

ENERGIA, AMBIENTE E INNOVAZIONE

ANNO 50 MARZO-APRILE 2004

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 aprile 2004

Direttore responsabile Sergio Ferrari

Comitato di redazione Maria Antonietta Biancifiori, Fausto Borrelli,
Gilberto Busuoli, Marco Martini, Pietro Metalli, Emilio Santoro

Redattore capo Alida La Croce

Redazione Giuliano Ghisu

Collaboratori Daniela Bertuzzi, Gabriella Martini, Paolo Monaci, Elisabetta Pasta

Responsabile editoriale Diana Savelli

Redazione 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 (ENEA)
Ada Cerrato, Nicoletta Troncon (Litografia Fabiano)

In copertina Riproduzione *La macchina della felicità*, E. Guglielminetti

Stampa Litografia Fabiano, Reg. San Giovanni 2/b, 14053 Canelli (AT)

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

Pubblicità Fabiano srl

Abbonamento annuale Italia € 21,00, Estero € 26,00; una copia € 4,20
C.C.P. n. 12439121 intestato a Fabiano srl
12058 S. Stefano Belbo (CN), Tel. 0141-822557, Fax 0141-822669
E-mail: nicole@fabianogroup.com

www.enea.it

www.enea.it

4

INDAGINE SUL SISTEMA INDUSTRIALE ITALIANO A STUDY OF THE ITALIAN INDUSTRIAL SYSTEM

Camera dei Deputati

La valutazione delle trasformazioni in atto nel modello di sviluppo industriale del nostro Paese e delle condizioni che influenzano il grado di competitività delle imprese mette in luce l'importanza vitale del rilancio su vasta scala delle attività di ricerca e sviluppo

An evaluation of current transformations in Italy's industrial development model and of the factors that affect the degree of competitiveness of the nation's enterprises highlights the vital importance of relaunching R&D activities on a large scale

16

SCALE PER IL CIELO LADDERS TO THE SKY

Paolo Clemente, Nicola Pacilio

Dagli antichi monumenti di culto fino alle moderne città in verticale, gli edifici alti hanno sempre accompagnato il progresso dell'umanità diventandone un simbolo. La presentazione del progetto per la ricostruzione dell'area delle Twin Towers a New York e l'inaugurazione del Taipei 101, il nuovo gigante del mondo, ci inducono a ripercorrere questo tentativo di scalare il cielo. Ecco origini e caratteristiche dei principali edifici alti della storia

From ancient religious monuments to modern vertical cities, tall buildings have always accompanied and epitomised human progress. The presentation of the winning project for rebuilding the Twin Towers area in New York and the inauguration of the new giant Taipei 101 suggested this recapitulation of human attempts to climb up into the sky. Origins and features of the most striking high-rises down through history

32

RICADUTE E BENEFICI DELLE RICERCHE SULLA FUSIONE NUCLEARE APPLICATIONS AND BENEFITS OF NUCLEAR FUSION RESEARCH

Paola Batistoni

I progressi compiuti nelle attività di ricerca e sviluppo sulla fusione nucleare, che hanno portato alle soglie della realizzazione del reattore sperimentale ITER, hanno dato luogo a numerose ricadute scientifiche e tecnologiche con un considerevole impatto in altri campi della scienza e ricadute sul sistema produttivo

Progress in nuclear fusion research and development, which has brought us to the verge of building the ITER experimental reactor, has led to many scientific and technological advances, with important repercussions on other fields of science and benefits for the economy

50

SICUREZZA ALIMENTARE: RUOLO DELL'AGENZIA NAZIONALE, RUOLO DELLA RICERCA E DELLE IMPRESE, RUOLO DEL CONSUMATORE SAFE FOOD: THE NATIONAL AGENCY'S ROLE, THE ROLE OF RESEARCH AND PRIVATE ENTERPRISE, AND THE ROLE OF CONSUMERS

Marina Leonardi

L'auspicata Agenzia Nazionale per la Sicurezza Alimentare e gli Enti Pubblici di ricerca possono contribuire a identificare le nuove priorità della ricerca e a fornire le corrette informazioni al pubblico sulla qualità e la sicurezza degli alimenti. Ma sono decisivi anche l'impegno dell'industria alimentare e il ruolo attivo dei consumatori

The hoped for National Food Safety Agency and public research organisations can help identify new research priorities and provide correct information to the public on food quality and safety, but the food industry's commitment and the active role of consumers are decisive

58

PIANI ENERGETICI REGIONALI: INDICATORI E OBIETTIVI REGIONAL ENERGY PLANS: INDICATORS AND OBJECTIVES

Emidio D'Angelo, Luciano Coralli, Antonio Mori

Gli elementi essenziali della valutazione e analisi delle politiche energetiche ed ambientali regionali, effettuate nell'ambito delle attività di osservatorio energetico regionale dell'ENEA

Key factors considered by ENEA's regional energy observatory in its analyses and assessments of regional energy and environment policies

72

ANTROPOCENTRISMO, BIOCENETRISMO, ECOCENETRISMO: UNA PANORAMICA DI FILOSOFIA AMBIENTALE**ANTHROPOCENTRISM, BIOCENETRISM, ECOCENETRISM: AN OVERVIEW OF ENVIRONMENTAL PHILOSOPHY***Piergiacomo Pagano*

Qual è il modo "giusto" di raffrontarci con l'ambiente, il vivente e la natura tutta? A questi temi il mondo anglosassone e i paesi nordici hanno dedicato da tempo un'ampia discussione. In Italia invece il dibattito resta ancora confinato nell'ambito ristretto degli specialisti. In questo lavoro viene presentata una panoramica dei temi più discussi dalla filosofia ambientale, mettendo a confronto le principali posizioni e problematiche di questa nuova disciplina

What is the "right" way to relate to the environment, the living world and the whole of nature. A wide-ranging debate about these themes has been going on in the English-speaking world and northern Europe for a long time, but in Italy it is limited to a few experts. This article presents an overview of environmental philosophy and compares the main positions and issues in this new field of study

87

VERSO UNA NUOVA ORGANIZZAZIONE DELLA CONOSCENZA**TOWARDS A NEW ORGANISATION OF KNOWLEDGE***Maria Laura Bargellini, Gemma Casadei*

NOTE TECNICHE

91

NOTIZIE DAL MONDO, DALL'UNIONE EUROPEA, DALL'ITALIA, DALL'ENEA. INCONTRI E LETTURE**NEWS FROM THE WORLD, THE EUROPEAN UNION, ITALY AND ENEA. INFORMATION ABOUT MEETINGS AND RECENTLY PUBLISHED WORKS**

CRONACHE

- dal Mondo
 - Cambia la foresta amazzonica **91**
 - Impianti fotovoltaici italiani per i pastori mongoli **91**
 - Nuovo veicolo a idrogeno presentato in California **91**
 - In allarme per il corallo **91**
- dall'Unione Europea
 - La spesa per la ricerca avanza lentamente **92**
 - Esenzione d'imposta per biocarburanti **92**
 - Biomassa forestale prima in Europa **92**
- dall'Italia
 - XVI Premio Italgas **93**
 - Progetti di ricerca ad avvio rapido **93**
 - Laurea *honoris causa* per Rubbia **93**
- dall'ENEA
 - Nuove imprese ad alta tecnologia **94**
 - Completate le nomine del vertice ENEA **94**
 - Ventennale del Centro di S. Teresa **94**
 - Salone delle energie rinnovabili **94**
- Incontri
 - Produrre energia elettrica da rinnovabili in Italia **95**
 - Gestione integrata delle zone umide **95**
 - Riciclando si impara **95**
 - La scienza intorno al faro **95**
- Letture
 - Piano B **96**
 - Le innovazioni del prossimo futuro **96**

Indagine sul Sistema Industriale Italiano

CAMERA DEI DEPUTATI
X Commissione Attività Produttive

primo piano

La valutazione delle trasformazioni in atto nel modello di sviluppo industriale del nostro Paese e delle condizioni che influenzano il grado di competitività delle imprese mette in luce l'importanza vitale del rilancio su vasta scala delle attività di ricerca e sviluppo

A study of the Italian industrial system

An evaluation of current transformations in Italy's industrial development model and of the factors that affect the degree of competitiveness of the nation's enterprises highlights the vital importance of relaunching R&D activities on a large scale

L'indagine conoscitiva sulle tendenze evolutive e sulle politiche di rilancio del sistema industriale italiano è stata intrapresa dalla X Commissione Attività Produttive della Camera dei Deputati a partire da luglio 2003 con l'audizione di numerosi attori del sistema Italia. Partendo dall'analisi della situazione esistente l'indagine, in analogia con quanto già realizzato con le iniziative conoscitive dedicate al settore dell'energia, all'industria chimica ed all'industria dell'automobile, si è posta l'obiettivo di analizzare le debolezze strutturali e i punti di forza del sistema industriale, al fine di orientare le politiche pubbliche in modo tale da garantire la competitività del Sistema Paese in una prospettiva di crescente globalizzazione ed apertura dei mercati. Pubblichiamo un ampio stralcio del documento conclusivo che la Commissione ha elaborato nel gennaio scorso.

Il quadro europeo ed internazionale

Un'indagine sullo stato del sistema industriale nazionale deve muovere dalla consapevolezza di una congiuntura europea ed internazionale non favorevole che condiziona la crescita economica a livello mondiale. Ciò appare necessario al fine di poter valutare le vicende interne nonché definire le misure da adottare considerando la fitta rete di interdipendenze che caratterizza l'economia internazionale.

Questo non autorizza in alcun modo a sottovalutare le specificità che connotano le diverse realtà nazionali e continentali. Sotto tale aspetto, va innanzitutto evidenziato come i paesi asiatici in ritardo di sviluppo, e segnatamente la Cina, manifestino una condotta estremamente aggressiva e risultino in grado di acquisire nuove quote di mercato, entrando in concorrenza anche con i paesi occidentali.

Gli Stati Uniti, inoltre, negli ultimi cinque anni, hanno manifestato un tasso di crescita superiore di 0,7 punti percentuali all'Europa. Secondo altre stime fornite alla Commissione il vantaggio sarebbe pari ad 1,1 punti percentuali di PIL. Il segreto di tali migliori risultati sembra risiedere in un grado superiore di flessibilità dell'economia statunitense e nella maggiore celerità a trasformarsi in senso sempre più marcatamente post industriale, privilegiando le alte tecnologie ed i servizi rispetto alle attività manifatturiere tradizionali.

L'Italia, nel predetto arco di tempo, ha denunciato un tasso di crescita inferiore di circa 0,5 punti a quello europeo.

Il divario tra Europa e Stati Uniti appare peraltro meno rilevante qualora la crescita del PIL venga calcolata con riferimento alla relativa popolazione. Il vantaggio infatti si riduce in tale ipotesi a 0,2 punti percentuali di PIL per abitante, evidenziando come un paese a maggior sviluppo demografico presenti tassi di crescita più elevati in funzione della maggiore disponibilità di risorse di tipo umano da impiegare nel processo produttivo e della spinta propulsiva che da esse promana. In base a tale diversa modalità di calcolo, secondo dati forniti alla Commissione dal Ministro delle Attività Produttive, il vantaggio degli Stati Uniti sull'Italia, pari, nel triennio 2001-2002, allo 0,9% del PIL (1,8 contro 0,9) si annulla, ed il tasso di crescita per abitante risulta il medesimo.

La maggiore reattività del modello economico statunitense, che appare in ogni caso indub-

**flessibilità
superiore
dell'economia
statunitense**

bia, sembrerebbe confermata dai segnali di inversione di tendenza che in questi mesi cominciano a manifestarsi al di là dell'Atlantico. Al riguardo occorre peraltro segnalare come la ripresa sia stata favorita da politiche pubbliche assai decise che hanno puntato su massicci investimenti nella ricerca e nel settore militare e ad una riduzione dei carichi fiscali anche a scapito degli equilibri della finanza pubblica. Avviata invece già da tempo, ma rivelatasi estremamente opportuna pure in quest'ultima circostanza, è la politica del dollaro basso, costantemente perseguita, attraverso ripetute riduzioni dei tassi di interesse, dalla Federal Reserve, impegnata a perseguire l'obiettivo della stabilità ma anche quello della crescita.

I tratti che accomunano i paesi dell'Unione Europea non devono peraltro far dimenticare gli aspetti peculiari del caso italiano. Sussistono, come vedremo, accanto ad indubbie potenzialità, specifici indici che caratterizzano in senso negativo la competitività dell'economia nazionale. In ogni caso, un esame attento dei dati disponibili, fa emergere come tra Stati Uniti, Europa e Italia non esistano divari incolmabili ed i paesi dell'Unione Europea incontrino difficoltà in gran parte analoghe.

La situazione italiana va conclusivamente collocata in un quadro più ampio ed occorre individuare soluzioni articolate in grado di agire parallelamente, come verrà chiarito nella parte finale del presente documento, sul piano interno, europeo ed internazionale.

*politica
industriale
come politica
di sistema*

La competitività del sistema italia

Quale competitività per l'Italia?

Il termine competitività assume un significato diverso in relazione al grado di sviluppo delle economie nazionali. Per i paesi in ritardo di sviluppo, la competitività può esaurirsi nel riuscire a produrre a prezzi più bassi dei concorrenti. Ciò non è possibile nelle economie moderne, industriali e post industriali, ed in particolare per l'Italia, che si colloca a cavallo tra questi ultimi due modelli. Nel primo, per risultare competitivi, occorre possedere i requisiti microeconomici ed un sistema funzionante; nel secondo, che per l'Italia rappresenta l'obiettivo al quale tendere, è indispensabile essere innovativi e puntare quindi sulla ricerca. Il tema della competitività va inoltre declinato nel contesto di un'economia globalizzata in cui l'allocazione dei fattori produttivi avviene su scala internazionale. Ciò comporta che, con riferimento alla realtà italiana, l'obiettivo debba essere quello di massimizzare il complesso delle attività produttive e dei servizi localizzati in Italia a prescindere dalla nazionalità della proprietà (anche favorendo gli investimenti esteri), massimizzare la quantità di lavoro prestato in Italia insito nella produzione mondiale e massimizzare la remunerazione media (e quindi la qualità) del lavoro italiano.

Fattori rilevanti ai fini del livello di competitività

Il livello di competitività di un sistema industriale deriva da quattro ordini di fattori: fattori interni all'impresa (lavoro, capitale, dimensioni, innovazione ecc.), fattori di competitività di contesto territoriale, fattori di competitività di sistema produttivo e fattori di competitività legati alla dimensione culturale.

La politica industriale si configura inoltre sempre più come una politica di sistema, non destinata alle sole imprese manifatturiere ma che riguarda l'intero sistema produttivo e l'economia nel suo complesso.

Rispetto ai fattori di competitività interni, vi è senza dubbio il problema di incrementare il

contributo del lavoro alla produzione industriale in termini di motivazioni, di competenze e di creatività. Occorre inoltre espandere la base produttiva del paese creando lavoro attraverso la creazione e la crescita di imprese.

Il problema del capitale assume un particolare rilievo per quanto riguarda il finanziamento del rischio d'impresa più che rispetto alla gestione corrente. Il tema è come finanziare in maniera più adeguata il rischio imprenditoriale. L'innovazione rappresenta un'assoluta priorità ed è strettamente legata alla questione della ricerca. La parte più carente del sistema industriale è probabilmente rappresentata dall'innovazione di prodotto. In realtà il *made in Italy* si è da sempre basato sull'innovazione incrementale, il continuo rinnovo dei prodotti, fondata in particolare sul *design* e la capacità innovativa. L'innovazione può comportare la necessità di crescere ed occorre allora superare le ragioni di insicurezza, di origine fiscale o occupazionale, all'origine del mancato ampliamento delle dimensioni delle imprese. Un problema deriva peraltro dal fatto che altri paesi (la Cina innanzitutto) hanno di recente incrementato le proprie capacità a livelli prossimi ai nostri e sono in grado di fornire prodotti simili a quelli nazionali. Occorre quindi elevare il livello della competizione avvalendosi in misura assai più estesa delle nuove tecnologie.

I fattori legati al contesto territoriale richiamano la tematica infrastrutturale, le politiche territoriali, i servizi e il ruolo della pubblica amministrazione e lo stesso tema dell'internazionalizzazione. Una particolare valenza riveste la questione dei trasporti che richiede di garantire l'accessibilità veloce, a costi non punitivi, ai grandi mercati e ai centri decisionali. Per il complesso dei servizi alle imprese, oltre ai trasporti, le telecomunicazioni, l'informazione ed i servizi per l'internazionalizzazione, si pone un problema di livello qualitativo in linea con gli standard europei. Vi è poi un'assoluta esigenza di semplificazione amministrativa e normativa. Grava inoltre sulla competitività delle imprese un costo dell'energia che non ha eguali in Europa.

Con riferimento ai fattori di competitività del sistema produttivo, le imprese sembrano chiedere una maggiore specializzazione, ossia di essere aiutate ad avere una maggiore capacità di individuare i settori chiave in cui operare, una maggiore integrazione ed interdipendenza, meno automatismi e più progetti mirati.

Infine, sotto il profilo culturale, occorre promuovere una cultura dello sviluppo orientata alle politiche strutturali, una cultura della diversità che sappia valorizzare le diverse aree del paese e, infine, una cultura della premialità associata ad una cultura della valutazione.

Tra i fattori che deprimono il livello di competitività del paese, l'Autorità garante della concorrenza e del mercato ha segnalato una ridotta tensione concorrenziale sui mercati interni. Tra concorrenza interna di un paese e la sua competitività a livello internazionale sussiste una triplice relazione. Parte degli *input* delle industrie esportatrici è prodotto all'interno del paese. Prezzi elevati degli *input* a motivo di una scarsa concorrenza divengono quindi un fattore di svantaggio per l'industria esportatrice. In secondo luogo, il grado di concorrenza nei settori che forniscono prodotti e servizi finali ha un impatto sui prezzi al consumo e, per tale tramite, sul costo del lavoro. La concorrenza interna, infine, costituisce un efficace banco di prova per le imprese che intendono cimentarsi sui mercati esteri. I settori che incidono maggiormente sui costi delle imprese esportatrici risultano i seguenti: energia, commercio, servizi finanziari, servizi assicurativi, trasporti e comunicazioni. È da evidenziare come in questi settori, con l'eccezione del commercio, siano in corso processi di privatizzazione e di liberalizzazione il cui ritardato perfezionamento appare senz'altro idoneo ad accentuare i problemi dovuti all'insufficiente livello di concorrenza in precedenza segnalati.

occorre
elevare il
livello della
competizione

Gli indici internazionali per la misura del livello di competitività

Per misurare la competitività dei paesi sono stati elaborati, a livello internazionale, diversi indici. La loro applicazione comporta un giudizio piuttosto negativo sul livello di competitività del nostro paese.

Dal punto di vista competitivo generale l'Italia, secondo il manager director di Merrill Lynch, si trova tra il trentesimo ed il trentatreesimo posto a livello mondiale. Tra i fattori macroeconomici di debolezza vi è il livello del debito pubblico, lo stato del sistema pensionistico e quello del sistema sanitario. Ciò ha riflessi su altri fattori ed innanzitutto sul carico fiscale che grava sulle imprese. Incidono, inoltre, l'alto livello dei contributi sociali, la disciplina legislativa del lavoro (peraltro oggetto di recenti riforme volte a renderla assai più flessibile) e un alto tasso di disoccupazione strutturale.

Un fattore di debolezza significativo deriva dallo stato dell'educazione e della ricerca. La percentuale di spesa in favore dell'educazione universitaria e post universitaria risulta la più bassa tra i paesi dell'OCSE (lo 0,7% del PIL a fronte di una quota USA pari al 2,5%). Deficitaria è inoltre la percentuale di studenti in economia, ingegneria e scienze, le facoltà più prossime alle esigenze di un'economia postindustriale. Al contrario, l'educazione primaria e secondaria impartita in Italia (dalle elementari agli istituti superiori) è valutata come una delle migliori in ambito internazionale. È inoltre ritenuto insoddisfacente il rapporto tra università ed aziende dove, ancora una volta, gli USA risultano il paese più avanzato perché utilizza i laboratori di ricerca delle università a supporto delle aziende e promuove il sostegno delle università da parte delle aziende attraverso le sponsorizzazioni.

La percentuale di spesa sul PIL per ricerca e sviluppo italiana è pari a circa l'1% a fronte del 2,5% dell'Inghilterra, del 2,8% degli USA e del 3,5% di Finlandia e Svezia. La spesa nel settore della tecnologia risulta anch'essa contenuta: l'Italia spende il 5%, la Germania il 5,5% e l'Europa si attesta intorno al 6%.

Il giudizio sul sistema Italia che deriva dall'applicazione degli indici in materia di competitività elaborati in ambito internazionale può apparire eccessivamente negativo e comunque inidoneo a tenere nella dovuta considerazione le caratteristiche positive e le peculiarità del nostro apparato produttivo. Sfugge, ad esempio, alle statistiche l'attività di ricerca informale svolta dalle piccole e medie imprese ed è difficile misurare l'inventiva, la creatività e la propensione all'imprenditorialità largamente presenti nella realtà italiana.

Va in ogni caso considerato come tali indici concorrano in maniera estremamente rilevante a determinare le scelte di investimento delle grandi società multinazionali. La scarsa attrattiva che l'Italia risulta presentare per gli investitori esteri non sembra pertanto affatto estranea alle valutazioni contenute negli indici in questione.

L'Italia assorbe solo lo 0,9% degli investimenti internazionali a fronte del 22% degli Stati Uniti, del 6,7% della Germania, del 4,5 della Francia e del 2,1% della Spagna ma anche del 5,3% della Cina. Ciò suggerisce di impegnarsi a superare i punti di maggiore debolezza ed a mettere maggiormente in risalto le caratteristiche positive del sistema nazionale in grado di compensare, almeno in parte, l'impatto negativo dei primi.

Punti di debolezza del sistema produttivo

Un primo elemento di debolezza è costituito dalla realtà della grande impresa. In Italia i grandi gruppi sono innanzitutto pochi rispetto alle altre realtà europee. Inoltre, negli ultimi anni, vi è stato uno spostamento di risorse verso il settore dei servizi regolati su base

un fattore di debolezza deriva dallo stato della ricerca

nazionale e, quindi, verso un ambito non manifatturiero dominato da società privatizzate nel corso degli anni 90 e ancora poco esposte alla competizione interna ed internazionale. In terzo luogo, la struttura proprietaria dei grandi gruppi nazionali è a tutt'oggi di tipo familiare mentre è assente l'elemento, comune ai sistemi europei, di proprietà diffusa basata su intermediari finanziari, sul ruolo dei grandi gruppi bancari che precostituiscono i soggetti proprietari o comunque sui grandi gruppi che rappresentano punti di riferimento nel mercato finanziario.

Tra i primi venti gruppi italiani troviamo, al primo posto, FIAT. Il secondo grande gruppo manifatturiero, Parmalat, di recente travolto da una devastante crisi finanziaria, si colloca solo al sesto posto, dietro ad ex imprese pubbliche quali ENI, Telecom, ENEL.

Le variazioni del valore aggiunto riferite al 2002 evidenziano per le vendite al dettaglio un aumento dell'8,88%, per i servizi pubblici (acqua, gas, autostrade) del 6,77%, per i trasporti del 3,19%. Le società industriali, invece, denunciano un decremento del 6,06% e rendono di segno negativo il totale complessivo. Da questi dati emerge l'assetto scarsamente concorrenziale della distribuzione al dettaglio, la circostanza che il settore dei servizi pubblici risulta contraddistinto da prezzi e tariffe regolati, al contrario del settore delle società industriali, che operano sul mercato. Le difficoltà si registrano quindi nei settori propriamente di mercato di carattere prettamente industriale.

Altro dato di rilievo è la dimensione relativamente modesta dei grandi gruppi nazionali rispetto a quelli dei paesi nostri competitori. I grandi gruppi italiani hanno, in altri termini, natura regionale e non globale. Questo vale, ad esempio, per il settore della siderurgia e della metallurgia, dove la più rappresentativa industria nazionale, Riva acciaio, è di dimensioni nettamente inferiori alla tedesca Thissen-Krupp, e per il settore delle costruzioni, ove la nostra Italcementi deve fare i conti con un'azienda *leader* del mercato quale la francese Lafarge. Occorre anche aggiungere che le imprese regionali si dimostrano in genere in difficoltà nel sostenere la competizione internazionale e finiscono spesso per inseguire quelle di maggiori dimensioni.

L'attuale assetto si è determinato in conseguenza dell'apertura dei mercati con la crescita di fusioni ed acquisizioni terminata alla fine del 2001: le imprese protagoniste di queste operazioni sono adesso i leader di settore nel mercato globale. La difficoltà dei gruppi nazionali a partecipare a tale processo è sembrata in larga misura dipendere dalla struttura proprietaria degli stessi: l'obiettivo di una struttura proprietaria di carattere familiare si è confermato in tal senso essere prima il controllo e poi la crescita.

Un terzo elemento di debolezza, oltre alle questioni dimensionale e proprietaria, è data dalle problematiche di carattere tecnologico. Come accennato, la quota di ricerca sul PIL oscilla intorno all'1% e si colloca ad un livello assai distante dall'obiettivo del 3% che l'Unione Europea, dopo il vertice di Lisbona, si propone di conseguire entro il 2010. Un aspetto particolare approfondito nel corso dell'indagine riguarda il rapporto tra spese di ricerca e sviluppo e posizionamento nel settore *hi-tech* sul mercato globale, settore quest'ultimo che rappresenta la punta di diamante delle economie postindustriali maggiormente competitive. La tendenza emersa appare univoca: l'aumento di esportazioni *hi-tech* è strettamente connesso alle spese in ricerca e sviluppo sia complessive sia delle singole imprese. Gli Stati Uniti esportano prodotti ad alta tecnologia pari ad una quota del 20% delle loro esportazioni, quota che per l'Italia si riduce al 3,7%. La crescita dei prodotti ad alta tecnologia risulta inoltre percentualmente più accentuata di quella dei prodotti a media tecnologia e nettamente superiore a quella dei prodotti a basso contenuto tecnologico.

Appare inoltre esservi un nesso tra spese in ricerca e sviluppo e servizi alla produzione

*i grandi
gruppi italiani
hanno natura
regionale e
non globale*

(trasporti, comunicazioni, costruzioni, assicurazioni, finanziari e informatici). Anche in questo caso, senza valide applicazioni delle nuove tecnologie non sembra possibile sostenere la competizione internazionale.

Un ulteriore elemento di debolezza è rappresentato dal limitato numero di brevetti rilasciati in ambito nazionale che denota la difficoltà di applicare in ambito industriale i risultati dell'attività di ricerca. In materia è urgente ridurre il *gap* che ci separa dall'Unione Europea, dove, nel 2001, sono stati registrati 161 brevetti per milione di abitanti a fronte di una media italiana di 75.

La dimensione nettamente insufficiente dell'attività di ricerca è l'elemento che appare, anche in prospettiva, risultare il più penalizzante per l'economia nazionale perché impedisce al sistema produttivo di puntare decisamente sull'innovazione. Vi è necessità di investimenti nella ricerca medica, nelle biotecnologie, nell'informatica, nei materiali avanzati ed in altri settori ad alto contenuto tecnologico. Risulta inoltre scarsa la presenza del sistema industriale in settori strategici per i paesi sviluppati quali le telecomunicazioni e l'aerospazio.

*necessità di
investimenti
nella ricerca
ad alto
contenuto
tecnologico*

Indicazioni per il rilancio del sistema produttivo

Politica industriale e politica per la competitività

In questi ultimi tempi si sottolinea spesso l'esigenza di una nuova politica industriale svincolata dall'impostazione dirigista ed interventista del passato ma che ponga fine ad una fase di "non scelte" e "non decisioni" su alcuni temi chiave che rischiano di comportare una lenta deriva della nostra economia.

Uno di questi temi è certamente quello dell'energia, paradossalmente accantonato, sotto il profilo politico, a partire dal noto referendum che ha posto fine alla produzione di energia attraverso il nucleare e che, comunque lo si giudichi, avrebbe invece dovuto comportare la messa in campo di una nuova politica energetica in grado di garantire al paese di disporre di energia sufficiente a prezzi accettabili. La Commissione ha avuto modo di approfondire tali problematiche nell'ambito di un'apposita indagine conoscitiva terminata nell'aprile del 2002 le cui conclusioni hanno trovato piena conferma negli eventi successivi, ed in particolare nel *black out* verificatosi a livello nazionale nello scorso mese di settembre.

La nozione di politica industriale appare, tuttavia, per alcuni aspetti limitata ed insufficiente a comprendere l'ambito dei problemi che il Sistema Paese si trova a dover fronteggiare per rilanciare l'apparato produttivo.

In primo luogo, misurare lo sviluppo esclusivamente in termini di industrializzazione risulterebbe inadeguato proprio in considerazione delle linee evolutive delle economie di tutti i maggiori paesi occidentali. La tendenza generale è infatti quella ad una sempre più marcata terziarizzazione dell'economia e ad un crescente ampliamento delle imprese di servizi a scapito di quelle manifatturiere. Una simile evoluzione, per quanto riguarda specificamente l'Italia, va peraltro attentamente verificata sotto due aspetti. In primo luogo, occorre che lo sviluppo del settore dei servizi avvenga secondo criteri di efficienza e di economicità, si crei un vero mercato interno e emergano soggetti in grado di competere in ambito internazionale. Inoltre, occorre in ogni caso impegnarsi per salvaguardare una solida base industriale, che continua a rappresentare un motore fondamentale dello sviluppo. A quest'ultimo proposito va osservato come sussista un'accentuata tendenza alla delocalizzazione delle attività industriali di base che conduce a mantenere in Italia, come del resto in tutti i paesi sviluppati, solo le attività di direzione, progettazione, *design* o comunque le

attività ad alto contenuto tecnologico. Sotto questo aspetto, è da prevedere che risulteranno localizzate prevalentemente nel territorio nazionale solo le attività che consentono ingenti economie di scala e ad elevata intensità di ricerca e sviluppo. La realtà industriale nel suo complesso è, quindi, destinata a presentare contenuti fortemente innovativi.

Da questi mutamenti deriva un orientamento volto a porre l'accento, più che sulla politica industriale in senso stretto, su una politica "di contesto", che sappia contribuire a ridisegnare lo scenario nell'ambito del quale si esercitano le attività produttive. L'accento è da porre, in altri termini, sulle politiche per la competitività, con l'obiettivo di aggredire i punti di debolezza e di esaltare i punti di forza del Sistema Paese.

