tecniche al libero scambio di beni e servizi, ha avuto luogo a Parigi il 14 ottobre 1999: la firma di un Accordo di Mutuo Riconoscimento (MRA) relativo ai campioni, alle misure e alle tarature¹⁷. Tale accordo è stato firmato dai responsabili degli istituti metrologici nazionali (per l'Italia erano rappresentati l'Istituto Elettrotecnico Nazionale Galileo Ferraris, l'Istituto di Metrologia Gustavo Colonnelli del CNR e l'Istituto Nazionale di Metrologia delle Radiazioni Ionizzanti dell'ENEA) con incarico ad essi conferito dalle autorità nazionali (per l'Italia i Ministeri delle attività produttive e degli esteri). La sigla MRA denota l'*Accordo di mutuo riconoscimento dei campioni nazionali di misura e dei certificati di taratura e misura emessi dagli Istituti Metrologici Nazionali*. L'accordo specifica, in un ampio e dettagliato testo i vincoli da rispettare per il mutuo riconoscimento della validità dei campioni nazionali e dei certificati di taratura ad es-

si riferiti e impegna quindi ciascun paese firmatario a mantenere l'operatività degli istituti metrologici nazionali ai livelli prescritti. L'accordo ha dunque lo scopo di fornire ai governi un fondamento tecnico per ridurre le barriere negli scambi internazionali riguardanti: attività produttive e commerciali, dati ambientali, sanitari, statistici e tutto ciò che sia dedotto da un processo di misurazione e che attenga all'attuazione dei Sistemi Qualità nella produzione, nei servizi, nella pubblica amministrazione. L'MRA fissa le condizioni alle quali si possono accettare i certificati di taratura, di misurazione e di prova emessi dagli Istituti Metrologici Nazionali e dai laboratori ed organismi accreditati in altri paesi. La validità di questo accordi è quindi legata all'accuratezza dei campioni di misura nazionali e dei certificati di taratura e di misura emessi dagli Istituti Metrologici Nazionali. A questo scopo gli Istituti Metrologici Nazionali devono: a) effettuare periodicamente, sotto il controllo di organismi internazionali nel settore (BIPM, EUROMET ecc.), misure e confronti internazionali tesi a stabilire il grado di equivalenza dei campioni nazionali di misura sviluppati in ciascun paese, b) comprovare a



Figura 5

La pubblicazione riportata in figura (consultabile al sito in rif. 2) descrive i termini dell' "Accordo di mutuo riconoscimento dei campioni nazionali di misura e dei certificati di taratura e misura emessi dagli istituti metrologici nazionali" (MRA)

livello internazionale le proprie *capacità di taratura e misura (CMC)*, c) attuare un idoneo *Sistema Qualità* a dimostrazione e supporto dei propri metodi sia sul piano tecnico che organizzativo. Al fine di consentire una armonizzazione dei diversi sistemi di qualità in attuazione della norma ISO/IEC 17025, gli istituti metrologici europei partecipano alle iniziative del Quality System Forum dell'EUROMET e al progetto INITIATION della Comunità Europea.

Il testo dell'MRA, i firmatari dell'accordo, i risultati dei periodici confronti internazionali fra gli istituti metrologici, le capacità di taratura e misura validate dalla comunità metrologica internazionale per ciascun istituto nazionale, sono consultabili al sito web del BIPM: www.bipm.org. Una sintesi in italiano del testo dell'MRA è riportata in¹⁸.

L'accordo internazionale sulla metrologia ora descritto, avrebbe rischiato di vedere compromesse le sue finalità se il sistema di validazione e controllo che l'MRA esercita sugli Istituti Metrologici Nazionali non si fosse esteso anche ai Centri di Taratura. Questi sono laboratori idoneamente attrezzati e con competenti risorse umane, i quali sono accreditati per effettuare la taratura degli strumenti di misura. In ciascun paese, gli Istituti Metrologici Primari sono impegnati prevalentemente nell'attività di ricerca e sviluppo sui campioni primari di misura e nel mantenimento della loro efficienza tramite continue intercomparazioni internazionali. Si tratta di un impegno che non consentirebbe di soddisfare contemporaneamente anche le quotidiane richieste di taratura provenienti da tutto il territorio nazionale. L'attività di taratura degli Istituti Metrologici Nazionali è per forza di cose limitata solo ad alcune tipologie di taratura, laddove la gran parte delle esigenze in questo campo viene soddisfatta per l'appunto dai Centri di Taratura. Questi laboratori devono poter essere accreditati per svolgere questa funzione. Il pro-

cesso di accreditamento è svolto in ogni Paese dal proprio organismo di accreditamento competente con il coinvolgimento del rispettivo Istituto Metrologico Nazionale. L'organismo italiano per l'accreditamento dei Centri di Taratura è il SIT (Servizio di Taratura in Italia)¹⁹. Esistono analoghi organismi negli altri paesi. Tali organismi si coordinano a livello europeo tramite l'EA (European cooperation for Accreditation, e a livello extraeuropeo tramite l'ILAC (International Laboratory Accreditation Cooperation). Anche questi organismi di accreditamento internazionali^{20, 21} hanno siglato specifici accordi multilaterali che, per i Centri di Taratura, hanno finalità analoghe (uniformità di regole, verifiche delle capacità tecniche, affidabilità ecc.) a quelle che ha l'MRA per gli Istituti Metrologici Primari. Grazie a questi accordi, l'operazione di accreditamento fornisce una condizione di garanzia della esistenza, verificata a livello internazionale, di mezzi tecnici e procedure che comprovano l'equivalenza dei certificati emessi. L'obiettivo di questa operazione è di ottenere misure credibili e accettabili ovunque, diminuendo l'importanza di continue, costose e spesso non necessarie azioni di misura e di certificazione condotte ripetitivamente nei vari paesi.

Tutto ciò in definitiva fornisce agli utilizzatori una garanzia aggiuntiva dei prodotti e dei servizi che, acquisendo una accettazione valida internazionalmente, possono circolare liberamente nel mercato mondiale, attenuando gli effetti di eventuali barriere commerciali.

7. La struttura della metrologia in Italia e il ruolo dell'ENEA in questo settore

In ogni paese sviluppato esiste un Istituto Metrologico Nazionale (NMI) avente il compito ufficiale di sviluppare il sistema di riferimento primario per la misura di tutte le grandezze d'interesse. Un tale sistema è

costituito, come si è sopra descritto, dai campioni nazionali delle unità di misura delle diverse grandezze. L'Italia pur essendo uno dei paesi firmatari del primo accordo metrologico internazionale (la "Convention du Mètre" del 1875, v. sopra) solo negli anni recenti ha formalmente istituito il proprio sistema metrologico nazionale. In precedenza i campioni di riferimento per le diverse tipologie di misura erano stati sviluppati e resi disponibili per la taratura degli strumenti di misura nel Paese solo in un ambito scientifico e volontaristico. Entro questo ambito operavano infatti tradizionalmente l'Istituto di Metrologia G. Colonnetti (IMGC) del CNR, l'Istituto Elettrotecnico Nazionale G. Ferraris (IEN) e successivamente il Laboratorio di Metrologia delle Radiazioni Ionizzanti (LMRI) dell'ENEA. Ciascuno di questi tre organismi era di fatto riconosciuto a livello nazionale e internazionale come l'istituzione detentrica dei campioni primari di misura nei rispettivi settori di competenza: l'IMGC del CNR per le misure termiche, meccaniche ecc., l'IEN nel settore elettrotecnico, del tempo, ecc., il LMRI dell'ENEA per le misure delle radiazioni ionizzanti. Nessuno di questi tre organismi

aveva tuttavia il riconoscimento formale di istituto metrologico nazionale da parte della legislazione italiana. Questa carenza legislativa, che rendeva l'Italia unica eccezione nell'ambito dei paesi sviluppati (tutti dotati di un proprio istituto metrologico nazionale riconosciuto per legge), venne colmata con l'approvazione della Legge n. 273, 11 agosto 1991, che istituisce il sistema metrologico nazionale. L'importanza pratica di questo atto legislativo può essere misurata dal fatto che, in sua assenza, ciascuno in Italia avrebbe potuto in linea di principio rivendicare il ruolo di detentore dei campioni primari di misura facendo quindi venir meno il fondamentale requisito in base al quale i campioni nazionali di ciascuna unità di misura devono essere, per definizione, unici per ciascun Paese. La legge n. 273/1991 riconosce il ruolo di fatto svolto dai tre organismi citati designando ciascuno di essi quale istituto metrologico primario nel proprio settore di competenza. Nel 2006 gli istituti IMGC-CNR ed IEN sono stati accorpatisi in un unico organismo, l'Istituto Nazionale di Ricerca Metrologica (INRIM), e quindi gli istituti metrologici primari in Italia sono attualmente: INRIM ed IN-

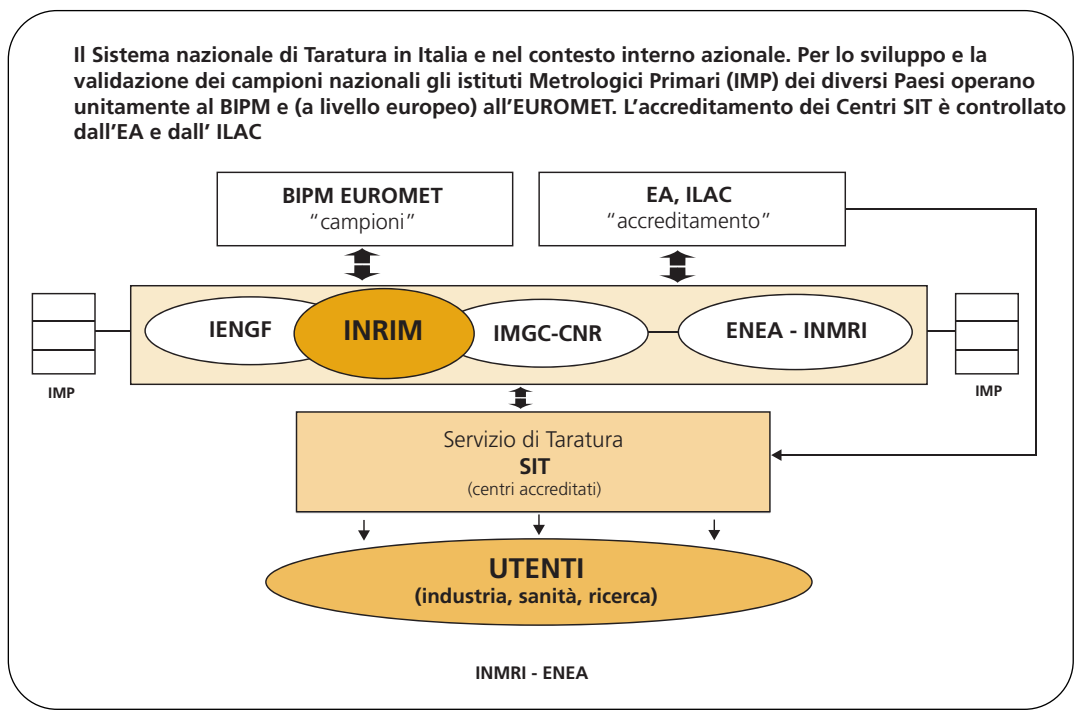


Figura 6
 Il sistema nazionale di taratura in Italia è costituito dagli istituti metrologici nazionali, INRIM (nel quale sono di recente confluiti i due istituti metrologici IENGF e IMGC-CNR) ed INMRI-ENEA, e dai centri di taratura SIT

MRI-ENEA operanti nei rispettivi settori di competenza. A questi due istituti fa capo la rete dei centri secondari di taratura operante nell'ambito del Servizio di Taratura in Italia (SIT). Questi centri sono laboratori autorizzati, in quanto tecnicamente e organizzativamente idonei, ad effettuare la taratura di strumenti di misura nei diversi settori d'interesse, in quanto accreditati dal SIT e riconosciuti perciò a livello internazionale. I centri SIT hanno, fra gli altri obblighi, quello di tarare periodicamente i loro campioni secondari rispetto ai corrispondenti campioni primari sviluppati presso ciascuno dei due istituti metrologici nazionali di competenza. Il sistema nazionale di taratura, costituito dagli istituti metrologici primari e dai centri SIT ad essi riferibili (si veda lo schema in figura 6), può emettere certificazione di taratura riconosciuta a livello in-

ternazionale grazie al fatto che esso soddisfa i requisiti scientifici e organizzativi previsti dall'accordo internazionale di mutuo riconoscimento (MRA) sopra citato. Questo tipo di certificazione di taratura è l'unico ad essere riconosciuto per l'attuazione dei Sistemi di Qualità che oggi tutti i laboratori che forniscono prestazioni scientifiche all'esterno (in campo industriale, sanitario, ecc.) sono ormai chiamati ad adottare. Nell'ambito del Sistema Nazionale di Taratura, l'ENEA ha dunque il ruolo di Istituto Metrologico Primario nel settore delle radiazioni ionizzanti e questo ruolo è svolto dall'Istituto Nazionale di Metrologia delle Radiazioni Ionizzanti (INMRI). L'INMRI è un istituto costituito dall'ENEA nel 1991 presso il Centro Ricerche della Casaccia come evoluzione del Laboratorio di Metrologia delle Radiazioni Ionizzanti. Questo laborato-

Tabella 2 - Grandezze e unità SI per la misura delle radiazioni ionizzanti

Grandezza	Nome (simbolo)	Nome speciale (simbolo)
Esposizione (per raggi X e γ)	coulomb al kilogrammo (C/kg)	
Energia specifica	joule al kilogrammo (J/kg)	gray (Gy)
Dose assorbita, kerma	joule al kilogrammo (J/kg)	gray (Gy)
Equivalente di dose, equivalente di dose ambiente, equivalente di dose direzionale, equivalente di dose personale	joule al kilogrammo (J/kg)	sievert (Sv)
Rateo di dose assorbita, rateo di kerma	joule al kilogrammo al secondo (J/kg s)	gray al secondo (Gy/s)
Rateo di equivalente di dose, rateo di equivalente di dose ambiente, rateo di equivalente di dose direzionale, rateo di equivalente di dose personale	joule al kilogrammo al secondo (J/kg s)	sievert al secondo (Sv/s)
Attività (di un radionuclide)	secondo alla meno uno (s^{-1})	becquerel (Bq)
Concentrazione di attività (di un radionuclide)	secondo alla meno uno al kilogrammo ($s^{-1}kg^{-1}$)	becquerel al kilogrammo (Bq/kg)
Fluenza di particelle	metro alla meno due (m^{-2})	
Rateo di fluenza di particelle	metro alla meno due al secondo (m^{-2}/s)	
Rateo di emissione di particelle	secondo alla meno uno (s^{-1})	

Tabella 3 - I campioni nazionali per la misura delle radiazioni ionizzanti operanti presso l'INMRE-ENEA e le rispettive grandezze SI di cui questi campioni realizzano l'unità di misura. Le caratteristiche dei sistemi campione sono descritte nel D. M. n. 591/1991⁶. Nella tabella sono riportati anche gli intervalli di misura, i livelli di accuratezza e i tipi di radiazione per la cui misura i campioni sono stati progettati

Grandezza fisica	Campione	Radiazione di riferimento	Intervallo di accuratezza (s)	Intervallo di misura
Esposizione (#)	•Camera a ionizzazione ad aria libera per basse energie	Raggi x 10-50 kV	0,5 - 1	$(3 \cdot 10^{-8} - 2 \cdot 10^{-4}) \text{ C kg}^{-1} \text{ s}^{-1}$
	•Camera a ionizzazione ad aria libera per medie energie	Raggi x 60-300 kV	0,5 - 1	$(2 \cdot 10^{-8} - 9 \cdot 10^{-6}) \text{ C kg}^{-1} \text{ s}^{-1}$
	•Camera a ionizzazione di trasferimento **	Radiazione gamma del ^{137}Cs	0,8 - 1,3	$(2 \cdot 10^{-8} - 9 \cdot 10^{-6}) \text{ C kg}^{-1} \text{ s}^{-1}$
	•Camera a ionizzazione a cavità con pareti di grafite			
Kerma in aria (#)	•2 Camere a ionizzazione ad aria libera per basse e medie energie con procedure di conversione esposizione/kerma	Raggi x 10-50 kV e 60-300 kV	0,5 - 1	$(1 \cdot 10^{-7} - 7 \cdot 10^{-3}) \text{ Gy s}^{-1}$
	•Camera a ionizzazione di trasferimento con procedura di conversione esposizione/kerma **	Radiazione gamma del ^{137}Cs	0,8 - 1,3	$(7 \cdot 10^{-7} - 3 \cdot 10^{-4}) \text{ Gy s}^{-1}$
	•Camera a ionizzazione a cavità con pareti di grafite con procedura di conversione esposizione/kerma	Radiazione gamma del ^{60}Co	0,5	$(2 \cdot 10^{-4} - 7 \cdot 10^{-3}) \text{ Gy s}^{-1}$
Equivalente di dose ambiente, direzionale e personale (#)	•2 Camere a ionizzazione ad aria libera per basse e medie energie con fantocci per l'irraggiamento e procedura di conversione kerma/equivalente di dose	Raggi x 10-50 kV e 60-300 kV	0,5 - 1	$(8 \cdot 10^{-7} - 8 \cdot 10^{-3}) \text{ Sv s}^{-1}$
	•Camera a ionizzazione a cavità con fantocci per l'irraggiamento e procedura di conversione kerma/equivalente di dose	Radiazione gamma del ^{60}Co	0,5	$(2 \cdot 10^{-4} - 8 \cdot 10^{-3}) \text{ Sv s}^{-1}$
Dose assorbita: in grafite in acqua (#)	•Calorimetro in grafite	Radiazione gamma del ^{60}Co	0,5 - 0,7	$(2 \cdot 10^{-3} - 2 \cdot 10^{-2}) \text{ Gy s}^{-1}$
	•Calorimetro ad acqua (in fase sperimentale)	" " "		
	•Calorimetro in grafite e camera a ionizzazione a cavità in fantoccio d'acqua	" " "		
Dose assorbita: in materiali tessuto equivalenti (#)	•Camera a ionizzazione ad estrapolazione	sorgenti beta di ^{204}Tl , ^{147}Pm , $^{90}\text{Sr}/^{90}\text{Y}$ e ^{85}Kr	3	$(3 \cdot 10^{-7} - 5 \cdot 10^{-4}) \text{ Gy s}^{-1}$
Kerma in aria di riferimento (#)	•Camera a ionizzazione di trasferimento con procedura di conversione esposizione/kerma rif. **	Radiazione gamma del ^{192}Ir	1,1	$(1 \cdot 10^{-4} - 7 \cdot 10^{-3}) \text{ Gy s}^{-1}$
Emissione di neutroni	•Bagno al solfato di manganese	Sorgenti di neutroni di Am-Be e ^{252}Cf	0,4	$(10^5 - 10^7) \text{ s}^{-1}$
	•Contatore Lungo (Long Counter) *	" " "	0,7	$(10^3 - 10^7) \text{ s}^{-1}$
Neutron Flux Density	•Campione di densità di flusso di neutroni termici **	Neutroni termici	0,8	$1,2 \cdot 10^4 \text{ cm}^{-2} \text{ s}^{-1}$
Attività	•Sistema di conteggio a coincidenza $4\pi\beta\text{-}\gamma$	Emettitori β e $\beta\text{-}\gamma$	0,1 - 3	$(1 - 20) \text{ kBq}$
	•Rivelatori a NaI a pozzetto	Emettitori $\gamma\text{-}\gamma$ e ^{222}Rn	0,5 - 3	$(1 - 20) \text{ kBq}$
	•Camera a ionizzazione ad alta pressione*	Emettitori γ	0,2 - 3	$(10 - 2 \cdot 10^4) \text{ kBq}$
	•Spettrometro gamma HPGe *	Emettitori γ	1 - 5	$(1 - 10^5) \text{ Bq}$
	•Cella elettrostatica	Radiazione del ^{222}Rn	1	$(1 - 15) \text{ kBq}$
Concentrazione di attività	•Camere radon di diverso volume	Radiazione del ^{222}Rn (e figli)	2 - 10	$(10^2 - 10^4) \text{ Bq/m}^3$

* Campione secondario di alta precisione.

** Sei sorgenti di neutroni Am-Be con moderatori di grafite e polietilene, con metodo di misura per attivazione neutronica dell'oro.

(s) Valori corrispondenti alla incertezza tipo composta (10) in %.

(#) L'intervallo di misura è riferito al rateo della grandezza, poiché tale riferimento può essere più significativo.

rio, nato nel 1980, scaturiva a sua volta da un'attività nel settore metrologico svolta nell'ente sin dai primi degli anni settanta.

Prima del 1991 l'attività metrologica svolta dall'ENEA, pur non dettata da alcun compito di legge, si poneva comunque l'obiettivo di sviluppare sistemi di misura campione nel campo delle radiazioni ionizzanti. Si intendeva in tal modo realizzare le condizioni tecnico-scientifiche per svincolare il paese da una sudditanza economica e tecnologica, essendo necessario, prima di allora, rivolgersi a istituti metrologici all'estero per la taratura di strumenti di misura delle radiazioni ionizzanti.

Sulla base del livello qualitativo comprovato a livello internazionale e sulla base dell'unicità delle attività di questo laboratorio in ambito nazionale, l'ENEA veniva poi designato, nel corso della iniziativa legislativa sull'organizzazione della metrologia in Italia, come uno dei tre istituti metrologici primari nazionali.

Per assolvere il compito di istituto metrologico nazionale l'ENEA, tramite l'INMRI, svolge attività di ricerca e sviluppo per realizzare i campioni nazionali per la misura delle radiazioni ionizzanti.

L'esistenza di questi sistemi campione è il presupposto per garantire a livello nazionale l'affidabilità delle misure delle radiazioni ionizzanti e la loro comparabilità a livello internazionale. Infatti i complessi di misura usati correntemente nel paese per le diverse esigenze forniscono risultati significativi solo se essi hanno la possibilità di essere tarati rispetto ai campioni nazionali di riferimento riconosciuti a loro volta a livello internazionale. L'insieme delle attività svolte dall'INMRI costituiscono il presupposto per l'affidabilità delle misure delle radiazioni ionizzanti e per l'attuazione dei Sistemi di Qualità nei seguenti settori:

- radioterapia e radiodiagnostica medica;
- radioprotezione in campo ambientale, ospedaliero e industriale;
- trattamento, sterilizzazione e diagnosi di materiali mediante radiazioni ionizzanti.

8. La domanda nazionale nel campo della metrologia delle radiazioni ionizzanti

L'attività metrologica svolta dall'INMRI-ENEA è essenziale per l'affidabilità delle misure delle radiazioni ionizzanti nel Paese, e in particolare per l'attuazione dei Sistemi Qualità, nei settori della medicina, della radioprotezione e della ricerca scientifica. Un presupposto essenziale per quest'affidabilità è infatti la taratura degli strumenti di misura che, nel settore delle radiazioni ionizzanti, è peraltro richiesta dalla normativa nazionale e internazionale. I soggetti che a livello nazionale necessitano regolarmente dell'attività dell'INMRI-ENEA (metodi di misura e certificazioni di taratura degli strumenti nel settore delle radiazioni ionizzanti) comprendono:

- i centri ospedalieri di radioterapia;
- le agenzie per la protezione ambientale (ARPA) di tutte le Regioni italiane;
- gli organismi centrali di vigilanza e controllo, in particolare l'APAT;
- gli organismi della protezione civile e della difesa;
- le industrie che impiegano o producono radioisotopi o strumenti di misura delle radiazioni ionizzanti;
- le università e i centri di Ricerca;
- i centri SIT (presso industrie ed enti pubblici) accreditati per la taratura di strumentazione radiologica.

I complessi sperimentali campione sviluppati - con le associate procedure di taratura - dall'INMRI-ENEA riguardano tutte le tipologie di misura delle radiazioni ionizzanti d'interesse nei settori sopra specificati. Le classi di strumenti di misura per i quali l'INMRI-ENEA ha realizzato i sistemi di taratura includono in particolare la strumentazione per:

- dosimetria per la radioterapia con fotoni, elettroni, protoni;
- dosimetria personale e ambientale per radiazione x, beta, gamma e neutronica.
- misura della radioattività in varie matrici ambientali (aria, acqua, terreni, ali-

menti ecc.).

- misura della contaminazione radioattiva superficiale.

Nel paragrafo seguente è descritta brevemente la funzione e la tipologia degli apparati sperimentali studiati e messi a punto presso l'INMRI- ENEA per realizzare i campioni nazionali di misura delle radiazioni ionizzanti.

9. I sistemi di misura campione sviluppati dall'INMRI-ENEA per la misura delle radiazioni ionizzanti

I sistemi campione dell'INMRI-ENEA comprendono circa 20 linee sperimentali cui sono associati i relativi impianti d'irraggiamento (irradiatori per radiazione alfa, beta e gamma, macchine a raggi x, sorgenti neutroniche, sorgenti dei più importanti radionuclidi incluso il radon, un acceleratore "Microtrone" da 20 MeV. Con questi apparati sperimentali è possibile effettuare la misura assoluta delle grandezze del Sistema Internazionale (SI) relative alle radiazioni ionizzanti ed elencate nella tabella 2. I sistemi campione consentono quindi di realizzare l'unità di misura di riferimento per ciascuna di queste grandezze. Le unità di misura SI realizzate presso l'INMRI-ENEA sono poi trasferite, tramite i processi di taratura, dai campioni nazionali agli strumenti di misura normalmente usati per scopi pratici. La misura delle grandezze fisiche per gli scopi pratici correnti è sempre basata, in tutti i settori di misura, sull'uso di strumenti tarati (rispetto ai propri campioni di riferimento). Una misura assoluta è invece una misura che utilizza strumenti non tarati preventivamente rispetto a campioni della grandezza oggetto della misura. Una tale misura richiede che siano soddisfatte sperimentalmente le condizioni che sono alla base della definizione della grandezza d'interesse. I sistemi campione, una volta riconosciuti come campioni nazionali, sono unici in un dato paese poiché deve essere garantita l'unicità dell'unità di misura che

quel paese adotta. Questa unità di misura deve essere poi coerente con le analoghe unità realizzate e adottate negli altri paesi. L'unicità di questo riferimento non implica però che esso rimanga statico nel tempo: ciascun campione (relativo a ciascuna delle grandezze SI) è infatti oggetto di miglioramento continuo consentendo misure assolute e quindi unità di misura sempre più accurate. Tutto ciò si riflette sulla possibilità di effettuare misure sempre più accurate anche al livello dell'utente finale nelle diverse attività produttive, commerciali, scientifiche, sanitarie ecc..

Per far fronte ai diversi tipi di misure richieste nei diversi settori d'interesse (si veda par. 7) è necessario disporre di un ampio numero di campioni primari.

Questi apparati sperimentali sono elencati nella tabella 3 unitamente alle grandezze di cui realizzano l'unità di misura SI³, all'intervallo di misura e all'accuratezza corrispondente. Il sistema dei campioni nazionali consente la misura assoluta di grandezze quali: la dose assorbita, l'esposizione, l'equivalente di dose (nelle sue diverse accezioni), la concentrazione di attività di radionuclidi (incluso il radon e la sua progenie), la fluenza di neutroni, ecc. I diversi tipi di campioni primari e di metodi di taratura sviluppati presso l'INMRI-ENEA sono in grado di far fronte a tutte le principali esigenze nei vari settori di misura quali la radioterapia, radiodiagnostica, radioprotezione, trattamento di materiali con alte dosi ecc.. L'INMRI-ENEA ha il compito di mantenere e sviluppare le caratteristiche di questi apparati di misura ai livelli qualitativi che gli accordi internazionali sulla metrologia primaria impongono.

Le caratteristiche e le funzioni di ciascuno di questi apparati di misura campione, necessari per poter effettuare la taratura degli strumenti di misura correntemente usati per la misura di radiazioni ionizzanti, sono riportate nel Decreto Ministeriale 591/1993 che elenca e descrive tutti i campioni pri-

segue a pag 64

Scheda 1 - I campioni primari realizzati presso l'ENEA per la misura della "esposizione", una grandezza di largo uso nella misura delle radiazioni ionizzanti

Fra le diverse grandezze fisiche introdotte nel Sistema Internazionale (SI) per la misura delle radiazioni ionizzanti, la grandezza "esposizione" è di particolare importanza. L'esposizione misura la capacità di ionizzare l'aria da parte della radiazione x e gamma. Una volta nota la quantità di ionizzazione (ovvero la carica elettrica) prodotta in una data massa di aria da parte di questo tipo di radiazione, è possibile determinare il valore di un'ulteriore grandezza, la "dose assorbita", legata all'energia che quella medesima radiazione può cedere a una massa di qualsiasi altro mezzo diverso dall'aria (ad esempio un organismo biologico). L'importanza della dose assorbita deriva dal fatto che essa è direttamente correlabile agli effetti biologici delle radiazioni ionizzanti, sia per le applicazioni in radioterapia sia per esigenze di radioprotezione. Per misurare l'esposizione è necessario usare strumenti opportunamente tarati. La taratura richiede il riferimento a uno specifico campione primario il quale effettua una misura assoluta della grandezza, cioè una misura che non necessita di alcuna taratura preventiva. Il campione in questione misura quindi la grandezza esposizione (il cui simbolo è X) sulla base della sua definizione:

$$X(P,E)=\frac{dQ}{dm}$$

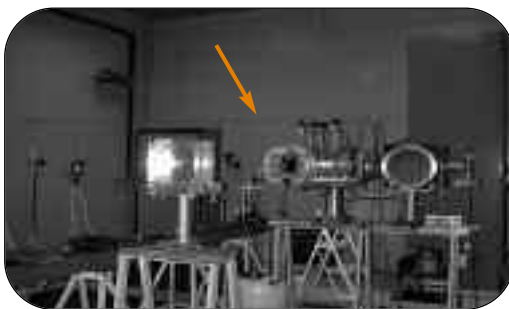
dove dQ è la carica di un solo segno generata, in una massa dm di aria centrata nel punto P, da fotoni di energia E. E' richiesto inoltre che dQ sia la carica che si produce in aria quando tutti gli elettroni generati dai fotoni nella massa dm sono arrestati completamente in aria. In dQ non va incluso il contributo di carica prodotto dalla radiazione di frenamento (bremsstrahlung) degli elettroni secondari generati dai fotoni primari. L'unità di misura dell'esposizione nel Sistema Internazionale (SI) è il coulomb al chilogrammo (C/kg). In Italia il campione primario nazionale di esposizione realizzato presso l'Istituto Nazionale di Metrologia delle Radiazioni Ionizzanti dell'ENEA, è costituito da un gruppo di tre apparati sperimentali progettati per misure assolute alle diverse energie della radiazione. Questi sistemi di misura, basati tutti su particolari camere a ionizzazione, sono fra loro molto diversi essendo differenti le condizioni di misura dell'esposizione alle diverse energie della radiazione x e gamma.

La misura assoluta dell'esposizione è molto impegnativa a causa dei numerosi fattori correttivi da determinare (sia teorici che sperimentali) e dei piccoli valori di corrente (fino a 10^{-16} A) che si devono poter misurare con la necessaria accuratezza (0,01%). I fattori correttivi sono necessari per tener conto delle differenti condizioni sperimentali rispetto a quelle richieste dalla definizione dell'esposizione.

Con particolari sistemi dosimetrici (le cosiddette camere a ionizzazione "a cavità") tarati per misurare l'esposizione, si può poi determinare la dose assorbita in acqua che è la grandezza d'interesse per la radioterapia. Per la conversione da esposizione a dose assorbita in acqua si fa ricorso alla cosiddetta "teoria della cavità" che attiene a uno specifico settore della fisica delle radiazioni ionizzanti.

Figure 7 e 8

I sistemi campione "camera ad aria libera" (al centro della foto a destra) e "camera a cavità" (indicata dalla freccia nella foto a sinistra) realizzati presso l'Istituto Nazionale di Metrologia delle Radiazioni Ionizzanti dell'ENEA per la misura assoluta dell'esposizione dovuta, rispettivamente, a radiazione x con energia da 50 a 300 keV e a radiazione gamma da 1,25 MeV



Scheda 2 - I campioni primari realizzati presso l'ENEA per la misura dell'attività dei radionuclidi

Le misure riguardanti i radionuclidi sono d'interesse in campo ambientale per poter monitorare la presenza di sorgenti radioattive nonché la loro variazione nel tempo e nelle diverse matrici ambientali (aria, terreni, alimenti ecc.). Le misure relative ai radionuclidi sono inoltre sempre più importanti in campo medico, sia per la radiodiagnostica (analisi PET e SPECT) sia per la radioterapia oncologica (brachiterapia). In quest'ultimo caso l'accuratezza di misura deve essere la più elevata possibile. La grandezza d'interesse per tutti questi tipi di misure è "l'attività" di un radionuclide, definita come: dove dN è il numero di trasformazioni nucleari spontanee che hanno luogo nel tempo dt in una determinata massa di un dato radionuclide (la sorgente radioattiva). Nota l'attività si può determinare l'energia emessa da una sorgente radioattiva nel suo processo di decadimento, una volta che siano conosciute le modalità con cui essa emette radiazione (lo schema di decadimento). Questa energia è poi importante per determinare la dose assorbita cioè la grandezza fisica correlata agli effetti biologici negli organismi che possono aver interagito con le radiazioni emesse dalla sorgente. L'unità di misura dell'attività nel Sistema Internazionale (SI) è il secondo alla meno uno (s^{-1}). A questa unità è assegnato il nome speciale becquerel (Bq). Quindi 1 Bq è l'attività di una sorgente radioattiva che decade con una trasformazione nucleare al secondo.

Le misure di attività dei radionuclidi richiedono una grande varietà di strumenti (spettrometri, contaminometri, contatori con scintillatori solidi o liquidi, ecc.) ciascuno dei quali necessita di una specifica taratura. La taratura richiede a sua volta un campione primario in grado di effettuare una misura "assoluta" di attività, cioè una misura che non ha bisogno di alcuna taratura preventiva.

Anche i campioni primari per le misure di attività sono costituiti da apparati sperimentali di diverso tipo. Essi sono infatti progettati in funzione dello schema di decadimento che caratterizza un dato radionuclide (tipo di particelle emesse, energia e correlazioni temporali fra di esse, tempo di dimezzamento, ecc.). Per la categoria dei radionuclidi che decadono con emissione di radiazione beta e gamma in rapida successione temporale (praticamente in coincidenza rispetto alla risoluzione temporale del circuito di misura) uno dei principali campioni primari di attività è il "sistema di conteggio in coincidenza $4\pi\beta\text{-}\gamma$ ". Con questo apparato sperimentale si determina l'attività di una sorgente da una misura della radiazione beta e gamma emessa dal radionuclide. Questa misura è particolarmente complessa a causa dei numerosi effetti fisici e strumentali che alterano il risultato della misura se non tenuti debitamente in conto.

Nota l'attività della sorgente ottenuta con il sistema campione, si possono realizzare ulteriori sorgenti - diverse per massa, forma e attività - da utilizzare per la taratura dei vari tipi di strumenti di misura di uso corrente.

Numerosi altri campioni sviluppati presso dell'Istituto per misure di attività sono basati su metodi di misura diversi. Fra questi, particolare importanza rivestono le camere radon dove vengono prodotte atmosfere con radon a diverse concentrazioni per la taratura dei sistemi di misura del radon ambientale.



Figure 9 e 10
Nella foto a sinistra è mostrato un particolare di uno dei sistemi campione - il sistema di conteggio in coincidenza $4\pi\beta\text{-}\gamma$ - realizzati presso l'Istituto Nazionale di Metrologia delle Radiazioni Ionizzanti dell'ENEA per la misura assoluta dell'attività dei radionuclidi. La foto a destra mostra il sistema campione camera radon (da circa 1000 litri) per la taratura dei sistemi di misura del radon

mari su cui è basato il Sistema Nazionale di Taratura. Nelle due schede seguenti sono delineati a titolo esemplificativo i metodi di misura su cui sono basati alcuni dei sistemi campione sviluppati presso l'INMRI-ENEA. I metodi sperimentali descritti riguardano due tipologie di misure assolute, fra loro molto diverse e sviluppate per soddisfare le esigenze di taratura in tre distinti settori applicativi: la radioprotezione, la radiodiagnostica medica e la radioterapia oncologica.

Questi sistemi di misura, come del resto tutti gli altri sistemi campione, sono oggetto di continua evoluzione in funzione della crescente richiesta di affidabilità delle misure e dello sviluppo delle conoscenze scientifiche nei rispettivi settori.

Una dettagliata descrizione dei compiti istituzionali, delle attività e delle attrezzature sperimentali dell'Istituto Nazionale di Metrologia delle Radiazioni Ionizzanti è riportata nel sito web dell'Istituto²².

Bibliografia

1. National Conference of Standards Laboratories, NCSL International, Boulder CO, USA, www.ncsli.org/.
2. Bureau International des Poids et Mesures (BIPM), www.bipm.org.
3. The International System of Units, Bureau International des Poids et Mesures (BIPM), F-92312 Sèvres Cedex, France (1998), www.bipm.org.
4. Evolving Needs for Metrology in Trade, Industry and Society and the role of the BIPM, Bureau International des Poids et Mesures (BIPM), F-92312 Sèvres Cedex (France), 2003 (la pubblicazione è consultabile nel sito www.bipm.org).
5. European Union, The need for measurement and testing in nanotechnology, compiled by the High Level Expert Group on Measurement and Testing under the European Framework Programme for Research and Development, March 2002.
6. European Union, Council Directive 98/79/EC of the European Parliament and of the Council of 27 October 1998 on In Vitro Diagnostic Medical Devices, December 1998.
7. ISO 15189:2003, Medical Laboratories . Particular requirements for quality and competence, ISO, 2003.
8. European Union, Council Directive 96/23/EC on the performance of analytical methods and the interpretation of results, August 2002.
9. Consultative Committee for Amount of Substance, Report of the 10th Meeting Bureau International des Poids et Mesures (BIPM), F-92312 Sèvres Cedex (France), 2004.
10. Quinn T.J., Metrology, its role in today's world, Rapport BIPM/94-5, Bureau International des Poids et Mesures (BIPM), F-92312 Sèvres Cedex (France), 1994.
11. Leech D.P., The Economic Impacts of NIST Cholesterol Standards Program, NIST Planning Report 00-4, September 2000.
12. Semerjia H.G., Beary E.S., Impact of Metrology on the Economy and Quality of Life, International symposium on Measurement Standards 2002, Tokyo, April 2002.
13. Klee G.F., Requirements of physicians for standardized/comparable measurements; Impact on medical decisions, a study at the Mayo Clinic, USA, June 2002.
14. Swan G.M.P., The Economics of Measurement, Manchester, Manchester Business School of the University of Manchester, Report for NMS Review, June 1999.