Per l'Italia una simile impostazione ha precise conseguenze ed impone di intervenire in aree di criticità da tempo individuate.

L'elevata pressione fiscale che grava sulle imprese; l'inadeguatezza della dotazione infrastrutturale; l'inefficienza e la farraginosità della pubblica amministrazione; lo scarso dinamismo del sistema università-ricerca; la rigidità del mercato del lavoro; lo stato del sistema previdenziale, oggetto di una parziale riforma da completare quanto prima; l'elevato costo dell'energia (vero e proprio svantaggio competitivo) rappresentano note carenze strutturali rispetto alle quali occorre impegnarsi con determinazione.

Nella presente legislatura si è, in particolare, tentato di affrontare in modo innovativo, sulla base di una visione sistemica, il problema delle infrastrutture, evidenziandone la centralità anche alla luce del processo di allargamento dell'Unione Europea, che impone al nostro paese di dotarsi delle grandi opere necessarie a cogliere le opportunità derivanti dallo sviluppo dei rapporti commerciali internazionali. Rimane a tale proposito la difficoltà di reperire, data l'attuale congiuntura economica, i capitali finanziari nella misura richiesta dalle esigenze da fronteggiare. Da segnalare è anche l'impegno ad accrescere la flessibilità del mercato del lavoro ed a completare la riforma previdenziale, necessità queste ultime sulle quali tutte le parti politiche sembrano concordare pur nella diversità delle soluzioni proposte. Per quanto concerne il sistema energetico, si è tentato di impostare le soluzioni dei problemi secondo una visione globale e la presa d'atto delle forti inefficienze che lo contraddistinguono.

Solo affrontando le questioni di fondo alle quali si è accennato sarà possibile conseguire risultati positivi per l'apparato produttivo. Per quanto riguarda, ad esempio, il problema rappresentato dalla dimensione delle imprese, va riconosciuto come le piccole imprese non crescano semplicemente perché, nell'attuale contesto, non hanno la convenienza a farlo e la piccola dimensione rappresenta la risposta, per molti versi efficiente, alle condizioni ambientali. Rigidità del mercato del lavoro, causa di alti investimenti di capitale e di fuga dal lavoro dipendente, elevata pressione fiscale e difficoltà di accesso alle risorse tecnologiche, sono gli elementi del contesto che favoriscono le piccole dimensioni ed alimentano inoltre una quota di economia sommersa di dimensioni ormai intollerabili.

Ai problemi di contesto sembrano inoltre rinviare le vicende dei grandi gruppi industriali nazionali i quali, anziché concentrarsi sulla propria base industriale con obiettivi di crescita e di internazionalizzazioni, hanno spesso mostrato di privilegiare speculazioni finanziarie di vario genere con esiti tutt'altro che positivi.

A questo proposito non si può non accennare anche al ruolo ed alle responsabilità rivestiti in queste vicende dagli organismi di vigilanza e controllo, interni ed esterni, nonché dal sistema bancario nel suo complesso. Riguardo a tali aspetti, peraltro, come già accennato, la Commissione si propone di svolgere un'apposita indagine conoscitiva congiuntamente agli altri organismi parlamentari competenti.

*difficoltà
di reperire
i capitali
finanziari
nella misura
richiesta*

Interventi per rafforzare la competitività

Accanto alle indicazioni di scenario vi sono temi maggiormente puntuali rispetto ai quali occorre agire con determinazione.

Un primo aspetto è costituito dal perfezionamento dei processi di liberalizzazione al fine di garantire un assetto effettivamente concorrenziale dei singoli mercati. Una simile esigenza è particolarmente avvertita nel settore dei servizi dove le privatizzazioni, avviate e realizzate con la massima tempestività allo scopo di risanare i conti pubblici, non sono state accompagnate dalla liberalizzazione dei medesimi settori che, di regola, dovrebbe precedere le prime. Gli effetti distorsivi per l'intera economia nazionale derivanti dalla privatizzazione senza liberalizzazione di fondamentali comparti economici devono essere tenuti nella massima considerazione.

Sempre in questo quadro bisogna fornire una risposta in merito all'assetto che in prospettiva si intende realizzare per quanto riguarda i servizi pubblici locali. In tale ambito esistono legittime esigenze di tutela degli Enti locali, spesso alle prese con difficoltà gestionali di non poco momento, ma occorrerebbe anche assumere una visione di più ampio respiro, perseguendo obiettivi di sviluppo della concorrenza, recupero di efficienza, riduzione dei costi e creazione di grandi protagonisti industriali di cui il paese ha estremo bisogno.

Un terzo aspetto è costituito dalla necessità di procedere ad una revisione e ad una razionalizzazione di tutti gli strumenti di intervento previsti dalla legislazione nazionale e comunitaria in favore delle imprese (incentivi, politiche per il Mezzogiorno, fondi strutturali) che tenga conto del nuovo ordinamento della Repubblica risultante dall'attuale titolo V della Costituzione. Sono infatti da evitare sovrapposizioni e duplicazioni degli interventi da parte dei diversi livelli di governo con i conseguenti sprechi di risorse ma anche con inevitabili disfunzioni e complicazioni burocratiche ed amministrative. Su questo versante si registra un certo ritardo che occorre colmare attraverso procedure di concertazione tra Stato ed enti territoriali tese ad individuare gli ambiti di rispettiva competenza attribuendo, in linea di massima, al primo un ruolo strategico di coordinamento e di concorso alla programmazione degli interventi ed ai secondi il compito di definire ed attuare gli interventi stessi.

Un quarto aspetto è costituito dalla promozione e dalla tutela del *made in Italy*. L'apertura dei mercati alla concorrenza ha fatto infatti emergere forme di concorrenza apertamente sleale che, al *dumping* sociale ed ambientale, uniscono fenomeni di manifesta contraffazione di prodotti tradizionalmente realizzati in Italia. Tale realtà fa emergere, da un lato, le potenzialità dell'industria nazionale ed evidenzia come l'origine italiana rappresenti, in numerosi settori, una sicura garanzia di qualità e di affidabilità in ambito internazionale. Allo stesso tempo è tuttavia chiaro il danno irreparabile che deriverebbe all'economia nazionale nel caso di una volgarizzazione e di una banalizzazione del *made in Italy*, con la conseguente impossibilità per le imprese nazionali di avvalersi di questo indubbio vantaggio competitivo.

A tale proposito si segnala l'urgenza di misure quali l'introduzione, con modalità compatibili con la disciplina comunitaria, della possibilità di tutela dei prodotti *made in Italy* in forme analoghe a quelle proprie di un marchio collettivo; una decisa azione di contrasto dell'attività di contraffazione, anche richiamando alle proprie responsabilità le istituzioni che presiedono al commercio internazionale; una iniziativa nell'ambito dell'Unione Europea volta ad introdurre una nuova disciplina in materia di etichettatura in grado di garantire una piena informazione ai consumatori circa l'origine dei prodotti.

Alcuni provvedimenti che vanno in tale direzione sono contenuti nella legge finanziaria per il 2004 ma andrebbero ulteriormente implementati.

promozione
e tutela del
made in Italy

Un ulteriore aspetto particolare che andrebbe tempestivamente affrontato riguarda la materia brevettuale. Appare in proposito opportuno verificare la scelta di trasferire la titolarità dei brevetti dall'Ente pubblico di ricerca ai singoli ricercatori. Ciò ha infatti comportato il ridimensionamento della collaborazione tra imprese ed università ed enti pubblici in attività di ricerca e crea in ogni caso obiettive difficoltà nella gestione dei progetti di ricerca, di norma affidata ad una pluralità di ricercatori. Inoltre, aspetto non meno grave, l'esperienza dimostra come i singoli ricercatori incontrino notevoli difficoltà nell'utilizzo dei brevetti in quanto la gestione degli stessi è divenuta estremamente impegnativa e richiede di avvalersi di una struttura di supporto. A riguardo occorrerebbe riflettere sugli esiti estremamente positivi che ha avuto negli Stati Uniti l'applicazione del *Bayh Dole Act*, il provvedimento con il quale sono stati attribuiti alle università ed agli Enti di ricerca i diritti di brevetto. Questo evidentemente non toglie che ai ricercatori vada rigorosamente garantito il diritto ad essere riconosciuti autori delle invenzioni e un adeguato compenso.

La centralità della ricerca

La Commissione, al termine della presente indagine, intende soprattutto mettere in luce come risulti oggi di importanza vitale per il futuro sistema produttivo il rilancio su vasta scala dell'attività di ricerca e sviluppo. Si tratta di un impegno assolutamente non eludibile e non rinviabile. Il tema riguarda indistintamente le grandi e le piccole imprese, l'industria ed i servizi, il settore pubblico e quello privato e condiziona il futuro dell'intero Sistema Paese.

Il tema della ricerca coinvolge infatti dalle fondamenta il modello di istruzione ed in maniera determinante le università, si riflette sul modo di essere dell'impresa e condiziona in modo decisivo le forme di intervento pubblico in favore del sistema produttivo. Le grandi imprese sono il principale motore della ricerca in tutti i paesi avanzati. La ricerca è la chiave del loro successo ed i risultati della stessa vanno a beneficio dell'intero sistema produttivo. I problemi della piccola e media impresa sono, a loro volta, come è inequivocabilmente emerso nel corso dell'indagine, legati in maniera evidente ad una forte carenza di investimenti in ricerca e sviluppo in grado alimentare quella nuova industria (tecnologie dell'informazione e della comunicazione, ricerca medica ecc.) che, in tutti i paesi sviluppati, si dimostra la carta vincente nella competizione internazionale. Lo stesso *made in Italy* necessita di essere corroborato da robuste dosi di tecnologia e di innovazione in grado di valorizzarlo e di renderlo inattaccabile ad opera delle economie meno sviluppate. La ricerca è inoltre la via per far crescere le aziende nell'ambito di distretti innovativi ad alta tecnologia, concentrati a livello locale, dove i partecipanti sono messi in rete e condividono scienza, servizi e finanza.

La ricerca ha un peso del tutto inadeguato rispetto al livello di sviluppo economico del Paese e, per imprimere al settore una decisa accelerazione, oltre a riconoscere alla ricerca di base la rilevanza che merita, è indispensabile incrementare i rapporti tra mondo produttivo e centri di ricerca, utilizzando in maniera diffusa i laboratori di ricerca delle università per sostenere i processi di innovazione delle aziende e favorendo la promozione e la sponsorizzazione dell'attività di ricerca da parte delle imprese. È fondamentale che le università si aprano alla realtà imprenditoriale, ponendosi come obiettivo l'incontro con la domanda di sostegno ed innovazione che promana dalle imprese e dando forma ad esigenze di aggiornamento del modo di fare impresa che a volte, da sole, stentano ad emergere.

Tutto ciò richiede peraltro di investire su di una università basata più sulla qualità che sulla

**rilancio su
vasta scala
dell'attività
di ricerca e
sviluppo**

quantità ed in grado di realizzare una effettiva selezione delle risorse umane fondata esclusivamente sulle capacità ed i meriti dei singoli ricercatori. Inoltre, piuttosto che un'indiscriminata proliferazione delle sedi universitarie, occorrerebbe favorire la costituzione di centri di eccellenza in grado di fare massa critica e di alimentare lo sviluppo delle imprese.

Per intervenire con efficacia sul comparto della ricerca occorre utilizzare una pluralità di strumenti. Va innanzitutto ampliato l'impiego della leva fiscale introducendo, con particolare riguardo alle piccole e medie imprese, forme di agevolazione fiscale di carattere permanente. Bisogna tuttavia garantire un uso efficace delle risorse prevedendo l'attestazione del carattere innovativo del progetto di ricerca e la congruità del relativo impegno di spesa. Andrà inoltre favorita, sempre attraverso la leva fiscale, la destinazione degli utili d'impresa all'attività di ricerca, privilegiando le imprese che risultino incrementare la quota di risorse investita in ricerca e sviluppo. Vantaggi fiscali più ampi rispetto a quelli previsti dalla legislazione vigente dovranno inoltre essere introdotti in favore delle aziende che commissionino progetti di ricerca ad università ed Enti pubblici. Dovrà, in particolare, essere incrementata la concessione di vantaggi fiscali automatici alle aziende che investono in ricerca e sviluppo, anche superando le resistenze che, a tale riguardo, sono emerse in sede europea.

favorire la destinazione degli utili d'impresa all'attività di ricerca

Per quanto attiene agli interventi di finanziamento diretto in favore delle imprese, meritano di essere adeguatamente rifinanziati i fondi FAR (Fondo per la ricerca applicata) e FIT (Fondo per l'innovazione tecnologica). Occorre tuttavia potenziare l'efficienza di tali fondi sia rivedendo i meccanismi di valutazione, anche con l'introduzione di criteri di premialità, sia semplificando ed accelerando i relativi procedimenti. Di estrema utilità risulterebbe inoltre prevedere finanziamenti pluriennali anziché limitarsi ad erogare finanziamenti annuali.

Le risorse necessarie allo sviluppo: per una politica economica europea

La centralità che si intende attribuire al tema della ricerca impone di riconoscere come non risultino allo stato disponibili risorse pubbliche in misura adeguata ad attivare un processo virtuoso di dimensioni rilevanti in tale ambito come, del resto, nel settore delle opere pubbliche ed in particolare delle grandi reti transeuropee. Una simile circostanza dipende in buona misura da una modesta crescita economica che, combinandosi con i vincoli derivanti dal patto di stabilità contratto nell'ambito dell'Unione Europea, ostacola l'avvio di un programma di investimenti pubblici di dimensioni adeguate alla necessità. Entrano quindi in gioco il limitato margine di cui oggi dispone la politica economica nazionale, alla stregua, del resto, di quanto avviene in tutti i paesi europei dell'area dell'euro, che incontrano analoghe difficoltà in presenza di esigenze non dissimili di sostegno alla crescita delle rispettive economie.

Riprendendo le osservazioni svolte nel primo paragrafo, va rilevato come, al contrario di quanto si verifica negli Stati Uniti, l'Europa stenti a promuovere una crescita autonoma e sembri attendere, come già avvenuto in passato, di poter beneficiare della ripresa americana. Nella fase che stiamo attraversando, ciò che più colpisce, con particolare riferimento ai paesi dell'area dell'euro, è la carenza di strumenti di intervento, da parte dell'Unione Europea e dei singoli Stati membri, idonei ad influenzare positivamente la congiuntura economica. L'unica arma a disposizione sembra rappresentata dalla riduzione dei tassi di interesse da parte della Banca Centrale Europea, avviata peraltro con un certo ritardo e con una minore determinazione rispetto alla Federal Reserve. In questo contesto, in assenza di aumenti del PIL in grado di creare una qualche disponibilità di risorse, l'unica linea di

azione possibile appare rappresentata da una variazione dei prezzi e dei costi da perseguire attraverso una maggiore flessibilità del mercato del lavoro e delle merci. La piena applicazione delle regole di mercato appare in sostanza configurarsi come la sola strada percorribile mentre i vincoli derivanti dal patto di stabilità sembrano allo stato precludere quella politica di investimenti pubblici a sostegno dell'economia adottata con successo negli Stati Uniti.

Va in proposito sottolineato come la drastica riduzione dei margini per un'autonoma politica economica dei singoli Stati membri, ma anche dell'Unione Europea nel suo complesso, derivante dall'applicazione del patto di stabilità per come esso risulta attualmente configurato, rischi di rendere più complesso il superamento dell'attuale fase di stagnazione che contraddistingue le economie del continente europeo. Tale stato di cose, unito alle recenti decisioni dell'Ecofin relative ai disavanzi di Francia e Germania, oggetto di ricorso dinanzi alla Corte di giustizia da parte della Commissione, suggerisce di proporre nell'ambito dell'Unione un aperto ed approfondito riesame dell'attuale configurazione del patto di stabilità che, senza pregiudicare gli obiettivi di stabilità dell'euro e di equilibrio della finanza pubblica, venga finalizzato all'attribuzione di un diverso rilievo alle spese di investimento. Le scelte fondamentali operate col Trattato di Maastricht sembrano tra l'altro essere compatibili, e semmai destinate a risultare rafforzate, in quanto rese maggiormente comprensibili e condivisibili, dall'introduzione di taluni correttivi al patto di stabilità. Andrebbe, in particolare, attentamente valutata la possibilità di escludere determinate scelte di investimento dal computo dei limiti dei disavanzi pubblici degli Stati membri.

Intraprendere una simile strada consentirebbe tra l'altro di cominciare a costruire in concreto quella soggettività politica ed economica dell'Europa, da tutti invocata all'indomani dell'introduzione della moneta unica ma che stenta a trovare concrete modalità di espressione. Potrebbero infatti essere il Consiglio ed il Parlamento europeo, ai fini della definizione delle politiche di investimento ad opera degli Stati membri, a individuare, entro un limite percentuale predefinito, le finalizzazioni ammesse (ricerca e sviluppo, grandi reti infraeuropee ecc.), svolgendo un'opportuna azione di coordinamento e consentendo al contempo ai governi di fronteggiare le emergenze economiche e sociali.

*costruire
in concreto
una
soggettività
politica ed
economica
dell'Europa*

ENERGIA,
AMBIENTE
E INNOVAZIONE

Scale per il cielo

PAOLO CLEMENTE*

NICOLA PACILIO**

ENEA

* UTS Protezione e Sviluppo
dell'Ambiente e del Territorio,
Tecnologie Ambientali

** Servizio Calcolo e Modellistica



spazio aperto

Dagli antichi monumenti di culto fino alle moderne città in verticale, gli edifici alti hanno sempre accompagnato il progresso dell'umanità diventandone un simbolo. La presentazione del progetto per la ricostruzione dell'area delle Twin Towers a New York e l'inaugurazione del Taipei 101, il nuovo gigante del mondo, ci inducono a ripercorrere questo tentativo di scalare il cielo.

Ecco origini e caratteristiche dei principali edifici alti della storia

Ladders to the sky

From ancient religious monuments to modern vertical cities, tall buildings have always accompanied and epitomised human progress. The presentation of the winning project for rebuilding the Twin Towers area in New York and the inauguration of the new giant Taipei 101 suggested this recapitulation of human attempts to climb up into the sky. Origins and features of the most striking high-rises down through history

Recente la notizia della scelta del progetto di ricostruzione dell'area dove sorgevano le Twin Towers a New York, devastata l'11 settembre 2001 da un atto terroristico. La proposta vincitrice dell'architetto Libeskind, già progettista del museo ebraico di Berlino, prevede un complesso di edifici dagli angoli smussati, una guglia alta 1776 piedi (le cifre ricordano l'anno dell'indipendenza americana) e un "pozzo della memoria" con le fondazioni delle torri abbattute, dove ci sarà anche un memoriale delle vittime.

Il pozzo vuole simboleggiare le fondamenta della democrazia, stabili anche a fronte di attacchi feroci. Il progetto rispecchia i requisiti di fissare nella storia quanto accaduto e di restituire all'area il suo ruolo di centro culturale e commerciale di Manhattan e del mondo. L'opera dovrebbe costare 330 milioni di dollari e richiedere 12 anni di lavoro: iniziando nel 2005, sarebbe pronta nel 2017, restituendo un elemento fondamentale al profilo di New York.

Il desiderio di ricominciare ha prevalso, ma non ha ancora sconfitto del tutto la paura di altri atti terroristici: addirittura si è pensato di effettuare dei rilievi molto accurati, con tecnica laser, delle strutture monumentali più a rischio, per essere pronti a "clonarle" in caso di attentati terroristici. La presentazione del nuovo progetto per *Ground Zero* è un'occasione per ripercorrere il cammino dell'uomo in questo continuo tentativo di costruirsi "una scala verso il cielo", che ha assunto nel corso della storia varie forme: obelisco, piramide, statua, torre, edificio, e svariate funzioni: monumento alla vittoria, sepolcro, edificio di culto, torre per antenne, simbolo di grandezza e potenza, città in verticale, rappresentando uno dei più interessanti indici di progresso e di benessere economico. Secondo la leggenda, tutto cominciò circa seimila anni fa in Mesopotamia, nella città di Babele.

tutto cominciò circa seimila anni fa in Mesopotamia, nella città di Babele

Una torre fino al cielo

La terra era tutta d'una sola lingua e d'una sola parlata. Partiti dall'oriente, gli uomini trovarono una pianura nella regione di Sennaar, ed ivi abitarono. E si dissero uno all'altro: «Su via, facciamo dei mattoni, e cociamoli al fuoco». Usarono mattoni per sassi, bitume per cemento, e dissero: «Su via, facciamoci una città, ed una torre la cui cima arrivi al cielo; e rendiamo famoso il nostro nome, prima di dividerci per tutta la terra». Ma il Signore discese per vedere la città e la torre che i figli di Adamo stavano edificando, e disse: «Ecco, è un popolo solo, ed hanno una lingua sola per tutti; hanno cominciato a far questo lavoro, né desisteranno dal loro pensiero finché non l'abbiano condotto a termine. Andiamo dunque, discendiamo, e confondiamo le loro lingue, così che nessuno più comprenda la parola del prossimo suo ». Così li spartì il Signore da quel luogo per tutta la terra, e cessarono di edificare la città. Perciò fu chiamato quel luogo Babele, perché ivi fu confuso il parlare di tutti gli uomini; e di lì li disperse il Signore sulla faccia di tutto il mondo.

[Genesi, capitolo 11]

La torre di Babele, benché nel racconto biblico serva soltanto a rappresentare la superbia e l'orgoglio del popolo, è il primo esempio di edificio alto di cui si abbia notizia e risale all'incirca al 4000 a.C. Ai popoli della Mesopotamia è anche attribuita l'invenzione del mattone. Infatti, non disponendo di pietre e legno a sufficienza, essi si servirono di argilla impastata con paglia, essiccata al sole in forme regolari. Successivamente impararono ad indurirla col fuoco, ottenendo un materiale molto resistente anche agli agenti atmosferici. L'uso del mattone costituì un notevole passo in avanti nella storia delle costruzioni.

Gli obelischi egizi

Gli obelischi, insieme alle piramidi, sono un simbolo dell'antico Egitto. In genere erano monolitici, in granito, a sezione quadrata, rastremati verso l'alto e con l'ultimo tratto a cuspide.

Le facce si presentavano ricoperte da figure e geroglifici realizzati con grande precisione. La loro funzione era religiosa anche se le incisioni sulle facce celebravano sempre le gesta dei governanti terreni.

La scoperta di un colossale obelisco incompiuto, alto 41 m e pesante 11 MN (1 meganewton = ÷ 100 t), giacente nella cava di Assuan, ha consentito di ricostruire le operazioni di costruzione degli obelischi stessi. Trovata, tramite sondaggi, una vena di materiale da cui potesse essere tagliato il monolito e individuata la giacitura adatta, la superficie della roccia veniva levigata, eliminando ogni asperità. Il procedimento prevedeva il riscaldamento con mattoni bollenti e, quindi, il successivo brusco raffreddamento con acqua, in modo da frantumare la superficie rocciosa e facilitarne l'asportazione. Successivamente venivano scavate le trincee laterali, battendo sulla roccia sfere di dolerite, del diametro di qualche decimetro e pesanti almeno mezzo chilo, molto diffuse nel deserto egiziano. Infine si passava al distacco della superficie inferiore tramite percussione in orizzontale e l'inserimento di travi in legno per sostenere le parti liberate. A volte s'inserivano cunei di legno, sotto la faccia dell'obelisco, forzandoli e/o bagnandoli.

gli obelischi
più famosi
ancora
esistenti, i
cosiddetti
Aghi di
Cleopatra

Non meno audaci erano le operazioni di trasporto. Mediante tronchi di legno l'obelisco veniva sollevato e nuovo materiale era inserito al di sotto di esso, fino a raggiungere il livello del terreno. A questo punto con un sistema di rotolamento il monolito veniva tirato con funi fino al fiume, dove lo attendeva un'imbarcazione che, sfruttando un periodo di secca, era appositamente affondata nella sabbia. Un molo di sabbia provvisorio consentiva la sistemazione del blocco sul ponte del natante, che ricominciava a galleggiare nel periodo di piena e iniziava il viaggio. Le decorazioni, cominciate già nella cava, erano completate quando l'obelisco era nella sua sede definitiva. Qui veniva anche effettuato il *pyramidion*, ossia il rivestimento aureo della cuspide.

Nella stessa cava di Assuan furono estratti anche gli obelischi più famosi ancora esistenti, i cosiddetti *Aghi di Cleopatra*, commissionati dal faraone Thutmosi III e inizialmente posti all'ingresso del Tempio del Sole di Eliopoli, ove rimasero per 1500 anni. Fu Alessandro Magno che li fece trasportare ad Alessandria, nuovo centro politico del paese. Nel 30 a.C. Cleopatra li fece porre davanti all'ingresso del palazzo che aveva fatto costruire in onore di Giulio Cesare, dove rimasero per altri 1500 anni, meritandosi il nome di "Aghi di Cleopatra". Uno dei due rovinò al suolo e lì rimase fino a quando sbarcò in Egitto Napoleone. Erano già pronti per il trasposto in Francia ma la sconfitta dei francesi fece cambiare programma: gli inglesi vincitori, infatti, ottennero dai turchi come riconoscimento per la liberazione dal dominio francese proprio l'obelisco rovinato al suolo almeno due secoli prima. Soltanto nel 1867, però, fu organizzato il trasporto a Londra. L'obelisco, pesante circa 1,70 MN, fu collocato sulla *Cleopatra*, una nave a forma cilindrica appositamente progettata, trainata dal rimorchiatore *Olga*. Il viaggio non fu molto tranquillo: durante una tempesta, le funi di traino si ruppero e la *Cleopatra* fu persa. Successivamente ritrovata da un altro battello inglese, giunse finalmente a Londra e l'obelisco fu posto sull'Embankment, dove è ora costretto a convivere con traffico e smog. L'altro obelisco fu trasportato nel 1880 a New York e posto a Central Park.

Dalla stessa cava proviene anche l'Obelisco di Piazza S. Giovanni in Laterano a Roma, eretto nel XV secolo a.C. e poi trasportato a Roma nel Circo Massimo nel 357. Distrutto, fu successivamente rialzato nel 1587 dal Fontana su ordinazione di Papa Sisto V.

A Roma va ricordato anche l'Obelisco Flaminio, eretto da Ramesse II nel 1200 a.C. per ornare il tempio del re Sole a Eliopoli e trasportato nel Circo Massimo a Roma da Augusto. Sisto V lo fece trasportare nell'attuale Piazza del Popolo, dove il Valadier nel 1823 costruì le vasche e i leoni di marmo che abbelliscono la fontana posta alla base.

Le Piramidi

La prima piramide fu probabilmente quella costruita dall'architetto Imhotep per il faraone Gioser ma la più famosa al mondo è la *Piramide di Cheope*, costruita nel XXVI secolo a.C. all'estremità del deserto, sulla riva sinistra del Nilo, appena fuori l'attuale El-Gizah. Insieme alle piramidi di Chefren e Micerino e altre piramidi, templi e tombe di dimensioni inferiori, forma un complesso monumentale che ha incuriosito e continua ad incuriosire studiosi e turisti di tutto il mondo. Nello stesso luogo è la Sfinge voluta da Cheope.

La piramide era molto probabilmente la tomba del faraone anche se, quando nell'Ottocento un gruppo di archeologi vi penetrò per la prima volta, non trovò alcun corpo né segni di precedenti irruzioni. La camera sepolcrale è a 43 m dal suolo ed è coperta da lastre pesanti circa 50 tonnellate. All'esterno della piramide sono state rinvenute barche, necessarie per condurre i faraoni nell'aldilà.

La piramide di Cheope, come tutte le altre piramidi, fu costruita con estrema precisione. La base è un quadrato perfetto, con scarti di pochi centimetri, gli angoli retti e le quattro facce orientate verso i punti cardinali. La piramide, alta originariamente 147 m, oggi 137 m a causa della perdita della cuspide, è composta da due milioni di blocchi di pietra calcarea di peso variabile dalle due alle quindici tonnellate per un peso totale che supera i sei milioni di tonnellate. In mancanza dei moderni sistemi di trasporto e sollevamento, l'opera fu realizzata con l'ausilio di rampe, leve, rulli e carri. Per molti secoli è stata l'opera più alta al mondo.

Le piramidi non furono esclusivamente egizie. Tra le più imponenti testimonianze della civiltà Maya meglio conservate sono le Piramidi del Sole e della Luna di Teotihuacán, in Messico, la città in cui, secondo la leggenda locale, avevano avuto origine il sole e la luna. La *Piramide del Sole*, alta 66 m e larga alla base 228 m, fu dissotterrata in modo non proprio ortodosso all'inizio del XX secolo e quindi ricostruita. La *Piramide della Luna*, del I secolo a.C., è alta 46 m ed ha una base di 120 m. Sempre in Messico, nell'antica città di Uxmal, fu eretta una piramide di 35 m di altezza, di pianta ellittica, alla cui sommità sorge un tempio.

Ma la più grande piramide messicana è a Cholula, alta 71 m e con la base di 430 m. Fu costruita tra il II e il IV secolo d.C. in *adobe*, ossia in mattoni crudi, rivestito con lastre di pietra, da un popolo ben organizzato che precedette i Toltechi e gli Aztechi. La *Piramide di Cholula* ha una caratteristica che la rende unica: è ricoperta da una fitta vegetazione che la fa assomigliare ad una collina naturale, e così dovette apparire ai *conquistadores* spagnoli che vi costruirono in sommità una chiesa. Il popolo che costruì queste piramidi doveva possedere una grande abilità ma non era un popolo di guerrieri, non essendo state trovate fortificazioni né a Cholula né a Teotihuacán, città di oltre 100.000 abitanti che scomparve nell'VIII secolo d.C.

Le piramidi continuarono ad essere ammirate ed apprezzate nei secoli successivi, ma fu soltanto nel XIX secolo che il tedesco Alexander von Humboldt cominciò a studiarle scientificamente. Le analogie con le piramidi egizie fanno pensare ad un contatto tra i costruttori di questi monumenti: addirittura la Piramide di Cholula sarebbe stata costruita dopo un diluvio (e qui le analogie con le leggende bibliche diventano straordinarie), da uno dei pochi giganti salvatisi, con l'obiettivo di raggiungere il cielo; ma gli dei, irritati, avrebbero distrutto l'edificio con un incendio.

Le Colonne Coclidi

Se gli Egizi ricordavano le gesta dei loro eroi costruendo obelischi, i romani ci hanno lasciato numerose colonne, in genere costruite per celebrare una vittoria. Pur non raggiungendo

le piramidi non furono esclusivamente egizie

do altezze da record, le Colonne Coclidi si presentano molto snelle e con caratteristiche costruttive interessanti.

A piazza di Monte Citorio in Roma fa bella mostra di sé la *Colonna Antonina*, costruita intorno al 170 d.C. e dedicata a Marco Aurelio e Faustina per celebrare le vittorie sui Sarmati e Marcomanni. È composta da 19 rocchi cilindrici di marmo, che costituiscono la colonna propriamente detta, di diametro medio pari a 3,72 m ed alti circa 1,55 m, semplicemente appoggiati l'uno sull'altro ed internamente scavati in modo da ricavare la scala elicoidale a chiocciola, da cui l'attributo coclide, e divide la sezione trasversale in due zone: un nucleo centrale pieno di diametro pari a 1,00 m e una corona circolare esterna di spessore pari a 0,60 m. Il tutto poggia su di un piedistallo costituito da una serie di sette blocchi sovrapposti, alcuni dei quali realizzati mediante l'accostamento di due blocchi, ed alloggiato su di una platea di blocchi di travertino che rappresenta la parte superiore della fondazione. Attualmente i primi tre blocchi sono incassati nel terreno. L'altezza complessiva sfiora i 40 m.

Molto simile è la *Colonna Traiana*, costruita nel 113 d.C. alle falde del colle Quirinale per ricordare le vittoriose spedizioni di Traiano contro i Daci. È composta da 21 rocchi cilindrici di marmo, che costituiscono la colonna propriamente detta, ciascuno di altezza pari a circa 1,52 m; pertanto l'altezza della colonna escluso il piedistallo è di circa 32 m. I blocchi sono semplicemente appoggiati l'uno sull'altro ed internamente scavati in modo da ricavare la scala elicoidale, la quale divide la sezione trasversale in due zone: un nucleo centrale ed una corona circolare, entrambi di diametro e spessore variabili, essendo la colonna rastremata verso l'alto.

In particolare, il diametro esterno della corona circolare varia tra 3,7 e 3,2 m, mentre il fusto interno ha un diametro variabile tra 1,0 e 0,5 m. La Colonna poggia su una base costituita da quattro blocchi parallelepipedi sovrapposti, anch'essi scavati all'interno e di altezze diverse, per complessivi 6,2 m.

**i Romani
ci hanno
lasciato
numerose
colonne**

Strutture e materiali

Per costruire l'uomo si avvale di sostanze naturali o artificiali. Le prime sono i materiali di origine vegetale, come il legno, e quelli di origine minerale, quali la pietra, la sabbia e i metalli. Trasformando i materiali naturali si ottengono quelli artificiali: laterizi, calce, cementi, calcestruzzi ecc. I primi materiali da costruzione furono certamente le pietre naturali e il legno. Di strutture in legno, a causa della scarsa resistenza agli agenti atmosferici, non sono giunti fino a noi esempi significativi; la durezza delle pietre naturali, invece, ha consentito la conservazione di alcuni megaliti, quali *dolmen* e *menhir*, aventi funzioni religiose, funerarie o votive. La scoperta dei metalli consentì la lavorazione della pietra, che raggiunse la perfezione in Grecia, nel V secolo a.C. I romani, più sensibili ai problemi di leggerezza e, quindi, di facilità di trasporto, preferirono il laterizio, usando la pietra come rivestimento esterno. Ciò nonostante essi ci hanno lasciato opere monumentali in pietra, come l'Anfiteatro Flavio e il Pantheon.

Dopo il "periodo oscuro" e il conseguente regresso della tecnica del costruire, si ricominciò a realizzare opere interessanti nel periodo romanico. Il gotico, infine, rappresentò la massima valorizzazione della pietra, sostituendo alle forme massicce, esili nervature, concentrando il materiale laddove era necessario. Nel Rinascimento e nel periodo barocco, pur se con diverse forme e funzioni, la pietra rimase l'elemento fondamentale del costruire.

In pietra sono state costruite opere illustri, alcune delle quali di altezza ragguardevole, ma la pietra e la muratura in pietra, pur avendo una buona resistenza a compressione, presenta dei limiti dovuti alla scarsa resistenza a trazione della malta compresa tra un blocco e l'altro e al notevole peso: gran parte della capacità di resistenza, infatti, è impegnata a sopportare il peso proprio. L'utilizzo di materiali con rapporto resistenza/peso più favorevole, come il ferro, ha consentito di realizzare strutture più alte e più sicure, a cominciare da alcune strutture monumentali del XIX secolo.

La Statua della Libertà

La *Statua della Libertà* che domina la baia di New York raggiungendo 94 m dal suolo, fu un regalo della Francia agli Stati Uniti, per celebrare i cento anni d'indipendenza di questi ultimi dalla Gran Bretagna. L'opera, ideata dallo scultore Bartholdi, è costituita da una struttura in ferro sulla quale sono fissati fogli di rame. L'intelaiatura interna fu progettata da Gustave Eiffel, uno specialista di strutture metalliche, che propose di realizzare una trave reticolare ancorata al piedistallo, dalla quale partiva una struttura secondaria che riproduceva la forma della statua; da questa struttura secondaria, quindi, si sarebbero staccati i supporti per l'involucro di rame. Questo venne forgiato usando come controforma un'incastellatura lignea, realizzata con l'ausilio di un modello in gesso della statua in scala 1:1. Nel 1885 la statua era pronta e partì, smontata, per New York, dove fu rimontata sul piedistallo alto 27 m e poggiante su una fondazione avente spessore di 20 m, nell'attuale *Liberty Island*, e finalmente inaugurata il 28 ottobre 1886. Mentre la struttura ha dimostrato di fronteggiare egregiamente l'azione del vento, con spostamenti di pochi centimetri, purtroppo la scelta di accoppiare rame e ferro non si è rivelata valida nel tempo, a causa dei fenomeni elettrolitici che hanno determinato la corrosione dell'intelaiatura. Nel 1980, per consentire alla statua di "sopravvivere un altro secolo" si è provveduto alla sostituzione di tutte le membrature danneggiate e della torcia. Una scala centrale a chiocciola consente di salire sulla statua fino alla piattaforma panoramica posta sulla corona.

La Torre Eiffel

Sensibili ai festeggiamenti dei centenari, i Francesi decisero di regalarsi un monumento per il centesimo anniversario della Rivoluzione. Fu di Gustave Eiffel l'idea di erigere la struttura più alta al mondo raddoppiando l'altezza massima esistente, primato allora detenuto dal Monumento a George Washington con i suoi 169 m, un obelisco situato al centro della capitale americana, completato nel 1884 dopo 36 anni di lavoro. Eiffel propose così la sua Torre, oggi simbolo incontrastato di Parigi, anche se allora personaggi illustri come Alexandre Dumas e Guy de Maupassant ne avevano bocciato il progetto, giudicandola "ridicola e disonorevole per la Francia". L'opera ha una struttura reticolare in ferro e collegamenti chiodati tra le varie membrature, e raggiunge i 302 m di altezza. Le fondazioni, costituite da cassoni di acciaio riempiti di calcestruzzo, furono iniziate nel gennaio 1887. A giugno dello stesso anno iniziò il montaggio della struttura in elevazione con l'ausilio di gru. Completata la prima piattaforma, il cui esatto bilanciamento fu ottenuto con l'ausilio di martinetti idraulici incorporati ai contrafforti di base, le gru furono montate sulla piattaforma stessa e il montaggio proseguì fino a marzo 1889, quando ci fu l'inaugurazione tra l'entusiasmo generale. La torre, elegante, leggera e gradevole, si meritò l'appellativo di "scala per il cielo". Costruita per vivere un ventennio, ha superato il secolo di vita e gode di ottima salute anche grazie ad un recente restauro. Oggi, oltre a formidabile attrazione turistica, è anche sede di ripetitori televisivi e nel 1964 è stata proclamata monumento storico.

Manhattan e i suoi skyscrapers

Nel XVII secolo l'Isola di Manhattan, una striscia di terreno larga qualche chilometro e lunga una ventina, fu venduta per pochi dollari. Oggi, probabilmente, non avrebbe prezzo per qualsiasi eventuale acquirente. Il suolo della città più eccitante al mondo è tanto prezioso e limitato che non c'è alternativa allo sviluppo in verticale delle costruzioni: così l'isola è diventata l'area con la più elevata concentrazione di grattacieli al mondo.

*i Francesi
decisero di
regalarsi un
monumento
per il
centesimo
anniversario
della
Rivoluzione*

Tipologie strutturali

Una classificazione delle tipologie strutturali degli edifici può essere fatta in base ai materiali di cui è composta la struttura portante: edifici in muratura, edifici in cemento armato, edifici in acciaio, edifici misti acciaio-calcestruzzo. Ai vari materiali sono associati schemi di funzionamento statico molto diversi. In un edificio in muratura gli elementi portanti sono le pareti murarie, mutamente connesse tra loro in corrispondenza dei cantonali, dei martelli e degli incroci e collegate ai vari piani dai solai, che costituiscono la struttura orizzontale. Negli edifici antichi le strutture orizzontali erano anch'esse in muratura, costituite da volte a semplice o doppia curvatura, o a travi di legno. Successivamente si sono adoperati solai in ferro e in latero-cemento poggianti sulle pareti murarie attraverso cordoli in calcestruzzo armato, che contribuiscono in maniera determinante a realizzare un efficace collegamento tra le pareti dell'edificio, che così assume un comportamento di scatola rigida, in grado di fronteggiare sia le azioni verticali sia quelle orizzontali.

In muratura non si possono realizzare edifici alti. Infatti, al crescere dell'altezza diventano esuberanti gli spessori delle pareti a scapito dello spazio utile: le antiche strutture alte, come le piramidi, avevano muri di spessori di alcuni metri che occupavano gran parte dello spazio interno. Gli edifici in acciaio e in cemento armato, invece, hanno una struttura a telaio, costituita da travi e pilastri, poco ingombrante rispetto a quella degli edifici in muratura e che lascia molto più spazio per le aperture sulle facciate e negli interni. In cemento armato sono anche gli edifici a struttura prefabbricata, costituiti da elementi a sviluppo lineare, pilastri e travi, oppure a pannelli portanti.

I primi edifici con travi e colonne in ghisa, costruiti in Inghilterra verso al fine del XVIII secolo, avevano un involucro murario cui era affidato il compito di contrastare le azioni orizzontali. Lo scheletro metallico era composto di elementi, travi e colonne, a comportamento pendolare, incernierati alle estremità, in grado di sopportare esclusivamente le azioni verticali. Il primo edificio di rilievo, costruito in difformità a tale schema fu il *Crystal Palace* a Londra, inaugurato in occasione dell'Esposizione londinese del 1851. La novità, come spiegò il progettista Digby Wyatt nella sua relazione all'*Institution of Civil Engineers*, consisteva soprattutto nei nodi, ossia nei collegamenti trave-colonna, che si comportavano come incastrati, alla cui efficacia era affidata la stabilità all'edificio, senza il contributo di controventi aggiuntivi.

Nacque così il concetto di telaio e iniziarono a svilupparsi i metodi di calcolo, che hanno consentito di realizzare numerosi edifici in acciaio e in cemento armato nella seconda metà del XIX e nel XX secolo. Tra le due tipologie esiste invero una differenza sostanziale: mentre un edificio con struttura a telaio in cemento armato è in genere sufficientemente rigido per fronteggiare anche le azioni orizzontali, un edificio in acciaio, con travi e pilastri molto snelli, necessita di un'apposita struttura di controvento, che si può ottenere, ad esempio, inserendo delle aste diagonali (la cosiddetta "Croce di S. Andrea") ai vari piani di una o più campate.

Con siffatte strutture si possono realizzare edifici multipiano, fino ad una decina di piani. Al crescere del numero di piani, oltre ad un aumento dei carichi verticali, intervengono problemi statici diversi, connessi agli effetti delle azioni orizzontali e dei relativi spostamenti e, quindi, al pericolo d'instabilità globale della struttura, la quale deve possedere un'adeguata rigidezza. Tali problemi non possono essere risolti semplicemente ingrossando le membrature (pilastri e travi), che diventerebbero molto ingombranti e onerose, ma richiedono di concepire la struttura in modo totalmente diverso. Va anche osservato che, oltre un certo limite, la scelta dell'acciaio diventa obbligatoria, anche se oggi i calcestruzzi ad alta resistenza offrono delle possibilità fino a qualche decennio fa impensabili.

Altezze maggiori possono essere raggiunte con l'inserimento di mensole verticali, ossia pareti verticali di controvento, dette anche di taglio perché ad esse è affidato il compito di fronteggiare le azioni taglienti orizzontali. In genere le pareti di taglio sono in calcestruzzo, ma possono essere realizzate anche in acciaio con struttura a traliccio, e vanno collocate sfruttando i muri di testata senza aperture o anche i vani degli ascensori e delle scale. Possono anche essere inserite più mensole nello stesso piano verticale, collegate tra loro e ai telai dell'edificio. Pareti disposte sui muri esterni e nuclei a sezione chiusa conferiscono anche un'adeguata rigidezza torsionale all'edificio.

Un sensibile incremento di altezza può ottenersi soltanto modificando radicalmente la concezione della struttura e realizzando quello che viene usualmente chiamato *framed tube*, ossia "tubo con pareti a telaio". L'edificio va visto come una mensola gigante incastrata al terreno tramite le fondazioni, la cui struttura principale è costituita dalle pareti perimetrali, formate da pilastri molto ravvicinati e travi molto alte, che lasciano soltanto lo spazio necessario per le finestre. Spesso a questa ossatura esterna se ne aggiungono altre interne, in corrispondenza dei vani per gli ascensori, delle scale e dei servizi. Impalcati sufficientemente rigidi garantiscono un efficace collegamento tra le varie parti dell'insieme strutturale.

Oltre ai materiali di cui già detto, un'altra conquista della tecnica ha consentito il rapido incremento dell'altezza degli edifici: nel 1854 Elisha Otis presentò alla Fiera Mondiale di New York un nuovo tipo di ascensore, dotato di un dispositivo di sicurezza che lo bloccava in posizione anche in caso di rottura del cavo. L'utilizzo di questo tipo di ascensore eliminò il limite di sei piani imposto dalla salita a piedi.

Nel 1875 fu completato il *Western Union Building* nella Broadway che raggiungeva i dieci piani, superato in altezza verso la fine dello stesso secolo dal *Pulitzer Building* a Park Row. I limiti in altezza di questi edifici erano dettati dai materiali utilizzati. Infatti, pur avendo un nucleo centrale in acciaio, le pareti portanti esterne erano in muratura, con spessori fino a 3 m. Con questa tecnica, l'altezza degli edifici sarebbe stata limitata; l'adozione di strutture intelaiate in acciaio aprì le porte ad un rapido sviluppo. Già nel 1884 a Chicago fu costruito un edificio di dieci piani, l'*Home Insurance Building*, progettato da William Jenney, mentre a New York fu costruito il *Tower Building*, lungo la Broadway, sostituito successivamente da un altro edificio. Al riguardo va osservato che Manhattan è in perenne trasformazione e che le costruzioni non più funzionali vengono sostituite prima che diventino obsolete e inutilizzabili. Questa è stata la sorte toccata ai primi edifici alti nella città, ma quella trave reticolare d'acciaio, incastrata al suolo ad un'estremità, come Bradford Lee Gilbert, progettista del *Tower Building*, definì la sua creatura di tredici piani, rappresentò una svolta all'epoca e aprì la strada alle costruzioni del XX secolo.

Il più antico grattacielo di New York tuttora esistente è il *Flatiron Building*, che si è meritato il nome dalla sua forma triangolare che sfrutta al meglio il lotto di terreno disponibile tra la Broadway, la 5ª Avenue e la 22ª Strada. L'edificio, costruito nel 1902 con struttura d'acciaio e rivestimento esterno in pietra, è munito di sei ascensori che consentono di salire rapidamente i suoi venti piani.

Nel 1909 fu completato il *Metropolitan Life Insurance Building*, alto 213 m, e nel 1913 il *Woolworth Building*, su progetto di Cass Gilbert, una torre neogotica alta 241 metri, che si sviluppa su sessanta piani ciascuno di 3,65 m (un lusso già all'epoca), nota anche come "Cattedrale del Commercio". La costruzione di grattacieli richiedeva anche una mano d'opera specializzata e dotata di assoluta refrattarietà alle vertigini, che consentisse di lavorare su impalcature metalliche, sospesi a centinaia di metri da terra. L'idea di costruire l'edificio più alto del mondo dette vita ad una competizione appassionante.

Nel 1930 Craig Severance realizzò il *Trump Building*, un edificio in Wall Street di 71 piani, alto 283 m, che tenne il primato soltanto per pochi giorni, anche se rimane uno dei più importanti edifici di New York. Infatti, quasi contemporaneamente William Van Alen aveva iniziato il *Chrysler Building*, in stile Art Déco, con il preciso mandato di realizzare l'edificio più alto al mondo. L'obiettivo fu raggiunto con uno stratagemma: egli posizionò la guglia di 56 m sulla cima soltanto quando l'edificio del suo avversario Severance fu completato, togliendogli il primato. La guglia era stata segretamente trasportata in cantiere in pezzi e montata nel vano ascensore; l'operazione di posizionamento durò soltanto novanta minuti. Il *Chrysler Building*, alto 319 m, fu inaugurato il 28 maggio 1930.

Una pietra miliare nella storia dell'ingegneria fu la costruzione dell'*Empire State Building* nel 1930-31, progettato da William Lamb e assunto come simbolo della ripresa della nazione dal periodo di depressione. Con la sua eccezionale altezza di 381 m (che diventano 449 se si considera l'antenna televisiva installata) era di gran lunga l'edificio più alto al mondo. Questo primato è stato poi perso, ma ciò che rimarrà sempre di questa opera nella storia degli edifici alti è la velocità di costruzione, di oltre un piano al giorno e fino ad un massimo di quattordici piani in dieci giorni, ottenuta grazie ad una perfetta organizzazione del cantiere, che consentì di completare l'opera in diciotto mesi. La fabbricazione delle travi di acciaio a Pittsburgh, il trasporto al cantiere e lo smistamento delle varie parti alle

una pietra
miliare
nella storia
dell'ingegneria
fu la
costruzione
dell'Empire
State Building

rispettive zone di montaggio furono organizzati e programmati alla perfezione; né era possibile altrimenti, se si pensa che Manhattan non offriva spazi per scarico e stoccaggio dei materiali. L'edificio, che presenta una forma rastremata verso l'alto, dettata dal regolamento edilizio dell'epoca che vietava costruzioni a filo strada alte più di 38 m, è visitato ogni anno da due milioni di turisti, attirati soprattutto dallo stupendo panorama che si gode dal 102° piano. Nel 1945 sopportò egregiamente l'impatto di un bombardiere americano che, a causa del maltempo, andò a schiantarsi contro tra il 78° e il 79° piano; l'incidente costò la vita a tre uomini dell'equipaggio e undici impiegati. La consapevolezza di aver costruito qualcosa di eccezionale è dimostrata dal fatto che all'interno nell'atrio sono rappresentate le sette meraviglie del mondo più l'ottava, ossia l'*Empire State Building*, considerato il grattacielo per eccellenza e che dall'11 settembre 2001 è tornato ad essere l'edificio più alto di New York.

Nel 1932 fu completato il *GE Building*, alto 259 m, con 69 piani e sessanta ascensori, noto col soprannome di "*Slab*" per la forma lamellare e nel 1932 l'*American International*, in Pine Street, di 66 piani per 290 m di altezza, l'edificio più alto nel centro di New York prima del *World Trade Center*. Negli anni più recenti sono stati realizzati numerosi grattacieli. L'*One Chase Manhattan Plaza* alto 248 m con 60 piani, fu completato nel 1960 e deve la sua fama anche al film *Mirage* di Edward Dmytryk del 1965.

Tra il 1966 e il 1973, furono costruite le *Twin Towers* a New York, sedi del *World Trade Center*, che radunava in un unico luogo tutte le aziende interessate al commercio internazionale di oltre sessanta nazioni. Nei suoi uffici lavoravano ogni giorno circa 50.000 persone, mentre altre 100.000 persone al giorno lo visitavano per ammirare dalla sommità il fantastico panorama che includeva sette ponti, sei fiumi, cinque distretti, quattro stadi, tre aeroporti, due stati e numerose isole. L'edificio conteneva 22 ristoranti e poteva essere "scalato" con l'ausilio di ascensori che impiegavano meno di un minuto per andare dal primo al 107° piano. Il *World Trade Center*, che con i suoi 411,5 m divenne momentaneamente l'edificio più alto al mondo, aveva anche fondazioni molto complesse: una trincea profonda fino al substrato roccioso impermeabile era stata scavata intorno all'area dell'edificio e riempita di calcestruzzo, in modo da formare una vera e propria diga; all'interno di questa fu rimosso il terreno per far posto alle fondazioni e il terreno di risulta fu utilizzato per creare una nuova area sulle rive dell'Hudson, poco lontano da quello che adesso è chiamato *Ground Zero*.

Nel 1977 fu completato il *Citigroup Center*, di 59 piani, alto 279 m, con una base a croce e spigoli tagliati. In sommità l'edificio è arretrato, con una parete inclinata per ospitare un impianto di pannelli solari. Il *Cityspine*, alto 248 m con 75 piani fu completato nel 1989 ed è il secondo edificio al mondo in calcestruzzo con destinazione sia ad uffici sia residenziale, superato soltanto dal *Trump World Tower*, alto 269 m con 72 piani, inaugurato nel 2001, che ha destinazione esclusivamente residenziale con i suoi 374 lussuosi appartamenti.

Tra i progetti proposti a New York ma mai realizzati vanno citati la *New York Stock Exchange Tower* di 546 m e 140 piani e la *Television City Tower*, di 509 m e 130 piani.

Controllo delle vibrazioni

Nei moderni edifici alti le membrature d'acciaio sono collegate mediante bullonature e/o saldature. Nei primi grattacieli, invece, i collegamenti erano realizzati mediante chiodature. Sovrapposti i due profili da collegare, in modo che i fori predisposti combaciassero perfettamente, venivano ivi inseriti i chiodi preventivamente riscaldati. La punta sporgente del chiodo veniva, quindi, battuta e il successivo naturale raffreddamento ne garantiva la perfetta tenuta. Le strutture erano sovradimensionate e questo è il segreto della loro durabilità. A mano a mano che la tecnica progrediva e le caratteristiche dei materiali miglioravano

tra il 1966
e il 1973
furono
costruite le
Twin Towers
a New York

le strutture portanti si assottigliavano, diventando sempre più vulnerabili alle azioni del vento e rendendo necessario il ricorso a sistemi di controllo delle vibrazioni. Per tale motivo, ad esempio, al cinquantesimo piano del *Citicorp Building*, sulla Lexington Avenue a New York, fu disposto uno smorzatore costituito da una massa di circa 400 tonnellate immersa in una vasca d'olio e collegata alla struttura, che si oppone al movimento della stessa, smorzandolo.

L'utilizzo delle tecniche di controllo alle strutture civili è relativamente recente ma si è diffuso rapidamente, in quanto consente di realizzare edifici in grado di sopportare rilevanti azioni dinamiche senza subire danni, con notevoli vantaggi in termini sia di sicurezza sia economici. Il controllo passivo si ottiene inserendo nella struttura opportuni dispositivi in grado di sviluppare un'azione di contrasto alle vibrazioni, per esempio dissipando l'energia trasmessa alla struttura. Al vantaggio di non richiedere fonti di energia esterna, si associa lo svantaggio di non potersi adattare alle effettive condizioni di esercizio.

Questo limite è superato dai sistemi di controllo attivo, nei quali vengono applicate alla struttura, istante per istante, azioni tarate sulla base dello stato della struttura e della sollecitazione. I sistemi attivi richiedono, ovviamente, un'alimentazione esterna oltre ad una rete di sensori che monitori spostamenti e velocità di un sufficiente numero di punti della struttura, ad un'unità di controllo che elabori i dati in tempo reale e ad attuatori che imprime le forze di controllo alla struttura. Questi aspetti rendono i sistemi attivi non sufficientemente affidabili, pertanto, sono stati sviluppati negli ultimi anni dei sistemi di controllo semi-attivo, che contemperano le esigenze di affidabilità e adattabilità: sulla base della risposta strutturale e dell'azione esterna, opportunamente monitorate, vengono modificate le caratteristiche meccaniche dei dispositivi di controllo passivo inseriti nella struttura. Esistono, infine sistemi ibridi, costituiti da uno passivo e uno attivo affiancati in parallelo.

La questione sismica

Uno dei maggiori nemici delle strutture alte è il sisma. Le azioni sismiche possono essere schematizzate con un insieme di carichi orizzontali e verticali; gli edifici, ideati per sopportare pesi, ossia carichi verticali, non sono ben predisposti ad assorbire le azioni orizzontali. In particolare, le azioni orizzontali ad elevata altezza determinano notevoli sollecitazioni taglienti e flettenti alla base della costruzione. Va comunque sottolineato che, in linea teorica, non esiste alcuna limitazione allo sviluppo in altezza degli edifici in zona sismica, se realizzati in acciaio o calcestruzzo armato.

Il *Transamerica Pyramid* di San Francisco in California, una delle aree a più elevata pericolosità sismica, ha una forma a piramide di elegante snellezza e, al contempo, con un'adeguata resistenza alle azioni sismiche. Fu completato nel 1972 ed ha una struttura mista di acciaio e calcestruzzo, che ha superato egregiamente il terremoto del 1989, come testimoniato dalle registrazioni dell'evento ottenute dagli accelerometri disposti nell'edificio. Si sviluppa su 48 piani per un'altezza di "soli" 260 m: il progetto originario prevedeva una struttura alta 350,5 m, non approvata dalla commissione urbanistica della città perché interferiva con la vista della baia da Nob Hill. Nonostante questa limitazione risultò, all'epoca della costruzione, l'edificio più alto della parte occidentale degli Stati Uniti, ad

Figura 1
Il *Transamerica Pyramid* di San Francisco (1972) è alto 260 m; il progetto originario prevedeva una struttura alta 350,5 m che avrebbe impedito la vista della baia da Nob Hill





Figura 2
L'edificio più alto di Tokyo è la *City Hall Tower*; alto 243 m con 48 piani, fu completato nel 1991

ovest del Mississippi, primato che apparteneva in precedenza all'edificio della *Bank of America Center*, sito nel cuore del distretto finanziario a San Francisco, alto 237 m con 52 piani.

Nel 1974 il *Transamerica Pyramid* fu superato dall'*Aon Center* di Los Angeles, alto 262 m, a sua volta superato nel 1982 dal *JPMorganChase Tower* di Houston, alto 305 m con 75 piani in acciaio e calcestruzzo, il quale al momento della costruzione era il sesto edificio nel mondo per altezza ed è tuttora il più alto del Texas.

Dal 1990 il primato di edificio più alto ad ovest del Mississippi è tornato a Los Angeles con la *Library Tower*, alta 310 m ed avente una struttura in acciaio, con 73 piani fuori terra e due interrati. L'edificio, la cui struttura è stata progettata per sopportare il massimo evento atteso, ossia un sisma d'intensità pari a 8,3 della scala Richter, è il più alto nel mondo in zona ad elevata sismicità ed è diventato famoso anche grazie al film *Independence Day*, nel quale era il primo ad essere distrutto dall'invasione di alieni.

Sempre a Los Angeles è stata proposta, ma mai costruita, la *9th and Figueroa Tower*, di 387 m e 90 piani progettata per ospitare uffici. Anche nell'altra patria dei terremoti, il Giappone, non si rinuncia a costruire edifici alti. L'edificio più alto a Tokyo è la *City Hall Tower*, 243 m e 48 piani, completato nel 1991, che superò il *Sunshine 60 Building*, 240 m e 60 piani, l'edificio più alto in Giappone al momento dell'inaugurazione, nel 1978. Più recenti sono la *Shinjuku Park Tower*,

233 m e 52 piani, costruita nel 1994, il *DoCoMo Yoyogi Building*, 240 m, 48 piani, completato nel 2000 e la *Roppongi Tower*, 238 m, 54 piani, completata nel 2003. Tokyo è anche la città più attiva con più di cento grattacieli in costruzione o approvati, come il *West Shinjuku 3-Chrome Redevelopment*, 300 m e 70 piani, la cui inaugurazione è prevista nel 2010.

Ma gli edifici più alti del Giappone non sono a Tokyo: infatti, il gigante giapponese è la *Landmark Tower* di Yokohama, con i suoi 296 m, costruita nel 1993. L'edificio si sviluppa su 70 piani, dei quali gli ultimi quindici contengono un albergo; possiede anche ascensori velocissimi, che viaggiano a 750 m/min. Due smorzatori a massa accordata, posizionati a 282 m d'altezza, controllano, smorzandole, le vibrazioni della struttura.

A Yokohama c'è anche il faro più alto del mondo, la *Marine Tower* di 106 m. Il secondo edificio per altezza in Giappone, invece, è la *Rinku Gate Tower* in Osaka, alto 256 m con 56 piani, costruito nel 1996, con una struttura che si assottiglia verso l'alto, assomigliando ad una stretta lamella.

Figura 3
La *Landmark Tower* di Yokohama (1993) è l'edificio più alto in Giappone con i suoi 296 m

La sicurezza al fuoco

Una recente analisi ha stimato pari a 8,3 della scala Richter l'intensità del sisma che, il 18 aprile 1906, distrusse la città di San Francisco. Per confronto, va ricordato



che il pur violento sisma che ha colpito più recentemente la stessa città il 17 ottobre 1989 aveva un'intensità pari al 6,7 Richter. Ma la maggior parte dei danni, nel 1906 come nel 1989, è stata provocata non dalla scossa direttamente ma dall'incendio che ne scaturì e che fu domato soltanto dopo alcuni giorni, anche perché molte condotte d'acqua erano scoppiate e i pompieri dovettero prendere l'acqua direttamente dalla Baia di San Francisco. Questo e altri numerosi esempi dimostrano come la sicurezza al fuoco occupi un ruolo centrale nella progettazione degli edifici alti. Più in generale si può affermare che la sicurezza delle strutture non può prescindere da quella degli impianti.