15. Bowns S., Department of Trade and Industry National Measurement System Policy Unit, Review of the Rationale for and Economic Benefit of the U.K National Measurement System, PA Consulting Group, November 1999.
16. Williams G., The assessment of the economic role of measurements and testing in modern society, Oxford, United Kingdom, Pembroke College, University of Oxford, European Measurement Project funded under the GROWTH Programme by the DG-Research of the European Commission, July 2002.
17. Mutual recognition of national measurement standards and of calibration and measurement certificates issued by national metrology institutes, Bureau International des Poids et Mesures (BIPM), F-92312 Sèvres Cedex, France (BIPM) 1999, www.bipm.org.
18. Molinar G., Gli accordi di mutuo riconoscimento, Tutto Misure, anno VI n. 4, 2002.
19. Servizio di Taratura in Italia (SIT), www.sit-italia.it.
- 20- European co-operation for Accreditation (EA), www.european-accreditation.org.
21. International Laboratory Accreditation Cooperation (ILAC), www.ilac.org.
22. Istituto Nazionale di Metrologia delle Radiazioni Ionizzanti (INMRI-ENEA), www.inmri.enea.it/.
23. R F Laitano, M P Toni, M. Pimpinella and M Bovi, Determination of the K_{wall} correction factor for a cylindrical ionization chamber to measure air-kerma in ^{60}Co beams, Phys. Med. Biol. 47 (2411) 2002.
24. Attix FH., Introduction to radiological physics and radiation dosimetry, John Wiley & Sons 1986.
25. International Atomic Energy Agency, Absorbed dose determination in photon and electron beams, an international code of practice, TRS 277, IAEA Vienna 1997.
26. National Council on Radiation Protection and Measurements, A Handbook of Radioactivity Measurements Procedures, NCRP Report 58, NCRP Bethesda MD USA, 1985.
27. De Felice P., Data acquisition System for the $4\pi\beta(\text{PC})-\gamma$ coincidence-counting equipment and the gamma-ray spectrometers at the laboratory of ionizing radiation metrology of ENEA, Applied Radiation and Isotopes 38 No 10, 857, 1987.
28. Sahagia, M., Ivan, C., Grigorescu, E.L., Capogni, M., De Felice, P., Fazio, A., Standardization of ^{65}Zn by $4\pi\text{PC}-\gamma$ coincidence counting method with efficiency extrapolation, Appl. Radiat. Isot. 60, 423-427, 2004.
29. Guerra, A.S., Laitano, R.F., Pimpinella, M., Characteristics of the absorbed-dose-to-water standard at Enea, Phys. Med. Biol. 41, 657-674, 1996.
30. Seuntjens J. and Palmans H. Correction Factors and Performance of a 4°C Sealed Water Calorimeter, Phys. Med. Biol. 44 627-46, 1999.

Per informazioni:

laitano@casaccia.enea.it

La certificazione energetica degli edifici residenziali

VINCENZO LATTANZI

ENEA

Dipartimento Tecnologie per l'energia fonti rinnovabili e risparmio energetico - Bari

studi & ricerche

La certificazione energetica degli edifici è una tappa fondamentale per qualsiasi politica di miglioramento della prestazione energetica degli edifici in fase di progettazione/ristrutturazione.

Tuttavia per rappresentare un efficace strumento di mercato devono essere presi in considerazione alcuni elementi di cruciale importanza esaminati per l'emanazione della direttiva sul rendimento energetico in edilizia e l'emanazione del DLgs 19 agosto 2005 n. 192

Energy certification of residential buildings 192/2005

Abstract

Energy certification is a fundamental step for any policy aimed at improving the energy performance of new or remodelled buildings. It is also a tool that can transform the real estate market by giving potential buyers or tenants objective information on the energy performance of housing they may be interested in. However, to define a nation-wide building energy certification system for Italy that will prove an effective market tool, certain crucial matters, identified during the debate that preceded and followed the issuance of the relevant EU directive and of Legislative Decree 192/2005, will have to be weighed and, where necessary, clarified. The considerations and proposals summarised in this article can provide support for the Ministry for Economic Development's formulation of national guidelines on the energy certification of buildings

Il problema del controllo della qualità energetica degli edifici è emerso in Europa all'inizio degli anni 90 con l'emanazione nel settembre 1993 della direttiva 93/76/CEE, che rappresenta il primo atto formale dell'impegno dei Ministri dell'Ambiente e dell'Energia dell'allora Comunità Europea per la riduzione delle emissioni globali di CO₂ nel settore edilizio. I contenuti della direttiva europea erano già stati introdotti in Italia con due anni di anticipo dall'art. 30 della legge 10/91, che prevedeva l'emanazione di un decreto attuativo per la definizione delle modalità con cui operare la cer-

tificazione energetica degli edifici. Questa azione ha purtroppo subito un lungo ritardo per una serie di problemi di natura amministrativa e tecnica. Nel frattempo il DLgs 31 marzo 1998 n. 112 aveva trasferito alle Regioni le competenze amministrative sulla materia.

La direttiva comunitaria 2002/91/CE, del 4 gennaio 2003, sul rendimento energetico nell'edilizia, prevedendo precisi obblighi nazionali per il miglioramento dell'efficienza energetica nell'edilizia, ha riproposto all'art. 7 l'istituzione di un sistema di certificazione energetica degli edifici.

Direttiva 2002/91/CE

Art. 7 - Attestato di certificazione energetica

1. Gli Stati membri provvedono a che, in fase di costruzione, compravendita o locazione di un edificio, l'attestato di certificazione energetica sia messo a disposizione del proprietario o che questi lo metta a disposizione del futuro acquirente o locatario, a seconda dei casi. La validità dell'attestato è di 10 anni al massimo. La certificazione degli appartamenti di un condominio può fondarsi:

- su una certificazione comune dell'intero edificio per i condomini dotati di un impianto termico comune ovvero
 - sulla valutazione di un altro appartamento rappresentativo dello stesso condominio.
- Gli Stati membri possono escludere le categorie di cui all'art.4, par.3, dall'applicazione del presente paragrafo.

2. L'attestato di certificazione energetica degli edifici comprende dati di riferimento, quali i valori vigenti a norma di legge e i valori di riferimento, che consentano ai consumatori di valutare e raffrontare l'efficienza energetica dell'edificio. L'attestato è corredato di raccomandazioni per il miglioramento dell'efficienza energetica in termini di costi-benefici.

L'obiettivo degli attestati di certificazione è limitato alla fornitura di informazioni e qualsiasi effetto di tali attestati in termini di procedimenti giudiziari o di altra natura sono decisi conformemente alle norme nazionali.

3. Gli Stati membri adottano le misure necessarie a garantire che negli edifici la cui metratura utile totale supera i 1000 m² occupati da autorità pubbliche e da enti che forniscono servizi pubblici a un ampio numero di persone e sono pertanto fre-

quentati spesso da tali persone sia affisso in *luogo chiaramente visibile per il pubblico un attestato di certificazione energetica risalente a non più di dieci anni prima.*

Per i suddetti edifici può essere chiaramente esposta la gamma delle temperature raccomandate e reali per gli ambienti interni ed eventualmente le altre grandezze meteorologiche pertinenti.

NOTE:

1. Il processo di certificazione può essere accompagnato da programmi per agevolare un accesso equo al miglioramento dell'efficienza energetica, basato su accordi tra associazioni di soggetti interessati e un organismo designato dagli Stati membri e attuato da società di servizi energetici che accettano di impegnarsi a realizzare gli investimenti prestabiliti. I progetti adottati dovrebbero essere oggetto di sorveglianza e controllo da parte degli Stati membri che dovrebbero inoltre facilitare il ricorso a sistemi incentivanti. Per quanto possibile, l'attestato dovrebbe descrivere la reale situazione dell'edificio in termini di efficienza energetica e può essere riveduto di conseguenza. Gli edifici occupati dalle pubbliche autorità o aperti al pubblico dovrebbero assumere un approccio esemplare nei confronti dell'ambiente e dell'energia assoggettandosi alla certificazione energetica ad intervalli regolari. I relativi dati sulle prestazioni energetiche andrebbero resi pubblici affiggendo gli attestati in luogo visibile. Potrebbero inoltre essere affisse le temperature ufficialmente raccomandate per gli ambienti interni, raffrontate alle temperature effettivamente riscontrate, onde scoraggiare l'uso scorretto degli impianti di riscaldamento, condizionamento e ventilazione. Ciò dovrebbe contribuire ad evitare gli sprechi di energia e a mantenere condizioni climatiche interne confortevoli (comfort tecnico) in funzione della temperatura esterna.

2. Gli Stati membri possono altresì avvalersi di altri mezzi/misure, non previsti dalla presente Direttiva, per promuovere un'efficienza energetica maggiore. Gli Stati membri dovrebbero incoraggiare una buona gestione energetica, tenendo conto dell'intensità di impiego degli edifici.

3. Le misure per l'ulteriore miglioramento dell'efficienza energetica degli edifici dovrebbero tenere conto delle condizioni climatiche e locali, nonché dell'ambiente termico interno e dell'efficacia sotto il profilo dei costi. Esse non dovrebbero contravvenire ad altre prescrizioni essenziali *sull'edilizia quali l'accessibilità, la prudenza e l'uso cui è destinato l'edificio.*

Il DLgs 19 agosto 2005 N. 192, che ha recepito la Direttiva 2002/91/CE, introducendo una certificazione energetica obbligatoria per gli edifici di nuova costruzione e per quelli soggetti a ristrutturazione di superficie utile superiore a 1000 m², e volontaria per gli edifici esistenti non ricadenti nei casi precedenti, ha rimandato ad un decreto

attuativo successivo (entro 180 giorni) l'emanazione di linee guida nazionali per la certificazione energetica degli edifici, valide fino a quando ciascuna Regione non avrà emanato un proprio provvedimento legislativo di recepimento della stessa Direttiva, trattandosi di legislazione concorrente tra Stato e Regioni.

Il Decreto legislativo N. 192

Art. 6 - Certificazione energetica degli edifici di nuova costruzione

1. Entro un anno dalla data di entrata in vigore del presente decreto, gli edifici di nuova costruzione e quelli di cui all'articolo 3, comma 2, lettera a, sono dotati, al termine della costruzione medesima ed a cura del costruttore, di un attestato di certificazione energetica, redatto secondo i criteri e le metodologie di cui all'articolo 4, comma 1.

2. La certificazione per gli appartamenti di un condominio può fondarsi, oltre sulla valutazione dell'appartamento interessato:

- a) su una certificazione comune dell'intero edificio, per i condomini dotati di un impianto termico comune;
- b) sulla valutazione di un altro appartamento rappresentativo dello stesso condominio e della stessa tipologia.

3. Nel caso di compravendita dell'intero immobile o della singola unità immobiliare, l'attestato di certificazione energetica è allegato all'atto di compravendita, in originale o copia autenticata.

4. Nel caso di locazione, l'attestato di certificazione energetica è messo a disposizione del conduttore o ad esso consegnato in copia dichiarata dal proprietario conforme all'originale in suo possesso.

5. L'attestato relativo alla certificazione energetica, rilasciato ai sensi del comma 1, ha una validità temporale massima di dieci anni a partire dal suo rilascio, ed è aggiornato ad ogni intervento di ristrutturazione che modifica la prestazione energetica dell'edificio o dell'impianto.

6. L'attestato di certificazione energetica comprende i dati relativi all'efficienza energetica propri dell'edificio, i valori vigenti a norma di legge e valori di riferimento, che consentono ai cittadini di valutare e confrontare la prestazione energetica dell'edificio. L'attestato è corredato da suggerimenti in merito agli interventi più significativi ed economicamente convenienti per il miglioramento della predetta prestazione.

7. Negli edifici di proprietà pubblica o adibiti ad uso pubblico, la cui metratura utile totale supera i 1000 metri quadrati, l'attestato di certificazione energetica è affisso nello stesso edificio a cui si riferisce in luogo facilmente visibile per il pubblico.

8. Gli edifici di proprietà pubblica che sono oggetto dei programmi di cui all'articolo 13 comma 2 dei decreti emanati dal Ministero delle Attività Produttive il 20 luglio 2004, sono tenuti al rispetto dei commi 5 e 6 del presente articolo e all'affissione dell'attestato di certificazione energetica in luogo facilmente visibile al pubblico.

9. Entro centottanta giorni dall'entrata in vigore del presente decreto, il Ministro delle Attività Produttive di concerto con i Ministri dell'Ambiente e della Tutela del Territorio, delle infrastrutture e dei trasporti, d'intesa con la Conferenza Unificata, avvalendosi delle metodologie di calcolo definite con i decreti di cui all'articolo 4, comma 1 e tenuto conto di quanto previsto nei commi precedenti, predispone Linee guida nazionali per la certificazione energetica degli edifici, sentito il CNCU, prevedendo anche metodi semplificati che minimizzino gli oneri.

In tal senso hanno già operato o stanno operando alcune Regioni (Provincia autonoma di Bolzano, Regione Piemonte, Regione Toscana, Regione Emilia Romagna) Province (Provincia di Milano e di Vicenza) ed alcuni Comuni (Carugate, Reggio Emilia, Bagnolo in Piano) proponendo ciascuno un proprio sistema di certificazione.

Il trasferimento delle competenze alle Regioni rende, oggi ancora di più, urgente l'emanazione da parte del Ministero per lo Sviluppo Economico (ex Ministero delle Attività Produttive) di un decreto di indirizzo (linee guida nazionali sulla certificazione energetica), che oltre a indicare le linee guida da seguire, assicuri uniformità di intenti.

Il motivo è duplice: da un lato la pubblicazione del DLgs 19 agosto 2005 n. 192, che prevede con il sistema di certificazione energetica, precisi obblighi nazionali per il miglioramento dell'efficienza energetica nell'edilizia, dall'altro la necessità di un riferimento nazionale standard per le Regioni e Province nel momento in cui questi soggetti sono autorizzati ad operare in piena autonomia, che sia il minimo comune denominatore delle singole iniziative che a livello locale si stanno realizzando anche in seguito alla pubblicazione della direttiva comunitaria e del DLgs n. 192 stesso.

Secondo il legislatore europeo, la certificazione energetica degli edifici è uno strumento di trasformazione del mercato immobiliare, che ne migliora la trasparenza e l'efficienza fornendo ai potenziali acquirenti e locatari una informazione oggettiva delle prestazioni energetiche (e delle relative spese) dell'immobile da acquistare o affittare.

Essa è propedeutica tanto alla progettazione di nuovi edifici ad elevate prestazioni che alla ristrutturazione complessiva degli edifici. La certificazione

dovrebbe quindi portare positivi effetti sul valore di mercato degli immobili ed incentivare nel medio termine la riqualificazione degli edifici a bassa prestazione energetica.

L'eventuale ritardo nella emanazione del decreto sulla certificazione energetica degli edifici rappresenterebbe un punto di debolezza del DLgs n. 192.

Il rischio maggiore derivante dalla mancanza di linee guida sulla certificazione energetica degli edifici risiede nella possibilità che ogni Regione (o addirittura ogni Amministrazione locale, nel caso le Regioni attuino a loro volta un trasferimento di competenze al loro interno) definisca la "certificazione energetica" in modo diverso.

Sono infatti già emerse diverse interpretazioni su cosa potrebbe essere tale certificazione:

- un pubblico riconoscimento della prestazione energetica di un edificio;
- un atto pubblico che documenti il fabbisogno energetico convenzionale di un edificio nella situazione attuale;
- la misura dell'effettivo consumo di energia di un edificio durante un periodo di esercizio specifico;
- la conseguenza della diagnosi energetica di un edificio;
- l'informazione, non limitata al fabbisogno energetico, che evidenzia la possibilità di miglioramento complessivo della qualità energetico-ambientale di un edificio.

Problematiche di attuazione in Italia e da risolvere per il successo della certificazione

Per poter mettere a punto uno schema nazionale di certificazione energetica che sia un efficace strumento di mercato devono essere presi in considerazione, e ove necessario chiariti, alcuni elementi di cruciale importanza che sono stati individuati durante il lungo dibattito che

ha preceduto e seguito l'emanazione della citata direttiva comunitaria ed il DLgs n. 192, quali:

- il completamento del quadro normativo di riferimento per la certificazione, che deve essere semplice, attuabile ed a costo contenuto;
- l'uniformità metodologica, che lascia alle Amministrazioni regionali/locali, la definizione degli obiettivi e/o dei limiti di rendimento previsti;
- il coinvolgimento di tutti gli attori della filiera;
- la maggiore conoscenza e qualificazione degli operatori della filiera;
- l'introduzione di incentivi e premialità, ma anche di un maggiore controllo e della garanzia dell'ottenimento dei risultati;
- l'esplicitazione di tutti i costi dell'operazione;
- la creazione di protocolli standardizzati che descrivano gli interventi più comuni e meglio conosciuti per migliorare le prestazioni energetiche degli edifici;
- l'esecuzione di una diagnosi energetica per valutare il potenziale di risparmio di ciascun intervento e la sua remuneratività in termini di costo/beneficio;
- la valutazione ex-post del risparmio effettivamente ottenuto.

La certificazione energetica degli edifici quindi non è solo opportuna per il rispetto della legge nazionale e degli impegni internazionali, ma è anche uno strumento per la diffusione di nuove tecnologie ad elevata efficienza, per l'avvio di progetti di efficienza energetica, per il rilancio del settore edilizio in termini di mercato economico ed occupazionale e un incentivo per riqualificare l'intero patrimonio immobiliare nazionale.

Esaminiamo in dettaglio le singole problematiche.

Definizione e completamento del quadro normativo

È fondamentale il completamento del quadro normativo relativo alla certificazione energetica, attraverso l'identificazione:

- delle leggi e delle normative tecniche esistenti,
- della necessità di una loro eventuale modifica ed implementazione, in armonia con il quadro europeo CEN, attraverso il mandato M/343;
- delle norme mancanti (ad esempio: la normativa sui consumi estivi).