Anche le *Twin Towers* di New York hanno assorbito con sicurezza l'impatto degli aerei, e anche l'effetto diretto delle esplosioni dei serbatoi carichi di carburante, ma non hanno potuto nulla a fronte del conseguente incendio che è divampato: l'elevata temperatura raggiunta in pochi minuti ai piani interessati dall'impatto ha determinato la drastica riduzione della resistenza dell'acciaio strutturale, facendo crollare la parte di edificio sovrastante; questa, cadendo violentemente su quella sottostante, ne ha innescato il crollo con "effetto domino". Oltre i 300 °C, infatti, la tensione di rottura dell'acciaio diminuisce con la temperatura e già intorno ai 600 °C è soltanto la metà di quella a temperatura normale, annullando il margine di sicurezza assunto in fase di progetto. Tenendo anche conto che l'aumento di temperatura in una struttura iperstatica come un edificio multipiano, dove le deformazioni sono impedito, determina l'insorgere di sollecitazioni aggiuntive, può affermarsi che la temperatura limite di sicurezza è di circa 450 °C.

La protezione all'incendio deve garantire una durata di resistenza al fuoco sufficiente per spegnere l'incendio stesso e può essere perseguita adottando dei rivestimenti protettivi. Per quanto detto i più vulnerabili sono gli edifici in acciaio, nei quali le colonne poste in prossimità di possibili punti d'incendio vanno protette con pannelli schermanti o rivestite, per esempio in calcestruzzo, che possiede una migliore resistenza al fuoco e protegge l'armatura interna, ritardandone l'aumento di temperatura. Nel 1967 nell'edificio dell'*U.S. Steel Corporation* a Pittsburg fu adottato per la prima volta un sistema antincendio a circolazione d'acqua: i pilastri cavi sono mantenuti sempre pieni d'acqua e sono collegati ad un sistema di circolazione che si attiva in caso d'incendio. Va detto, però, che tale sistema richiede l'impiego di acciaio speciale, l'acciaio *Cor-ten*, molto resistente alla corrosione e il trattamento dell'acqua di circolazione, per renderla inerte nei confronti dell'acciaio ed incongelabile.

La Sears Tower

I problemi descritti non hanno scoraggiato tecnici e costruttori e nemmeno i committenti, orgogliosi di finanziare edifici sempre più alti. Nel 1974 fu completata, dopo tre anni di lavori, la *Sears Tower* a Chicago, alta 442 m, 520 m con l'antenna. Distribuite nei suoi 108 piani, lavorano ogni giorno circa 16700 persone. La struttura è costituita da nove tubi in acciaio, di sezione quadrata con lato di 25 m, senza pilastri interni. Due tubi sono alti 50



Figura 4
Un paesaggio tipico delle grandi città moderne: la foresta di edifici a San Francisco vista dall'alto

piani, due 66 piani, tre 90 piani e, infine, due tubi sono alti 108 piani. Al 103° piano, a 412 m dal suolo, c'è lo *Skydeck Observatory*, dal quale si può ammirare uno splendido panorama della città e del Lago Michigan e che si estende fino a 70-80 km comprendendo quattro stati: Illinois, Indiana, Wisconsin e Michigan.

È tuttora la struttura più alta di Chicago, avendo superato l'*Aon Center*, alto 356 m, con 83 piani fuori terra e 5 interrati, completato nel 1973, che a sua volta aveva tolto il primato al *John Hancock Center*, completato nel 1969, alto 344 m per 100 piani. A Chicago, inoltre, è in costruzione il *Trump Tower*, alto 343 m con 86 piani.

Le Petronas Twin Towers

L'area dove sorgono le *Petronas Twin Towers* era congestionata dal traffico, specialmente nei weekend; pertanto il governo decise di intervenire trasformandola in parco pubblico, che costituisse un polmone verde per la città. Quando fu chiarito che il parco sarebbe stato parte di un centro commerciale molto esteso, gli ambientalisti protestarono fortemente. Il progetto originario di Cesar Pelli prevedeva due edifici alti soltanto 427 m che, quindi, non avrebbero spodestato la *Sears Tower* di Chicago. La costruzione era già iniziata nel 1992 quando le autorità malesi s'interrogarono sulla possibilità di realizzare l'edificio più alto al mondo. Il numero di piani ovviamente non fu modificato ma furono allungati i pianonacoli fino a superare di ben 9 m l'edificio americano. Nuovi test in galleria del vento dimostrarono la fattibilità e la costruzione continuò fino al 1998.

Oggi è difficile pensare al panorama di Kuala Lumpur senza le *Twin Towers*, fino a qualche mese fa gli edifici più alti al mondo: 452 m, con 88 piani fuori terra e 5 interrati. Le due torri, in struttura mista di acciaio e calcestruzzo, sono collegate da un ponte a 170 m di altezza, in corrispondenza dei piani 41° e 42°. L'accesso è rigidamente sorvegliato; settantasei ascensori consentono di scalare l'edificio.

Da citare a Kuala Lumpur anche il *Menara Telekom*, alto 310 m con 55 piani, realizzato in calcestruzzo, con una forma molto originale.

Taipei 101: il gigante del mondo

Il nome ne ricorda il numero dei piani: il nuovo *Financial Centre* di Taipei completato alla fine del 2003, con i suoi 508 m è l'edificio più alto al mondo. È costituito da otto tronchi di piramide di otto piani ciascuno, che si infilano l'uno nel sottostante fino al *Podium*, un edificio di cinque piani alla base della torre. Dalla sommità dell'ottavo tronco, da cui si accede ad una terrazza panoramica, parte un tronco più stretto di nove piani che porta un'antenna. L'edificio è prevalentemente destinato ad uffici finanziari, il *Podium* invece ospita un centro commerciale. Ascensori velocissimi (1000 m/min) garantiscono i collegamenti tra i piani di questa città in verticale: sono stati realizzati 10 ascensori primari a due piani, per una portata di 40 persone, che servono soltanto i piani principali; altri 24 ascensori a due piani collegano le "fermate" principali agli altri piani; 3 ascensori a un piano e 3 montacarichi completano il servizio.

La struttura è costituita da otto colonne in acciaio cementato, aventi caratteristiche di resistenza e antincendio notevoli, e capace di resistere a venti di 250 km/h e un sisma con periodo di ritorno di 2500 anni (normalmente si progetta con periodi di ritorno di 475 anni). Un sistema di smorzamento delle vibrazioni con una massa accordata di 600 tonnellate è montato all'88esimo, per garantire che l'oscillazione massima in sommità non superi 1,5 m.

Il rivestimento è realizzato con pannelli in vetro-camera supportati da un telaio in alluminio, aventi elevate capacità isolanti, che consentono di ridurre i costi del condizionamen-

il nuovo
Financial
Centre di
Taipei con
i suoi 508 m
è l'edificio
più alto
al mondo

to. La protezione contro il fuoco è realizzata attraverso impianti di spegnimento a sprinkler, camere di sicurezza e balconi di rifugio ogni 8 piani, cui si accede tramite corridoi di fuga presenti ad ogni piano, e impianti di ventilazione ed espulsione dei fumi. Ogni 8 piani è realizzato un piano tecnico. Un sistema di controllo centralizzato gestisce tutti gli impianti.

Le torri

La prima torre dell'antichità di una certa rilevanza di cui si hanno notizie certe è il Faro di Alessandria, una delle sette meraviglie del mondo, alto circa 100 m; costruito da Tolomeo II nel III secolo a.C., andò distrutto nel 1326. Dopo la Torre Eiffel, di cui già detto, nel XX secolo sono state costruite molte torri per le trasmissioni televisive, necessariamente più alte degli edifici circostanti. Anche se non possono essere considerate edifici alti, rappresentano comunque opere d'ingegneria di eccezionale valore, e autentiche scale per il cielo.

La *Canadian National Tower*, costruita in 40 mesi tra il 1973 e il 1976, con un'altezza di 554 m è la struttura più alta al mondo; era stata progettata come centro per le telecomunicazioni che potesse superare lo schermo di grattacieli di Toronto, ma è diventata un'attrazione turistica invidiabile nonché il simbolo della città canadese. Ha una pianta a Y, rastremata verso l'alto; la sua sagoma affusolata è interrotta a 335 m di altezza dallo *Skypod*, una specie di ciambella di sette piani che contiene, oltre ad apparecchiature di ripetizione, un ristorante girevole, due terrazze panoramiche, un night-club e due studi televisivi. Più in alto, a 450 m, c'è lo *Space Deck*, una piattaforma panoramica a due piani con vista che può spaziare anche per 150 km nelle giornate limpide. La struttura in calcestruzzo fu realizzata ad una velocità di 6 metri al giorno, con l'ausilio di una cassaforma autoportante che riduceva la sua sagoma man mano che saliva. La verticalità fu particolarmente curata e la deviazione finale non supera i 3 centimetri. La parte terminale della torre è in realtà costituita dall'antenna, posizionata con un elicottero in pochi giorni. La torre può sopportare raffiche di vento ben maggiori anche delle massime prevedibili con elevati periodi di ritorno. L'azione del vento a 250 km/h causerebbe un'oscillazione di soli 25 cm. La torre funge da parafulmine, consentendo anche l'osservazione sicura di temporali, ed è fornita di un sistema di cavi elettrici riscaldanti la superficie per impedire la formazione di ghiaccio, che potrebbe pericolosamente cadere al suolo. Sempre per fronteggiare lo stesso problema, in alcune parti la superficie è ricoperta da una pellicola di plastica sulla quale il ghiaccio non fa presa. Gli ascensori permettono di salire allo *Skypod* in circa un minuto, mentre meno di un minuto è necessario per proseguire fino allo *Space Deck*.

In ordine di altezza segue la *Ostankino Tower*, a Mosca, un'antenna televisiva di 540 m, che trasmette i segnali di 11 stazioni televisive, 12 stazioni radio, e 17 programmi televisivi satellitari. Costruita tra il 1963 e il 1967, è stata fino al 1976 la struttura più alta al mondo, superata dalla *Canadian National Tower*, ed è tuttora la più alta in Europa. Ha un osservatorio pubblico dal quale si ammira un panorama della città e che attira due milioni di visitatori l'anno, e il famoso ristorante "Seventh Heaven" a 337 m di altezza. Nel 1994 era già pronto un progetto per allungare la torre fino a 561 m, per ospitare altre antenne, ma problemi finanziari lo impedirono. Nell'agosto 2000 un incendio in sommità fece temere per il futuro della torre, tanto che le autorità locali presero in considerazione anche l'ipotesi di demolizione; furono, invece, iniziati lavori di ammodernamento e consolidamento. Rappresenta qualcosa di veramente sorprendente in una città dove l'edificio più alto, il *Moskow State University*, che ospita l'università della capitale russa, misura soltanto 240 m; costruito in stile neoclassico tra il 1949 e il 1953, con i suoi 36 piani fuori terra è il terzo edificio per altezza in Europa ed è stato il primo al di fuori del Nordamerica fino al 1985, quando fu

la prima torre dell'antichità è il Faro di Alessandria



Figura 5
La Sky Tower di Auckland (1997) è la struttura più alta nell'emisfero australe; con i suoi 328 m consente una vista per un raggio di 82 km

superato dal *KLI 63 Building* di Seul (249 m e 60 piani).
L'*Oriental Pearl TV Tower* di Shanghai, è alta 468 m e fu costruita tra il 1990 e il 1994 per ospitare antenne televisive. La torre ha tre osservatori: lo *Space City* a 90 m, il *Sightseeing Floor* a 259 m e lo *Space Module* a 350 m, e contiene anche un hotel e un ristorante girevole. È composta di due sfere di diametro rispettivamente pari a 45 e 50 m, collegate da tre colonne di 9 m di diametro. Altre cinque sfere di diametro minore sono tra le due maggiori. La quarta torre in ordine di altezza è la *Menara Kuala Lumpur Tower*, 421 m, completata nel 1996, che rappresenta una pietra miliare nella storia delle telecomunicazioni. A 276 m di altezza sono posizionati l'osservatorio e un ristorante girevole. Degna di menzione è la *Sky Tower* di Auckland, costruita tra il 1994 e il 1997, che con i suoi 328 m è la struttura più alta nell'emisfero australe e consente una vista per un raggio di 82 km. In sommità fu installata un'antenna per telecomunicazioni di 92,6 m in modo da superare l'*AMP Tower* di Sydney, alta 305 m, che ha una struttura stabilizzata mediante 56 cavi. Tutte le torri menzionate fanno parte della *World Federation of Great Towers*.

La sfida continua

Il primo edificio della storia cui è riconosciuto il primato mondiale dell'altezza è dunque la Piramide di Cheope, che con i suoi 147 m ha conservato il primato a lungo, essendo stata spodestata soltanto nel 1884 dal monumento a George Washington, alto 169 m. La costruzione della Torre Eiffel dà inizio ad una nuova era, raddoppiando quasi il record e portandolo a 302 m. Si arriva così al 1931 con l'*Empire State Building* (381 m). Qui cominciano le dispute sull'opportunità di considerare le torri come edifici e le parti terminali, antenne, come facenti parte della struttura. Tra gli edifici veri e propri il primato è passato alle *Twin Towers* di New York (411,5 m) nel 1973, alla *Sears Tower* di Chicago (442 m) nel 1974, alle *Petronas Twin Towers* di Kuala Lumpur (452 m) nel 1998 e, infine, al *Taipei 101* (508 m) nel 2003. Ricordiamo anche che nel 1967 fu completata la *Ostankino Tower* a Mosca (533 m) e nel 1976 la *Canadian National Tower* a Toronto (554 m). Come nel mondo dello sport, anche questi primati sono destinati ad essere superati, a mano a mano che l'uomo, nella sua continua lotta contro la natura, vince ulteriori battaglie.

Nel suo rapido processo di modernizzazione la Cina non è seconda a nessuno nemmeno nel campo degli edifici alti. Ad Hong Kong è stato completato il *Two International Financial Center*, un grattacielo di 88 piani in struttura composta, alto 415 m, che ha tolto il primato di edificio più alto in Hong Kong al *Central Plaza*, 374 m per 78 piani, costruito nel 1992 che, al momento della costruzione, era il più alto in Asia (fino alla costruzione del *Shun Hing Square* in Shenzhen, nel 1996, un grattacielo in acciaio e calcestruzzo, alto 384 m ed avente 69 piani) e il più alto al mondo in cemento armato (fino al completamento nel 1997 del *CITIC Plaza* in Guangzhou, alto 391 m ed avente 80 piani). Nel 2007, sempre ad Hong Kong sarà completato l'*Union Square*, che avrà 102 piani e con i suoi 480 m supererà di 60 m il *Two International Financial Center*. A Shanghai è in costruzione il *World Financial Center*, 467 m di altezza e 95 piani, che supererà il *Jin Mao Building* (421 m e 88 piani), un edificio in struttura mista completato nel 1998, attualmente l'edificio più alto della città e dell'intera Cina, primato tolto al già citato *CITIC Plaza*, che conserva quello di edificio in cemento armato più alto al mondo.

I sogni nel cassetto

Molti sono i progetti non realizzati o non ancora approvati. Già nel 1982 erano stati presentati due progetti a Chicago per il *World Trade Center*: uno era di Harry Weese e consisteva in un edificio alto 761 m con 210 piani; l'altro, di Bruce Graham, prevedeva una struttura di 181 piani e 702 m di altezza. Sempre a Chicago, gli stessi progettisti delle Petronas Towers di Kuala Lumpur avevano proposto il *Miglin-Beitler Skyneedle*, un "ago" di 125 piani, alto 610 m, in materiale composito, che avrebbe spodestato la *Sears Tower* dal trono di edificio più alto della città, ma la recessione causata dalla guerra del Golfo sconsigliò l'inizio di questa impresa. Ancora a Chicago erano stati proposti il *Wolf Point*, un edificio cilindrico di 532 m e 142 piani, e il *7 South Dearborn*, progettato nel 1999 con l'obiettivo di riportare a Chicago il primato dell'edificio più alto, dopo che la *Sears Tower* era stata spodestata dalle Petronas Towers. L'edificio, sottilissimo, sarebbe stato alto 478 m con 112 piani e tre antenne televisive in sommità.

In Corea, nella città di Busan, sono state proposte la *Suyong Bay Tower*, alta 462 m con 102 piani e la *Lotte World 2 Tower*, con 107 piani e 465 m di altezza.

A Mosca, certamente non nota per i suoi grattacieli, è stata proposta la *Tower of Russia*, un edificio di 640 m e 126 piani.

Ma il primato dei sogni è giapponese e in particolare spetta alla città di Tokyo, dove sono stati proposti numerosi edifici. Il meno alto è lo *Shimizu Super High Rise*, di soli 550 m, in struttura mista, il cui progetto dimostra la fattibilità di una struttura così alta in una zona in cui la pericolosità dei terremoti e dei tifoni è molto elevata. Segue la *Holonix Tower*, alta 600 m con 120 piani, in cui i vuoti sono stati efficacemente studiati per consentire ad aria e luce di penetrare all'interno della torre rendendo l'ambiente piacevole.

La *Millennium Tower*, alta 840 m con 180 piani, dovrebbe essere posizionata fuori della baia di Tokyo, a due chilometri dalla costa; può contenere una comunità di 60.000 persone, che produce l'energia necessaria e processa i rifiuti prodotti. È una città in verticale autosufficiente dotata anche di un efficiente sistema di trasporti. Ai piani inferiori sono previsti gli uffici e fabbriche "pulite", ai piani intermedi gli alloggi e in sommità i sistemi di comunicazione e impianti eolici e solari. La struttura ha forma di cono con una gabbia esterna elicoidale, che le consente di resistere alle azioni di uragani e terremoti.

La *Sky City 1000*, proposta nel 1989, è alta 1000 m e occupa 800 ettari. Si tratta di una città sovrapposta con 14 dischi sovrapposti, detti "piani spaziali". Contiene tutto: residenze, uffici, locali commerciali, scuole, teatri, ecc. Vi possono risiedere 35.000 persone, 100.000 vi lavorano.

The Spiral, alto 1000 m, su 200 piani, è uno dei megaprogetti proposti per superare la congestione della città: il 90% dei rifiuti al suo interno viene riciclato, dimostrando di essere ecologicamente sostenibile a lungo andare.

E ancora: l'*Aeropolis 2001*, alto 2001 m; il *Try-2004*, alto 2004 m, l'*X-Seed 4000*, alto 4000 m con 800 piani, tutti organizzati come delle autentiche città in verticale.

Conclusioni

Manie di grandezza e fanatismo da un lato, necessità funzionali e mancanza di suolo dall'altro, spingeranno ingegneri e architetti a proporre edifici sempre più alti, sfidando le forze della natura ma anche le resistenze di urbanisti e politici e, purtroppo, il rischio di attentati terroristici. L'augurio è che questa scalata verso il cielo sia graduale e razionale, basata su certezze derivanti da studi accurati e sperimentazioni affidabili, e che non sia interrotta dall'uomo stesso per manie di grandezza e fanatismo ancora più grandi.

autentiche
città in
verticale

Ricadute e benefici delle ricerche sulla fusione nucleare

PAOLA BATISTONI

ENEA
UTS Fusione

I progressi compiuti nelle attività di ricerca e sviluppo sulla fusione nucleare, che hanno portato alle soglie della realizzazione del reattore sperimentale ITER, hanno dato luogo a numerose ricadute scientifiche e tecnologiche con un considerevole impatto in altri campi della scienza e ricadute sul sistema produttivo

studi & ricerche

Applications and benefits of nuclear fusion research

Abstract

The objective of nuclear fusion research is to harness an inexhaustible, clean, safe and economically competitive source of energy that can help reduce the use of fossil fuels, to the great benefit of the environment and of energy supply security. Fusion research, under way in many countries for decades, is a long-term, large-scale international scientific enterprise. The giant steps already taken along the route to the stated goal of building a fusion reactor required producing an enormous amount of new knowledge and new technologies in many fields, including plasma physics, high vacuum and precision mechanics, advanced materials, cryogeny, the construction of superconducting magnets, pulsed power electronics, radiofrequency, robotics and telemanipulation, data acquisition and control, and diagnostic systems. These are the scientific and technological areas in which fusion programs have invested most heavily, with growing involvement of industry, to design and build ever more complex experimental facilities and train highly qualified personnel. The progress achieved in fusion R&D, which has brought us to the verge of building the ITER experimental reactor, has led to many scientific and technological advances, with important repercussions on other fields of science and benefits for the economy

Le sfide economiche della globalizzazione impongono di concentrare le risorse disponibili sull'obiettivo vitale del mantenimento del livello di competitività del sistema economico, in altre parole sul mantenimento del livello di benessere acquisito dalla nostra società. La ricerca scientifica e tecnologica non solo non è esente da questa richiesta, al contrario essa è protagonista e motore dello sviluppo ed è per questo che l'opinione pubblica, il cittadino contribuente, chiede che le risorse disponibili siano concentrate su imprese scientifiche che abbiano un impatto misurabile in termini di benefici economici, ambientali e sulla qualità della vita.

La ricerca sulla fusione, avviata fin dal principio degli anni 50 per gli scopi civili, costituisce un esempio di impresa scientifica internazionale forse unico in termini di orizzonte temporale, di impegno di risorse e di continuità. Essa ha l'obiettivo di rendere disponibile una fonte di energia inesauribile, pulita, sicura ed economicamente competitiva, cioè di fornire una risorsa necessaria al sistema economico e sociale. La fusione contribuirà in futuro a ridurre sostanzialmente l'impiego di combustibile fossile e quindi l'emissione di gas ad effetto serra, con grande beneficio per l'ambiente e per la sicurezza dell'approvvigionamento energetico. Tuttavia, al di là dell'importanza dell'obiettivo, essa ha già richiesto l'impiego di grandi risorse a livello mondiale negli ultimi decenni, ed altre risorse dovranno essere investite per alcuni decenni ancora prima che l'energia da fusione possa essere utilizzata su larga scala. Nel frattempo è lecito chiedersi, come per altre grandi imprese scientifiche, se e in che misura essa fornisca un significativo contributo al progresso scientifico e tecnologico, e in che misura esso si traduca in progresso economico e sociale.

Il quadro storico

La possibilità di utilizzare l'energia generata nelle reazioni di fusione nucleare fu discus-

sa per la prima volta nel Laboratorio Cavendish di Cambridge nel 1932, quando Lord Rutherford e i suoi collaboratori osservarono tali reazioni bombardando bersagli con fasci di ioni con energie di alcune centinaia di kilovolt, utilizzando elementi leggeri. Già nel 1928 Atkinson and Houtermans avevano ipotizzato che la fusione termonucleare costituisse la fonte dell'energia irraggiata dalle stelle¹, e H. Bethe avrebbe descritto in dettaglio il ciclo di reazioni di fusione nel sole nel 1939², ma nessuna idea su come utilizzare tale fonte di energia sulla Terra fu considerata fino al 1946, quando in Inghilterra si iniziarono a studiare gas ionizzati (plasmi), confinati in tubi di forma prima lineare poi toroidale tramite il campo magnetico generato da una corrente che fluiva all'interno del gas stesso (*pinch*). Circa negli stessi anni, a Los Alamos, Fermi, Teller, R.R. Wilson ed altri discutevano con toni piuttosto pessimistici sulla possibilità di ottenere energia dalla fusione termonucleare fino a che non si comprese che l'impresa poteva essere possibile utilizzando i due isotopi pesanti dell'idrogeno, il deuterio (^2H o D) e il trizio (^3H o T). Le ricerche si indirizzarono immediatamente alla realizzazione di esplosivi termonucleari, ma attorno al 1950 presero avvio anche ricerche sulla fusione termonucleare controllata a scopi civili negli Stati Uniti, in Unione Sovietica e in Inghilterra^{3,4}. Dapprima tali ricerche erano classificate, poiché si riteneva che si potesse in questo modo ottenere intense sorgenti di neutroni veloci, utili per produrre plutonio.

Fu chiaro fin dall'inizio che per raggiungere le temperature di plasma necessarie per innescare le reazioni di fusione (dell'ordine di cento milioni di gradi, circa 10 keV) occorreva trovare il modo di tenere il plasma lontano dalle pareti del recipiente. Ben presto, però, altre difficoltà si manifestarono, sotto forma di instabilità e di perdite di energia del plasma, per cui occorreva ricorrere a trappole magnetiche con campi magnetici sempre più intensi, dell'ordine di alcuni Tesla, per raggiungere le estreme condizioni

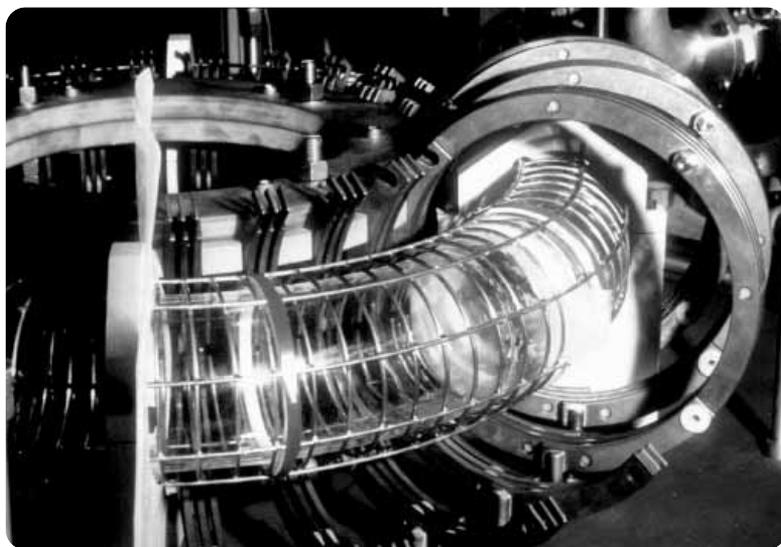


Figura 1

Esperimento FTT (Frascati Turbulent Torus) realizzato a Frascati nel 1972. Dopo una serie di esperimenti dedicati allo studio di plasmi densi e di breve durata, FTT fu il primo *tokamak* realizzato in Italia e il secondo in Europa occidentale (il diametro del toro era di 30 cm, il diametro della sezione di 10 cm). L'esperimento si proponeva lo studio del riscaldamento turbolento del plasma in una configurazione toroidale

di densità, temperatura e purezza del gas richieste. A partire dagli anni 50 furono realizzati molti esperimenti su trappole magnetiche con configurazioni sia lineari aperte (e.g. *mirror*) sia toroidali chiuse (*stellarator*, *reversed field pinch* e più tardi *tokamak*). Considerata la difficoltà dell'impresa, e dal momento che sorgenti di neutroni erano ormai disponibili dai reattori nucleari, ben presto si decise di aprire le ricerche sulla fusione a confinamento magnetico alla collaborazione internazionale.

Nel 1956, durante la visita dell'accademico sovietico I. Kurchatov al British Energy Research Laboratory di Harwell in Inghilterra, furono scambiati risultati sugli esperimenti *pinch* in corso nei rispettivi paesi, scambio che aprì la strada alla completa declassificazione delle ricerche sulla fusione a confinamento magnetico in occasione della Seconda Conferenza Mondiale sugli Im-

pieghi Pacifici dell'Energia Atomica, tenutasi a Ginevra nel 1958*.

Nel frattempo, nel 1957, J.D. Lawson di Harwell aveva pubblicato una famosa nota sui criteri per il funzionamento di un reattore a fusione⁵, in cui si quantificavano per la prima volta le condizioni per la temperatura del plasma (T), la densità di particelle (n) e il tempo di confinamento dell'energia (τ), che debbono essere soddisfatte contemporaneamente affinché il plasma possa produrre più energia da fusione di quanta non ne serva per riscaldarlo dall'esterno: in altre parole $n\tau T > 10^{21} \text{ s m}^{-3} \text{ keV}$ con $T = 10 - 20 \text{ keV}$, $n \approx 10^{20} \text{ m}^{-3}$ e τ dell'ordine di alcuni secondi.

Nello stesso anno, iniziavano in Italia le attività sperimentali sui gas ionizzati presso l'allora Comitato Nazionale per l'Energia Nucleare (CNEN), e veniva istituita la Comunità Europea dell'Energia Atomica (Euratom) che poneva le basi per la collaborazione tra i paesi europei nel campo dell'energia nucleare, inclusa la fusione. Ancora oggi il programma fusione è condotto in quasi tutti i paesi europei con il coordinamento e il parziale finanziamento (circa il 30%) dell'Euratom nell'ambito dei Programmi Quadro europei per la ricerca, tramite contratti di associazione (per Italia l'ENEA è responsabile del Contratto di Associazione con l'Euratom sulla Fusione). Da allora è stata percorsa molta strada, grazie all'ampia collaborazione internazionale, talvolta con improvvise accelerazioni dovute a risultati particolarmente importanti o sull'onda di vicende politico-economiche internazionali. Uno degli eventi più importanti si verificò negli anni 1965-68, quando nel *tokamak* sovietico T3 furono raggiunte per la prima volta temperature del plasma dell'ordine di 1 keV (circa 10 milioni di gradi) per alcuni millisecondi e densità superiori

* Una linea alternativa della fusione, cosiddetta a confinamento inerziale, utilizza appositi bersagli contenenti una miscela di deuterio e trizio, irraggiati con fasci impulsati di luce laser o di particelle di alta energia in modo che l'espansione degli strati superficiali del bersaglio causi la compressione del bersaglio fino a dar luogo alla fusione. La fusione a confinamento inerziale è rimasta classificata per un periodo più lungo ed ha goduto di minore collaborazione internazionale; in Europa (con l'eccezione della Francia) non è stata seguita se non a livello di ricerca fondamentale. Per questo motivo, sebbene abbia determinato ricadute importanti quali, ad esempio, lo sviluppo dei laser di potenza o lo studio della materia ultradensa, essa non è qui considerata.

a 10^{19} m^{-3} . L'evento, insieme alla crisi energetica del 1972-73, fece crescere enormemente l'interesse e le speranze nella fusione, tanto che in quegli anni fu decisa la costruzione di un gran numero di *tokamak* nel mondo di dimensioni medio-grandi, tra cui il Frascati Tokamak (FT) presso i laboratori ENEA di Frascati, seguito poi dal Frascati Tokamak Upgrade (FTU)⁶ ancora in operazione, e il Joint European Torus (JET)⁷ a Culham (Inghilterra), la macchina per la fusione più grande al mondo (con raggio maggiore di 3 m, raggio minore di 1,2 m). I progressi compiuti sono stati enormi, con estrema semplificazione essi possono essere descritti tramite il miglioramento del parametro di Lawson che è passato da $n\tau T \approx 10^{17} \text{ s m}^{-3} \text{ keV}$ in T3 a $n\tau T \approx 10^{21} \text{ s m}^{-3} \text{ keV}$ nel 1997⁸ quando il JET raggiunse le migliori prestazioni producendo 16 MW di potenza di fusione (65% della potenza assorbita), 21 MJ di energia, operando con un plasma DT.

Questo straordinario complesso di nuove acquisizioni scientifiche, tecnologiche e sperimentali che si sono rese necessarie, rende conto delle difficoltà sino ad ora incontrate nel rispondere con sufficiente sicurezza alle previsioni delle scadenze temporali ipotizzate dai ricercatori. Paradossalmente si potrebbe considerare anche questo insegnamento come un "ritorno" certamente, in questo caso, non specifico della fusione.

Il prossimo passo è ora costituito da ITER (International Thermonuclear Experimental Reactor)⁹, un reattore sperimentale proposto da Unione Europea, Giappone, Stati Uniti, Russia, Cina e Corea del Sud, la cui progettazione è ultimata e la cui costruzione è attualmente in fase di decisione. ITER, la cui missione sarà dimostrare la fattibilità scientifica e tecnologica della fusione come fonte di energia, avrà dimensioni lineari doppie rispetto al JET (raggio maggiore 6,2 m, raggio minore 2 m), lavorerà con un campo magnetico di 5,3 T e una corrente di plasma di 15 MA, e produrrà 500 MW di potenza di fusione per tempi lunghi (decine di minuti), utilizzando in maniera integrata e

testando la maggior parte dei componenti chiave per il funzionamento del reattore a fusione. Gli elementi di base della fisica di ITER sono stati provati con successo negli esperimenti fin qui effettuati su un ampio intervallo dei parametri del plasma, i regimi di plasma di ITER richiedono una ragionevole estrapolazione di tali parametri. La realizzazione della macchina ITER, e in particolare di alcuni componenti chiave, ha richiesto la messa a punto di tecnologie innovative la cui fattibilità è stata analizzata anche con la costruzione di prototipi nel corso della attività di ricerca e sviluppo condotte negli ultimi anni. Se approvata, la costruzione di ITER potrebbe iniziare nel 2006 e l'operazione nel 2013.

Sebbene il salto tecnologico tra ITER e la realizzazione del reattore a fusione sia ancora impegnativo, il passo che manca è ormai piccolo rispetto al percorso fatto, percorso che ha richiesto un enorme sforzo scientifico e tecnologico in un campo in cui, all'inizio, quasi tutto era da inventare.

I plasmi e le ricadute scientifiche del Programma Fusione

Applicazioni industriali dei plasmi

I plasmi a bassa temperatura erano studiati fin dall'inizio del 900 in fisica solare e in fisica della ionosfera, ed erano utilizzati fin dalla seconda metà dell'800 nell'industria elettrica e in quella della illuminazione. Tuttavia i plasmi rimasero un po' confinati in questi settori di nicchia fino a che le ricerche sulla fusione nucleare non fecero crescere enormemente l'interesse intorno ai gas ionizzati, contribuendo a mettere a punto le tecnologie necessarie per produrli e controllarli, in primo luogo le tecnologie elettrotecniche e elettroniche (generatori, condensatori, interruttori per impulsi di potenza) e dell'alto vuoto (pompe, materiali compatibili e a tenuta di vuoto). Si può affermare che le ricerche sulla fusione hanno contribuito, in modo più o meno diretto,

a sviluppare la grande quantità di applicazioni tecnologiche e industriali del plasma che conosciamo¹⁰⁻¹². Si tratta in generale di plasmi a bassa temperatura ($T \leq 10$ eV), sia termici sia in non equilibrio termico (in cui la componente ionica è molto più fredda di quella elettronica). I primi sono utilizzati come sorgente termica per fondere e proiettare su superfici reagenti gassosi o particolati solidi, iniettati nel plasma in forma di minuscole particelle (plasma spraying, deposizione al plasma ecc.) o esposti al plasma nella forma di materiali solidi (applicazioni di fusione e di raffinazione in metallurgia). Plasmi in non equilibrio termico, invece, sono utilizzati per generare e controllare flussi di ioni incidenti su superfici per modificarne le caratteristiche sia depositandovi materiali (deposizione), sia rimuovendone i primi strati molecolari (*etching* e *sputtering*), sia depositando in profondità nuovi componenti (impiantazione ionica), sia generando, su composti organici, la disponibilità superficiale di legami chimici liberi per la cattura di radicali diversi da quelli rimossi (modificazione superficiale delle fibre sintetiche e delle materie plastiche). Le applicazioni attuali di tecnologie assistite dal plasma comprendono: la fabbricazione di circuiti integrati a semiconduttore e altri strumenti elettronici, la produzione di supporti magnetici per registrazione, lo stampaggio

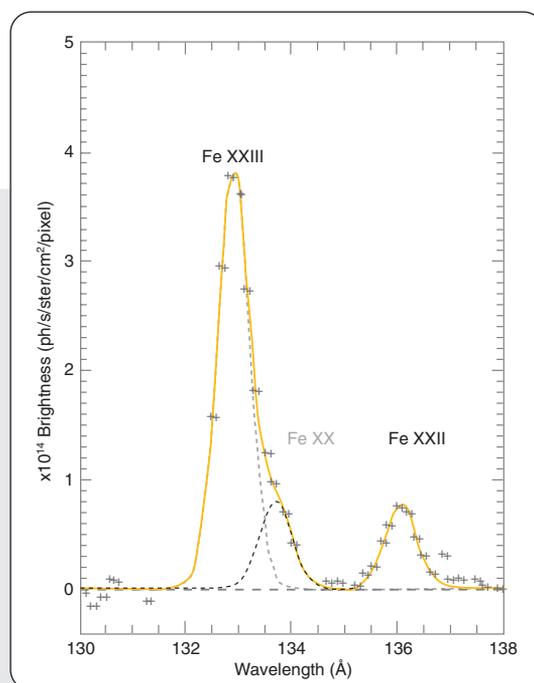
di film polimerici, la realizzazione di lampade per illuminazione, display ottici e schermi, l'indurimento di utensili, la saldatura di materiali, stampi e metalli industriali, le lavorazioni meccaniche di precisione, l'accrescimento di film superconduttori o di diamanti, i depositi anticorrosione, di barriera termica e di isolamento elettrico, la lavorazione di materiali esotici sia di tipo ceramico che metallico, la fabbricazione di manufatti a sagoma speciale in metalli refrattari, la produzione di materiali biocompatibili e di imballaggi per prodotti farmaceutici. Tra le applicazioni in via di sviluppo vi è l'utilizzo di plasmi per la propulsione in motori da applicarsi a vettori spaziali per missioni di lunga durata, e la distruzione di rifiuti tossico-nocivi mediante torce al plasma.

Sviluppo della fisica del plasma, contributi ad altri campi della scienza

Al di là delle applicazioni industriali dei plasmi a bassa temperatura, la generazione e il controllo di plasmi ad alta temperatura per la fusione ha richiesto la comprensione di un gran numero di fenomeni fisici com-

Figura 2

Misura dello spettro di emissione del ferro molte volte ionizzato nel plasma di FTU, plasma molto simile a quello delle corone stellari (temperatura 10^6 - 10^7 K, densità 10^{18} - 10^{20} m⁻³). Poiché la densità locale in FTU è conosciuta con metodi indipendenti, la misura permette di ricavare la dipendenza dalla densità del rapporto dell'intensità delle varie righe. I risultati sono applicati all'analisi di recenti misure dell'emissione nell'estremo ultravioletto dalle regioni dense dell'atmosfera di alcune stelle, permettendo di ricavarne le condizioni di temperatura e densità¹⁴. In condizioni diverse, per esempio durante lo spegnimento della scarica in cui un'ampia frazione di plasma si trova a temperature più basse (50-100 eV), sono state misurate le linee di emissione M-shell del ferro (da Fe VIII a Fe XIII): l'analisi effettuata ha dimostrato che lo spettro M-shell è fortemente sensibile alla temperatura, e che quindi può essere utilizzato per la misura della temperatura stessa in una gran varietà di applicazioni¹⁵



plessi, e ha contribuito sostanzialmente allo sviluppo di una nuova disciplina scientifica, la fisica del plasma, che a sua volta ha dato contributi in molti altri campi della scienza. Essa trova applicazione nello studio del magnetosfera terrestre, della corona solare e in molti fenomeni astrofisici, nella comprensione delle instabilità dei fasci intensi di particelle cariche negli acceleratori. Ma non solo. Considerati una volta come oggetti inestricabili, trattabili al massimo con ricette semiempiriche, estrapolabili al più con rozze leggi di scala, i plasmi termonucleari sono adesso sistemi fisici più comprensibili e forgiabili dall'esterno. La fusione magnetica ha prodotto diversi MW di potenza di fusione, pareggiando quasi la potenza fornita dall'esterno. Ciò è stato possibile grazie alla comprensione teorica dei meccanismi di trasporto (diffusione delle particelle, conduzione del calore), di insorgenza e sviluppo di instabilità macroscopiche e microscopiche, di propagazione di onde elettromagnetiche, di processi non lineari. Il plasma ha costituito l'arena ideale per lo studio della turbolenza dei fluidi, del caos e della complessità, consentendo scoperte di carattere fondamentale quali, ad esempio, la presenza di regimi quiescenti in sistemi lontani dall'equilibrio termodinamico, quali i plasmi confinati, caratterizzati dalla presenza di sorgenti di energia libera. In questi regimi, il campo di velocità varia tanto rapidamente nello spazio da spezzare i vortici di turbolenza riducendo la diffusione. Questa circostanza è alla base dei regimi a confinamento migliorato, ottenuti ed esplorati negli ultimi anni in molti *tokamak*, in cui la formazione di regioni interne al plasma a ridotta turbolenza dà luogo a barriere al trasporto di energia¹³.

Nell'ambito della fisica atomica, la ricerca sulla fusione ha stimolato lo studio e la valutazione delle sezioni d'urto necessarie per l'analisi delle impurezze nei plasmi, in particolare le sezioni d'urto di collisione, ionizzazione, eccitazione e cattura degli elettroni su ioni con $Z \gg 1$. La disponibilità dei gas

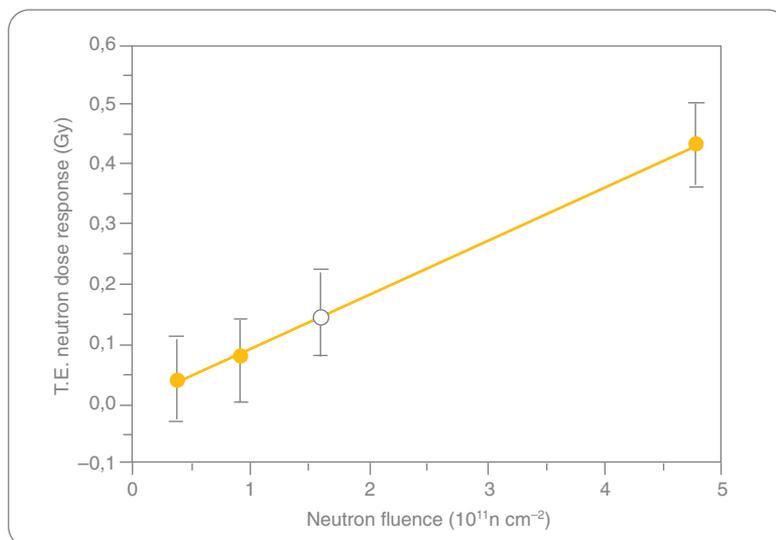


Figura 3

La relazione tra radicali prodotti dalla radiazione ionizzante nello smalto dei denti (Tooth Enamel, T.E.), misurata tramite spettroscopia EPR (electron paramagnetic resonance) e la fluence di neutroni di data energia è stata recentemente studiata presso FNG in collaborazione tra ENEA e Istituto Superiore di Sanità. L'esistenza di una chiara correlazione (in figura) permette di utilizzare questa tecnica per la dosimetria individuale non di emergenza bensì retroattiva e integrata su tutta la vita, per esempio in studi epidemiologici finalizzati alla valutazione del rischio radiologico²⁰

di laboratorio ha reso possibile la spettroscopia di specie atomiche molte volte ionizzate e molto eccitate che trova applicazioni in astrofisica¹⁴. Per lo studio dell'interazione plasma-parete nei *tokamak* sono stati sviluppati codici di simulazione delle cascate di collisioni originate dagli ioni non confinati che penetrano nelle pareti della camera da vuoto, in grado di descrivere ogni fenomeno di riflessione o di erosione della superficie; tali codici sono adesso utilizzati per molte altre applicazioni scientifiche e industriali che utilizzano l'impiantazione ionica, per esempio per il drogaggio dei semiconduttori¹⁶.

Nell'ambito della fisica nucleare, poiché le reazioni di fusione D-T danno luogo a neutroni con energia di 14,1 MeV, il programma fusione ha promosso la misura o la valutazione di sezioni d'urto neutroniche per energie dei neutroni almeno fino a 20 MeV, cioè su di un intervallo più esteso rispetto a quello già esplorato per la fissione. La necessità di schermare i componenti critici del reattore da tali neutroni, e di limitare

il danneggiamento e l'attivazione che essi provocano nei materiali più esposti, hanno richiesto la preparazione di librerie di sezioni d'urto e di dati nucleari, lo sviluppo di codici per il calcolo del trasporto della radiazione nella materia in geometrie complesse, per il calcolo degli effetti dell'irraggiamento e dell'attivazione indotta dai neutroni¹⁷. Le librerie di dati nucleari sviluppate nel programma fusione sono ampiamente utilizzate come base di partenza per progetti di ricerca che richiedono ulteriori estensioni a più alte energie (astrofisica nucleare, sorgenti di spallazione) e in numerose applicazioni pratiche quali la dosimetria per applicazioni in radioprotezione, l'analisi della composizione chimica e della presenza di elementi in traccia nei materiali per attivazione neutronica.

Il programma fusione ha anche stimolato la realizzazione di sorgenti di neutroni utilizzate a scopi non militari per la validazione dei dati nucleari appena descritti. In questo settore, l'ENEA ha realizzato a Frascati un Generatore di Neutroni da 14 MeV di media intensità, il Frascati Neutron Generator (FNG)¹⁸, unico nel suo genere in Italia e per molti anni in Europa, che produce 10^{11} n/s in modo continuo tramite la reazione di fusione tra Deuterio e Trizio. Dal 1992, anno in cui ha cominciato ad operare, non solo FNG è stata la facility europea di riferimento per la validazione sperimentale dei dati nucleari per la fusione, ma ha anche costituito una delle poche sorgenti di neutroni disponibili in Italia e, insieme ai laboratori ad essa annessi, ha contribuito al mantenimento delle competenze nucleari sperimentali in Italia. L'uso di FNG è molto richiesto da gruppi di ricerca italiani al di fuori della fusione, per lo studio del danneggiamento di rivelatori e/o di componenti elettronici esposti al flusso di neutroni, per lo sviluppo, caratterizzazione e calibrazione di nuovi rivelatori per applicazioni in astrofisica e in fisica delle alte energie, e infine in dosimetria neutronica^{19,20}.

La scienza computazionale ha tratto notevole impulso dalla comunità della fusione, nel-

l'ambito della quale si sono andati sviluppando codici sempre più complessi, per la simulazione fluidodinamica, magneto-fluidodinamica e cinetica del plasma, utilizzati in altre discipline quali la fisica dell'atmosfera, fisica solare, astrofisica, fisica dei fasci di particelle non neutre. I metodi numerici per il calcolo dei campi magnetici in geometrie complesse e l'analisi degli stress ad elementi finiti hanno avuto un enorme impulso dalla applicazione alla progettazione delle macchine per la fusione²¹. La fusione ha contribuito allo sviluppo dei sistemi di supercalcolo: il Magnetic Fusion Energy Computing Center (MFEECC) realizzato nel 1974 negli Stati Uniti presso i laboratori nazionali di Livermore, appositamente per servire il programma fusione americano, con la sua rete di accesso remoto ai laboratori affiliati al Department of Energy (DoE) e alle università americane costituì il primo esempio di centro di supercalcolo non classificato, servito da modello per gli altri che seguirono¹².

Sviluppo di nuove tecniche di misura

Oltre alla comprensione teorica, lo studio dei plasmi ha richiesto lo sviluppo di una molteplicità di tecniche di misura, di analisi dei dati e tecniche di ricostruzione dell'immagine estremamente avanzate che sono state in seguito applicate ad altri campi della scienza e della tecnologia. Presso il Laboratorio Gas ionizzati del Centro ENEA di Frascati fu effettuata nel 1959 la prima misura della densità elettronica di un plasma mediante un interferometro ottico²².

Successivamente, nel 1962 fu introdotto l'uso del laser, da poco scoperto, nelle tecniche interferometriche di misura della densità di plasma²³, e immediatamente dopo vennero eseguiti i primi esperimenti di scattering di luce laser per la misura della temperatura del plasma²⁴. Negli anni successivi tutte queste tecniche sono diventate di uso generale nella fisica del plasma. Le sonde di Langmuir applicate e perfezionate per la misura del flusso di ioni da plasmi di fusione sono normalmente applicate nell'industria

dei semiconduttori²⁵. Sistemi laser utilizzati per la misura del campo di velocità nei plasmi per lo studio della turbolenza sono adoperati in molte applicazioni per misurare la concentrazione, dimensione e velocità di polveri, la temperatura, velocità e turbolenza di fluidi, vibrazioni e deformazioni, la qualità di fibre sintetiche in tempo reale durante la produzione.

Non solo energia

Per concludere, vale la pena di menzionare che la fusione è studiata anche per applicazioni diverse dalla produzione di energia. In particolare, le macchine a fusione, anche funzionando al di sotto del pareggio energetico, costituiscono sorgenti di neutroni "volumetriche", cioè con grandi volumi disponibili per l'esposizione all'irraggiamento neutronico. Per questo, in particolari condizioni e regimi operativi, potrebbero essere utilizzate per il bruciamento degli attinidi, e la produzione di radioisotopi. Per i vettori spaziali per missioni di lunga distanza, sono allo studio vari tipi di motori a fusione che, essendo caratterizzati da valori di impulso specifico centinaia di volte più grandi di quelli attualmente ottenibili, consentirebbero di ridurre la durata delle missioni a tempi più accettabili²⁶.

Le ricadute industriali

Lo stretto rapporto tra le ricerche sulla fusione e l'industria si esplica, tradizionalmente, tramite quattro meccanismi principali: la formazione professionale, le commesse per forniture per la realizzazione degli apparati sperimentali, lo sviluppo e/o il trasferimento delle tecnologie innovative, la produzione di *spin-off*. Questi meccanismi tuttavia spesso si intrecciano e una loro individuazione separata non renderebbe correttamente conto della varietà, della ricchezza delle situazioni e della complessità che da sempre ha accompagnato i rapporti tra la ricerca nel campo della fusione e il sistema industriale.

La formazione professionale

Il trasferimento di innovazione e di *know-how* dall'ambito più ristretto dell'impresa scientifica al mondo produttivo, può avvenire in primo luogo attraverso la formazione di personale tecnico-scientifico altamente qualificato tramite la permanenza di studenti e di giovani ricercatori presso i grandi laboratori di ricerca dove sono operativi gli impianti sperimentali di ricerca.

Nel caso della fusione, la quantità e la dimensione di tali impianti sperimentali, la complessità e la multidisciplinarietà che li caratterizza, l'ampia collaborazione internazionale che li collega, fa della formazione professionale un meccanismo di grande valore sociale, anche se difficilmente quantificabile. Nel quinquennio 1995-99 erano operative in Europa una decina macchine sperimentali presso cui lavoravano, oltre a circa 1750 ricercatori, 250 studenti di PhD, 45 ricercatori all'anno con borse di studio e un numero non precisato di studenti in fase di preparazione della tesi di laurea²⁷, la gran parte dei quali è stata successivamente impiegata nell'industria e nel sistema educativo oltre che nella ricerca.

Le tecnologie della fusione, innovazione e *spin-off*

Mentre i primi esperimenti sulla fusione erano completamente realizzati all'interno dei laboratori, in una fase successiva si iniziò a ricorrere all'industria per la fornitura di apparecchi o strumenti con particolari prestazioni, o di interi componenti per le macchine sperimentali, progettati all'interno dei laboratori.

Nel tempo, man mano che gli impianti sperimentali sono cresciuti in complessità, si è reso necessario un maggiore coinvolgimento dell'industria non solo per la fornitura di oggetti ma anche per attività di progettazione e di sviluppo di specifiche soluzioni in settori ad alta tecnologia, quali l'alto vuoto e la meccanica di precisione, i materiali avanzati, la criogenia, la costruzione di magneti e bobine, l'elettronica di

potenza impulsata, la radiofrequenza, la robotica e telemanipolazione, l'acquisizione dati e il controllo, i sistemi diagnostici, la tecnologia del trizio.

L'insieme di tutte questi aspetti scientifici e tecnologici rappresentano i settori su cui, nel tempo, il programma fusione ha maggiormente investito risorse con un crescente coinvolgimento dell'industria.

In tutti questi settori, le imprese che hanno partecipato alla realizzazione di componenti e impianti per la fusione, incluse le piccole e medie industrie, hanno generalmente tratto beneficio acquisendo nuove tecnologie, *know-how* e qualificazione, e trasferendoli dall'ambito scientifico in nuovi settori di mercato^{25,28-30}.

Le tecnologie dell'alto vuoto ($\sim 10^{-8}$ bar) sono utilizzate nella realizzazione di camere da vuoto di grandi dimensioni (il volume della camera interna del JET è di circa 150 m³, saranno 837 m³ in ITER), e in grado di sostenere elevati carichi termici, continui o accidentali, e intense forze elettromagnetiche che possono verificarsi per l'interazione di correnti immagine con il campo magnetico. Nel caso di scariche lunghe o stazionarie, la camera da vuoto deve essere attivamente raffreddata, mentre la necessità di evitare il degassamento può richiedere il riscaldamento preventivo della camera da vuoto fino a 500 °C, talvolta dovendo

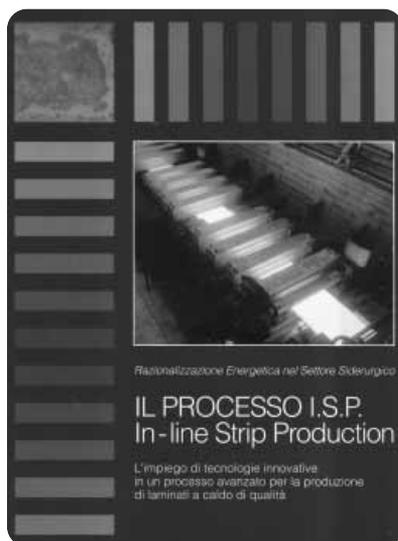
mantenere l'isolamento termico con i magneti superconduttori. L'uso del trizio richiede inoltre che tutti i componenti siano manovrabili in maniera remotizzata. L'insieme di questi requisiti richiede lavorazioni di alta precisione, tecniche avanzate di saldatura, di controllo e per la tenuta di vuoto. Le tecnologie dell'alto vuoto e della meccanica di precisione hanno avuto un notevole impulso dal programma fusione, si pensi in particolare allo sviluppo di guarnizioni metalliche di ogni tipo, alle tecniche di saldatura e del relativo controllo.

Nelle macchine a confinamento magnetico il campo magnetico principale è generato dalle bobine che formano il magnete toroidale, mentre la forma e il centramento del plasma sono ottimizzati utilizzando le bobine del circuito magnetico poloidale. La gran parte delle macchine fin qui realizzate fa uso di elettromagneti costituiti da avvolgimenti di rame.

Tuttavia, poiché il reattore a fusione potrà essere economicamente competitivo solo utilizzando magneti superconduttori, il programma fusione ha dedicato uno sforzo considerevole allo sviluppo dei materiali e dei magneti superconduttori fin dagli anni 70. Rispetto ai magneti impiegati negli acceleratori di particelle, i magneti nelle macchine a fusione operano a valori del campo magnetico più intensi e devono sostenere severi carichi, talvolta impulsati. Un programma internazionale di collaborazione tra Stati Uniti, Europa e Giappone fu iniziato nel 1977, sotto l'egida della International Energy Agency (IEA) per lo sviluppo e dimostrazione di magneti superconduttori per la fusione. Lo scopo di questo grande progetto, denominato Large Coil Task (LCT)³¹, era quello di dimostrare le tecniche di costruzione, l'operazione e il funzionamento di grandi magneti superconduttori, in grado di produrre campi magnetici di almeno 8 Tesla. Per questo progetto furono utilizzate leghe di NbTi e Nb₃Sn in varie forme e raffreddate in vario modo, sebbene in quel momento non vi fosse ancora una chia-

Figura 4

Un codice sviluppato dall'ENEA per il calcolo della temperatura in componenti di macchine da fusione di forma geometrica complessa, interessati da correnti parassite, ha trovato applicazione nel settore siderurgico per la valutazione delle temperature di laminati in forni ad induzione elettromagnetica. All'inizio degli anni '90 il Gruppo Arvedi, insieme alla Mannesmann-Demag ha realizzato un impianto capace di produrre annualmente 500 mila tonnellate di acciaio inossidabile basato sul processo ISP (In-line Strip Production) che consente di ottenere un prodotto finito senza soluzione di continuità, quindi senza raffreddare le bramme per ispezioni, con notevole risparmio energetico



ra esperienza applicativa in nessuno di questi casi. Il progetto, che vedeva la partecipazione di numerosi laboratori di ricerca con un vasto coinvolgimento dell'industria (General Dynamics, General Electric, Westinghouse, Airco, Intermagnetics General Corporation, Siemens, Vacuumschmelze, Krupp, Brown Boveri, Hitachi, Toshiba, Kawasaki, Mitsubishi), si concluse a metà degli anni 80 con la realizzazione di 6 bobine di dimensioni 2,5 m x 3,5 m, con correnti nei conduttori di 10- 8 kA. Successivamente sono state realizzate diverse macchine a fusione con magneti superconduttori: i *tokamak* TRIAM-1M (Kasuga, Giappone, 1986), TORE SUPRA (Cadarache, Francia, 1988), HT-7U (Hefei, Cina, in fase di completamento) e lo *stellarator* LHD (Nagoya, Giappone, 1998). Dal 1985 le attività si sono concentrate sullo sviluppo di magneti superconduttori in Nb₃Sn per ITER che raggiungono dimensioni e prestazioni mai raggiunte fino ad oggi. Nell'ambito delle attività di R&S, sono stati costruiti due prototipi delle bobine superconduttrici rispettivamente del magnete toroidale (campo magnetico massimo pari a 11,8 T, realizzato in Europa con il coordinamento dell'ENEA) e del solenoide centrale (campo magnetico massimo pari a 13,5 T, realizzato in collaborazione tra Giappone e Stati Uniti)³². Lo sforzo finanziato dalla fusione ha contribuito sostanzialmente allo sviluppo dei magneti superconduttori, oggi ampiamente usati in varie applicazioni che richiedono alti campi magnetici non tecnicamente ottenibili altrimenti, o per le quali le elevate correnti utilizzate rendono l'uso di tali magneti economicamente competitivo. Attualmente, il mercato più importante è rappresentato dagli apparecchi per la diagnostica medica per immagini basata sulla risonanza magnetica nucleare (Magnetic Resonance Imaging, MRI), che impiega intensi campi magnetici caratterizzati da elevato grado di omogeneità e stabilità. Tuttavia, stanno riscuotendo crescente interesse i sistemi per l'immagazzinamento magnetico dell'energia elettrica

(Superconducting Magnetic Energy Storage systems, SMESs) per la stabilizzazione delle reti elettriche, ed altri componenti di uso nell'industria elettrica (generatori, limitatori di corrente ecc.).

I sistemi di riscaldamento del plasma con microonde utilizzano un grande intervallo di frequenze, da alcuni MHz ad oltre 100 GHz. Le sorgenti di alta potenza (~0,5-1 MW) utilizzate variano dai tetrodi (~1-300 MHz), ai klystron (~0,3-10 GHz) e ai gyrotron (~10-200 GHz). I klystron utilizzati per gli esperimenti di fusione furono inizialmente adattati da quelli

usati per i radar o per altre applicazioni industriali, estendendone nel tempo la durata dell'impulso e la potenza (~1 MW). I gyrotron, studiati inizialmente per scopi militari, sono stati sviluppati a partire dalla fine degli anni 70 appositamente per generare microonde ad alta potenza ed alta frequenza per riscaldare i plasmi della fusione utilizzando la risonanza alla frequenza di ciclotrone degli elettroni. Attualmente i gyrotron di potenza sono utilizzati anche per la produzione di fasci di microonde focalizzati e capaci di fare una scansione su aree relativamente grandi per la lavorazione di materiali a bassa conducibilità termica quali polveri, polimeri, vetro e ceramici in genere: l'utilizzo di più alte frequenze, corrispondenti a lunghezze d'onda più piccole,

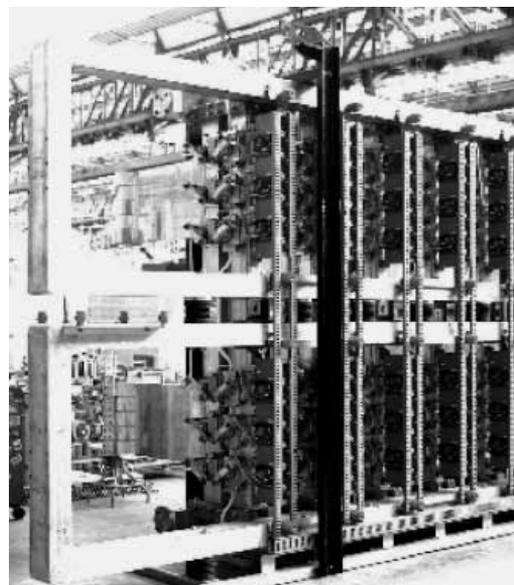


Figura 5

L'ENEA ha collaborato con Ansaldo Sistemi Industriali (oggi Ansaldo ASI Robicon - Milano) al progetto ed al collaudo del modulo base di riferimento degli amplificatori di potenza per ITER (tensione di uscita: 2,5 kVdc, corrente di uscita 45 kA, capacità di annullare correnti di cortocircuito fino a 310 kA senza l'intervento di interruttori o fusibili di protezione, per rendere l'impianto di nuovo disponibile dopo l'annullamento della corrente di corto). Sulla spinta di quanto ottenuto, l'Ansaldo ASI Robicon ha ricavato una versione commercialmente venduta anche in container standard per installazione diretta all'esterno (in figura). La taglia tipica di questo unità è di 1 kV, 100 kA e si presenta assai flessibile potendo assumere facilmente configurazioni serie/parallelo

presenta vantaggi rispetto alle frequenze tradizionalmente usate per queste applicazioni (fino a 2,45 GHz) in termini di maggiore concentrazione di potenza e di focalizzazione su profondità limitate, per materiali a contatto con materiali che non devono essere trattati, per processi di sinterizzazione, giunzione di materiali con diverse temperature di fusione (metalli su ceramici) per riscaldamento selettivo, rivestimenti ceramici. Inoltre, rispetto alle sorgenti di microonde tradizionali, l'impiego di gyrotron consente di ridurre i tempi di lavorazione e i consumi energetici^{25,33}. Sulla base dei progressi ottenuti per la fusione, si stanno sviluppando amplificatori basati su gyrotron per radar ad onde millimetriche ad alta potenza che presentano migliori prestazioni in quanto, lavorando a frequenze più alte, subiscono minore attenuazione da parte dell'atmosfera e forniscono una migliore risoluzione delle immagini³⁴.