Ricordiamo che sia per la Direttiva 2002/91/CE che per il DLgs n. 192 la prestazione energetica dell'edificio deve esprimere il fabbisogno energetico prendendo in considerazione tutti gli utilizzi energetici (riscaldamento, produzione di ACS (acqua calda sanitaria) condizionamento estivo, illuminazione e altri consumi ausiliari) e che lo stesso DLgs n. 192 ha demandato a decreti attuativi da emanare entro 120 giorni la regolamentazione e definizione delle prestazioni degli edifici relativamente a questi utilizzi.

Il raffrescamento estivo, vista la previsione di aumento dei relativi consumi energetici nei prossimi 20 anni, sembra essere il problema più rilevante nel medio periodo.

Definizione di metodi di calcolo e norme armonizzate

È necessario definire la metodologia di calcolo e la procedura di certificazione, considerando metodologie e standard armonizzati già applicati con successo. La direttiva comunitaria impone la definizione di una metodologia per il calcolo della prestazione energetica degli edifici espressa da uno o più descrittori (indicatori di prestazione).

Il DLgs n. 192 al comma 16 dell'Allegato I così recita: *"I calcoli e le verifiche di cui al presente allegato sono eseguiti utilizzando metodi che garantiscano risultati conformi alle migliori regole tecniche. Si considerano rispondenti a tale requisito le norme tecniche vigenti in materia, emanate dagli organismi deputati a livello nazionale e comunitario, quali l'UNI (Ente Nazionale di unificazione) il CEN (Comitato Europeo di Normazione), nonché procedure e metodi di calcolo emanate da organismi istituzionali nazionali, quali le università, il CNR e l'ENEA. L'utilizzo di altri metodi è possibile, motivandone l'uso nella relazione tecnica di progetto di cui al comma 15, purché si dimostri che i risultati conseguiti risultino pari o migliori a quelli ottenibili con le norme tecniche emesse dagli organismi precedentemente detti. Il Ministero delle Attività Produttive e il Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti hanno la facoltà di emanare, secondo le rispettive competenze, proprie istruzioni tecniche in materia"*.

Il mantenere questa posizione anche nella emanazione delle linee guida sulla certificazione, porrebbe grosse perplessità di applicazione proprio per l'attuazione del comma 6 dell'art.6 del DLgs n. 192 che così recita: *"L'attestato di certificazione energetica comprende i dati relativi all'efficienza energetica propri dell'edificio, i valori vigenti a norma di legge e valori di riferimento, che consentono ai cittadini di valutare e confrontare la prestazione energetica dell'edificio. L'attestato è corredato da suggerimenti in merito agli interventi più significativi ed economicamente convenienti per il miglioramento della predetta prestazione"*.

Come può essere possibile tutto ciò senza uniformità metodologica su tutto il territorio nazionale?

È pertanto auspicabile che la metodologia ed i descrittori siano unici a livello na-

zionale, lasciando alle Amministrazioni regionali/locali la definizione degli obiettivi e/o dei requisiti di rendimento, in modo da ottenere certificati energetici confrontabili. Sarebbe infine importante prevedere schemi normalizzati, per permettere al cittadino di fare confronti su dati omogenei.

Al fine di disporre di una metodologia comune di calcolo e valutazione della prestazione energetica, si potrà fare riferimento in tempi brevi al pacchetto EPBD (Energy Performance Building Directive) del CEN ed alle conseguenti norme UNI di recepimento.

Contenuto dell'attestato di certificazione

In accordo con la direttiva comunitaria, il "certificato" attestante la prestazione energetica dell'edificio dovrebbe includere sia i valori di riferimento che quelli cogenti e dovrebbe essere corredato da una serie di raccomandazioni (espresse in termini di costi/benefici) per il miglioramento delle stesse prestazioni. È quindi necessario definire il dettaglio di queste raccomandazioni e le informazioni accessorie necessarie.

Format dell'attestato di certificazione

L'attestato di certificazione dovrebbe essere improntato alla massima chiarezza e semplicità (ad esempio un'etichetta di facile comprensione). Ogni cittadino dovrebbe essere in grado di comprendere le informazioni contenute nel certificato e di confrontare certificati relativi a edifici diversi, come già accade nel settore degli elettrodomestici dove è stata introdotta l'etichetta energetica comunitaria. Un attestato leggibile è fondamentale affinché il cittadino possa partecipare attivamente al processo di certificazione e sia quindi in grado di decidere interventi di mi-

glioramento della prestazione energetica del proprio edificio.

Certificazione obbligatoria o volontaria

Il DLgs n. 192 all'art. 6 comma 1 prescrive che gli edifici nuovi e quelli esistenti al di sopra dei 1000 m², sottoposti a ristrutturazione, e nella situazione di compravendita e locazione degli stessi, siano soggetti a certificazione obbligatoria, mentre per tutti gli edifici esistenti, non ricadenti nei casi precedenti, la certificazione energetica è di tipo volontario. La stessa certificazione energetica deve essere portata a conoscenza dell'acquirente o del locatario dell'immobile.

Il limitare la certificazione energetica di tipo obbligatorio ai soli casi descritti, pone seri dubbi, sul raggiungimento degli obiettivi di Kyoto, se non si interviene massicciamente sul patrimonio edilizio esistente, escluso dall'obbligo della certificazione.

Le motivazioni derivano da alcune considerazioni.

- Le Associazioni di categoria del settore edilizio prevedono che nei prossimi dieci anni il mercato delle costruzioni riguarderà le nuove costruzioni per non più del 20%, mentre le ristrutturazioni per oltre l'80%;
- Il parco edilizio esistente, di scarsa qualità energetica e con un consumo in kWh/m² tra i 140 e 160 per il solo riscaldamento è tra i più elevati in Europa, nonostante la mitezza del clima.

L'esclusione degli edifici esistenti dall'ambito di applicazione del decreto, in contrasto con i contenuti della direttiva, costituisce una grave lacuna in grado di comprometterne recepimento ed obiettivi. Occorre anche ricordare che il DLgs n. 192 fa un passo indietro rispetto alla legge 10/91, che prevedeva l'obbligo della certificazione ener-

getica senza distinguere fra edifici nuovi ed esistenti.

Sarebbe opportuno che le linee guida da emanare fissino le tappe, le regole, le condizioni e gli incentivi per la sua attuazione ordinata, economica ed efficace, tale da rendere conveniente per il cittadino il ricorso a questa procedura. Ci auguriamo che l'applicazione volontaria agli edifici esistenti sia attuata con la dovuta gradualità, ma che tenga nel debito conto le tendenze e l'evoluzione del mercato, e che l'obbligo della certificazione energetica per gli edifici esistenti possa scattare per quegli edifici il cui consumo sia superiore ad una soglia stabilita nelle linee guida.

È evidente che in assenza di tutto ciò potrà verificarsi che:

- con grande probabilità, trattandosi di materia concorrente, potranno essere le Regioni stesse attraverso le proprie leggi regionali di recepimento (vedi, ad esempio la Regione Piemonte) a colmare la lacuna del DLgs n. 192;
- potrà essere lo stesso mercato immobiliare ad influenzare la certificazione energetica sia per gli edifici nuovi che per quelli esistenti.

Diagnosi energetica

Tale strumento è fondamentale per gli edifici esistenti, ai fini come già detto in precedenza della loro riqualificazione energetica.

E' evidente che qualora si introducano regole e norme per l'esistente il ricorso alla diagnosi energetica diventi inevitabile. La prima stesura del certificato energetico di un edificio dovrebbe includere non solo la prestazione dell'edificio ma anche raccomandazioni su come migliorarle. Tuttavia, non si ritiene opportuno in questa fase che la procedura di certificazione comprenda una diagnosi energetica completa. La diagnosi energetica potrebbe però essere un neces-

sario prerequisito per la ristrutturazione globale dell'edificio e per l'accesso a finanziamenti ed incentivi pubblici. A questo fine occorrerebbe però:

- definire i prerequisiti per realizzare le diagnosi energetiche;
- stabilire i criteri e mettere a punto una metodologia comune (linee guida per l'auditing, protocolli di analisi, report, algoritmi di calcolo);
- evitare diagnosi a basso costo, realizzate da personale scarsamente qualificato e con risultati di dubbia qualità;
- stabilire come, e se, collegare la diagnosi energetica ai meccanismi di finanziamento nelle ristrutturazioni;
- prevedere uno schema di audit che includa una fase di monitoraggio e valutazione dei risultati.

Costo della certificazione e della diagnosi energetica

Il costo della diagnosi energetica e della relativa certificazione, potrebbe costituire un vero ostacolo ed essere una delle barriere da superare, per convincere spontaneamente il cittadino ad intervenire sul proprio immobile. Il problema di fondo è se - e come - finanziare la certificazione energetica. Alcuni esempi potrebbero essere: finanziamento pubblico, auto-finanziamento, inclusione nei Decreti Ministeriali 24 aprile 2001 per l'efficienza e il risparmio energetico.

Sono possibili due approcci:

- il primo prevede la possibilità di certificare rapidamente gli edifici a costi contenuti, per poi realizzare in un secondo momento il vero e proprio audit dal costo sensibilmente maggiore. In una prima fase quindi la diagnosi energetica non dovrebbe essere obbligatoria per non deprimere il mercato. Inoltre gli interventi di riqualificazione più comuni e di provata ef-

ficacia potrebbero essere realizzati anche in assenza di diagnosi energetica preventiva;

- un secondo approccio prevede invece da subito una accurata diagnosi che evidenzia gli interventi migliorativi necessari. L'*audit* in questo modo verrebbe considerato come il prerequisito affinché la certificazione possa avere un valore (sia tecnico che commerciale).

Una proposta in tal senso potrebbe essere rappresentata, nelle linee guida, da un adempimento a carico delle Amministrazioni comunali, nell'ottica della realizzazione di un catasto del patrimonio edilizio, alla stessa stregua del catasto degli impianti termici, per l'effettuazione di una certificazione energetica degli edifici esistenti, con metodologia semplificata ed a costi contenuti, ciò consentirebbe di avere una stima dei consumi, anche se approssimata, ma valida per il suo ordine di grandezza, che equivarrebbe a dare un primo attestato di certificazione energetica al cittadino.

Di conseguenza i Comuni potrebbero:

- individuare nel proprio territorio, aree o zone a pressione energetica più elevata, cui indirizzare maggiori attenzioni e stabilire priorità di interventi ed azioni a sostegno;
- rendere obbligatoria la diagnosi energetica con conseguente certificazione a carico dei cittadini nel caso in cui il valore stimato, ma approssimato, superi un valore di soglia stabilito dalle leggi regionali e/o locali.

Naturalmente l'obbligo precedente dovrebbe essere accompagnato da misure concrete di incentivi e premialità, tenendo conto che gli interventi di riqualificazione, così come recita la Direttiva,

devono essere efficaci sotto il profilo dei costi. Le regioni potrebbero istituire dei fondi rotativi con modalità appropriate ed opportune.

Qualunque sia la soluzione adottata dal legislatore è importante che l'utente finale non percepisca la certificazione come l'imposizione di una spesa aggiuntiva senza alcun beneficio energetico ed economico (cioè minori bollette energetiche e maggior valore commerciale dell'immobile). Se l'utente sarà portato a considerare la certificazione energetica come l'ennesima "tassa" imposta dal legislatore sul bene-casa, e quindi da realizzarsi al costo minore possibile solo per essere in regola con la legge, la riduzione del consumo energetico auspicato della legislazione nazionale e dalla direttiva comunitaria non potrà essere ottenuta.

Incentivazioni e premialità

Il successo dello strumento certificazione dipenderà anche dal suo effetto sul valore commerciale degli immobili e dall'eventuale introduzione di elementi di incentivazione e premialità. Il finanziamento degli interventi di riqualificazione energetica permetterebbe infatti una più rapida diffusione delle tecnologie ad elevata efficienza. A questo fine occorrerebbe però:

- definire i requisiti per la concessione di incentivazioni/premialità;
- garantire una reale valutazione dei risultati per verificare l'uso efficiente delle risorse pubbliche;
- stabilire un livello ottimale di finanziamento pubblico;
- individuare gli indicatori per misurare l'effetto moltiplicatore degli incentivi pubblici: per esempio €/t_{CO₂} oppure €/pubblico/€/tot;
- prevedere incentivi (e definire i relativi criteri) per l'eventuale utilizzo di fonti rinnovabili.

Qualificazione ed accreditamento dei certificatori

La competenza di tutti gli operatori della filiera deve essere garantita. Gli ordini professionali dovrebbero essere coinvolti nelle azioni di formazione di tecnici ed operatori, che dovranno essere qualificati ed accreditati.

L'indipendenza dei certificatori dagli interessi economici delle parti più direttamente in causa nel processo di certificazione energetica, già prevista dalla direttiva 2002/91/CE, è di grande importanza. Questi soggetti potrebbero essere esperti qualificati e/o accreditati, qualora operino come imprenditori individuali, o impiegati di enti pubblici o di organismi privati.

A questo proposito sarebbe opportuno definire:

- il soggetto responsabile della qualificazione ed accreditamento dei certificatori;
- i criteri per tale accreditamento;
- i requisiti minimi per un processo di qualificazione ed accreditamento dei certificatori;
- la possibilità per alcune categorie di professionisti di essere accreditati automaticamente.

Controllo di qualità del processo di certificazione

il controllo di qualità è un altro elemento fondamentale per il successo dello strumento di certificazione. Gli effetti sul mercato immobiliare auspicati dal legislatore comunitario dipenderanno infatti anche dall'affidabilità e dalla qualità dell'informazione contenuta nei certificati. A questo proposito sarebbe opportuno definire:

- il soggetto responsabile del controllo di qualità del processo di certificazione;
- cosa e chi deve essere sottoposto a controllo di qualità;
- quali conseguenze dovranno essere a carico di soggetti che denotino una scarsa qualità.

La messa a punto di una procedura standardizzata per il controllo della qualità del processo di certificazione potrebbe essere la soluzione.

Lo strumento dei regolamenti edilizi

Sarebbe necessario combinare la maggiore sensibilizzazione della domanda (consumatore) con nuove normative edilizie a livello locale per migliorare la prestazione energetica degli edifici nuovi ed esistenti e promuovere l'utilizzo delle fonti rinnovabili. Un "regolamento edilizio tipo" potrebbe quindi contenere sia requisiti minimi cogenti (in quanto riferiti a norme nazionali, regionali o locali) sia requisiti raccomandati o volontari, cui legare per esempio l'accesso agli incentivi pubblici.

Ruolo del consumatore e dell'informazione

Il ruolo del consumatore è centrale. Oltre alla possibilità di accedere ad eventuali incentivi economici sarebbe necessario creare una rete di informazione e un efficace piano di comunicazione che permetta il coinvolgimento del cittadino nel processo di certificazione e di miglioramento dell'efficienza energetica degli edifici, nonché la condivisione degli obiettivi. Un consumatore correttamente informato è infatti più propenso ad effettuare gli opportuni investimenti sia in caso di riqualificazione energetica che in quello di acquisto di un nuovo immobile più efficiente. Una adeguata campagna informativa nei confronti del grande pubblico potrebbe rendere più cosciente il consumatore e modificare almeno parzialmente il criterio che privilegia la scelta della casa in funzione dell'estetica anziché della prestazione energetica. Sarebbe inoltre opportuno rendere visibili tutti i costi delle azioni di ristrutturazione, comprese le

esternalità (ad esempio lo smaltimento degli inerti).

La dimensione del successo dello strumento certificazione dipenderà anche dal coinvolgimento dei diversi attori del settore, ciascuno dei quali deve poter contare su un ritorno di tipo economico, ambientale, di immagine, ecc. e sentirsi parte attiva del processo.

Ruolo dello sviluppo tecnologico

La ricerca tecnologica dovrebbe fornire le nuove tecnologie, i materiali e le conoscenze per la loro applicazione nonché il supporto alla definizione della normativa sulla certificazione e la diagnosi energetica. Potrebbe inoltre essere utile la realizzazione di una raccolta di esempi di tecnologie, materiali e componenti ai fini del miglioramento della prestazione energetica degli edifici e dei più comuni errori tecnici che potrebbero verificarsi durante le operazioni di ristrutturazione. Questo sia per scopi educativi che per facilitare le azioni di controllo da parte delle Amministrazioni Pubbliche.

Il ruolo dell'ENEA

L'ENEA può svolgere un ruolo fondamentale per il miglioramento della efficienza energetica degli edifici, proprio con l'azione di raccordo tra i diversi livelli tecnici e tecnici amministrativi del Sistema Paese, sia per il settore pubblico che privato nell'ambito della governance e della terzietà.

La promozione e lo sviluppo di interventi finalizzati allo sviluppo dell'innovazione e della competitività presso le imprese, il supporto tecnico-scientifico e le prestazioni di servizi alle Amministrazioni Pubbliche centrali, regionali e locali, sono gli obiettivi primari.

Tutto questo è reso operativo grazie al grado di potenzialità di interventi a sostegno di politiche di riduzione dei

consumi energetici nazionali e di controllo della domanda con azioni di R&S - studio di metodologie e tecnologie innovative, integrazione di sistemi energetici e di supporto-offerta di servizi energetici integrati - che comportino una maggiore efficienza nell'uso dell'energia ma anche un risparmio energetico conseguente a cambiamenti nel comportamento degli utenti finali.

Tenendo conto che la domanda attuale nel settore civile è rappresentata da:

- necessità di miglioramento dell'efficienza del parco edilizio nazionale (in particolare degli edifici pubblici e di pregio);
- necessità di invertire la tendenza all'aumento dei consumi di energia elettrica negli edifici specie per il condizionamento estivo;
- necessità di dare risposta con prodotti nazionali alle richieste di efficienza energetica che emergono dal sistema paese;
- supporto alle politiche energetiche e sviluppo normativa, a livello centrale e locale;
- richiesta di formazione da parte di associazioni di categoria, ordini professionali, PA,

la risposta ENEA è focalizzata nel realizzare azioni che producano benefici a breve e medio termine nell'ambito di applicazione della Direttiva 2002/91/CE e del DLgs n. 192 e dei Decreti sull'efficienza energetica tra le quali:

- supporto alla progettazione e alla pianificazione degli interventi;
- consulenza per la progettazione di sistemi di controllo avanzato;
- integrazione fotovoltaico nell'involucro edilizio;
- caratterizzazione e sviluppo materiali trasparenti;
- caratterizzazione e sviluppo sistemi illuminazione ed elettrodomestici efficienti

- progettazione sistemi ventilazione naturale; raffrescamento passivo; solar cooling;
- attività di supporto per l'Autorità per l'Energia Elettrica e per il Gas per la valutazione degli interventi di EE;
- supporto allo sviluppo della normativa.

A tal proposito l'ENEA è presente con due rappresentanti nel Comitato istituito dal Ministero per lo Sviluppo Economico per l'emanazione dei Decreti attuativi del DLgs n. 192 e delle linee guida sulla certificazione energetica ed inoltre coordina il GdL 24 del GC2 del SC1 del CTI per la emanazione successiva delle norme UNI relative alle "Prestazioni energetiche degli edifici-Specifiche di calcolo per la verifica dei requisiti energetici" e "Prestazioni energetiche degli edifici-Metodi per la certificazione energetica degli edifici":

- formazione
- supporto all'attuazione delle politiche energetiche territoriali.