Un altro modo per riscaldare il plasma, e generare corrente in maniera non induttiva (requisito necessario per passare dall'operazione impulsata a quella continua), consiste nell'iniettare fasci di particelle neutre ad alta energia (140 keV nel caso del JET), ottenuti neutralizzando fasci di ioni positivi. Per energie più elevate (1 MeV nel caso di ITER), conviene produrre tali fasci a partire da ioni negativi i quali presentano una maggiore efficienza di conversione ad alte energie. Recentemente sono state sviluppate sorgenti e sistemi di focalizzazione di fasci di ioni negativi con i requisiti di convergenza e durata del fascio necessari per ITER. Una delle caratteristiche di tali fasci è la purezza della composizione grazie all'assenza di specie atomiche o molecolari diverse. Per questa caratteristica, la tecnologia sviluppata per la fusione viene applicata alla produzione di film ultrasottili di silicio monocristallino (10 μm) con il metodo della delaminazione, in cui un fascio di ioni negativi viene inviato, senza dover ricorrere a sistemi di analisi e di separazione di massa, su uno strato di silicio monocristal-

lino. Lo strato di idrogeno depositato ad una determinata profondità nel cristallo, a seguito di riscaldamento causa la separazione dello strato superficiale³⁵. In questo modo si possono produrre film di silicio monocristallino, da utilizzare su substrati di basso costo nelle celle fotovoltaiche, con lo spessore minimo per avere sufficiente efficienza di conversione e costi ridotti.

La disponibilità di materiali opportuni rappresenta un aspetto cruciale per lo sviluppo dell'energia da fusione, siano essi materiali strutturali, materiali di prima parete esposti al plasma, materiali utilizzati nei sistemi per la produzione e recupero del trizio nel ciclo del combustibile, o per applicazioni specifiche (isolanti, finestre, guarnizioni, fibre ottiche). La selezione dei materiali di ITER ha richiesto un approccio totalmente ingegneristico per tener conto in maniera integrata delle proprietà meccaniche e degli effetti dell'irraggiamento neutronico, delle tecniche di lavorazione e giunzione, dell'affidabilità e manutenzione. Il materiale strutturale primario di ITER sarà ancora un acciaio convenzionale (316 L(N)); diversi materiali saranno utilizzati nei componenti affacciati al plasma sui quali viene depositato il 20% della potenza di fusione totale, con picchi che superano i 10 MW/m² nella parte in cui viene convogliata, attraverso una particolare configurazione del campo magnetico, gran parte di tale potenza (divertore). La comprensione dei meccanismi di interazione col plasma e degli effetti di erosione e rideposizione ha portato alla scelta del berillio per la prima parete, e di compositi in fibre di carbonio (CFC) e di tungsteno per il divertore. Questi materiali sono applicati su un supporto di rame ad alta resistenza percorso dai tubi dell'acqua di raffreddamento e collegato alla struttura in acciaio della prima parete/divertore. L'attività di progettazione di ITER ha prodotto una notevole estensione della conoscenza delle proprietà fisiche e termo-meccaniche di tutti i materiali utilizzati e ha richiesto lo sviluppo di nuove leghe e di tecniche di giun-

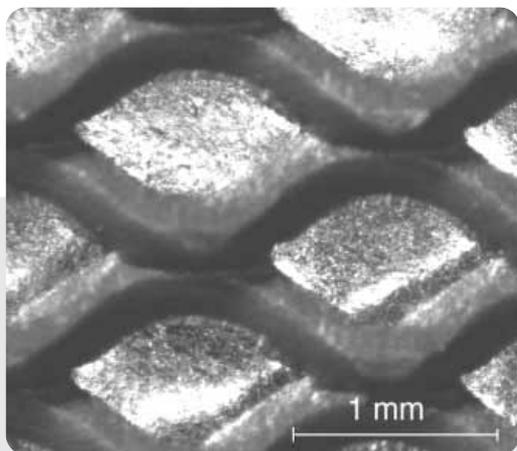


Figura 6

Membrane in lega Pd-Ag in grado di separare selettivamente idrogeno da miscele gassose possono essere utilizzate per produrre idrogeno ultra puro in diverse applicazioni energetiche (ad es. in processi di *reforming* di idrocarburi in reattori a membrana). Attualmente l'impiego su larga scala di questi dispositivi viene limitato dall'alto costo dei materiali preziosi utilizzati (leghe di Pd). L'ENEA ha sviluppato membrane composite Pd-metallo di costo contenuto di due diversi tipi: membrane di Pd-Ag di spessore molto ridotto (10-20 μm) supportate da reti (o griglie o lamiere forate, in figura) di acciaio inox o nichel, e membrane laminate composite Pd-Ag/metallo non prezioso/Pd-Ag

zione tra metalli diversi. Inoltre, la necessità di impedire rilasci di trizio attraverso le pareti dei vari componenti ha determinato lo sviluppo di barriere di permeazione agli isotopi dell'idrogeno nei metalli, utilizzando tecniche di coating o impiantazione ionica. Al tempo stesso, per il recupero del trizio, sono state sviluppate membrane metalliche sottili in lega di palladio, completamente selettive all'idrogeno, per la realizzazione di tubi permeatori in grado di separare gli isotopi dell'idrogeno da miscele gassose. Entrambe queste tecnologie possono trovare impiego, ad esempio, nei processi di produzione e separazione dell'idrogeno per alimentare celle a combustibile.

Più a lungo termine, i requisiti di sicurezza, di riduzione delle scorie radioattive e di competitività economica per il reattore a fusione richiedono lo sviluppo di materiali avanzati, caratterizzati da bassa attivazione ed elevata resistenza al danneggiamento da irraggiamento neutronico, con possibilità

di operare ad alta temperatura. La specificità della fusione rispetto alla fissione consiste principalmente nel maggiore tasso di trasmutazioni con produzioni di gas (H, He) nei materiali strutturali per reazioni indotte dai neutroni (circa 100 volte più grande negli acciai) a parità di fluenza neutronica. Per ridurre questi effetti negativi sono stati sviluppati acciai ferritici/martensitici a ridotta attivazione (F82-H in Giappone, 9Cr-2W-TaV negli Stati Uniti, EUROFER in Europa) che presentano proprietà superiori rispetto agli acciai convenzionali in termini resistenza all'impatto e resistenza a frattura, e al tempo stesso minor sensibilità all'infragilimento sotto irraggiamento neutronico³⁶, il cui impiego è tuttavia limitato a temperature di lavoro non superiori a circa 600 °C (circa 650 °C per leghe indurite con ossidi dispersi). Come materiali strutturali per concetti di reattore operanti a più alte temperature, sono sviluppati composti in fibre di carburo di silicio (SiC/SiC) (e in misura



Figura 7

L'ENEA è attiva nello sviluppo di compositi SiC-SiC per la fusione. In collaborazione con la Fabbricazioni Nucleari (FN) e la Tecnotessile Srl, ha realizzato pannelli di composito SiC-SiC aventi elevata purezza (SiC stechiometrico policristallino), elevata densità (fino a 2.60 g/cm³) e alta conducibilità termica (oltre 30 W/(mK)). I materiali prodotti sono prototipici di livello pre-industriale, ma la tecnologia è scalabile anche a prodotti semilavorati di dimensione rilevante per applicazioni industriali. L'ENEA ha inoltre messo a punto una tecnica di fabbricazione di materiali a gradiente di funzione, costituiti da una struttura mista di carburo di silicio multistrato e di un composito ceramico a fibra continua, adatti alla fabbricazione di pannelli in geometria piana, curva e tubolare

minore leghe di vanadio V-4Cr-4Ti) che presentano le migliori caratteristiche in termini di attivazione indotta da neutroni. Il carburo di silicio monolitico e i materiali compositi C-SiC e SiC-SiC sono utilizzati nell'industria aerospaziale, in parti di motori e bruciatori, negli scambiatori di calore ad alta temperatura per realizzare componenti destinati ad operare ad elevate temperature ed in condizioni aggressive per le loro caratteristiche di stabilità chimica e resistenza meccanica ad alta temperatura, di resistenza all'abrasione, all'ossidazione e in generale all'aggressione chimica e allo sputtering chimico. Il carburo di silicio monolitico viene generalmente fabbricato con la tecnologia delle polveri, ha buona conducibilità termica ma è fragile. Al contrario, i compositi sono più resistenti ma presentano valori più bassi della conducibilità termica. Il miglioramento di questa caratteristica dei compositi, insieme alla riduzione delle impurezze per la riduzione dell'attivazione residua e alla comprensione degli effetti della produzione di gas (He) sotto irraggiamento sono oggetto della attività di sviluppo condotta nell'ambito del programma fusione. Nonostante i risultati ottenuti, lo sforzo di ottimizzazione delle tre categorie di materiali sopra menzionati per gli aspetti speci-

fici della fusione, per il momento non rende i prodotti sviluppati competitivi per applicazioni diverse. Tuttavia, tale lavoro di sviluppo è raccolto da progetti che presentano problematiche simili, come quelli per la realizzazione di sorgenti neutroniche di spallazione, di sistemi ADS (Accelerator Driven System) o dei reattori nucleari di IV generazione, per i quali si pensa di impiegare i materiali strutturali sviluppati per il reattore a fusione³⁷.

Nel reattore a fusione così come nelle attuali macchine sperimentali che operano in D-T, l'uso del trizio e l'attivazione dei materiali indotta dai neutroni impone che la manipolazione dei componenti debba avvenire in modo remotizzato, richiedendo l'uso di servomanipolatori, trasportatori, sistemi di visione e *ranging*. Nel caso della fusione tali sistemi debbono essere in grado di operare con elevata precisione su grandi distanze, in presenza di alte dosi di radiazione gamma. Fin dall'inizio degli anni 60, l'ENEA ha sviluppato un telemanipolatore MASCOT di tipo *master slave* con retroazione di forza, in grado di effettuare azioni trasmettendo informazioni sensoriali all'operatore. Il MASCOT è stato utilizzato e via via migliorato al JET, dove è tuttora in uso un modello di quarta generazione in grado di compiere tutte le operazioni richieste durante le fasi di *shutdown* utilizzando un sistema di realtà virtuale che accede direttamente ai disegni CATIA (Computer Aided Three-dimensional Interactive Application). Le caratteristiche peculiari del sistema sono dovute alla complessità dell'ambiente di lavoro e alla flessibilità necessaria per acquisire con estremo dettaglio tutte le modifiche apportate all'ambiente in continua evoluzione, e per mettere a punto nuove procedure operative.

I sistemi di acquisizione e controllo debbono garantire il monitoraggio e il controllo di tutte le azioni relative all'operazione delle macchine sperimentali, inclusi tutti gli impianti ausiliari, e la misura dei parametri di plasma, al fine di mantenere le caratteristiche



Figura 8

Immagine dell'interno della camera da vuoto del JET, con il manipolatore MASCOT nella parte terminale di un braccio articolato lungo 10 m, che sta sostituendo le tegole di rivestimento della parte inferiore della camera (divertore)

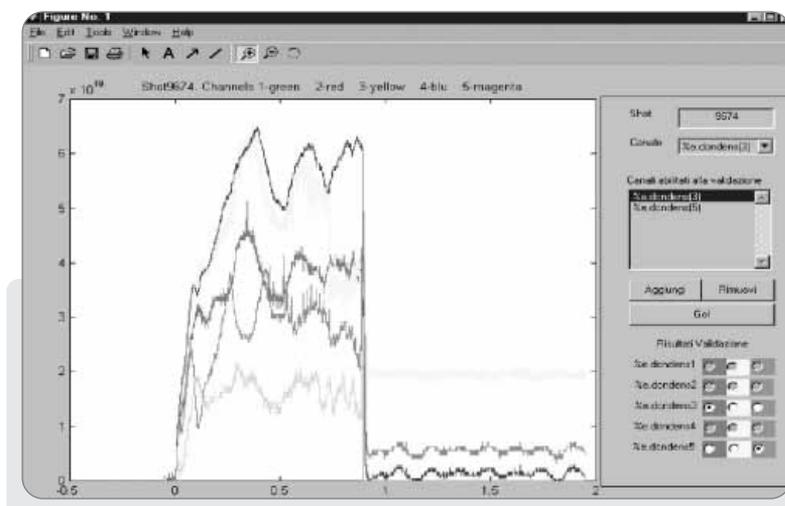


Figura 9

Esempio di *fault* rivelato dal sistema automatico di monitoraggio e validazione delle misure di densità di linea in FTU, basato su tecniche di intelligenza artificiale, sviluppato in collaborazione con l'Università di Catania. Tali sistemi, utilizzati e testati su diversi esperimenti di fusione, trovano crescente applicazione nel controllo di processi industriali

delle scariche entro i limiti desiderati ed evitare danni gravi agli impianti stessi. Tali sistemi sono caratterizzati da un elevato tasso di acquisizione di informazioni, tipicamente dell'ordine del gigabyte per ogni singola scarica del JET. Le informazioni sono memorizzate, elaborate e fornite in rete in forma comprensibile e in tempo reale agli operatori con un elevato grado di affidabilità. Inoltre, sono cresciuti enormemente nel tempo i sistemi di *feedback* per controllare dapprima singoli parametri (la posizione del plasma, la densità ecc.), fino alla completa identificazione del regime di plasma secondo categorie prestabilite e la sua correzione in accordo con quanto programmato, utilizzando tecniche di Intelligenza Artificiale³⁸. Sebbene in generale si utilizzino tecnologie *hardware/software* sviluppate nell'ambito degli esperimenti di fisica delle alte energie, la specificità della fusione sta nell'elevato grado di integrazione delle informazioni raccolte, che si riflette sull'architettura del sistema di controllo e *feedback* che è costituito, più propriamente, da un complesso di sistemi integrati, programmati a rispondere a variazioni dello stato degli impianti, a guasti degli attuatori, a comportamenti indesiderati del plasma. Con l'avvento di ITER, cresceranno enormemente le esigenze di controllo e di ottimizzazione delle operazioni, nonché le possibilità di controllare strumenti a distanza in

tempo reale. Per ITER, infatti, si sta considerando la possibilità di operare la macchina in modo remoto, cioè di avere l'impianto e le sale controllo geograficamente separate.

Trasferimento tecnologico e sinergie

L'industria ha spesso interesse a partecipare ai progetti della fusione perché vede sinergie con il proprio *core business*. Nella realizzazione del JET e del Test Fusion Tokamak Reactor (TFTR), la macchina realizzata a Princeton (USA) all'inizio degli anni 80, il contributo di industrie ad alta tecnologia è stato fondamentale. Ad esempio, l'industria aerospaziale McDonnell Douglas Corporation applicò il sistema Unigraphics di Computer Aided Design (CAD), più veloce e più preciso rispetto ai sistemi disponibili negli anni 80, per la produzione delle tegole di carbonio per il rivestimento della prima parete interna di TFTR²⁹. Questa fu, se non la prima, una delle prime e dimostrative applicazioni del sistema, estremamente vantaggiosa sia per il progetto TFTR sia per la McDonnell Douglas. L'impresa austriaca Plansee AG è un'impresa che opera in diverse aree tecnologiche tra cui la metallurgia delle polveri, le tecniche di produzione e di giunzione di metalli, di materiali ceramici e di compositi refrattari. La Plansee AG partecipa attivamente sia al pro-

gramma europeo a lungo termine per lo sviluppo di materiali per la fusione, sia alla realizzazione di particolari soluzioni per gli esperimenti attuali, in particolare per componenti affacciati al plasma che debbono quindi sopportare un alto flusso termico. Negli anni 80, componenti che utilizzavano giunzioni di tungsteno e leghe CuCrZr erano utilizzate negli interruttori dei circuiti ad alto carico nell'industria energetica. Le giunzioni erano e sono tuttora realizzate fondendo rame puro su tungsteno e saldando con *electron beam* tale composto su di una struttura di supporto in CuCrZr. Alla metà

Figura 10
Primo magnete superconduttore di dimensioni rilevanti, in Nb-Ti, progettato e costruito in Italia da ENEA, Europa Metalli e Ansaldo per la Test Facility SULTAN (Villigen, Svizzera) nel 1980 e ancora in operazione. Il diametro è di 1,3 m, il campo magnetico è 6T



degli anni 80 l'idea di sostituire il tungsteno con compositi di carbonio, con la fusione diretta del rame sul composito, portò alla messa a punto del processo chiamato Active Metal Casting. A quel tempo la modesta qualità meccanica dei compositi C/C non ne permise l'applicazione ai ruttori per circuiti ad alta tensione, tuttavia la tecnologia è stata applicata alla fusione e ottimizzata nel corso degli anni 90 con la costruzione di componenti per alto flusso termico affacciati al plasma e raffreddati attivamente. Le stringenti richieste di affidabilità di tali componenti hanno richiesto anche la messa a punto di tecniche di ispezione non distruttive basate su metodi termografici, radiografici e ultrasonici. La Plansee applica adesso questa tecnologia allo sviluppo di camere di combustione avanzate per

motori aerei e spaziali e, di nuovo, alla produzione di ruttori per i circuiti ad alta tensione³⁰.

In Italia, fin dagli anni 70 l'ENEA ha svolto attività intese a promuovere il coinvolgimento dell'industria italiana nel campo delle realizzazioni di materiali e/o apparecchiature per grossi magneti superconduttori (tecnologie di fabbricazione di cavi e nastri superconduttori, tecniche di avvolgimento di materiali intrinsecamente fragili), tramite il trasferimento delle conoscenze acquisite. La collaborazione tra ENEA e l'industria italiana ha significativamente contribuito a far nascere le competenze in questo settore e a potenziare la capacità di fabbricazione dei magneti superconduttori. Un esempio è il solenoide superconduttore in NbTi per la *test facility* europea SULTAN, installato presso l'Istituto Paul Scherrer di Villigen in Svizzera nel 1980, primo magnete di dimensioni rilevanti completamente progettato e costruito in Italia da ENEA, Europa Metalli e Ansaldo: il campo magnetico è 6 T su un diametro di 1,3 m (ancora in operazione). L'Europa Metalli SpA, un'industria leader internazionale nel campo della manifattura di semilavorati in rame e sue leghe, col supporto scientifico e di controllo di qualità dell'ENEA, ha acquisito la capacità di produrre e commercializzare, su scala globale, fili e cavi superconduttori adatti a tutte le grosse applicazioni, acquisendo importanti contratti per la realizzazione di magneti per la diagnostica basata sulla risonanza magnetica (RMN) in campo medico. Il cavo superconduttore in Nb₃Sn per il prototipo del magnete toroidale di ITER è stato interamente fabbricato dalla Europa Metalli, mentre l'inserimento nel *jacket* di acciaio è stato effettuato presso l'Ansaldo. L'Ansaldo Energia, industria leader nella costruzione di macchine elettriche, partecipando al programma fusione ha iniziato a costruire magneti superconduttori ed ha in seguito sviluppato capacità autonome di progettazione e realizzazione. L'Ansaldo Superconduttori attualmente è coinvolta nel-

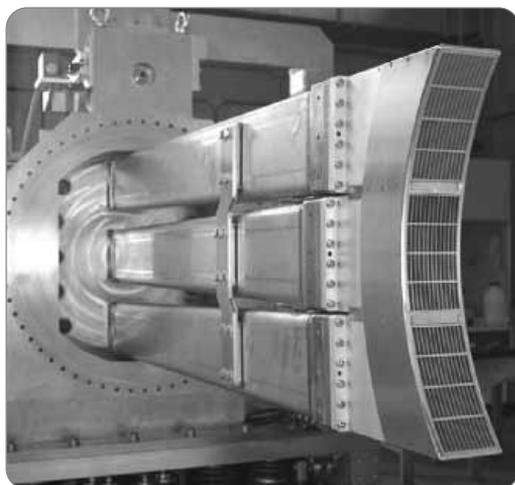


Figura 11

Un prototipo della struttura di lancio per microonde a 8 GHz, in fase di studio per ITER, è stato realizzato e provato con successo in FTU. Si tratta di una struttura Passive-Active Multijunction (PAM), nella quale le guide d'onda attive sono separate da quelle passive per permettere l'inserimento di canali di raffreddamento e di schermi per neutroni. La realizzazione della struttura è stata effettuata tramite elettroerosione a filo e a tuffo dalla Microm (Cecchina, Roma). A destra, l'articolo pubblicato sulla rivista *Tecnologie meccaniche* (febbraio 2001) e riportato nella brochure della ditta Charmilles Technologies (Cusano Milanino, Milano) che ha fornito alla Microm la macchina di elettroerosione appositamente per la realizzazione della PAM

la progettazione, costruzione, installazione e prove di magneti ed apparecchiature speciali per il Large Hadron Collider (LHC) in costruzione al CERN di Ginevra, e nella realizzazione di sistemi di accumulo di elettricità per limitatori di corto circuito per reti elettriche (Superconducting Energy Storage systems, SMEs) per la protezione dei carichi elettrici.

Il coinvolgimento dell'industria nel Programma Fusione

Nello sviluppo del Programma Fusione, i laboratori sono stati affiancati in maniera crescente da industrie ad alta tecnologia. In questo modo, si è anche perseguito lo scopo di preparare l'industria alla realizzazione degli impianti successivi fino alla produzione di energia da fusione, attraverso lo sviluppo della capacità di produrre le tecnologie specifiche.

Durante la fase di progettazione di ITER il ruolo dell'industria è ulteriormente cresciuto. La costruzione di ITER rappresenterà un'impresa comparabile alla costruzione di un reattore di potenza, e richiederà un note-

vole contributo dell'industria sia in aree convenzionali, quali l'ingegneria edile, meccanica ed elettrica, sia nelle aree tecnologicamente più specialistiche, menzionate in precedenza.

In Europa, ad esempio, per preparare l'industria alla costruzione di ITER fin dal 1993 si è dato vita alla formazione di un sistema di qualificazione di imprese europee nei settori tecnologici relativi alle tecnologie chiave illustrate in precedenza, con il quale sono state selezionate circa 100 industrie (tra cui anche alcune PMI).

Il sistema di qualificazione si basa sulla passata esperienza, sulla capacità tecnica e sull'impegno alla partecipazione.

L'obiettivo del sistema di qualificazione è di costituire un insieme di imprese, o di raggruppamenti di imprese, che saranno invitati a partecipare a bandi di gara per la fornitura di prototipi e di apparecchiature relativi a tecnologie specifiche alla fusione term nucleare ed essenziali all'eventuale costruzione di un reattore sperimentale³⁰. Strategie simili sono seguite negli Stati Uniti e i Giappone.

Strategie per il trasferimento tecnologico

Se nel passato vi è stata una chiara ed esplicita strategia nel perseguire il coinvolgimento dell'industria nell'impresa fusione, è tuttavia mancata un'altrettanto chiara strategia per promuovere in modo attivo ed efficace il trasferimento tecnologico in quanto non dichiarato esplicitamente nelle finalità del programma: la mancanza di adeguati strumenti non ha permesso per il passato il pieno sfruttamento di un enorme potenziale di innovazione.

Inoltre, la carenza di strutture dedicate alla identificazione e registrazione degli eventi positivi, rende oggi difficile ricostruire quantitativamente l'impatto del programma sul sistema produttivo. Tuttavia, negli ultimi anni, nel contesto della globalizzazione dei mercati e della competizione tecnologica in tutti i settori industriali, si è fatto più vivo l'interesse per lo sfruttamento razionale delle risorse di ricerca.

Attualmente, con velocità, determinazione e modalità diverse i laboratori e gli istituti coinvolti nelle ricerche sulla fusione in tutto il mondo stanno attuando politiche che facilitano o promuovono tale trasferimento. Con riferimento al quadro europeo, ad esempio, l'Atomic Energy Agency inglese, UKAEA, si è dotata di specifici strumenti, quali la creazione di un Innovation Center a Culham per la creazione di *spin-off* dalle attività del JET.

Altri istituti, quali il Max Planck Institute of Plasma Physics in Germania, più tradizionalmente vedono nello sviluppo di nuove conoscenze e il loro graduale trasferimento il maggior beneficio per l'industria. Infine, alcuni istituti, quali la National Technology Agency finlandese, TEKES, hanno un approccio molto diretto ed attivo nel coordinare il coinvolgimento dell'industria nei grandi progetti internazionali per la fusione, per la fisica delle alte energie e per la ricerca spaziale, al fine di promuovere la competitività dell'industria del proprio paese³⁰.

Conclusioni

Recentemente, il Dipartimento dell'Energia degli Stati Uniti, in un documento dedicato alle grandi *facilities* che dovranno far avanzare le frontiere scientifiche e tecnologiche nei prossimi venti anni, ha selezionato ITER come la prima di una lista di 53 proposte avanzate dalla comunità scientifica, ordinate sulla base della rilevanza scientifica e della fattibilità tecnica³⁹. Il Council for Science and Technology Policy che supporta il governo giapponese nella politica scientifica e tecnologica, ha promosso la candidatura del Giappone ad ospitare ITER in quanto valuta che tale progetto abbia ricadute favorevoli in ognuno dei quattro settori, scienze della vita, tecnologie dell'informazione, ambiente, nanotecnologie e materiali, ritenuti strategici per lo sviluppo del paese⁴⁰. In Europa, due Paesi, Francia e Spagna, si sono candidati ad ospitare il sito di ITER (le selezioni successive ha portato alla scelta del sito francese di Cadarache come proposta unitaria europea). Oltre a questi Paesi, Cina, Corea del Sud e Russia parteciperanno al progetto ITER, che costituirà quindi una delle più grandi collaborazioni internazionali in campo scientifico.

Questi fatti costituiscono un riconoscimento del valore del programma fusione, non solo per i progressi fin qui ottenuti che hanno portato alle soglie della realizzazione del reattore sperimentale ITER, ma soprattutto per la portata dei benefici, anche in termini di innovazione tecnologica, che il programma fusione è in grado di produrre.

Ringraziamenti

L'autrice desidera ringraziare in modo particolare i numerosi colleghi che hanno letto il manoscritto per i loro commenti e i preziosi suggerimenti, e tutti coloro che pazientemente le hanno fornito la loro competente consulenza.

Bibliografia

1. R.E. ATKINSON, F.G. HOUTERMANS, *Zur Frage der Aufbaumöglichkeit der Elemente in Sternen*, Z. Phys. 54, (1929) 656-665.
2. H.A. BETHE, Phys. Rev. 55, 434, (1939).

3. W.P. ALLIS (Curatore), *Nuclear Fusion, The Second Geneva Series on The Peaceful Uses of Atomic Energy*, D. Von Nostrand Company Inc., New York, 1960.
4. V.D. SHAFRANOV, B.D. BONDARENKO, G.A. GONCHAROV, *On the history of the research into controlled thermonuclear fusion*, Phys. Usp., 2001, 44 (8), 835-865.
5. J.D. LAWSON, *Proc. Phys. Soc.* 70, parte 1, no. 445 B, 6-10 (1957).
6. F. ROMANELLI, *Le ricerche sulla fusione termonucleare controllata condotte sul Tokamak FTU*, Il Nuovo Saggiatore, 13, 5 - 53 (1998).
7. M. KEILHACKER ET AL., *The scientific success of JET*, Nucl. Fusion, 41, (2001), 1925 -1966. Si veda anche J. WESSON, *The science of JET - The achievements of scientists and of engineers who have worked on the Joint European Torus 1973-1999*, JET-R(99)13 (2000), <http://www.jet.efda.org/documents/wesson>.
8. F. DE MARCO, *Prospettive della Fusione Nucleare*, Il Nuovo Saggiatore, 17, n. 5-6, 61-65 (2001).
9. Special Issue on ITER, *Fusion Engineering and Design*, Volume 55, Issues 2-3, Pages 97-357 (July 2001).
10. F.F. CHEN, *Industrial applications of low-temperature plasma physics*, Phys. Plasmas 2(6) pp. 2164-2175. June 1995.
11. H. CONRADS AND M. SCHMIDT, *Plasma generation and plasma sources*, Plasma Sources Sci. Technol. 9 (2000) 441-454.
12. S.O. DEAN, *Applications of Plasma and Fusion Research*, J. Fusion Energy, 14, 2, (1995), 251-279.
13. R.D. HAZELTINE AND S.C. PRAGER, *New Physics in Fusion Plasma Confinement*, Phys. Today, July 2002.
14. K.B. FOURNIER ET AL., *Electron-Density-dependent Extreme-Ultraviolet Intensity Ratios from L-Shell Iron Ions in the Frascati Tokamak Upgrade*, Astrophys. J., 561, (2001), 1144-1153.
15. K.B. FOURNIER ET AL., *Measurement of M-shell Iron ionization balance in a tokamak plasma*, Astrophys. J., 550, (2001), L117-L120.
16. W. ECKSTEIN, *Computer Simulation of Ion-Solid Interaction*, Ed. Springer, Berlino (1991).
17. U. FISCHER, P. BATISTONI, Y. IKEDA, M.Z. YOUSSEF, *Neutronics and Nuclear data: achievements in computational simulations and experiments in support of fusion reactor design*, Fusion Eng. Des. 51-52, (2000) 663-680. Si veda anche RNAL - Reference Nuclear activation Library, *Rapporto IAEA, IAEA-TECDOC-1285* (2002), <http://www-nds.iaea.org/ndspublic/rnal/www/>
18. M. MARTONE ET AL., *The 14 MeV Frascati Neutron Generator*, J. Nucl. Mat. 212-215 (1994) 1661.
19. R. BERNABEI ET AL., *New limits on particle dark matter search with a liquid Xenon target-scintillator*, Phys. Letts B, 436, 3-4, (1998), 379-388.
20. P. FATTIBENE ET AL., *Tooth enamel dosimetric response to 2.8 MeV neutrons*, Nucl. Instrum. Methods B, 201 (2003), pp. 480-490.
21. J.P. HOLDREN ET AL., *The U.S. program of fusion energy research and development: report of the Fusion Review Panel of the President's Council of Advisors on Science and Technology*, J. Fusion Energy, 14, No.2, (1995), 213-250.
22. U. ASCOLI BARTOLI, F. RASETTI, *Measurements of the refractive index of a plasma in the optical region*, Nuovo Cimento 13 (1959) 1296.
23. U. ASCOLI BARTOLI, S. MARTELLUCCI, E. MAZZUCCATO, *Development of Schlieren technique in plasma diagnostics by using a ruby-laser*, Proc. 6th Int. Conf. Ionization Phenomena in Gases, Paris 1963, Vol.IV, p.97.
24. U. ASCOLI BARTOLI, J. KATZENSTEIN, L. LOVISETTO, *Spectrum of laser light from single giant pulse in a laboratory plasma*, Nature 207, (1965) p.63.
25. *Energia di fusione - Un settore in continuo progresso*, pubblicazione della Commissione Europea, Direzione Generale Ricerca, Bruxelles, 2003.
26. W.J. EMRICH, *Current status of the gasdynamic mirror fusion propulsion experiment*, AIP Conference Proceedings Vol 608(1) pp. 801-806. January 14, 2002.
27. A. AIRAGHI (chairman) ET AL., *Five year assessment report on the specific programme: Nuclear energy - Covering the period 1995-1999*, Rapporto della Commissione Europea EU, Giugno 2000.
28. H. CONRADS ET AL., *Qualitative analysis of the benefits to European high technology industry arising from fusion contracts*, Report of the Commission of the European Communities, DG-XII, EURFU BRU/XII-257/87, September 1988.
29. L.M. WAGNER ET AL., *Benefits to US industry from involvement in fusion*, Fusion Eng. Des. 63-64 (2002) 673-678.
30. E. BOGUSH ET AL., *Benefits to European industry from involvement in fusion*, Fusion Eng. Des. 63-64 (2002) 679-684.
31. D.S. BEARD ET AL. (Editors), *The IEA Large Coil Task - Development of Superconducting Toroidal Field Magnets for Fusion Power*, Fusion Eng. Des., 7, 1988-89.
32. J.L. DUCHATEAU ET AL., *Development of high-current high-field conductors in Europe for fusion application*, Supercond. Sci. Technol. 15 (June 2002) R17-R29.
33. Per maggiori informazioni: Gyrotron Technology, Inc., 2014 Ford Rd., Unit 11, Bristol, PA 19007; (215) 826-8415; fax (215) 826-8416; <http://www.gyrotrontech.com>.
34. M. BLANK ET AL., *Demonstration of a 10 kW average power 94 GHz gyrokystron amplifier*, Phys. Plasmas, 6 (1999) p.4405.
35. K.Y. OKUMURA, *Applying Fusion technology to Superconductors*, JAERI News FF No. 46, Ottobre 1999.
36. K. ERLICH ET AL., *International strategy for fusion material development*, J. Nucl. Mater., 283-287 (2000) 79-888.
37. R.L. KLUHE, *Irradiation damage of ferritic/martensitic steels: fusion program data applied to a spallation neutron source*, TMS Proceedings of the Symposium on Materials for Spallation Neutron Sources, Ed. The Minerals, Metals and Materials Society (TMS), Warrendale PA, Stati Uniti (1998).
38. J.B. LISTER, *The Control of Modern Tokamaks*, Proceedings of the International Conference on Accelerator and Large Experimental Physics Control Systems, 1999, Trieste, Italia, <http://www.elettra.trieste.it/CALEPCS99/proceedings/>.
39. *Facilities for the future of Science - A twenty-year outlook*, US Department of Energy, Office of Science, Novembre 2003.
40. (Decisione del 29 maggio 2002) H. Imura, membro del Council for Science and Technology Policy, Cabinet Office, Science & Technology Policy of Japan and Energy Issues, relazione presentata al 11th International Conference on Fusion reactor Material, Kyoto, Giappone, 7-12 dicembre 2003.

Sicurezza alimentare:

ruolo dell'Agencia Nazionale, ruolo della ricerca e delle imprese, ruolo del consumatore

MARINA LEONARDI

ENEA

UTS Biotecnologie, Protezione della Salute e degli Ecosistemi

L'auspicata Agencia Nazionale per la Sicurezza Alimentare e gli Enti Pubblici di ricerca possono contribuire a identificare le nuove priorità della ricerca e a fornire le corrette informazioni al pubblico sulla qualità e la sicurezza degli alimenti. Ma sono decisivi anche l'impegno dell'industria alimentare e il ruolo attivo dei consumatori

studi & ricerche

Safe food: the National Agency's role, the role of research and private enterprise, and the role of consumers

Abstract

The starting point of this discussion of the concept of food safety is the role of the National Food Safety Agency that Italy hopes to create (still under discussion at the political level and among stakeholders). The role of public research institutions, closely linked to the future agency's profile, may help restore consumer trust. identify new research priorities in the fields of food quality and safety, provide consumers with correct food-safety information at both the local and international levels, and raise their awareness of the concepts of food safety and sustainable food production around the world. A commitment to food safety on the part of the food industry also has a major role to play in restoring consumer trust. Consumers themselves can contribute by learning more about the effects of their eating habits and making more reasonable choices

Il concetto della sicurezza alimentare è in rapida evoluzione, si è già velocemente modificato da quando, alcuni anni fa, la crisi della “mucca pazza” rivoluzionava i mercati e i consumi della carne bovina e di altri prodotti animali, preoccupava i consumatori e angosciava i produttori. Negli anni intercorsi dalla fase di “picco” delle vicende legate alla BSE, almeno in termini di esplorazione del problema, prima comprensione dei meccanismi di causa-effetto, primi provvedimenti per arginare la crisi, si sono avviate iniziative importanti. La prima: è stata istituita l’Agenzia Europea per la Sicurezza Alimentare (EFSA) con sede iniziale a Bruxelles, mentre l’Unione Europea ha intrapreso provvedimenti di carattere normativo con la finalità di restituire gradualmente al consumatore la fiducia nelle istituzioni che operano a garanzia della sua salute e della sicurezza degli alimenti.

Il ruolo principale di questa istituzione europea consiste nell’emettere pareri scientifici indipendenti, utilizzando gli appositi Comitati Scientifici o Panel di esperti, su tutte le problematiche che afferiscono alla sicurezza alimentare in senso lato. Tutti gli anelli della complessa catena alimentare, che vanno ad esempio dalla produzione primaria di mangimi per la zootecnia fino al prodotto di origine animale o vegetale fornito al consumatore finale, sono di competenza dell’EFSA. L’agenzia raccoglie informazioni attinenti la sicurezza degli alimenti da tutto il mondo, interagendo con esperti e decision-maker. Comunica inoltre direttamente al pubblico per quanto attiene a problematiche comprese nel suo mandato.

La Commissione europea rappresenta il principale “cliente” dell’EFSA, che può però rispondere a questioni scientifiche poste dal Parlamento europeo o dai singoli Paesi membri.

L’Autorità europea è responsabile per:

- la valutazione scientifica dei rischi (alimentari);
- la raccolta ed analisi di dati scientifici;
- la valutazione in termini di sicurezza di dos-

- sier prodotti dalle aziende per approvazione di prodotti o processi a livello di UE;
- l’identificazione di rischi emergenti;
- il supporto scientifico alla Commissione in particolare durante l’insorgenza di crisi/emergenze alimentari;
- la comunicazione diretta col pubblico ed altre parti interessate di informazioni relative a problematiche interne al suo mandato.

È molto recente la notizia incoraggiante di attribuzione all’Italia della sede definitiva dell’EFSA, nella bella città di Parma, al centro della Food Valley nostrana (www.efsa.eu.int).

Le Agenzie nazionali per la sicurezza alimentare

Sempre in anni recenti, molti paesi membri UE hanno istituito le proprie Agenzie nazionali, sia per affrontare in modo coordinato le problematiche di qualità e sicurezza degli alimenti che per rappresentare le interlocutrici elettive dell’EFSA.

In Francia, ad esempio, opera dal 1998 l’AFSSA (Agence Française de la Sécurité Sanitaire des Aliments), il cui mandato è riferito esclusivamente alla sicurezza alimentare, considerando la “filiera” nella sua complessità; in Gran Bretagna è attiva dal 1999 la FSA (Food Standards Agency) con analogo mandato, mentre in Germania opera già dal 1994 il BGVV (Bundesinstitut für Verbraucherschutz und Veterinärmedizin), che si occupa istituzionalmente anche di cosmetici, medicina veterinaria e zoonosi, tutela delle piante e accreditamento dei laboratori; in Danimarca e Svezia le due agenzie si occupano espressamente di alimenti, mentre in Spagna l’agenzia iberica si occupa di tutela dei consumatori più in generale.

Al di là delle specifiche “missioni”, la principale differenza attualmente è che le attività a tutela dei consumatori sono nell’area della Sanità pubblica in Italia, Germania e Spagna, nell’area Agricoltura per la Gran Bretagna, in area Industria per la Francia. In Italia non è ancora stata istituita l’Autorità

nazionale, pur essendo ovviamente operativi diversi sistemi di controllo della produzione alimentare e dei prodotti finiti. Anche negli altri paesi europei dove le agenzie sono invece già attive, alcune responsabilità relative al controllo degli alimenti sono demandate a livello territoriale/locale.

In Italia, ai livelli nazionale e regionale sono affidate funzioni di programmazione, di indirizzo e di coordinamento generale, oltre ai compiti normativi veri e propri. Il Ministero della Salute opera con una rete di uffici periferici per i controlli di carattere sanitario. A livello centrale esistono dei Dipartimenti dello stesso Ministero e l'Istituto Superiore di Sanità con specifici compiti tra cui l'effettuazione delle analisi di revisione.

A livello sia nazionale che territoriale operano i Nuclei Antisofisticazione e Sanità (NAS) dei carabinieri.

Per la componente relativa agli aspetti più legati al rispetto dei caratteri merceologici, al problema delle frodi anche di natura fiscale, che spesso però nascondono altri e più preoccupanti fenomeni di criminalità, operano altre istituzioni, che dipendono sia dal Ministero delle Politiche Agricole e Forestali che dal Ministero dell'Economia e delle Finanze.

Esistono poi competenze regionali e provinciali (comprendenti anche le Province Autonome di Trento e Bolzano) con tutta una serie di servizi analitici e di controllo che si estendono anche agli aspetti di natura più propriamente ambientale.

Anche per la componente ambientale esi-

stono emanazioni regionali (ARPA) che dipendono o sono legate in qualche misura ad un Ministero (MATT) o ad un'istituzione centrale (APAT).

Il sistema nazionale è, quindi, complesso e probabilmente risente in certa misura della molteplicità di responsabilità, attori e competenze coinvolti, non appare del tutto efficace ed efficiente, richiedendo un migliore coordinamento e sinergia degli interventi. Dopo la scelta di collocare l'EFSA a Parma, appare ancora più urgente istituire un'autorità scientifica nazionale con competenze di valutazione del rischio in materia alimentare, che si possa avvalere, per lo svolgimento dei compiti ad essa demandati, di una rete di soggetti scientifici pubblici che rappresentino le differenti competenze necessarie allo scopo (igienico-sanitarie, nutrizionali, tecnologiche).

Il contributo della ricerca pubblica e delle imprese

Appena viene resa effettivamente operativa l'Autorità nazionale in un paese membro, le vengono attribuiti risorse e ruoli. Uno dei primi compiti assunti, ad esempio, dall'agenzia francese è stato quello di definire i principali aspetti che richiedono un'attenzione costante sotto il profilo della sicurezza alimentare ed una particolare opera di vigilanza da parte delle competenti autorità di controllo (tabella 1).

È facile ipotizzare che alcune di queste "emergenze" siano tali anche in Italia, cer-

Tabella 1
Lista delle aree prioritarie per l'AFSSA

Valutazione dei rischi e dei benefici sanitari dell'agricoltura biologica
Valutazione dei rischi legati agli idrocarburi policiclici aromatici
Limiti di sicurezza dei minerali nei consumi alimentari
Metalli pesanti e pratiche di spandimento degli effluenti
Rischi legati alle allergie/intolleranze alimentari
Rischi sanitari e nutrizionali delle diete dimagranti
Micotossine
Ristorazione scolare
Protozoi nelle acque
Vulnerabilità della filiera delle galline ovaiole

Tratto da CLAUDIO PERI, *Dispense del Corso "Qualità e sicurezza alimentare nella prospettiva dell'anno 2020"*, Milano 8-10 luglio 2003

tamente, per esempio, quelle legate al problema delle micotossine, delle allergie ed intolleranze alimentari, quelle legate ad un insensato abuso di diete dimagranti, quelle legate ai rischi della ristorazione collettiva, non tanto perché sia necessariamente più rischioso mangiare "fuori casa", quanto per un problema statistico: la popolazione italiana nel suo complesso si sta avviando a mangiare fuori qualche miliardo di volte in un solo anno!

L'autorità nazionale dovrebbe stilare anche in Italia una lista delle reali emergenze e dei rischi alimentari per i consumatori, su basi solidamente scientifiche e statistiche, avvalendosi della rete di organismi scientifici nazionali. In qualche caso mancano proprio i dati epidemiologici da cui partire e vanno innanzitutto raccolti ed analizzati quelli. In un campo come quello della sicurezza è più che mai opportuno concentrare gli sforzi, a fronte di risorse economiche pubbliche sempre carenti, eventualmente evitando di riprodurre studi e ricerche in campi già affrontati da altre istituzioni di altri paesi membri. Un ruolo di coordinamento in tal senso sarebbe auspicabile da parte dell'Authority europea, per evitare duplicazioni inutili e costose e trovare sinergie negli aspetti scientifici che vengono affrontati in comune, fermo restando il principio della sussidiarietà.

Quali possono essere le peculiarità italiane del problema delle diete dimagranti (se ve ne sono)?

Cosa accomuna i consumatori di alimenti "bio" in Italia e all'estero, cosa invece li diversifica? Il problema dei metalli pesanti legati alle pratiche di spandimento è presente anche in Italia o invece prevalgono da noi altri tipi di pratiche altrettanto rischiose per la salute umana e per l'ambiente? Questi sono solo alcuni degli esempi, legati alle priorità individuate dall'AFSSA, ma già l'aver compilato una lista delle emergenze specificamente nazionali, a chi affidarne, tra i vari interlocutori del mondo scientifico nazionale, lo studio ed il monitoraggio dei dati scientifici, con quali altre istituzio-

ni internazionali fare sinergia per minimizzare i costi, sarebbero alcuni primi importanti risultati.

Anche la Food Standards Agency britannica ha recentemente indicato sul proprio sito (www.food.gov.uk/science/research/comresearch/rrd) alcune priorità in termini di nuove ricerche e attività di monitoraggio in aree programmatiche che hanno lo scopo di informare e supportare la formulazione di una *policy* in tema di sicurezza alimentare. Un altro ruolo fondamentale di un'agenzia per la sicurezza alimentare è infatti la comunicazione dei rischi alimentari ai consumatori e alle altre parti interessate. Non è corretto, a nostro avviso, lasciare la comunicazione di vari aspetti legati al rischio alimentare nelle mani di persone non esperte della natura e della gestione del rischio, nonché delle problematiche della complessa filiera agro-alimentare dall'altro. In qualche caso, un'errata comunicazione del rischio può portare a conseguenze negative sia per i consumatori, inducendoli ad eccessivi allarmismi, che per i produttori, che possono subire danni economici anche rilevanti. Sarebbe importante offrire ai consumatori il senso del dibattito che oppone visioni diverse sul medesimo argomento con equilibrio e con onestà intellettuale.

Venendo ora al ruolo che possono giocare le imprese, come è noto e dimostrato da dati economici recenti, il settore dell'industria alimentare nazionale è molto dinamico, grazie all'attività di quasi 7.000 imprese, il 90% delle quali sono PMI (Piccole e Medie Imprese). Nel 2002, anche se l'industria manifatturiera stava affrontando una riduzione generale dell'1,8% della produzione industriale, la produzione dell'industria alimentare è cresciuta dell'1,6%. Il *turnover* 2002 ammonta a circa 100 miliardi di €, il numero degli occupati stabili a 270.000 unità.

La catena del valore del settore dimostra un'elevata capacità di moltiplicazione della ricchezza, originata, in particolare, dal segmento industriale della filiera alimentare.

	2001	2002
Fatturato	98 miliardi di €	100 miliardi di € (+2%)
Numero imprese	37.000 di cui 6.700 con più di 9 addetti	36.900 di cui 6.650 (18%) con più di 9 addetti
Numero addetti	400.000 di cui 270.000 dipendenti	398.000 di cui 268.000 (67%) dipendenti
Produzione (quantità)	+3,8%	+1,6%
Esportazioni	13,17 miliardi di €	13,95 miliardi di € = +5,9%
Importazioni	11,74 miliardi di €	11,76 miliardi di € = +0,2%
Saldo	1,43 miliardi di €	2,18 miliardi di € = +52,4%
Totale consumi	165 miliardi di €	172 miliardi di € = +2,5%
Posizione all'interno dell'industria manifatturiera italiana	3° posto (11%) dopo settori metalmeccanico e tessile abbigliamento	2° posto (12%) dopo il settore metalmeccanico
Primi 4 settori dell'industria alimentare italiana	<ul style="list-style-type: none"> • lattiero caseario (13,07 miliardi di €) • dolciario (8,56 miliardi di €) • trasformazione carne (7,5 miliardi di €) • vinicolo (6,82 miliardi di €) 	<ul style="list-style-type: none"> • lattiero caseario (13,20 miliardi di €) • dolciario (9 miliardi di €) • trasformazione carne (7,2 miliardi di €) • vinicolo (6,95 miliardi di €)

Tabella 2
Industria alimentare italiana: le cifre di base (valori correnti)

Fonte: elaborazioni Federalimentare su dati ISTAT

Le cifre più rilevanti sono riassunte nella tabella 2.

Il ruolo strategico del settore per l'Italia, il secondo del manifatturiero dopo l'industria metalmeccanica, nel 2002, è confermato in Europa, dove esso rappresenta il primo settore manifatturiero con 550 miliardi di € di produzione, 25.000 imprese e 2,6 milioni di occupati. L'industria alimentare italiana è la terza dopo la Francia (115 miliardi di €) e la Germania (110 miliardi di €).

L'export di alimenti nazionali è in crescita (+6%), anche se è ancora al di sotto del valor medio europeo. I mercati strategici per l'Italia sono la Germania e gli Stati Uniti in particolare, mercati molto attenti alle problematiche della sicurezza alimentare.

La peculiarità e la forza del sistema alimentare nazionale sono legate, per il cibo "made in Italy", ad un connubio ideale di innovazione e tradizione e al legame con il territorio di origine. Dietro al tipico italiano c'è la storia e la cultura del Paese, lo stile di vita nazionale.

Dopo le diverse emergenze che si sono susseguite in anni recenti, è fondamentale per le imprese ristabilire un clima di fiducia con i consumatori. Per monitorare questo "clima" la Federalimentare-Doxa produce annualmente il cosiddetto "Food Monitor", dai cui dati si dimostra un incre-

mento recente nel numero dei consumatori soddisfatti (dal 70% al 77%) ed un aumento di consapevolezza di quali siano i fattori critici per la sicurezza alimentare da parte degli stessi. Gli standard igienici vengono percepiti come sempre più importanti, così come i controlli a partire dall'origine del prodotto fino alla distribuzione. Si è diffusa la richiesta di rintracciabilità per le filiere alimentari tra i consumatori.

Come rispondono le aziende a queste sollecitazioni? Puntando sull'autocontrollo ed effettuando quasi un miliardo di test analitici all'anno, dedicandovi 57.000 addetti ed una spesa di 1.400 milioni di € all'anno per controlli igienico-sanitari. Le spese per ricerca e innovazione dichiarate ammontano a 1.050 milioni di € per anno, pari al 2,6% del fatturato del settore (Federalimentare, relazione del presidente Rossi di Montelera 26 giugno 2003).

Ci sono, però, anche altre aspettative da parte dei consumatori, che si possono mettere in relazione con l'esigenza prioritaria della sicurezza alimentare, che sollecitano la capacità di risposta delle imprese. Queste attese hanno a che fare principalmente con aspetti etico-sociali.

Non si può infatti dimenticare che l'alimentazione mantiene un legame stretto e significativo con la salute umana e che la filiera

produttiva gioca un ruolo di rilievo per l'ambiente, per la tutela della biodiversità, per il benessere animale. L'impresa ed il suo management, persino nelle PMI, hanno un obiettivo cruciale, che è quello di contribuire allo sviluppo sostenibile per l'intera popolazione.

Produzione alimentare e qualità ambientale appartengono alla stessa strategia di sviluppo: dall'agricoltura ecosostenibile all'imballaggio, lungo tutta la filiera, ancora molto lavoro può essere fatto per ridurre l'impatto ambientale ed incrementare l'impiego di tecniche più ecocompatibili. Data l'importanza già ribadita nel settore delle piccole e medie imprese, è da sottolineare come l'investimento delle medesime in Ricerca e Innovazione, come era peraltro previsto nella V Priorità sulla qualità e sicurezza degli alimenti del VI Programma Quadro dell'Unione Europea, vada incentivato e promosso. Il risultato ottenuto dalla partecipazione delle PMI nazionali ed europee ai primi bandi del Programma europeo non è però entusiasmante. La Commissione aveva destinato un 15% delle risorse disponibili alle PMI e sembra che finora sia riuscita (per vari motivi che non è possibile discutere nel presente articolo) a coinvolgere nella partecipazione ai bandi un numero molto minore del previsto (e auspicato) di PMI.

Il ruolo del consumatore

Questo è forse il capitolo contemporaneamente più facile e più difficile da affrontare. È il più facile perché il ruolo del consumatore è comune a tutti coloro che, anche professionalmente, si occupano della filiera alimentare (produzione, trasformazione, distribuzione, ristorazione, ricerca, formazione, regolamentazione). È più difficile perché "la distinzione fra caratteristiche e prestazioni divide il mondo dei tecnici da quello dei consumatori", dove per caratteristiche di un alimento si intendono dei dati oggettivi, cioè attribuibili allo stesso alimento, come com-

posizione, peso, dimensione ecc..

Invece per prestazioni si intendono dei dati soggettivi relativi alle percezioni del consumatore ovvero alla sua interazione con ciò di cui si sta cibando (Claudio Peri, *Dispense del Corso "Qualità e sicurezza alimentare nella prospettiva dell'anno 2020"*). Nel momento in cui sceglie un prodotto alimentare o una pietanza per nutrirsi, il consumatore può essere indotto all'acquisto da una confezione accattivante o particolarmente pratica, da un'etichetta particolarmente appropriata e dal contenuto informativo più completo, da un particolare logo che attesta una certificazione di prodotto ecc.. Quando poi lo consuma, ne apprezza le prestazioni sensoriali, ne valuta eventualmente il contenuto di servizio, la comodità d'uso. Non può però apprezzarne direttamente le caratteristiche chimico-nutrizionali, le caratteristiche microbiologiche o genetiche, le caratteristiche relative all'origine, al processo produttivo, alla tracciabilità della filiera produttiva, agli standard etici. Può però ricercare a questi ultimi fini la certificazione del prodotto o del sistema ovvero un'informazione aggiuntiva relativa all'alimento.

Nel momento in cui effettua le scelte relative agli ingredienti del proprio singolo pasto e, giorno dopo giorno, ai contenuti in nutrienti della propria dieta, il consumatore esercita una scelta legata ad una serie di fattori complessi (abitudini e stili di vita, edonismo, aspetti religiosi o etici ecc.) che è innanzitutto una scelta culturale. Nel compiere questa scelta, però, in modo più o meno consapevole, il consumatore attua un comportamento che può farlo incorrere in specifici fattori di rischio alimentare individuale, che ha comunque importanti ripercussioni sul suo stato di salute.

Le patologie legate all'alimentazione sono percentualmente molto rilevanti a livello mondiale. Si pensi che circa il 15% delle patologie a livello mondiale possono essere attribuite agli effetti congiunti dell'essere sottopeso nella prima infanzia o durante

Tabella 3
Raccomandazioni
dell'Organizzazione
Mondiale della Sanità
(OMS)

Frutta e verdura non inferiore a 400 g/persona/giorno
Legumi, noci e semi non inferiore a 30 g/persona/giorno (parte dei 400 g)
Patate-carboidrati complessi (50-70% del fabbisogno energetico) (esempio: pane, pasta)

la gravidanza/allattamento o a deficienze nutrizionali di vario tipo. Anche nella nostra opulenta società ci sono delle patologie, più frequenti in certe fasce d'età, come l'osteoporosi, che hanno un legame diretto con alcune deficienze nutrizionali, oltre che con uno scorretto stile di vita. Un altro 15% complessivo delle patologie possono essere attribuite a fattori di rischio legati all'alimentazione come l'elevata pressione arteriosa, un alto tasso di colesterolo nel sangue, un elevato indice di massa corporea o body mass index (BMI) ed un basso tasso di introduzione di frutta e verdura nella dieta (*Selected major risk factors and global and regional burden of disease*, Ezzati M. et al., The Lancet, pubblicato online il 30 ottobre 2002 – <http://image.thelancet.com/extras/02art9066web.pdf>).

Nel marzo 2003 sono stati presentati nel corso di "Nutrition in the EU, in view of EU enlargement" alcuni dati estremamente inte-

ressanti da Aileen Robertson, Regional Adviser for Nutrition del Regional Office for Europe dell'Organizzazione Mondiale della Sanità.

In particolare sono state enunciate le raccomandazioni nutrizionali del Programma del WHO Nutrition & Food Security, che sono riassunte in tabella 3.

Nella stessa occasione sono anche stati presentate in una tabella riassuntiva i risultati dello studio europeo EuroDiet (tabella 4). Gli obiettivi nutrizionali e le altre indicazioni relative allo stile di vita di EuroDiet non solo dovrebbero essere ampiamente diffusi (e qui si richiama il ruolo dell'Authority) tra i consumatori, ma dovrebbero indirizzare le loro scelte alimentari in modo determinante, considerando alcuni dati allarmanti riportati nella tabella 5.

È possibile che la maggior parte dei consumatori ignori alcune delle informazioni o raccomandazioni appena ricordate, o non

Tabella 4
Obiettivi nutrizionali e stile di vita coerente con la prevenzione delle principali patologie in Europa

Componente	Obiettivo per la popolazione	Livello di evidenza
Livello di attività fisica (PAL)	PAL > 1,75*	++
Indice di massa corporea (BMI)**	21-22	++
Lipidi nella dieta % contenuto di energia	< 30 (per uno stile di vita sedentario 20-25%)	++
Acidi grassi % dell'E totale:		
saturi	< 10	++++
trans	< 2	++
polinsaturi (PUFA): n-6	4-8	+++
n-3	2 g linolenico + 200 mg a catena molto lunga	++
Carboidrati % dell'E totale	> 55	+++
Consumo di alimenti dolci (contenenti saccarosio occasioni/giorno)	= < 4	++
Frutta e verdura (g/giorno)	> 400	++
Folati (microg/giorno)	> 400	+++
Fibra alimentare (g/giorno)	> 25 (o 3 g/MJ)	++
Sodio (espresso come NaCl g/giorno)	< 6	+++
Iodio (microg/giorno)	150 (bambini 50 - gravidanza 200)	+++
Allattamento al seno (esclusivamente)	ca. 6 mesi	+++

* Il valore del PAL è equivalente a 60-80 minuti di camminata/giorno (di cui 30 minuti per prevenire malattie cardio-vascolari e diabete)

** BMI è uguale al peso in chilogrammi diviso per l'altezza in metri al quadrato

Tratto da EuroDiet, Core Report, Nutrition & Diet for Healthy Lifestyles in Europe Science & Policy Implications, Crete June 2000

Il 34% della popolazione adulta è in sovrappeso
 Il 20% è obesa
 Almeno 500.000 persone sono classificabili come grandi obesi
 Il tasso di incremento è stimato in 25% negli ultimi 5 anni
 La spesa complessiva (50% a carico SSN) è ca. 22 M€/anno

Tabella 5
 Dati nazionali sull'incremento di peso/obesità della popolazione

Fonte: dati Istituto Auxologico Italiano

conosca i dati sul sovrappeso, oppure semplicemente non se ne curi?

L'autorità nazionale ed europea ed il mondo della ricerca possono avere un ruolo determinante per indurre e convincere a mettere in pratica dei consumi più consapevoli e sicuri sotto il profilo della salute.

Conclusioni

Le conclusioni generali, che emergono da quanto discusso finora, si possono ricondurre a tre aspetti: l'Autorità italiana per la sicurezza alimentare, il ruolo prevalente della ricerca e formazione in questo campo, il ruolo "attivo" del consumatore.

- È urgente l'istituzione di una Autorità nazionale come interlocutrice dell'EFSA e come occasione di razionalizzazione del complesso sistema dei controlli effettuati sugli alimenti. Tale nodo di coordinamento centrale può servire anche a far emergere a livello nazionale un approccio originale al problema della sicurezza alimentare che non ne enfatizzi unicamente gli aspetti igienico-sanitari, come avviene prevalentemente nei paesi nord-europei, ma che sappia coniugare sapientemente gli aspetti della sicurezza con quelli della qualità intrinseca dei prodotti, della tipicità, della specificità mediterranea.
- Oltre al già citato ruolo di studio e monitoraggio degli aspetti scientifici relativi alle categorie prioritarie del rischio alimentare già individuate, la comunità scientifica dovrebbe richiamare a sé il ruolo della comunicazione del rischio. Tale ruolo si lega alla problematica dell'educazione/informazione alimentare che richiede un importante intervento da parte del mondo scientifico, coadiuvato dall'Autorità

nazionale per la sicurezza alimentare. Questo ampio compito di diffusione dell'informazione in materia di sicurezza alimentare deve comprendere sia l'importanza della dieta che degli stili di vita, così come emerge in EuroDiet. Per ciò che concerne più in particolare la formazione, bisogna sottolineare che per la qualità e la sicurezza alimentare ci si deve avvalere di figure professionali in grado non solo di controllarle, ma di programmarle e gestirle lungo tutta la filiera alimentare, non solo monitorando il prodotto, ma l'intero processo produttivo lungo tutta la filiera.