Per informazioni:

lattanzi@casaccia.enea.it

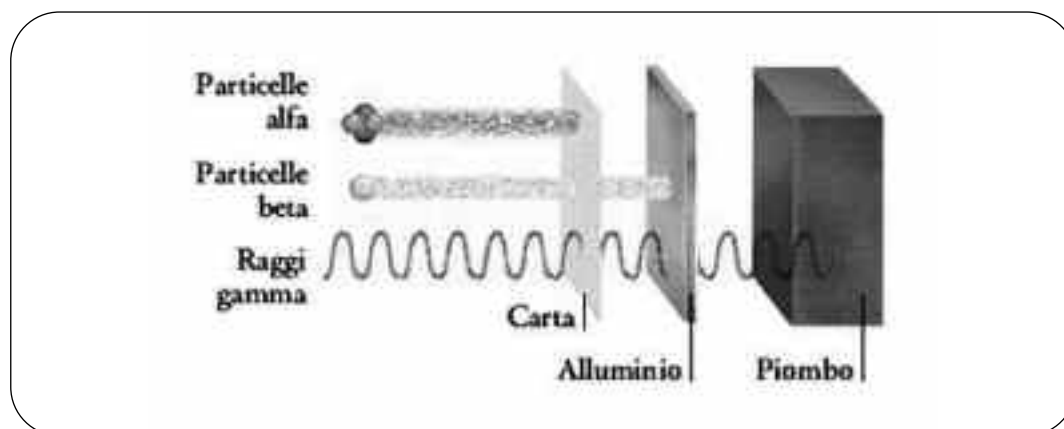
Radioprotezione

Con il termine *radioprotezione* si intende un insieme di azioni e di interventi che si verificano nelle fasi di progetto, di installazione, di esercizio e di emergenza, atte a proteggere gli individui (in particolare i lavoratori) dall'esposizione alle radiazioni ionizzanti.

La radiazione si dice *ionizzante* quando ha la capacità di produrre *ioni* all'interno di un mezzo da questa attraversato. La ionizzazione può avvenire quando l'energia trasportata dalla radiazione è superiore a certi limiti che sono propri dell'energia di legame degli elettroni negli atomi.

L'emissione di radiazioni ionizzanti da un radioisotopo può avvenire in seguito a quattro processi principali: *decadimento alfa*, *decadimento beta* (+ o -) ed *emissione gamma*. Nel primo caso, il nucleo emette una particella alfa formata da due protoni e da due neutroni (nucleo dell'elio); nel secondo si ha la trasformazione di un protone (neutrone) del nucleo in neutrone (protone) con l'emissione di un elettrone positivo (negativo) e di un neutrino (antineutrino); l'emissione gamma infine è successiva ad altri decadimenti e consiste nell'emissione di una radiazione *non corpuscolata*.

Ogni nucleo di un radioisotopo si trasforma, in seguito all'emissione di radiazione, nel nucleo di un altro elemento o comunque si porta in un diverso stato dal quale non è più in grado di emettere la stessa radiazione emessa in precedenza. Si dice pertanto che nel tempo si ha un *decadimento radioattivo* ed il numero dei nuclei relativi al radioisotopo iniziale diminuisce gradualmente. Riducendosi il numero di emissioni o decadimenti nell'unità di tempo, diminuisce corrispondentemente l'*attività* (A) della massa radioattiva. Il tempo necessario affinché l'attività si dimezzi è detto *tempo di dimezzamento* ($T_{1/2}$) ed è caratteristico dell'isotopo considerato. L'unità di misura dell'attività è il *becquerel*.



Le particelle alfa sono normalmente fermate da sottili spessori di carta a causa dell'elevata ionizzazione per unità di percorso. Per questa loro caratteristica, generalmente non superano lo strato morto della pelle e non costituiscono quindi un pericolo per l'irradiazione esterna del corpo.

Le particelle beta - gli elettroni - percorrono spazi maggiori a parità di energia e di mezzo attraversato rispetto alle altre particelle cariche. Normalmente, i beta non percorrono che pochi millimetri in acqua e qualche metro in aria, prima di fermarsi. La radiazione gamma è invece assorbita quasi per intero da spessori di materiali densi. Un particolare tipo di radiazione è costituita da un *fascio di neutroni*. Questi ultimi possono essere emessi da particolari sorgenti radioisotopiche, da elementi che subiscono *fissione* (frammentazione del nucleo con produzione di energia e di neutroni) o da miscele di materiali nelle quali si realizzano reazioni tali da produrre l'emissione di neutroni.

L'esposizione nei luoghi di lavoro può avvenire per irradiazione dall'esterno o per irradiazione dall'interno del corpo, successiva ad introduzione di sostanze radioattive. Per controllare l'esposizione interna è necessario mantenere la pulizia riducendo al minimo la contaminazione in atmosfera, di liquidi e di superfici, in modo da evitare introduzione accidentale di radioisotopi per ingestione, inalazione o per altra via. Occorre tenere presente che, ad esempio, la radiazione alfa, innocua dall'esterno, diventa particolarmente pericolosa se emessa da una sorgente interna in quanto entra subito in contatto con tessuti vitali e quindi sensibili all'effetto delle radiazioni. Negli ultimi anni si è verificata una importante revisione delle unità di misura associate alle grandezze dosimetriche. In particolare, si è passati dai *curie* (Ci) ai *becquerel* (Bq) come unità di misura della radioattività e dai *rem* ai *sievert* (Sv) per misurare la *dose equivalente*. Contemporaneamente, sono cambiate tutte le altre unità e attualmente le nuove dimensioni sono impiegate in quasi tutto il mondo.

Tra le grandezze dosimetriche le più significative sono sicuramente la *dose assorbita* e la *dose equivalente*. La prima si misura in *gray* (Gy) e la seconda in *sievert* (Sv). La *dose assorbita* rappresenta un parametro fisico (energia assorbita per unità di massa) mentre la *dose equivalente* esprime l'effetto biologico della radiazione sul corpo.

Il passaggio dalla *dose assorbita* agli organi alle *dosi equivalenti* negli organi stessi si ottiene valutando i fattori di peso specifici per la radiazione interagente. Applicando poi a questo dato così ottenuto i fattori di peso dei tessuti o organi interessati e quindi sommando, si ottiene la *dose efficace al corpo intero*. Le regole canoniche della protezione dalle radiazioni ionizzanti sono sintetizzate in tre termini: *tempo*, *distanza*, *schermatura*. Infatti, il rischio di esposizione aumenta all'aumentare dei tempi di permanenza in prossimità della sorgente; lo stesso si verifica con il ridursi della distanza dalla sorgente e naturalmente l'esposizione si può ancora ridurre interponendo una schermatura tra sorgente e individuo esposto. La distanza è particolarmente efficace nell'attenuare l'esposizione: la dose infatti dipende dall'*inverso del quadrato della distanza*. In pratica, allontanandosi di 2 metri, la dose si riduce ad un quarto del valore precedente ed allontanandosi di 10 metri il valore si riduce ad un centesimo. Nell'affrontare un intervento radioprotezionistico è però necessario tenere presenti dei principi ancora più generali. La pratica che implica un'esposizione alle radiazioni deve avere una motivazione confrontabile con il rischio che essa comporta: il rischio-beneficio dell'impresa deve essere cioè equilibrato.

La procedura di radioprotezione sono regolate da normative internazionali, europee e nazionali. In Italia sono state recepite le più recenti direttive europee in materia e oggi il decreto legislativo 230 del 1995 con le successive modifiche ed integrazioni è la legge nazionale sovrana nell'impiego pacifico delle radiazioni ionizzanti. Il decreto indica innanzitutto le responsabilità dinanzi alla legge.

I lavoratori potenzialmente esposti a radiazioni ionizzanti vengono suddivisi fra tre tipi di classificazione: *non esposti*; *esposti di categoria B*; *esposti di categoria A*. Sono *non esposti* coloro che non sono sottoposti ad una esposizione che non sia suscettibile di superare uno qualsiasi dei limiti fissati per le persone del pubblico (1 mSv/anno); sono *esposti di cat. B* coloro che possono superare 1 mSv/anno ma che non superano i 6 mSv/anno; infine sono *esposti di cat. A* i lavoratori che possono superare 6 mSv/anno ma che naturalmente non superano il limite per i lavoratori di 20 mSv/anno.

I principi di classificazioni delle aree in base al rischio di esposizione alle radiazioni ionizzanti sono analoghi a quelli indicati per i lavoratori: la zona viene dichiarata *sorvegliata* se vi è la possibilità che sia superato 1 mSv/anno mentre è *controllata* quando vi è la possibilità che siano superati i 6 mSv/anno. Naturalmente in tutti i casi non si devono superare i 20 mSv/anno che rappresentano il limite estremo per i lavoratori esposti.

Emilio Santoro
emilio.santoro@casaccia.enea.it

Kapp e Mc Luhan: "Homo Technicus" e "Sposa meccanica" (II)

A cura di
FAUSTO BORRELLI

scienza, tecnica,
storia & società

Riprende il viaggio con Mc Luhan
dalla "sposa meccanica" alla "galassia Gutenberg",
dal "villaggio globale" a "il mezzo è il messaggio"

Kapp and Mc Luhan: "Homo Technicus" and "The Mechanical Bride" (II)

*Journeying with McLuhan
from the "mechanical bride" to the "Gutenberg galaxy",
from the "global village" to "the medium is the message"*

Avevamo lasciato Herbert Marshall Mc Luhan (1911-1980) e la sua “sposa meccanica” sulle autostrade nordamericane. Li ritroviamo in due spot televisivi-mandati in onda dalla RAI-TV nel maggio 2006; nel primo, il gestore della pompa di benzina - fatto il pieno - li dichiara “marito e macchina”. Nel secondo spot, la macchina, dopo esser stata riempita di nuovo olio nel motore, ringrazia il suo cavaliere dicendogli languidamente: Ti “olio” bene!

Ma Mc Luhan riparte subito verso la “galassia Gutenberg”; con la velocità del pensiero lo inseguiamo, ripassando a mente le sue idee sui “media”, la “storia” e il “progresso” mentre viaggiamo verso quella galassia lontana.

I “media” come estensioni tecniche dell’uomo

Nel precedente numero di questa rivista è stata esaminata la concezione della tecnica di Ernst Kapp (1808-1896). Il filosofo tedesco definiva ogni utensile come una “proiezione esterna” delle membra del corpo umano. Per Kapp, le singole membra del corpo non soltanto operano verso l’esterno, ma producono all’esterno copie potenziate di loro stesse, copie che rispecchiano forme e rapporti del corpo umano in determinati costrutti materiali.

Mc Luhan si riallaccia alla concezione di Kapp e definisce così l’essenza originaria dei “media”: ogni artefatto costruito dall’uomo – sia materiale sia astratto – è una estensione esterna dell’uomo: la ruota “estende” il piede, la tenaglia “estende la mano, l’abito “estende” la pelle, la parola “estende il pensiero, il computer “estende” il cervello e così via.

Ogni medium, mentre estende una funzione dell’uomo, “narcotizza” le altre. Il sistema nervoso centrale innesca una di-

fesa automatica: l’“autoamputazione”. Cioè, mentre un senso viene esaltato, gli altri sensi vengono come “narcotizzati”; ciò per permettere che l’azione iniziata-basata solo su un senso - possa compiersi con successo.

L’esempio limite Mc Luhan lo vede nel mito di Narciso, il cui nome deriva dal greco “narcòsis”. Il giovane Narciso, vedendo per la prima volta riflesso in uno specchio d’acqua il suo doppio, guarda quell’immagine con profonda intensità. Esaltando all’estremo un senso - la vista-“narcotizza” completamente tutti gli altri sensi, s’addormenta di colpo, cade in acqua e muore.

Il mito di Narciso si ripete spesso la sera, in poltrona davanti al televisore, senza però le conseguenze tragiche del mito greco. Passiamo alla storia e al progresso.

L’attualità del pensiero di Mc Luhan è sorprendente. I suoi slogan-“galassia Gutenberg”, “sposa meccanica”, “villaggio globale”, “il mezzo e il messaggio” - sono alla base delle odierne tecniche di comunicazione mediatica. Pubblicazioni e convegni su Mc Luhan si moltiplicano in Europa e in America.

Storia e progresso prima di Mc Luhan

Ricordiamo in sintesi alcune concezioni della storia e del progresso che hanno preceduto Mc Luhan. Concezioni a lui ben note, ma di cui indicava il limite di fondo: non aver visto nell’irruzione della tecnica nella storia la spinta dirompente che sconvolge il tessuto storico dischiudendo nuovi scenari futuri, aperti ed imprevedibili.

Le concezioni del progresso criticate da Mc Luhan sono “continuiste”, cioè non aperte al nuovo, e concepiscono il processo storico e il progresso come una transizione predeterminata di stadi successivi, in genere tre.

- **Giambattista Vico** (1668-1744). La storia è un processo di “corsi e ricorsi” di “condizioni” o “età”: l’età divina, l’età eroica, l’età umana.
- **Georg Wilhelm Friedrich Hegel** (1770-1831). La storia è un processo circolare (a spirale) di transizione da uno stadio di giovinezza (mondo orientale e greco), a uno stadio di virilità (mondo romano) a uno stadio di maturità compiuta o vecchiaia (mondo cristiano e germanico).
- **Auguste Comte** (1798-1857). La storia è una successione di stadi che progressivamente portano dall’oscurantismo alla luce della positività: stadio teologico, stadio metafisico, stadio positivo basato sulla luce delle scienze.
- **Karl Marx** (1818-1883). La storia è “storia di lotta di classe” per il controllo dei mezzi di produzione: stadio delle società primitive, stadio delle società di classi (aristocrazia e borghesia), stadio della società senza classi (socialismo poi comunismo). Lenin (1870-1924) definirà il comunismo come “i soviet più l’elettricità”.
- **Sigmund Freud** (1856-1939). Gli stadi di sviluppo della storia riflettono gli stadi di sviluppo della psiche umana: stadio dell’animismo magico, stadio delle religioni illusorie, stadio del pensiero riflesso e della scienza.

Passiamo a Mc Luhan.

Il progresso è possibile ma non scontato

Anche Mc Luhan si inserisce nella tradizione dei filosofi della storia e del progresso, ma pensa il progresso in

tutt’altra maniera. Mc Luhan non è un “continuista”; per lui “il progresso è possibile ma non è affatto scontato”. Perché? Perché sono i “media” - estensioni tecnologiche dell’uomo - che innescano gli sconvolgimenti del mondo.

Comprendere i “media” è un compito a cui oggi non ci si può sottrarre, perché i “media” stanno rapidamente cambiando tutto. Per Mc Luhan stiamo attraversando una “crisi culturale” in quanto continuiamo a vivere con usi e costumi di un’epoca passata, mentre i nuovi “media” ci invitano perentoriamente a plasmare al più presto una nuova cultura.

L’inarrestabile “tecnologizzazione” del mondo impone che le potenzialità straordinarie dei “media” si realizzino a vantaggio dell’uomo e non soltanto a suo scapito. Per non soccombere è necessario che le società prendano coscienza dei nuovi percorsi imposti dai “media”.

Restare ancorati al passato è un suicidio, ma è ancora peggio “lanciarsi verso il futuro guardando nello specchietto del retrovisore”.

La “dittatura dei media” minaccerà gli uomini soltanto se essi saranno incapaci di questa “presa di coscienza”.

Negli ultimi anni di vita, Mc Luhan si dedicherà con tutto se stesso a mettere a punto un complesso sistema di valutazione “culturale” delle tecniche incombenti, chiamata “Tetrade”. Ma questa è un’altra storia che qui non racconteremo.

Il ripasso è terminato e siamo anche arrivati alla “galassia Gutenberg”.

La galassia Gutenberg

Determinismo tecnologico “non continuista”

Il titolo completo dell’opera di Mc Luhan è: “The Gutenberg galaxy. The Making of

Typographical Man” 1962. “Galassia Gutenberg. La nascita dell’uomo tipografico” (trad. it di S.Rizzo, Armando 1976).

La “galassia Gutenberg” è l’opera più ricca di idee di Mc Luhan. In essa, viene delineata una periodizzazione di “età” basata su un radicale determinismo tecnologico “non continuista”. Cioè l’evoluzione dell’umanità è segnata dal succedersi dei diversi “media”.

Qui cercheremo di sintetizzare quest’opera con tutti i rischi di semplificazione che ciò comporta.

Oralità e tribalismo

La prima età dell’uomo fu quella della comunicazione orale e della vita tribale, età analfabeta e felice, paragonata alla vita del “buon selvaggio” immaginata dai pensatori del diciottesimo secolo: utilizzazione armoniosa di tutti i sensi; pensiero vicino al concreto immediato, facile intesa fra gli esseri umani (tribalismo).

La parola, primo canale di comunicazione, e la tribù, prima forma di comunità, rendono possibile ciò che, in seguito, diverrà problematico.

Scrittura fonetica e invenzione della stampa

La seconda età dell’uomo fu infatti quella di una rottura con la felicità originaria tribale. Questa seconda età è il tempo della scrittura fonetica e della sua diffusione di massa, provocata dalla invenzione della stampa: è la “galassia Gutenberg”.

Il modo di espressione predominante di questa età della scrittura è accessibile soltanto agli occhi. La vista prevale sugli altri sensi.

Dall’alfabeto fonetico nasce la parola scritta, assemblaggio di lettere separate che seguono una all’altra secondo un ordine

lineare; poi assemblaggio di queste parole in frasi in modo ordinato; e, infine, il libro suddiviso in capitoli e sottocapitoli distinti.

Divisione, separazione e spezzettatura: si comprende come il regno della scrittura sia anche quello del pensiero logico e analitico.

Le conseguenze sono enormi. Scissione dell’intelligenza dall’emotività, del soggetto dall’oggetto, dell’individuo dalla società e, soprattutto, dell’uomo dalla natura.

Mc Luhan, Platone e Levi-Strauss

Nella descrizione critica della “galassia Gutenberg”, Mac Luhan fa rivivere una tradizione antichissima di cui aveva magistralmente parlato Platone nel Fedro. La scrittura favorisce la pigrizia dello spirito perché il discorso scritto non è vivo; induce l’oblio della mente affievolendo l’esercizio della memoria. La scrittura è simile alla pittura, le cui figurazioni sembrano vive; ma se proviamo a rivolgere loro qualche domanda, silenzio assoluto. Lo stesso - è sempre Platone - vale per l’opera scritta che tace maestosamente, inutile chiederle chiarimenti; la parola è preferibile per difendere la verità, (forse anche per questo Platone sceglie il compromesso del dialogo).

Continua Mc Luhan: la scrittura decompone le parole in vocali e consonanti, facilita il pensiero razionale, ma favorisce i regimi di polizia, aiuta lo Stato e la centralizzazione del potere, la promulgazione e l’autorità delle leggi, gli scambi commerciali internazionali che obbligano però le piccole comunità ad obbedire a regole “cosmopolite”.

In una intervista a Levi-Strauss degli anni sessanta, l’antropologo francese - che oggi ha novantotto anni - parlava del rapporto fra scrittura e potere: se la

scrittura rende possibile una totalizzazione del sapere, la scrittura è associata a società fondate sullo sfruttamento dell'uomo sull'uomo.

“Il potere tenta sempre di confiscare il sapere”.

La costellazione Marconi

L'età dell'elettricità e dell'elettronica

La terza età, nella quale viviamo, è – per Mc Luhan – quella audiovisiva. Non siamo più nell'età della stampa, ma in quella dell'elettricità e dell'elettronica.

Nell'età della stampa il mondo era “esplosivo” provocando la frammentazione del pensiero, delle collettività, dei mestieri, delle specializzazioni e così via. Nella seconda parte del ventesimo secolo, il mondo invece “implosivo” proprio per effetto dell'elettricità e dei suoi prodotti tecnologici (telegrafo, telefono, radio, televisione, satelliti per telecomunicazioni).

Nell'età dell'elettricità e dell'elettronica il mondo si restringe, si contrae, ritrovando, in un certo senso, la vecchia coesione delle tribù primitive.

Ma questo processo di contrazione avviene sull'immensa scala planetaria.

Viviamo nella “costellazione Marconi”; viviamo-come dice il più celebre slogan di Mc Luhan- in un “villaggio globale”.

Nel “villaggio globale” rinasce un nuovo e straordinario “sentimento di appartenenza”, una nuova “retribalizzazione”, al di là dell'appartenenza nazionale. Nel “villaggio globale” ci sentiamo tutti abitanti di un'unica e medesima comunità planetaria.

Villaggio globale o villaggio occidentale?

Per Mc Luhan l'irrompere dell'età dell'elettricità e dell'elettronica è la rivinci-

ta di tutti quei sensi che erano stati assopiti e “narcotizzati” a vantaggio della vista e della “stampa”.

Il “villaggio globale”, la tribù ricostruita, non è soltanto la piccola comunità che gli “hippies” costituivano alle porte di San Francisco sotto il segno della pace e dell'amore, ma è quella piccola comunità “estesa” a livello planetario.

Il “villaggio globale” - per Mc Luhan – è un grande “happening” simultaneo dove si agisce in modo immediato e spontaneo, senza quel tempo di riflessione che l'età di Gutenberg permetteva.

Forse – dice Mc Luhan – potremmo rimpiangerla.

Superando questo dubbio insidioso, Mc Luhan conclude la sua riflessione nel segno dell'ottimismo: la retribalizzazione è foriera di speranza, di nascita di una coscienza planetaria, di superamento delle segregazioni nazionali, del progresso delle comunicazioni e, infine, della pace.

Oggi - luglio 2006 - l'ottimismo di Mc Luhan appare piuttosto utopistico: gran parte del mondo non occidentale non si riconosce nei parametri del “villaggio globale” di Mc Luhan, anzi lo respinge, considerandolo soltanto un “villaggio occidentale”, una camicia di forza imposta da altre culture che hanno un “senso del sacro” opposto al loro.

Il mezzo è il messaggio (o massaggio)

A conclusione di questo lavoro sul pensiero di Mc Luhan, resta da chiarire il significato di un altro celebre slogan dello studioso canadese: il mezzo è il messaggio. Cosa vuol dire questa identificazione di due cose apparentemente diverse?

Vuol dire che è il canale di trasmissione, il mezzo (medium), che rende possibile il modo di percepire, di pensare, di vivere

insieme. Vuol dire che l'importante non è il contenuto del messaggio trasmesso, ma il canale di trasmissione che trasmette quel messaggio.

Mc Luhan conferma, con questo slogan, il primato della tecnologia nella dinamica della storia e del progresso.

La ferrovia non è importante per ciò che trasporta, ma soprattutto perché accelera e amplifica la scala delle relazioni umane esistenti fino al punto di modificare radicalmente la forma e la struttura delle città e delle nazioni (si pensi oggi alla "querelle" europea sulla TAV in Val di Susa).

Ogni cittadino romano era circondato da schiavi che lo servivano (media). Ogni cittadino romano senza rendersene con-

to adottò la stessa psicologia dei "media" che lo servivano, divenendo egli stesso uno schiavo.

I media sono prigionieri senza mura per coloro che se ne servono. Il potere formatore dei "media" risiede nei "media" stessi. Ogni tecnologia è matrice organizzativa di nuovi modi di esistenza, individuali e collettivi.

Mc Luhan si divertì ad alterare il suo stesso slogan, rendendolo ancora più esplicito: "il mezzo è il massaggio".

Concludiamo così questo lavoro: il resto non è affatto silenzio e lo si può trovare tramite la biobibliografia che segue.

Biobibliografia

ERNST KAPP nasce a Ludwigstadt (Oberfranken, Germania) il 15 ottobre 1808. Nel 1828 studia filosofia, greco e latino a Bonn. Nel 1830 prende il dottorato in storia, con una tesi sull'egemonia navale di Atene dal 900 al 400 a.c.

Fino al 1849 insegna nel ginnasio di Minden. Svolge la sua attività politica come democratico federalista e, dopo un periodo di prigione, viene fatto ritirare dall'insegnamento. Con la moglie e i suoi cinque figli si trasferisce in Texas. Negli Stati Uniti si era già trasferito il fratello, famoso avvocato.

Dal 1849 al 1867 si costruisce una fattoria dove sviluppa piantagioni di vario tipo e costruisce da sé tutti gli strumenti per coltivare, inventandone di nuovi.

Fonda con altri coloni tedeschi la "Lateinische Colonie" (Colonia Latina). Costruisce un impianto di idroterapia e nel contempo studia letteratura, scienza, filosofia e medicina.

Durante la guerra civile americana (1861-1865) si schiera a favore degli abolizionisti fondando, nel Sud degli Stati Uniti, la "Bund freier Manner" (Associazione per gli uomini liberi) e per questo è perseguitato dagli antiabolizionisti. Nel 1867 rientra in Germania stabilendosi a Dusseldorf con il sogno di tornare in America. Le sue condizioni di salute non lo permettono e Kapp accetta una "Privatdozent". In questo periodo pubblica due libri fondamentali: "Erdkunde in Wissenschaftli-

cher Darstellung" (Geografia generale comparata in una prospettiva scientifica) e "Grundlinien einer Philosophie der Technik" (Lineamenti di Filosofia della tecnica) nel 1877.

Muore a Dusseldorf il 30 gennaio del 1896.

HERBERT MARSHALL MC LUHAN nasce a Edmonton (Alberta, Canada) nel 1911 in una famiglia protestante "liberal" e benestante. La madre Elsie, colta ed eccentrica, gli comunica un forte interesse per la letteratura inglese e americana e per l'arte figurativa. Studia letteratura inglese all'università di Manitoba, poi a Cambridge in Gran Bretagna dove si laurea nel 1936. Nel 1937 si converte al cattolicesimo. Dal 1936 insegna letteratura inglese in diverse università americane.

Nel 1939 sposa Corinne Lewis dalla quale avrà cinque figli. Dagli anni '40 si occupa di comunicazione di massa e di tecnica pubblicitaria, divenendo il più famoso esperto mondiale di queste nuove discipline. Collabora con le più prestigiose industrie americane (Ford, General Electrics, Bell Atlantic). Molto apprezzato per la sua eccezionale genialità massmediatica, suscita anche forti reazioni critiche da parte dell'establishment culturale americano. Nel 1951 pubblica "La sposa meccanica", nel 1962 "La galassia Gutenberg. Nascita dell'uomo tipografico", nel 1964 "Gli strumenti del comunicare", nel 1967 "Il mezzo è il messaggio", nel 1969 "Il punto di fuga.

Lo spazio in pittura e in poesia", nel 1970 "La cultura come business", nel 1977 "La città come aula. Per capire il linguaggio e i media" e, postuma, nel 1989 "Il villaggio globale. XXI secolo, trasformazioni nella vita e nei media" (dove si parla della "Tetrad"). Mc Luhan muore nel 1980 a Toronto.

Per saperne di più

Nella collana "Testi e pretesti" dell'editore Bruno Mondadori è stato pubblicato di recente il saggio di Elena Lamberti "Marshall Mc Luhan", competente interpretazione del pensiero e dell'opera dello studioso canadese.

Presso l'università di Toronto è stato istituito il "Programma Mc Luhan di Cultura e Tecnologia" di cui è direttore Derrick De Kerckhove, allievo ed erede di Mc Luhan. De Kerckhove insegna anche problemi della comunicazione all'università di Napoli. "Dopo la democrazia? Il potere e la sfera pubblica nell'epoca delle reti" è una raccolta di saggi curata da Derrick De Kerckhove e Antonio Tursi, pubblicata in questi giorni dall'editore Apogeo.

A Pisa, nel maggio 2006, per tre giorni si sono incontrati gli uomini che stanno trasformando in realtà previsioni e teorie di Marshall Mc Luhan: da De Kerckhove a Levy, da Mark Pesce a Chiariglione; mentre Kurzweil è stato presente con la sua immagine "virtuale tridimensionale".

dal **MONDO****La sicurezza
energetica globale****Slitta l'avvio della
centrale nucleare
finlandese****Efficienza
nell'illuminazione****La politica
energetica danese****LA SICUREZZA ENERGETICA
GLOBALE**

Nell'annuale riunione dei G8 (Canada, Francia, GB, Germania, Giappone, Italia, Russia e USA), che si è tenuta a San Pietroburgo il 16 luglio, è stato affrontato il tema della sicurezza energetica globale. Il Summit ha concordato una Dichiarazione che di seguito pubblichiamo, e un Piano di Azione che pubblicheremo nel prossimo numero.

Le sfide energetiche globali

1. L'energia è fondamentale per migliorare la qualità della vita e delle opportunità nei paesi sviluppati ed in via di sviluppo. Pertanto, riuscire ad assicurare un

approvvigionamento energetico sufficiente, affidabile e ambientalmente responsabile a prezzi che riflettano le reali condizioni del mercato costituisce una sfida per i nostri paesi e per l'umanità intera.

2. Per conseguire questo obiettivo basilare, dobbiamo affrontare sfide gravi e connesse fra loro, quali:

- gli elevati e mutevoli prezzi del greggio;
- la crescente domanda di energia (si stima che crescerà di oltre il 50% entro il 2030, di cui l'80% sarà ancora soddisfatta dai combustibili fossili, cioè da risorse limitate);
- la sempre maggiore dipendenza dalle importazioni in molti paesi;
- l'enorme fabbisogno di investimenti lungo tutta la catena dell'energia;
- la necessità di proteggere l'ambiente ed affrontare il problema del cambiamento climatico;
- la vulnerabilità delle infrastrutture energetiche cruciali;
- instabilità politica, catastrofi naturali ed altre minacce.

La natura globale di queste sfide e la crescente interdipendenza fra paesi produttori, consumatori e di transito esige che si rafforzi la partnership tra tutti gli aventi interesse al fine di migliorare la sicurezza energetica globale.

Conveniamo che lo sviluppo di mercati energetici globali trasparenti, efficienti e competitivi costituisca il modo migliore per conseguire i nostri obiettivi in materia. Riconosciamo che anche i governi e le organizzazioni internazionali attinenti hanno un ruolo importante nell'affrontare le sfide energetiche globali.

3. Non si possono pienamente conseguire né la sicurezza energetica globale, né gli Obiettivi di Sviluppo del Millennio (Millennium Development Goals - MDG), senza assicurare accesso sostenibile ai combustibili ai 2,4 miliardi di persone e all'elettricità ai 1,6 miliardi di persone che ne sono attualmente prive nei paesi in via di sviluppo. Queste persone non devono essere né dimenticate né marginalizzate.

**Risposta della comunità
internazionale**

4. Con la dovuta volontà politica, la comunità internazionale è in grado di affrontare con efficacia tre problematiche interconnesse: la sicurezza energetica, la crescita economica e la protezione dell'ambiente.

Applicare risposte eque e competitive basate sul mercato alle sfide energetiche globali aiuterà a precludere azioni che possano portare scompiglio nel settore delle fonti, degli approvvigionamenti e dei trasporti energetici, ed a creare una base sicura per lo sviluppo dinamico e sostenibile della nostra civiltà nel lungo periodo.

5. Perseguiamo la sicurezza energetica mediante un approccio complessivo e concertato coerente con i nostri obiettivi ambientali comuni. L'anno scorso, a Gleneagles, convenimmo di migliorare il nostro lavoro nell'ambito del Piano d'Azione per il Cambiamento Climatico, l'Energia Pulita e lo Sviluppo Sostenibile, e risolvemmo di portare avanti un dialogo su queste tematiche i cui risultati verranno riferiti al Summit del G8 che si terrà nel 2008 in Giappone. Riaffermiamo questo impegno.

Riaffermiamo altresì il nostro impegno verso la Convenzione Quadro delle Nazioni Unite sul Cambiamento Climatico (UNFCCC) ed a conseguire i nostri molteplici obiettivi condivisi per la riduzione delle emissioni di gas serra, per il miglioramento dell'ambiente globale, per accrescere la sicurezza energetica e per ridurre l'inquinamento atmosferico, in concomitanza con i nostri vigorosi sforzi per ridurre la povertà energetica. Conveniamo inoltre di adoperarci per migliorare l'accesso all'energia nei paesi in via di sviluppo.

**Dichiarazione sui principi della
sicurezza energetica globale**

6. Riconoscendo l'interesse condiviso dei paesi produttori e consumatori di energia a promuovere la sicurezza energetica globale, noi, i Capi del G-8, ci impegniamo a:

cronache

- promuovere una forte crescita economica globale, un efficace accesso al mercato, ed investimenti in tutti gli stadi della catena dell'approvvigionamento energetico;
 - instaurare, come chiave per la sicurezza energetica globale: mercati aperti, trasparenti, efficienti e competitivi per la produzione, il rifornimento, l'utilizzo, la trasmissione ed il trasporto di energia;
 - istituire quadri normativi e regolatori trasparenti, equi, stabili ed efficaci, incluso l'obbligo di rispettare contratti, che generino investimenti internazionali sufficienti e sostenibili a monte e a valle;
 - migliorare il dialogo sulle idee degli aventi interesse circa le problematiche riguardanti la crescente interdipendenza, la sicurezza dell'approvvigionamento e la domanda di energia;
 - diversificare l'approvvigionamento, la domanda e le fonti energetiche, i mercati geografici e di settore, le vie ed i mezzi di trasporto;
 - promuovere misure di risparmio ed efficienza nel campo dell'energia, mediante iniziative a livello nazionale ed internazionale;
 - sviluppare e sfruttare l'energia in maniera compatibile con l'ambiente, ed utilizzare e trasferire tecnologie energetiche pulite che aiutino ad affrontare il cambiamento climatico;
 - promuovere la trasparenza ed il buon governo nel settore energetico, al fine di scoraggiare la corruzione;
 - rispondere alle emergenze energetiche in maniera cooperativa, inclusa la pianificazione coordinata delle riserve strategiche;
 - tutelare le infrastrutture energetiche critiche;
 - affrontare le sfide energetiche alle quali sono soggette le popolazioni più povere dei paesi in via di sviluppo.
7. Basandoci sui suddetti obiettivi, principi ed approcci, noi attueremo la nostra strategia comune per la sicurezza energetica globale mediante il seguente Piano d'Azione. Invitiamo gli altri stati, le organizzazioni internazionali attinenti ed gli altri aventi interessi ad unirsi a noi in questi sforzi.

SLITTA L'AVVIO DELLA CENTRALE NUCLEARE FINLANDESE

La Finlandia ha rinviato l'avvio dei lavori per il quinto reattore nucleare del paese a causa del protrarsi oltre il previsto delle procedure di autorizzazione. I 1600 MW del reattore da installare a Olkiluoto, nell'Ovest della Finlandia, sono programmati per la prima metà del 2010. La compagnia elettrica Tvo esercisce già due reattori a Olkiluoto; un altro reattore entrerà in funzione nel medesimo sito nel 2009. La Finlandia è il primo Paese europeo ad aver deciso di costruire nuove centrali nucleari dopo l'incidente di Chernobyl nel 1986.

EFFICIENZA NELL'ILLUMINAZIONE

L'efficienza nell'illuminazione può risultare uno strumento per limitare le emissioni di gas serra. Il volume *Light's Labour's Lost - Policies for Energy-efficient Lighting* esaminando la crescita dei consumi elettrici derivanti dall'illuminazione, ha trovato che il consumo complessivo supera l'energia elettrica prodotta globalmente con la fonte nucleare o con quella idraulica. Le emissioni di CO₂ dovute all'illuminazione sono pari ai 2/3 delle emissioni generate dalle automobili. Una normale lampada a incandescenza è molto meno efficiente delle lampade al sodio ad alta pressione. Se queste rimpiazzassero quelle meno efficienti, il consumo energetico per l'illuminazione potrebbe ridursi fino al 40% e i costi pagati dagli utenti sarebbero più bassi. Risparmi maggiori sarebbero possibili con l'uso intelligente di controlli, dei livelli di illuminazione e della luce diurna. Tuttavia, un'illuminazione energeticamente più efficiente non è solo una questione di tecnologia quanto di politiche che trasformino le attuali pratiche, ed il vo-

lume ne elenca un'estesa già sperimentate in diversi paesi.

LA POLITICA ENERGETICA DANESE

Un recente rapporto pubblicato dall'IEA (International Energy Agency – organismo dell'OCSE), ha esaminato la politica energetica danese, paese notoriamente molto attivo nella promozione dell'efficienza energetica e delle fonti rinnovabili.

Il giudizio è complessivamente positivo: ad esempio, la quota dell'energia elettrica generata da fonti rinnovabili è passata dal 3% del 1990 al 25% del 2004.

Non manca peraltro qualche rilievo: fino ai primi anni del 2000 le politiche di supporto alle fonti rinnovabili hanno avuto un alto costo per i consumatori e i contribuenti danesi. Attualmente, secondo l'IEA, i governi si mostrano più attenti al rapporto costo-efficienza e sono più inclini a un approccio basato sul mercato.

Il rapporto si augura che l'analisi costi-benefici venga estesa anche al programma per la promozione dell'eolico off-shore (installazioni sui bassi fondali del Mare del Nord), si cui la Danimarca ha da tempo puntato.

Peraltro, i programmi per l'efficienza energetica si sono dimostrati più efficaci nel ridurre le emissioni rispetto ai programmi di promozione delle fonti rinnovabili. L'intensità energetica, sia per il peso ridotto di industrie energivore, sia per gli sforzi dei governi, è del 35% inferiore la media IEA. Un punto che invece abbisogna di miglioramenti è l'efficienza nel settore trasporti.

Il rapporto passa in rassegna tutto il settore energetico del paese scandinavo e giudica positivamente l'apertura alla competizione del mercato dell'elettricità e di quello del gas.

Nel complesso, il volume costituisce una ricca analisi informativa di notevole interesse per lettori e *policy-makers*.

dall'UNIONE EUROPEA

Robot europeo su Marte

Riscaldamento e raffreddamento innovativi

Iniziative per la Carta europea dei ricercatori

ROBOT EUROPEO SU MARTE

Il progetto Aurora, della Agenzia spaziale europea ESA, si prefigge di portare una equipaggio umano su Marte fra trenta anni. Il robot rover ExoMars, che l'ESA prevede di lanciare nel 2011, fa parte di questo progetto come pioniere che dovrà preparare il terreno alla missione identificando con precisione le condizioni biologiche nelle quali si troveranno ad operare i primi astronauti che metteranno piede sul Pianeta Rosso.

Facendo tesoro della esperienza dei precedenti robot lanciati dalla NASA su Marte, si stanno progettando apparecchiature e sistemi di elaborazione in grado di far assumere al robot esploratore decisioni autonome in base alla situazione che si presen-

ta: tipicamente la consistenza e l'accidentalità del terreno per evitare insabbiamenti o ostacoli insormontabili.

Si eviterà l'intervento di controllo da Terra che risulterebbe non molto efficace per l'elevato ritardo che si verificherebbe a causa dei tempi di precorrenza dei segnali nel tragitto Marte-Terra-Marte.

A tale proposito su ExoMars verranno impiegate celle fotovoltaiche convenzionali per fornire l'energia necessaria a trasportare e utilizzare i 12 chilogrammi di strumentazioni scientifiche oltre i sistemi di perforazione per prelevare campioni ed esaminarli.

RISCALDAMENTO E RAFFRESCAMENTO INNOVATIVI

Nell'ambito del programma Specific Targeted Research Projects - Strep - del Sesto Programma Quadro (2002-2006), la Commissione europea ha finanziato il progetto High-Combi, "Sistemi solari per riscaldamento e raffreddamento con combinazione di componenti e metodi innovativi".

Il consorzio è composto da 12 partner di 6 differenti paesi membri: Austria, Germania, Grecia, Italia, Romania e Spagna. Il consorzio comprende Istituti di ricerca, piccole e medie imprese e infine gli enti che ospiteranno e realizzeranno quattro impianti dimostrativi. Tra questi la Provincia di Milano, che realizzerà un impianto di riscaldamento invernale e di raffreddamento estivo alimentato da collettori solari con accumulo stagionale. Tale impianto sarà al servizio di alcuni edifici dislocati nel parco dell'Idroscalo.

La principale caratteristica del progetto High-Combi è l'uso di energia solare per il raffreddamento estivo. L'accoppiamento tra collettore solare e pompa di calore ad assorbimento rende questo sistema ideale per il con-

dizionamento estivo che, se alimentato nelle parti elettriche con elementi solari fotovoltaici, risulta completamente autonomo.

Tutti gli impianti dimostrativi realizzati avranno elevate frazioni solari e per alcuni di essi, incluso l'impianto italiano, si conta di superare il 70% di copertura del fabbisogno di energia per riscaldamento invernale, raffreddamento estivo e acqua sanitaria con criteri di economicità.

INIZIATIVE PER LA CARTA EUROPEA DEI RICERCATORI

Il 6 luglio scorso, Atenei ed Enti di ricerca hanno presentato a Camerino il progetto di un Osservatorio Nazionale per il monitoraggio dell'applicazione nel sistema Università/Enti di ricerca della "Carta europea dei ricercatori" e del "Codice di condotta per la loro assunzione" sottoscritti in dicembre a Roma.

L'Osservatorio/Portale (www.cartaeuropeadeiricercatori.it) è stato promosso da Università di Camerino, Conferenza dei Rettori ed ENEA e rappresenta - come ha sottolineato il prof. Luigi Paganetto - non solo il proseguo dell'impegno ENEA nel coordinare la promozione dell'adesione da parte degli Enti di ricerca ai principi espressi dalla Carta e dal Codice di condotta ma anche l'impegno congiunto per la realizzazione di uno spazio di discussione e approfondimento sui temi che afferiscono alla professione del ricercatore, quali il reclutamento, la valutazione, la mobilità, le questioni di genere, oltre che, naturalmente, il monitoraggio e la diffusione delle buone prassi in ambito istituzionale.

Con questa iniziativa, per la prima volta, Università ed Enti di ricerca si riuniscono per affrontare temi cruciali per lo sviluppo del nostro Paese, nello spirito e con la volontà di proseguire la realizzazione degli obiettivi di Lisbona, proprio a partire dalla valorizzazione degli uomini e delle donne che della ricerca hanno fatto il loro impegno sociale.

dall'ITALIA

La Programmazione economico-finanziaria 2007-2011

LA PROGRAMMAZIONE ECONOMICO-FINANZIARIA 2007-2011

Il Documento di Programmazione economica e finanziaria per il prossimo quinquennio è stato inviato al Presidente della Camera l'8 luglio e approvato dal Parlamento con le Risoluzioni della maggioranza in data 26 luglio. Nel presentare analisi qualitative e indicazioni quantitative sull'andamento della finanza pubblica, il documento specifica alcuni concreti obiettivi da perseguire. Pur non entrando nell'articolazione delle misure che saranno poi adottate con la Finanziaria di fine anno, il Governo indica di puntare su tre campi: sviluppo, risanamento ed equità. Presentiamo alcuni stralci del documento.

Introduzione

Nel delineare una strategia di risanamento strutturale dei conti pubblici, che porterà risultati significativi già a partire dall'anno prossimo - con l'inizio della discesa del debito pubblico e il ritorno del rapporto deficit-PIL sotto il tetto del 3% indicato dall'Unione europea - il Documento di programmazione economica e finanziaria (DPEF) propone un quadro di fine legislatura che, nel 2011, prevede un sostanziale azzeramento del deficit (0,1% del PIL), il ritorno del debito sotto il livello del 100% del PIL (99,7%), la ricostituzione di un avanzo primario consistente (4,9% del PIL) e un tasso di crescita del prodotto interno lordo pari all'1,7%.

L'attuale combinazione di deficit elevato, esaurimento dell'avanzo primario e risalita del debito pubblico configura una condizione non sostenibile dei conti pubblici, rendendoli più vulnerabili all'aumento in corso dei tassi di interesse, alla pressione dei mercati internazionali e al giudizio delle istituzioni e degli operatori finanziari. Essa ci pone, inoltre, in difetto rispetto alle regole europee.

Nello stesso tempo, bassa crescita, inefficienze e distorsioni del sistema tributario, scarsa efficacia della politica di bilancio a finalità redistributiva, diffuse inefficienze organizzative nell'apparato amministrativo pubblico contribuiscono a peggiorare gli indicatori di disuguaglianza e di povertà.

A frenare lo sviluppo economico e il tasso di crescita potenziale dell'economia concorrono, infine, l'andamento stagnante della produttività totale dei fattori, l'insufficienza dei meccanismi premianti la qualità, un contesto generale poco favorevole all'impresa e agli utenti-consumatori, l'ampiezza di settori protetti e privi di concorrenza.

Da tutto questo si evince come la politica economica sia chiamata ad agire sui tre fronti dello sviluppo, del risanamento e dell'equità. Deve affrontarli simultaneamente perché essi sono inscindibili.

La manovra finanziaria per il 2007

intende rispecchiare questa impostazione. Sotto il profilo quantitativo, essa sarà di un importo complessivo pari a circa 35 miliardi, di cui 20 destinati alla riduzione del deficit e ben 15 a misure di promozione della crescita, della competitività e dell'equità sociale. La correzione avrà carattere strutturale, non solo perché questo ci chiedono gli impegni europei, ma ancor più perché i problemi stessi del Paese hanno natura strutturale e richiedono quindi soluzioni in grado di recare benefici che durino nel tempo. Il Governo mantiene invariati gli impegni presi con l'Unione europea per un rientro sotto il 3 per cento del rapporto deficit-PIL già nel 2007 - anno in cui si prevede scenda al 2,8 per cento - e per ulteriori correzioni strutturali di mezzo punto percentuale di PIL negli anni successivi. Il Governo si riserva tuttavia di valutare con precisione il percorso di rientro in relazione al profilo temporale degli effetti strutturali delle misure che verranno adottate.

In un'ottica di risanamento dei conti pubblici, il Governo ha già indicato di voler puntare su un regime di tassazione più equo, risanato dai mali dell'evasione e dell'elusione, e su una riduzione delle inefficienze dell'apparato delle amministrazioni pubbliche, centrali e locali. Sarebbe tuttavia sbagliato pensare che questa duplice azione riesca, da sola, a correggere gli andamenti di fondo della finanza pubblica. La dimensione dello squilibrio rende indispensabile intervenire anche su tendenze strutturali della spesa pubblica che sono sempre meno favorevoli, in particolare sui quattro grandi comparti - sistema pensionistico, servizio sanitario, amministrazioni pubbliche, finanza degli enti decentrati - che ne rappresentano circa l'80 per cento. Altrettanto sbagliato, inoltre, sarebbe ritenere - o far credere - che un intervento strutturale sulle principali voci di spesa del sistema pubblico significhi impoverire la funzione di solidarietà, di promozione della crescita e di fornitura

di beni pubblici primari quali la giustizia, la sicurezza o l'istruzione. È vero il contrario: solo nel contesto di una finanza pubblica sana, lo Stato e i poteri locali possono assicurare - in maniera finanziariamente sostenibile nel tempo - la loro funzione economica e sociale. Va sottolineato, poi, che ognuno dei quattro grandi comparti della spesa pubblica presenta al suo interno squilibri, inefficienze, duplicazioni ed arretratezze che richiedono, di per sé, interventi correttivi. Sono quelle inefficienze e quegli stessi squilibri a offrire i margini per operare e a indicare la necessità di intervenire, anche a prescindere dalla situazione di bilancio. Se pure non fosse costretta a ridurre il deficit e ad alleggerire il peso del debito, l'Italia dovrebbe comunque porre mano a una riqualificazione della spesa pubblica per potere destinare più risorse a nuove infrastrutture, ricerca, politiche di solidarietà sociale, valorizzare la cultura.

Il ricavato della manovra di reperimento di risorse attraverso riduzioni di spese e ricerca di nuove entrate non verrà utilizzato solo per incidere sul disavanzo. In misura non trascurabile verrà destinato al finanziamento di misure per stimolare la crescita e la competitività del paese, creare nuove opportunità per i giovani, combattere la povertà e l'emarginazione, promuovere l'equità sociale.

Politiche per la crescita

L'Italia negli ultimi dieci anni ha accumulato un significativo ritardo di crescita rispetto all'Europa e agli altri paesi industrializzati.

Il rilancio dell'economia italiana passa necessariamente attraverso un nesso fondamentale: l'aumento della produttività e dell'occupazione.

Un'azione congiunta e compiuta di riforma sia sul mercato dei beni sia su quello del lavoro può e deve contribuire a rilanciare la dinamica della produttività e dell'occupazione. È questa la sfida della politica economica nel prossi-

mo quinquennio.

L'azione del Governo a sostegno della competitività e della produttività sarà articolata lungo tre linee di intervento: contesto, innovazione e ricerca, fiscalità, rafforzando così l'attuazione della Strategia di Lisbona e con il Piano Nazionale di Riforme che verrà presentato alla Commissione Europea nel prossimo autunno.

In questo quadro vengono di seguito riportati alcune delle linee di intervento presenti nel Documento

Investimenti in ricerca, sviluppo e capitale umano.

Una ripresa duratura della crescita e un graduale innalzamento del tasso di crescita potenziale dell'economia postulano che la produttività totale dei fattori esca dalla lunga stasi degli ultimi anni. Ciò a sua volta implica più investimenti, più innovazione, più ricerca e sviluppo, come previsto dalla Strategia di Lisbona.

L'investimento in ricerca e sviluppo si colloca in Italia su livelli significativamente inferiori a quelli degli altri paesi industrializzati. In larga misura, il fenomeno riflette scelte del settore privato. L'investimento in ricerca e sviluppo del settore pubblico - di cui peraltro occorre valutare con attenzione qualità, rendimento, utilità, interazione con la ricerca privata - non si discosta significativamente dalla media dei paesi OCSE. La bassa propensione all'investimento del settore privato riflette in parte la scarsità dell'offerta di capitale umano e la struttura, per dimensione e settori, delle imprese italiane. Ma dipende anche dal fatto che, a parità di settore e dimensione, le nostre imprese investono in ricerca e sviluppo relativamente meno dei concorrenti esteri.

La carenza di capitale umano e la scarsa propensione all'investimento in ricerca e sviluppo incidono negativamente sulla dinamica della produttività totale dei fattori e sulla capacità di utilizzare pienamente le opportunità offerte dalle nuove tecnologie. Il capitale

umano, al di là del suo valore economico, è l'elemento cruciale del tessuto sociale e culturale europeo della costruzione di una "ragione sociale" europea. Il superamento di questi vincoli non richiede sempre e necessariamente maggiori risorse dal bilancio pubblico, che pure è auspicabile reperire. La spesa italiana per studente universitario a tempo pieno non appare inadeguata rispetto agli standard internazionali. Essa potrebbe essere resa più produttiva da un rafforzamento della competizione fra sedi universitarie e dall'introduzione di una gestione del sistema universitario che premi maggiormente il merito dei docenti e la ricerca di qualità.

La semplificazione e il riordino del sistema di incentivi può costituire uno strumento per favorire, anche attraverso un sistema di crediti di imposta, l'investimento privato in ricerca e sviluppo, senza costi aggiuntivi per il bilancio.

Lo sviluppo del capitale umano va assicurato fin dai primi livelli del processo educativo. L'azione del governo sarà quindi volta al potenziamento del diritto allo studio, attraverso: l'estensione dell'obbligo scolastico; il miglioramento delle funzionalità e delle autonomie scolastiche; la messa a norma del patrimonio edilizio e l'incentivazione all'utilizzo pomeridiano degli edifici. In tale contesto dovrà essere affrontato il problema dei precari.

Il quadro di riferimento è quello dello "spazio comune europeo della ricerca e della formazione superiore". In Italia, a fronte di una spesa per studente più elevata rispetto alla media dei principali paesi europei, l'esito di test standardizzati a livelli internazionale risulta deludente. Il processo di riforma degli ordinamenti scolastici deve colmare questo divario e soprattutto consentire anche a coloro che non intraprendessero gli studi superiori di acquisire una preparazione tecnica e generale tale da potersi adattare in maniera ottimale ai continui mutamenti del contesto economico e tecnologico.

La diffusione a livello di massa delle nuove tecnologie digitali è un fattore indispensabile per la modernizzazione del paese, consentendo un incremento della produttività. A questo fine saranno adottate misure volte a promuovere lo sviluppo delle connessioni in banda larga e contrastare il digital divide. Nel Mezzogiorno, dove particolarmente grave è il divario di competenza dei giovani studenti con gli altri paesi industriali, le ingenti risorse addizionali disponibili, anche attraverso i canali comunitari, potranno essere destinate al miglioramento della qualità dello studio e dell'insegnamento, per il tramite di progetti che coinvolgano tutte le parti, gli studenti, gli insegnanti, il sistema produttivo locale.

Politica dell'energia

Il processo di liberalizzazione dei mercati dell'energia elettrica e del gas naturale è proseguito in questi anni in un contesto di un aumento della domanda di energia superiore a quello dell'offerta e di ritardo nell'adeguamento delle infrastrutture e delle politiche di contenimento della domanda. L'apertura del mercato ha dato impulso ad un importante ciclo di investimenti nel settore elettrico. Nonostante l'ingresso di nuovi produttori, si riscontra un ancora insufficiente grado di concorrenza interna, correlato ad un elevato livello di concentrazione nell'offerta. Ciò nonostante, i prezzi dell'energia elettrica in Italia hanno conosciuto una crescita molto più contenuta rispetto al resto dei paesi della UE, sia per effetto della regolazione di settore sia per il ritardo con cui si trasleranno sui prezzi dell'energia i costi connessi all'attuazione del Protocollo di Kyoto. Nel settore del gas naturale – dove l'operatore principale/dominante mantiene il controllo delle infrastrutture di importazione e stoccaggio – si sono registrati minori progressi nella diversificazione dell'offerta e nell'adeguamento delle infrastrutture.

Il potenziamento delle reti e la realizzazione di nuove infrastrutture di produzione e di importazione e stoccaggio si pongono quindi come elementi indispensabili non solo per favorire l'effettivo ingresso di nuovi operatori di mercato ma anche per garantire la sicurezza del sistema, adeguandolo ai nuovi fabbisogni. Al fine di garantire la sicurezza delle forniture, l'Italia – come altri paesi europei – dovrà promuovere la diversificazione delle fonti primarie e la realizzazione di nuove infrastrutture di approvvigionamento di gas naturale, quali terminali di GNL, gasdotti, stoccaggi in sotterraneo.

Al fine di agevolare l'accettazione delle infrastrutture presso le comunità locali, sarà necessario promuovere azioni di comunicazione sulle caratteristiche degli interventi e sul loro impatto nel territorio e dare ai territori interessati segnali economici diretti in particolare alla riduzione dei costi delle forniture.

Il Governo intende proseguire la liberalizzazione dei servizi energetici. A tal fine sarà perseguita la neutralità dell'accesso alle reti attuando le forme di separazione societaria, organizzativa e decisionale previste dalle direttive comunitarie e, ove necessario, anche con forme di separazione proprietaria e limiti alla partecipazione azionaria nelle società proprietarie delle reti nazionali di trasmissione di energia elettrica e di trasporto e stoccaggio di gas naturale. Verrà inoltre definito un quadro regolatorio in grado di garantire condizioni di accesso non discriminatorio, oltre che alle reti di trasporto e alle infrastrutture di approvvigionamento, anche all'attività di misura dell'energia elettrica, in vista della completa apertura del mercato dal 1° luglio 2007.

Nel settore del gas, inoltre, a tutela della sicurezza delle forniture per i clienti civili potranno essere introdotti meccanismi transitori volti ad ottimizzare in tal senso l'uso degli stoccaggi.

Per quanto riguarda lo smantel-

lamento delle centrali elettronucleari dismesse, la chiusura del ciclo del combustibile e le attività connesse e conseguenti, l'Autorità per l'energia elettrica e il gas intraprenderà un riassetto della regolazione economica, adottando metodologie di regolamentazione in linea con quelle in uso per gli altri settori dell'energia e prevedendo un'equa remunerazione del capitale investito. Nella distribuzione dell'energia, saranno promosse operazioni di aggregazione territoriale delle reti e delle utilities locali, a vantaggio della riduzione dei costi del servizio.

Con la completa apertura del mercato, l'assetto degli operatori pubblici operanti nel settore elettrico dell'energia verrà razionalizzato e semplificato.

Particolare attenzione sarà posta alle garanzie di sicurezza delle forniture per i consumatori finali e alla tutela del potere d'acquisto delle famiglie, definendo gli obblighi di servizio pubblico nei settori liberalizzati e completando la revisione della tariffa sociale, secondo criteri di effettivo bisogno economico e svantaggio sociale.

Per la riduzione della dipendenza estera, il Governo ritiene necessario intervenire con decisione sul mix energetico, valorizzando le risorse interne, promuovendo le fonti rinnovabili in maniera efficiente e secondo logiche di filiera industriale, puntando sulle tecnologie avanzate a basso costo e a basso impatto ambientale e sostenendo forme di produzione distribuita. Particolarmente rilevante sarà lo sviluppo delle "Agro-energie", che sarà ottenuto rafforzando la potenzialità della L. 81/2006. La riduzione del tasso di crescita della domanda di energia e delle emissioni sarà perseguita innalzando l'efficienza energetica e ambientale del ciclo dell'energia, potenziando gli strumenti di mercato (titoli di efficienza energetica) e dando segnali economici di orientamento della domanda, anche con una revisione in tal senso della fisca-

lità energetica sui trasporti, a parità di gettito complessivo. Il Governo, in un confronto con le Regioni, dovrà adottare e proporre al Parlamento nuovi principi generali e strumenti per promuovere la concorrenza nella distribuzione dei carburanti. Per l'attuazione del Protocollo di Kyoto, il Governo intende riprendere il processo di aggiornamento e revisione del "Piano nazionale per la riduzione delle emissioni di gas responsabili dell'effetto serra", al fine di contribuire all'adozione di misure efficaci a fini di tutela ambientale e verificare a consuntivo i risultati ottenuti ed elaborare strategie di adempimento che consentano di contenere l'impatto sulla competitività del sistema economico, oltre che energetico, massimizzando i benefici sull'economia nazionale e valorizzando appieno i meccanismi di flessibilità.

Ambiente

La tutela dell'ambiente è una componente essenziale di una strategia volta a rafforzare la competitività del nostro paese. La sostenibilità ambientale dello sviluppo garantisce che i benefici della crescita economica possano essere fruiti anche dalle generazioni future.

La tutela dell'ambiente, come stabilito dall'Unione europea, deve essere integrata nelle politiche di settore.

Per monitorare con continuità i progressi in questo campo, verranno introdotti, a fianco dei tradizionali indicatori macroeconomici, ulteriori indicatori ambientali. Si valuterà inoltre la possibilità di adottare anche un sistema di contabilità ambientale, nell'ambito del bilancio dello Stato e degli Enti territoriali.

L'azione del Governo si articolerà lungo cinque direttrici.

- **Affermare la Valutazione ambientale Strategica.** La VAS, Direttive 2001/42 CEE, si applica a piani e programmi (elaborati e/o adottati a livello nazionale, regio-

nale o locale) che possono avere effetti significativi sull'ambiente, compresi quelli cofinanziati dall'U.E.. Specificatamente la direttiva indica i settori agricolo, forestale, pesca, industriale, trasporti, rifiuti, acque, telecomunicazioni, turismo, pianificazione territoriale e destinazione dei suoli. Va ricordato che la VAS non si limita alla valutazione degli aspetti ambientali (comprendendo in questi biodiversità, quindi flora fauna, suolo, acqua, aria e fattori climatici), ma anche la salute umana, la popolazione, il patrimonio culturale, architettonico, archeologico, il paesaggio, nonché l'interrelazione tra questi fattori. Si supera in tal modo la logica del singolo progetto o intervento.

- **Gestione delle acque.** Il problema della difesa del suolo va affrontato anche sul piano del coordinamento istituzionale e su quello della condivisione delle strategie individuate. Data l'esiguità dei fondi disponibili è indispensabile coinvolgere in termini di partecipazione finanziaria su progetti comuni e condivisi Regioni, Enti locali e privati. In relazione alla gestione dell'acqua, va riaffermata la corretta e piena applicazione della Direttiva 2000/60 che chiede una visione integrale dei bacini idrografici e della risorsa idrica e lega le problematiche di difesa del suolo con obiettivi di tutela della qualità delle acque.

Le azioni e gli interventi in difesa del suolo e per una corretta gestione delle acque dovranno essere funzionali a combattere il processo di desertificazione in atto nelle regioni Puglia, Basilicata, Calabria, Sicilia e Campania; gli interventi dovranno essere coerenti a quanto previsto nella Convenzione Internazionale sulla Desertificazione, sottoscritta dal nostro Paese, e pertanto inseriti anche in una strategia internazionale che rafforzi il ruolo dell'Italia in questo ambito.

- **Tutela della natura.** L'Italia ha sottoscritto la Convenzione Inter-

nazionale sulla Biodiversità e, anche nel quadro comunitario, ha condiviso il 2010 come termine temporale entro cui arrestare la perdita di specie animali e vegetali. Le azioni di conservazione devono andare oltre le aree protette e devono avere una visione d'insieme del territorio.

- **Bonifiche e rifiuti.** In tema di bonifiche occorre garantire l'effettivo ripristino ambientale dei luoghi. I siti di interesse nazionale che devono essere sottoposti a bonifica sono oggi ben 54. Infine, in tema di gestione dei rifiuti occorre rafforzare gli interventi tesi ad incrementare la raccolta differenziata e a contenere la produzione e la pericolosità dei rifiuti stessi. L'impegno del Governo è quello di superare l'attuale fase di commissariamento nazionale che grava su ben cinque regioni con l'obiettivo di ricondurre la gestione del ciclo dei rifiuti nell'ambito ordinario della normalità. Il Governo è impegnato a contrastare con decisione le mafie che rappresentano non solo una grave ipoteca criminale sull'ambiente ma anche un aggravio dei costi economici e finanziari nell'intero settore.

- **Mare.** La posizione geografica dell'Italia richiede una forte azione di tutela e gestione del mare. La piena applicazione della Convenzione internazionale di Barcellona, lo sviluppo di accordi tesi a diminuire gli impatti ambientali (dal traffico di sostanze pericolose ad alcune modalità di pesca), una maggiore attenzione alla salvaguardia e alla gestione integrata della fascia costiera (cercando di contrastare le gravi forme di erosione a cui il nostro Paese è oggi esposto), la diminuzione dell'apporto inquinante a mare di origine terrestre, una più efficace gestione delle aree marittime protette, sono aspetti integranti di una di una politica volta sia alla tutela ambientale sia alla preservazione di una risorsa cruciale per la nostra economia.



dall'ENEA

Un italiano
alla guida del JET

La costruzione del
reattore a fusione ITER

UN ITALIANO ALLA GUIDA DEL JET

Dal 1 luglio Francesco Romanelli, responsabile delle attività di Fisica della Fusione a Confinamento Magnetico dell'ENEA e della conduzione scientifica dell'esperimento FTU (Frascati Tokamak Upgrade), e che ha anche ricoperto l'incarico di Presidente del Comitato Tecnico-Scientifico del Programma Fusione europeo, è il nuovo Direttore del JET (Joint European Torus), la macchina per l'energia da fusione termonucleare controllata più grande del mondo. Il JET, costruito dalla Comunità Europea a metà degli anni '80 a Culham (GB), è una macchina a forma toroidale (ad anello) chiamata "Tokamak", che nel 1997 ha ottenuto il record nella produzione di potenza da reazioni

di fusione, con un plasma di deuterio-trizio e sperimentando alcune tecnologie necessarie per il funzionamento del reattore a fusione. La fusione, lo stesso meccanismo che alimenta il sole e tutte le stelle, è praticamente una fonte di energia sicura e illimitata, rispettosa dell'ambiente.

La nuova sfida del JET è adesso quella di preparare i regimi di operazione del reattore sperimentale ITER (International Thermonuclear Experimental Reactor), che costruito nei prossimi anni a Cadarache in Francia, dovrà dimostrare la fattibilità scientifica e tecnologica della fusione nucleare come fonte di energia.

LA COSTRUZIONE DEL REATTORE A FUSIONE ITER

Acquisire il 20% delle commesse del reattore a fusione ITER è l'obiettivo delle aziende italiane impegnate nell'hi-tech e l'opportunità offerta dalle ricadute dell'impegno dell'ENEA nelle ricerche sulla fusione nucleare. ITER, il reattore a fusione termonucleare che verrà realizzato a partire dal 2007 in Francia, a Cadarache, è un progetto trentennale frutto di un accordo di collaborazione tra Europa, Stati Uniti, Giappone, Russia, Cina, India e Corea del Sud.

Il programma, che prevede la costruzione di ITER nei primi dieci anni e il suo sfruttamento scientifico nei successivi 20, è finalizzato a dimostrare la possibilità di utilizzare la fusione come fonte di energia rispettosa dell'ambiente, praticamente inesauribile e sicura. Il valore complessivo del programma è di circa 10 miliardi di euro, di cui 4,5 per la costruzione.

Il contributo europeo al costo di investimento è pari al 50%, mentre ciascuno degli altri sei partner contribuirà per il 10% (tenendo conto di un 10% di imprevisti).

Il valore dei componenti che l'Europa dovrà fornire è di circa 1750 milioni di euro.

Per l'industria italiana la costruzione di ITER rappresenta l'opportunità di operare in un settore ad alta tecnologia che può accrescerne la competitività soprattutto nei campi dei magneti superconduttori, dei componenti per alti flussi termici, della meccanica, della manutenzione remota, delle alimentazioni elettriche, dei controlli e degli iniettori di neutri.

Inoltre vi sono anche opportunità in settori più convenzionali come edifici e impiantistica relativa. Si prevede, inoltre, che il know how acquisito per la messa a punto delle forniture necessarie, avrà ricadute sull'indotto di altri settori high-tech, in cui c'è l'esigenza di operare con elevati standard di qualità sia produttiva che organizzativa. È naturale che l'Italia dovrà prepararsi ad affrontare la concorrenza dell'industria europea, prevista già dalle prime gare d'appalto in programma per il prossimo anno.

ITER è un reattore sperimentale che costituisce un sistema complesso che richiede competenze multidisciplinari molto diversificate essendo i campi tecnologici di intervento molto vasti. È necessario, perciò, mettere a sistema il know how del mondo della ricerca, in particolare quello dell'ENEA, che ha permesso di sviluppare ITER, instaurando un coordinamento con il sistema industriale italiano. La costituzione di apposite joint venture tra diverse imprese consentirà inoltre di aggregare le competenze necessarie per la realizzazione dei componenti.

Specifiche azioni verranno messe a punto dall'ENEA, insieme ai suoi partner nelle attività sulla fusione (Consorzio RFX di Padova e l'IFP del CNR di Milano), per preparare l'industria italiana interessata a partecipare alla costruzione di ITER.

Di tutto ciò si è parlato a margine della 33° Conferenza sulla Fisica del Plasma organizzata dall'ENEA per la Società Europea di Fisica, tenutasi alla fine di giugno a Roma.

INCONTRI

Un premio
per le energie
alternative

Informazione e
sindrome NIMBY

Emissioni di gas serra

UN PREMIO PER LE ENERGIE ALTERNATIVE

Una accurata analisi progettuale per l'utilizzo delle biomasse come combustibile di celle a carbonati fusi si è aggiudicata l'ottava edizione del premio Pietrandrea, assegnato in giugno dal Rotary Club Castelli Romani e rivolto a lavori scientifici originali svolti da giovani ricercatori nel settore delle energie alternative.

Il sistema, proposto dall'ing. Enrico Bocci, permette di raggiungere ottimi rendimenti di conversione in energia elettrica dell'energia dei combustibili impiegati e di ottenere rendimenti energetici ancora superiori operando in cogenerazione, pur con ridotti impatti ambientali. Un progetto che può rappresentare un decisivo passo in avanti negli usi tradizionali delle biomasse e nel

riutilizzo dei residui agroindustriali una volta risolte le difficoltà tecniche ed economiche ancora presenti per l'applicazione di questa nuova tecnologia.

(Mariella Bitonti)

INFORMAZIONE E SINDROME NIMBY

“Costruite impianti e infrastrutture ma...Not in my back yard”! L'acronimo NIMBY indica questo atteggiamento dell'opinione pubblica di fronte a piani di realizzazione di impianti e nuove infrastrutture, di cui si teme sempre l'impatto ambientale, guardando con sospetto l'applicazione delle procedure valutative e autorizzative. Questa sorta di “sindrome” rende oggi particolarmente insidioso gestire l'informazione e la comunicazione con i cittadini e le istituzioni locali sul tema delle infrastrutture energetiche. Sul tema si sono confrontati il 18 luglio a Roma rappresentanti della stampa e responsabili di uffici comunicazione dell'ENI, dell'ENEL e dell'ACEA. Il Convegno è stato organizzato da WEC Italia in preparazione del Congresso Mondiale dell'Energia, che si terrà a Roma nel novembre 2007 (www.rome2007.it).

Come attesta l'aumento del 10% degli articoli pubblicati su questi temi, l'attenzione sul nesso tra energia e ambiente è ultimamente cresciuta. Si tratta spesso di un'informazione dai toni “ansio-geni” che enfatizza le criticità e gli impatti sull'ambiente e la salute. La comunicazione sui temi dell'energia comporta grande complessità per la molteplicità di implicazioni a livello economico, sociale e politico. Quali soluzioni proporre come comunicatori delle aziende? Innanzitutto, accompagnare ogni realizzazione con un costante dialogo con la popolazione, anche attraverso la costruzione di reti informali. Come negli USA, è necessario assumere la filosofia della Corporate Social Responsibility per acquisire una certa “accountability” di fronte ai cittadini.

Secondo i rappresentanti della stampa (Napoletano, e Magnaschi), le ragioni che avrebbero scatenato la “sindrome NIMBY”, è una concomitanza di diversi fattori spiegherebbe: il clima poco sereno del momento; l'inadeguatezza dell'informazione; le strumentalizzazioni e i pregiudizi e che hanno progressivamente avvelenato l'opinione pubblica con il sospetto. Senza dimenticare altre tendenze culturali italiane che si vanno affermando: una “cultura pauperistica del “piccolo è bello”; una crisi dell'autorità in senso lato; la cultura dell'indecisione. Rimedio essenziale resta l'uso corretto dei linguaggi e dei messaggi e il possesso di una più precisa consapevolezza dei meccanismi psicologici delle persone. C. Testa, chairman del Convegno, ha concluso che la “sindrome NIMBY” è solo in parte responsabilità delle aziende, che hanno raramente il coraggio di comunicare ai cittadini con modi e strumenti più informali. La causa più profonda sarebbe nell'assenza di una vera “classe dirigente” del Paese che condivida alcuni principi di fondo a prescindere dagli schieramenti politici.

(Alessandra Fornaci)

EMISSIONI DI GAS SERRA

Il Gruppo di Lavoro “Environmental Management” dell'International Standards Organization (ISO), riunitosi a metà luglio presso la sede ENEA alla presenza di un rappresentante della Convenzione Quadro sui Cambiamenti Climatici, ha concluso la definizione della norma volontaria ISO 14065 che stabilisce i criteri che devono rispettare gli organismi di verifica e certificazione delle emissioni dei gas serra. Sulla base di questa norma le imprese potranno identificare e gestire i rischi e le responsabilità legate alle emissioni di gas serra. Le competenze dell'ENEA in materia hanno permesso di completare il quadro normativo di riferimento formato dalla precedente norma UNI ISO 14064 del marzo 2006.

cronache

LETTURE

Gender
and Desertification

Innovazione e cultura



GENDER AND DESERTIFICATION

Expanding roles for women to restore dryland IFAD, maggio 2006, pagine 22

Il rapporto è disponibile sul sito: http://www.ifad.org/pub/gender/_desert.pdf

Nei paesi in via di sviluppo, dove la differenza di genere stabilisce anche una rigida divisione del lavoro, il ruolo delle donne è fondamentale nell'uso e nella gestione delle risorse naturali.

Il rapporto, che vuole mettere in risalto il ruolo delle donne nel recupero delle aree aride, preparato dal Fondo Internazionale per lo sviluppo agricolo (IFAD) una agenzia specializzata delle Nazioni Unite, è stato presentato nell'ambito della Conferenza delle Nazioni Unite, che si è tenuto recentemente a Pechino, su donne e desertificazione: una con-

ferenza che oltre a discutere sul ruolo e sui problemi della donna nel mondo, vuole sottolineare la priorità delle azioni di lotta per la desertificazione, avendo le Nazioni Unite dedicato il corrente anno 2006 al problema della desertificazione.

Nei paesi in via di sviluppo, dove la differenza di genere stabilisce anche una rigida divisione del lavoro, il ruolo delle donne è fondamentale nell'uso e nella gestione delle risorse naturali, essendo le donne prevalentemente impegnate nella gestione del suolo e delle risorse agricole, nella gestione dell'acqua e delle risorse idriche e nella gestione delle derrate alimentari, pur non essendo loro consentito né l'accesso alla proprietà dei suoli e delle relative infrastrutture, né l'accesso al credito ed ai finanziamenti delle loro attività.

Il coinvolgimento delle donne nelle pratiche di gestione territoriale per prevenire fenomeni di degrado e di rischio di desertificazione diventa prioritario, e proprio per questo l'IFAD finanzia progetti di sviluppo agricolo e di gestione territoriale affidati alle donne, che possono così sviluppare la loro managerialità e la loro indipendenza anche economica. Questa azione dell'IFAD trava integrazione con i programmi di azioni per recuperare la dignità della donna e la sua libertà di autodeterminazione nelle scelte di vita, programmi avviati con la Dichiarazione del Millennio delle Nazioni Unite e stabiliti nella Convenzione delle Nazioni Unite per la eliminazione di tutte le forme di discriminazione contro le donne.

INNOVAZIONE E CULTURA

A cura di Andrea Granelli e Francesca Traclò

Il Sole 24Ore, 2006, pagine 276, euro 27,00

Lo straordinario patrimonio storico-artistico italiano e la sua valorizzazione mediante l'utilizzo delle tecnologie digitali di nuova generazione sono i protagonisti di questo Libro Bianco su come le tecnologie digitali potenzieranno la rendita del nostro

patrimonio culturale", secondo volume della collana "Innovazione e Competitività" promossa dalla Fondazione Cotec, Fondazione per l'Innovazione Tecnologica.

Nella prefazione, Marco Tronchetti Provera, presidente di Telecom Italia, sottolinea: "Se avremo il coraggio e la determinazione di valorizzare il nostro patrimonio storico-artistico sfruttando le enormi potenzialità che le tecnologie dell'informazione ci mettono a disposizione potremo non solo tutelare meglio quel che abbiamo ereditato, ma farne un'occasione importante di sviluppo".

In questa prospettiva l'innovazione tecnologica costituisce elemento decisivo e strumento fondamentale per orientare la tecnologia al servizio dell'uomo, della qualità della vita e della crescente domanda di fruizione culturale. Con questo obiettivo il libro documenta la domanda attuale di servizi culturali e la distanza fra le esigenze dell'utenza e il sistema di offerta.

Si indaga, perciò, sull'impiego delle nuove tecnologie nei processi di erogazione dei servizi, con particolare riferimento alla gestione e promozione dei beni culturali e si evidenziano le applicazioni più interessanti che sono state realizzate nel settore.

L'analisi dei casi che vengono descritti in dettaglio consente al lettore di avere una fotografia di ciò che oggi rappresentano le tecnologie per il settore culturale e offre, allo stesso tempo, spunti di riflessione sul futuro.

Il libro traccia, infine, delle indicazioni per il futuro, perché il settore culturale, nell'accezione più ampia, possa usare le tecnologie per assolvere pienamente la sua missione, che è anche quella di creare e trasferire conoscenza a costi più contenuti, con servizi personalizzati e per una varietà di soggetti più ampia. In uno slogan: "Come le tecnologie potenzieranno la rendita del nostro patrimonio culturale".