- Il consumatore riveste anche in prima persona un ruolo attivo rispetto alla sicurezza alimentare: ella/egli ha il dovere di informarsi, per poi esercitare delle scelte consapevoli a tavola ed anche per preparare i pasti nel massimo rispetto delle più elementari norme igieniche, considerato che la maggioranza delle tossinfezioni alimentari ha origine proprio a livello di preparazione domestica degli alimenti. Inoltre deve esigere da chi produce, trasforma, commercializza, certifica alimenti un corretto rapporto qualità/prezzo. Infine, ma non meno importante, la sua scelta alimentare comporta sempre degli aspetti etici assolutamente non trascurabili, scegliendo come nutrirsi si sceglie implicitamente un alimento che ha uno specifico "costo" in termini energetici, in termini di impatto ambientale, in termini di disponibilità alimentare globale, in termini di sofferenza per le altre specie viventi. Per scegliere consapevolmente il "costo" di un alimento in questi termini, occorrono molte altre informazioni aggiuntive rispetto a quelle reperibili attualmente in etichetta.

Piani energetici regionali: indicatori e obiettivi

EMIDIO D'ANGELO
LUCIANO CORALLI
ANTONIO MORI

ENEA

Unità di Agenzia
per lo Sviluppo Sostenibile - Advisor

Gli elementi essenziali della valutazione e analisi delle politiche energetiche ed ambientali regionali, effettuate nell'ambito delle attività di osservatorio energetico regionale dell'ENEA

studi & ricerche

Regional energy plans: indicators and objectives

Abstract

New needs emerged from the energy system in 2003, especially in connection with the worsening of management problems related to the availability and reliability of the existing central plants and to a certain "fragility" of the power grid. The central government and Parliament's response, and the Regions' request to be involved in decisions. This paper describes the key factors considered in the analyses and assessments of regional energy and environment policies made by ENEA's regional energy observatory

Il presente articolo riporta gli elementi essenziali della valutazione e analisi delle politiche energetiche ed ambientali regionali, effettuate nell'ambito delle attività di osservatorio energetico regionale dell'ENEA. L'ultimo anno ha visto le Amministrazioni alla ricerca di un nuovo equilibrio alla luce delle esigenze emergenti dal sistema energetico e dell'assetto istituzionale profondamente rinnovato dalla modifica del Titolo V della Costituzione (legge costituzionale 3/2001).

Il ruolo delle Regioni nell'attuale fase di riordino del sistema energetico

Mentre in Parlamento proseguiva l'esame del disegno di legge cosiddetto "Marzano" (disegno di legge "di riforma e riordino del settore energetico"), il Paese si è trovato di fronte una situazione per certi versi duplice e contraddittoria: da una parte un notevole numero di richieste di autorizzazioni di impianti di generazione di energia elettrica, dall'altra i problemi emergenti nel garantire la continuità, in ogni situazione, del servizio di fornitura d'elettricità.

Le Regioni sono state innanzitutto coinvolte nell'esame delle richieste di autorizzazione di nuove centrali che la liberalizzazione del sistema ha moltiplicato a dismisura. Pur con la difficoltà di gestire una grande quantità di domande, è stata autorizzata nuova potenza di generazione (ed altra è in corso di approvazione) tale da sopperire, nel prossimo futuro, alle necessità del sistema elettrico italiano.

Il 2003 ha però visto anche aumenti considerevoli soprattutto nelle richieste di energia elettrica alle punte in concomitanza con l'aggravarsi di problemi di gestione legati alla disponibilità ed affidabilità del parco centrali esistente e ad una certa "fragilità" della rete elettrica: distacchi programmati nel corso dell'estate e il *black out* del 28 settembre hanno evidenziato tutto questo.

Tali sopravvenute emergenze hanno porta-

to in particolare all'emanazione dei decreti legge 3/7/2003 n. 158 e 29/8/2003 n. 239, nonché di un maxi emendamento apportato in fase di conversione di quest'ultimo decreto legge. È qui riemersa una questione sicuramente centrale per il funzionamento del sistema di governo del settore: l'importanza, se non la necessità, di forme di coinvolgimento delle Regioni non solo nel momento dell'elaborazione governativa ma anche in quello dell'esame, discussione e decisione parlamentare. A questo proposito la Conferenza dei Presidenti in un documento approvato nel luglio 2003 ribadiva che la materia richiede "un quadro condiviso di indirizzi e linee guida di programmazione di medio-lungo termine, un assetto razionale e coordinato degli strumenti pubblici di intervento, il buon funzionamento dei circuiti di coesione istituzionale, assicurando la tenuta degli strumenti di raccordo e concertazione nell'approccio ai problemi di funzionamento unitario dei mercati dell'energia e ai problemi di impatto territoriale".

Le Regioni hanno anche ricercato una maggior interazione con l'Autorità per l'energia elettrica e il gas (AEEG) per l'attivazione dei titoli di efficienza energetica (i cosiddetti certificati bianchi) dichiarando la loro disponibilità a partecipare e collaborare con l'AEEG nella verifica dei progetti e nell'attività di controllo sugli interventi oltre che ad individuare tutte le sinergie possibili con i programmi e le risorse attivate a livello regionale.

Sempre nel 2003 le Regioni, chiamate ad esprimersi sullo schema di decreto legislativo di recepimento della direttiva 2001/77/CE "sulla promozione dell'energia elettrica prodotta da fonti energetiche rinnovabili nel mercato interno dell'elettricità", hanno sottolineato la necessità e l'importanza di individuare strumenti di incentivazione adeguati agli obiettivi già assunti in ambito internazionale perché queste fonti possano effettivamente fornire l'apporto previsto al sistema nazionale di produzione elettrica. La

direttiva è stata recentemente recepita con decreto legislativo n. 387 del 29 dicembre 2003.

Situazione energetica regionale a confronto

Domanda e offerta

Sulla base dei dati dei Bilanci Energetici Regionali è possibile procedere ad una analisi energetica comparata tra le regioni italiane che sarà effettuata con gli ultimi dati disponibili relativi al 2000.

Ciascuna regione ha un sistema energetico fortemente correlato alle sue caratteristiche socio-economiche. La storia, l'economia e la posizione geografica hanno determinato in gran parte anche le caratteristiche energetiche delle regioni. Oltre i fattori naturali e di sviluppo, le situazioni energetiche regionali sono determinate anche dalle scelte fatte dalle Amministrazioni, dal lato dell'of-

ferta (in merito alle tipologie di insediamenti produttivi e di impianti per la produzione, trasformazione e trasporto dell'energia nel proprio territorio) e dal lato della domanda (iniziative per favorire usi razionali dell'energia).

Il possesso di una buona conoscenza del sistema energetico regionale in termini di offerta (produzione, importazione, stoccaggi, trasformazione, reti di trasmissione e distribuzione) e di domanda (livelli di consumi finali per fonti e per settori d'impiego) e, inoltre, la conoscenza dell'efficienza e delle modalità di produzione e consumo, è di fondamentale importanza per l'impostazione delle politiche energetiche da parte delle Regioni.

Le variabili energetiche di base più rilevanti sono la produzione di energia primaria, il consumo lordo, il consumo complessivo finale, la produzione di derivati petroliferi e di energia elettrica, l'autosufficienza energetica, ed elettrica in particolare. A que-

Tabella 1

Produzione, consumo lordo e consumi finali di energia, per regione. Anno 2000

	Produzione di energia primaria		Consumo lordo		Consumi finali		Consumi finali/ Consumo lordo %
	(ktep)	Incidenza %	(ktep)	Incidenza %	(ktep)	Incidenza %	
Valle d'Aosta	630	1,9	586	0,3	429	0,3	73,2
Piemonte	3.389	10,3	16.381	8,9	12.018	9,7	73,4
Lombardia	3.075	9,4	34.891	18,9	24.127	19,5	69,1
Trentino Alto Adige	2.361	7,2	3.177	1,7	2.381	1,9	74,9
Veneto	1.076	3,3	17.014	9,2	11.613	9,4	68,3
Friuli Venezia Giulia	401	1,2	5.148	2,8	3.419	2,8	66,4
Liguria	81	0,2	5.839	3,2	3.667	3,0	62,8
Emilia Romagna	6.912	21,0	16.556	9,0	12.386	10,0	74,8
Toscana	1.533	4,7	12.081	6,5	8.304	6,7	68,7
Umbria	424	1,3	3.169	1,7	2.228	1,8	70,3
Marche	3.881	11,8	4.666	2,5	2.858	2,3	61,3
Lazio	410	1,2	12.794	6,9	9.389	7,6	73,4
Abruzzo	1.335	4,1	3.280	1,8	2.488	2,0	75,9
Molise	526	1,6	763	0,4	561	0,5	73,5
Campania	310	0,9	9.053	4,9	6.340	5,1	70,0
Puglia	1.561	4,7	13.174	7,1	8.414	6,8	63,9
Basilicata	1.223	3,7	1.386	0,7	1.024	0,8	73,9
Calabria	1.648	5,0	2.690	1,5	1.883	1,5	70,0
Sicilia	1.763	5,4	15.273	8,3	7.039	5,7	46,1
Sardegna	330	1,0	6.917	3,7	3.401	2,7	49,2
Italia	32.869	100,0	184.838	100,0	123.969	100,0	68,1

Fonte: elaborazioni ENEA

sti si aggiungono poi gli indicatori di efficienza energetica calcolati rispetto alle principali variabili fisiche, economiche e demografiche. Un primo confronto regionale è mostrato nella tabella 1.

Si evidenzia innanzitutto che alcune regioni (Valle d'Aosta, Trentino Alto Adige, Marche, Molise, Basilicata, Calabria) presentano una produzione di energia primaria abbastanza simile al proprio consumo. La maggior parte delle regioni consuma più energia di quanta disponibile localmente, in termini di risorse energetiche primarie.

Importante, al fine della caratterizzazione energetica, è il rapporto tra consumo finale e consumo lordo, indice della quantità di energia primaria trasformata direttamente nella regione. Nella maggior parte delle regioni i consumi finali costituiscono il 70% dei rispettivi consumi lordi, mentre in Sicilia e Sardegna circa la metà, a fronte di un valore medio nazionale del 68%, al netto

degli "usi non energetici". La Sicilia si caratterizza, infatti, per il più elevato valore degli "usi non energetici" del settore chimico e petrolchimico e per un altrettanto elevato valore dei "consumi e perdite del settore energia".

In termini di produzione elettrica si hanno forti differenze tra le regioni, con alcune in grande eccedenza, come Valle d'Aosta, Trentino, Liguria, Lazio, Puglia e Calabria e altre in forte deficit, come Campania, Marche, Piemonte, Lombardia, Emilia Romagna, Umbria e Friuli Venezia Giulia.

I consumi finali di energia sono ovviamente molto diversi quantitativamente da regione a regione: la Lombardia consuma il 20% circa del totale nazionale; l'Emilia Romagna, il Piemonte ed il Veneto intorno al 10% ciascuna; altre regioni come Lazio, Puglia e Toscana intorno al 7%. Queste sette regioni consumano, quindi, complessivamente circa il 70% del totale italiano. Anche in Sicilia e in Campania i consumi finali han-

Tabella 2
Consumi finali d'energia per fonte e per regione. Anno 2000

	Comb. solidi	Petrolio	Gas natur.	Rinnovabili	Energia elettr.	Totale	Comb. solidi	Petrolio	Gas natur.	Rinnovabili	Energia elettr.
	ktep						%				
Valle d'Aosta	3	264	66	27	69	429	0,7	61,5	15,4	6,3	16,1
Piemonte	155	4.558	4.846	342	2.117	12.018	1,3	37,9	40,3	2,8	17,6
Lombardia	163	9.462	9.248	217	5.036	24.127	0,7	39,2	38,3	0,9	20,9
Trentino Alto Adige	5	1.291	600	43	441	2.381	0,2	54,2	25,2	1,8	18,5
Veneto	156	4.874	4.169	52	2.361	11.613	1,3	42,0	35,9	0,4	20,3
Friuli Venezia Giulia	45	1.139	1.451	37	743	3.415	1,3	33,4	42,5	1,1	21,8
Liguria	728	1.453	918	47	521	3.667	19,9	39,6	25,0	1,3	14,2
Emilia Romagna	28	4.704	5.629	43	1.981	12.386	0,2	38,0	45,4	0,3	16,0
Toscana	520	3.414	2.693	106	1.571	8.304	6,3	41,1	32,4	1,3	18,9
Umbria	22	1.043	668	32	463	2.228	1,0	46,8	30,0	1,4	20,8
Marche	13	1.387	876	74	508	2.858	0,5	48,5	30,7	2,6	17,8
Lazio	32	5.503	1.963	220	1.672	9.389	0,3	58,6	20,9	2,3	17,8
Abruzzo	2	1.175	752	38	521	2.488	0,1	47,2	30,2	1,5	20,9
Molise	6	279	155	15	106	561	1,1	49,7	27,6	2,7	18,9
Campania	26	3.644	1.338	77	1.256	6.340	0,4	57,5	21,1	1,2	19,8
Puglia	2.228	3.319	1.519	33	1.316	8.414	26,5	39,4	18,1	0,4	15,6
Basilicata	1	478	333	15	198	1.024	0,1	46,7	32,5	1,5	19,3
Calabria	1	1.241	233	17	391	1.883	0,1	65,9	12,4	0,9	20,8
Sicilia	56	4.541	1.070	32	1.340	7.039	0,8	64,5	15,2	0,5	19,0
Sardegna	1	2.538	0	23	840	3.401	0,0	74,6	0,0	0,7	24,7
Italia	4.191	56.307	38.527	1.490	23.451	123.965	3,4	45,4	31,1	1,2	18,9

Fonte: ENEA

no un notevole peso, rispettivamente il 5,6% ed il 5,2% del totale nazionale.

Per quanto attiene ai consumi delle fonti energetiche, la tabella 2 riporta per ciascuna regione e per l'Italia nel suo complesso i dati assoluti e le quote di ciascuna tipologia rispetto al totale. La lettura della tabella mostra significative differenze a livello regionale. Per i combustibili solidi spiccano le situazioni della Puglia, seguita a distanza dalla Liguria e dalla Toscana. Per i prodotti petroliferi, quasi tutte le regioni del Sud, la Valle d'Aosta ed il Trentino Alto Adige mostrano dei valori decisamente superiori a quelli medi nazionali (45,4%). L'impiego di gas naturale è pari al 31% a livello nazionale. Tale valore è generalmente superato nelle regioni centrali ed al Nord, ad esclusione di Lazio, Liguria, Valle d'Aosta e Trentino Alto Adige. Le quote di consumo di energia elettrica nelle regioni risultano maggiormente in sintonia con la quota nazionale, salvo alcune spiccate differenze come in

Sardegna (con una quota superiore per l'assenza del gas naturale) ed in Liguria ed Emilia-Romagna, con una quota inferiore per un maggiore utilizzo di carbone e di gas naturale.

L'analisi dei consumi finali di energia, disaggregati per settore economico (tabella 3), mostra che il macrosettore "agricoltura e pesca" ha in alcune regioni un peso relativamente maggiore (Puglia, Molise, Basilicata, Marche, Emilia Romagna e Abruzzo), mentre nella Valle d'Aosta si registra il contributo più ridotto (0,2%), sia per l'assenza del comparto della pesca che per la natura del suo territorio.

Nel settore "industria", Puglia, Sardegna, Umbria, Friuli Venezia Giulia, Basilicata e Sicilia mostrano il peso più rilevante dei consumi finali, a conferma dell'importanza che rivestono, nell'economia di queste regioni, i grandi insediamenti industriali, in particolare il petrolchimico ed il siderurgico per la Puglia, ed il petrolchimico ed il polo

Tabella 3

Consumi finali d'energia per settore economico e per regione. Anno 2000

	Agricolt. e pesca	Industria	Residenziale	Terziario	Trasporti	Totale	Agricolt. e pesca	Industria	Residenziale	Terziario	Trasporti
	ktep						%				
Valle d'Aosta	1	81	148	52	147	429	0,2	18,9	34,5	12,1	34,3
Piemonte	207	4.611	3.222	1.025	2.953	12.018	1,7	38,4	26,8	8,5	24,6
Lombardia	398	8.019	6.370	2.732	6.607	24.127	1,6	33,2	26,4	11,3	27,4
Trentino Alto Adige	55	547	690	231	856	2.381	2,3	23,0	29,0	9,7	36,0
Veneto	292	4.124	2.725	1.150	3.321	11.613	2,5	35,5	23,5	9,9	28,6
Friuli Venezia Giulia	62	1.576	662	294	820	3.415	1,8	46,1	19,4	8,6	24,0
Liguria	85	1.161	994	332	1.097	3.668	2,3	31,7	27,1	9,1	29,9
Emilia Romagna	427	4.222	2.688	1.396	3.653	12.386	3,4	34,1	21,7	11,3	29,5
Toscana	139	2.906	1.730	871	2.645	8.291	1,7	35,1	20,9	10,5	31,9
Umbria	56	947	328	150	747	2.228	2,5	42,5	14,7	6,7	33,5
Marche	96	721	614	269	1.158	2.858	3,4	25,2	21,5	9,4	40,5
Lazio	173	1.058	2.202	1.285	4.671	9.389	1,8	11,3	23,5	13,7	49,7
Abruzzo	77	761	522	204	925	2.488	3,1	30,6	21,0	8,2	37,2
Molise	23	200	106	43	190	561	4,1	35,7	18,9	7,7	33,9
Campania	163	1.412	1.371	542	2.851	6.340	2,6	22,3	21,6	8,5	45,0
Puglia	405	4.228	1.067	455	2.260	8.414	4,8	50,2	12,7	5,4	26,9
Basilicata	46	415	161	97	305	1.024	4,5	40,5	15,7	9,5	29,8
Calabria	72	257	346	196	1.013	1.883	3,8	13,6	18,4	10,4	53,8
Sicilia	226	2.697	942	508	2.666	7.039	3,2	38,3	13,4	7,2	37,9
Sardegna	97	1.404	426	241	1.233	3.401	2,9	41,3	12,5	7,1	36,3
Italia	3.100	41.347	27.314	12.073	40.118	123.953	2,5	33,4	22,0	9,7	32,4

Fonte: ENEA

dell'alluminio per la Sardegna. In termini assoluti i maggiori consumi si hanno in Lombardia. Nel Lazio, viceversa, il settore industria pesa solo per l'11,3% dei consumi finali della regione, indice di un tessuto produttivo costituito prevalentemente da terziario e da piccole-medie imprese appartenenti a settori non *energy-intensive*.

Nel settore "trasporti", la Calabria risulta la regione con la più alta incidenza percentuale sui consumi finali, oltre venti punti in più rispetto alla media nazionale del 32,4%, dovuta ad un peso ridotto degli altri settori, in particolare del settore "industria", che risulta inferiore di oltre la metà rispetto alla media nazionale. Nel Lazio il settore "trasporti" assorbe quasi la metà dei consumi finali complessivi della regione, in Campania il 45%, mentre il Friuli Venezia Giulia risulta la regione con la minore incidenza dei consumi in questo settore, a fronte però di un consumo nel settore "industria" nettamente al di sopra di quello della media nazionale.

Nel settore "residenziale" incide la diversità strutturale e l'influenza del clima. Tutte le regioni del Nord presentano, ad eccezione del Friuli Venezia Giulia, valori superiori a quello medio nazionale (22,0%). Le regioni centro-meridionali mostrano invece valori anche sensibilmente inferiori a quello medio, con la sola eccezione del Lazio, dove risulta evidente l'influenza della Capitale.

Anche nel settore "terziario" si evidenziano notevoli scostamenti dal valore medio nazionale (9,7%). Queste differenze sono imputabili anche all'aggregazione in questo settore dei consumi della Pubblica Amministrazione, ma riflettono sostanzialmente il diverso sviluppo di questo settore, in particolare di quello "avanzato", a livello regionale.

Indicatori regionali di efficienza energetica

Nella tabella 4 sono riportate, per ciascuna Regione e per l'Italia nel suo complesso, le intensità energetiche finali (totale ed elettrica) rispetto al PIL e le intensità dei cinque prin-

cipali settori di impiego ed i consumi pro capite.

Le principali differenze tra le regioni riguardano i consumi pro capite di energia, per i quali si registrano il valore quattro volte superiore della Val d'Aosta rispetto alla Calabria, e l'intensità energetica dell'industria, con valori di 698,7- 626,1 e 550,3 tonnellate equivalenti di petrolio per milione di euro (tep/M€) di valore aggiunto (VA) rispettivamente per Sardegna, Puglia e Sicilia, a fronte di valori di 95,8 e 112,4 tep/M€, per Lazio e Marche, che testimoniano la presenza nelle prime tre regioni di industrie altamente energivore. In agricoltura si evidenzia, inoltre, il divario tra i valori dell'intensità energetica registrati rispettivamente in Valle d'Aosta ed Emilia Romagna. Le intensità dei consumi privati delle famiglie mostrano, invece, valori più allineati alla media nazionale, con differenze che sono in gran parte attribuibili alle diverse condizioni climatiche.

Nel 2000 la Puglia registra il più elevato valore dell'intensità energetica finale del PIL e la Calabria quello più basso. Al valore elevato di questo indicatore per la Puglia contribuisce in modo significativo il valore altrettanto elevato dell'intensità energetica registrato nell'industria.

Una considerazione a parte merita la Valle d'Aosta che risulta, infatti, caratterizzata dal più elevato valore dell'intensità energetica dei consumi privati delle famiglie, da una elevata intensità energetica dei trasporti rispetto al PIL, dalla più elevata intensità energetica del terziario e da un elevato valore dell'intensità elettrica dei consumi privati delle famiglie. La Valle d'Aosta risulta, perciò, in termini energetici, una Regione del tutto particolare, con una specificità che la discosta dalle altre regioni e dalla media nazionale: è, insieme, forte consumatrice ed esportatrice di energia elettrica. Il consumo energetico pro capite in questa Regione risulta il più elevato (3,6 tep/abitante), quasi il doppio di quello medio nazionale.

Anche il consumo elettrico pro capite risul-

	Intensità energetica finale del PIL	Intensità elettrica del PIL	Consumi energetici pro capite	Intensità energetica dei consumi delle famiglie	Intensità elettrica dei consumi delle famiglie	Intensità energetica dei trasporti rispetto al PIL	Intensità energetica dell'industria manifatt	Intensità energetica del terziario	intensità energetica della agricoltura
	tep/M€ 95	tep/M€ 95	tep/abit.	tep/M€ 95	GWh/M€ 95	tep/M€ 95	tep/M€ 95	tep/M€ 95	tep/M€ 95
Valle d'Aosta	147,6	282,3	3,6	77,6	90,9	50,8	365,2	24,8	34,2
Piemonte	137,2	286,4	2,8	64,7	93,1	33,7	198,1	20,9	104,7
Lombardia	116,9	288,6	2,6	57,6	91,7	32,0	140,6	25,5	109,9
Trentino Alto Adige	108,7	236,2	2,5	52,3	75,2	39,1	176,4	13,8	70,7
Veneto	123,8	295,6	2,6	49,7	86,5	35,4	161,6	22,9	97,3
Friuli Venezia Giulia	144,7	367,8	2,9	47,8	94,4	34,8	321,5	21,5	89,7
Liguria	120,8	206,0	2,3	49,2	90,0	36,1	324,6	17,4	118,9
Emilia Romagna	138,6	259,4	3,1	51,3	78,0	40,9	182,2	33,3	126,1
Toscana	119,4	267,9	2,3	40,8	92,4	38,1	188,0	19,2	111,8
Umbria	153,6	372,7	2,7	37,4	96,4	51,5	319,6	18,7	98,9
Marche	107,9	239,8	1,9	37,8	86,1	43,7	112,4	18,2	118,7
Lazio	95,2	199,2	1,8	36,0	103,1	47,4	95,8	14,4	107,0
Abruzzo	129,8	318,5	1,9	43,1	96,0	48,3	194,5	21,0	102,9
Molise	122,3	273,7	1,7	36,5	92,8	41,4	272,8	13,3	103,4
Campania	98,4	227,8	1,1	29,8	114,2	44,3	174,0	10,7	75,5
Puglia	173,3	326,7	2,0	30,9	109,7	46,9	626,1	12,9	133,6
Basilicata	123,3	298,9	1,6	33,7	99,4	38,7	292,1	16,1	94,9
Calabria	82,9	206,4	0,9	20,0	111,2	45,6	144,4	12,9	54,9
Sicilia	118,4	295,6	1,4	21,7	124,5	45,3	550,3	12,1	81,5
Sardegna	157,0	493,7	2,1	28,7	130,3	56,9	698,7	16,1	102,7
Italia	122,4	240,3	2,1	43,5	98,3	39,6	200,1	19,6	102,9

Tabella 4
Principali indicatori di efficienza energetica regionale. Anno 2000

Fonte: ENEA

ta in Valle d'Aosta il più elevato, superiore di oltre 2/3 di quello medio nazionale ed di oltre tre volte quello della regione con il più basso valore.

La più elevata intensità elettrica del PIL si registra, invece, in Sardegna a causa della presenza di grandi industrie, forti consumatrici di energia elettrica (alluminio in particolare), e dell'assenza del gas naturale, che favorisce il perdurare degli impieghi dell'energia elettrica anche per gli usi finali non obbligati quali, tipicamente, quelli per la produzione di acqua calda sanitaria. La Sardegna registra, infatti, anche il più elevato valore dell'intensità elettrica dei consumi privati delle famiglie ed uno dei più alti valori del consumo elettrico pro capite.

Questa regione presenta inoltre il secondo valore dell'intensità energetica dell'industria dopo la Puglia. Tutto ciò si riflette,

ovviamente, anche sull'intensità energetica del PIL che registra, dopo la Puglia, il valore più elevato.

In Umbria l'elevato valore dell'intensità elettrica del PIL, secondo solo a quello della Sardegna, testimonia l'aumento costante dei consumi elettrici registrato negli ultimi anni, in particolare nell'industria siderurgica, in corrispondenza di una analoga crescita del PIL.

Attuazione delle politiche energetiche regionali di contenimento della CO₂

Le emissioni di CO₂ a livello regionale

Il conseguimento di obiettivi di consistente riduzione delle emissioni è generalmente

parte dei programmi energetici delle Regioni. Queste hanno quasi tutte definito e varato i loro Piani Energetico-Ambientali dove hanno forte rilevanza gli obiettivi ambientali.

Al fine di una valutazione complessiva, in questa sede sono state effettuate delle stime per settore e per fonte, sulla base delle quantità di prodotti trasformati e consumati ricavati dai bilanci energetici regionali redatti da ENEA e riferiti all'anno 2000.

A livello nazionale, da circa 400 milioni di tonnellate di CO₂ emesse nel 1990, si è passati a 452 milioni nel 2000, con un incremento del 13%. Le emissioni di CO₂ nel 1990 provenivano per il 64% da prodotti petroliferi. Nel 2000 si è ridotta in modo significativo la quota dei consumi petroliferi e di combustibili solidi, riducendosi conseguentemente le relative emissioni, mentre è aumentata di molto la quota relativa al gas metano. Tra le regioni le quantità di emissioni di CO₂ sono ovviamente molto diverse, dipen-

dendo dagli impieghi delle fonti energetiche (produzione, trasformazione, usi finali). Le scelte di intervento per la loro riduzione saranno pertanto adeguate alle quantità di emissioni e alle caratteristiche di ciascuna regione. Dal 1990 al 2000 si sono avuti forti incrementi complessivi per quasi tutte le regioni, con l'esclusione della Val d'Aosta, Liguria, Campania e Calabria. Gli aumenti naturalmente sono dovuti a incrementi di produzione e consumi di energia, e soprattutto all'entrata in funzione di nuove centrali termoelettriche.

La ripartizione delle provenienze della CO₂ nel 2000 per fonte impiegata, è molto diversificata da regione a regione. La provenienza dall'impiego di carbone è forte in Liguria e Puglia e abbastanza consistente in Friuli Venezia Giulia e Umbria. Una forte prevalenza da fonte petrolifera, superiore al 70%, si ha in Valle d'Aosta, Trentino Alto Adige, Lazio, Campania, Sicilia e Sardegna. Dall'uso del gas naturale si hanno sei regioni con più

Tabella 5
Emissioni regionali di CO₂ per settori. Anno 2000 (migliaia di tonnellate)

	Termo elettrico		Trasporti		Residenziale		Terziario		Industria manifatt.		Settore energia		Agri-coltura		Totale settori	
		%		%		%		%		%		%		%		%
Piemonte	4158	12,8	9365	28,9	6446	19,9	1596	4,9	8785	27,1	1424	4,4	598	1,8	32372	7,2
Val d'Aosta	0	0,0	470	47,4	336	33,9	64	6,4	117	11,9	0	0,0	3	0,3	991	0,2
Lombardia	16080	22,9	20989	29,8	13529	19,2	4539	6,5	12920	18,4	1191	1,7	1082	1,5	70329	15,6
Trentino Alto Adige	107	1,9	2682	46,9	1622	28,3	296	5,2	893	15,6	0	0,0	124	2,2	5724	1,3
Veneto	19628	42,2	10566	22,7	5765	12,4	1704	3,7	7434	16,0	606	1,3	761	1,6	46464	10,3
Friuli Venezia Giulia	4772	38,3	2548	20,4	1382	11,1	418	3,4	2784	22,3	392	3,1	169	1,4	12464	2,8
Liguria	9070	46,5	3387	17,4	2096	10,7	416	2,1	3685	18,9	594	3,0	262	1,3	19511	4,3
Emilia Romagna	5811	16,6	11554	33,0	5610	16,0	2363	6,8	7892	22,6	597	1,7	1165	3,3	34993	7,7
Toscana	9167	30,8	8384	28,2	3412	11,5	1237	4,2	6098	20,5	1031	3,5	392	1,3	29720	6,6
Umbria	1598	24,1	2381	35,9	593	8,9	190	2,9	1719	25,9	0	0,0	156	2,3	6638	1,5
Marche	474	6,1	3649	46,6	1198	15,3	347	4,4	1135	14,5	752	9,6	277	3,5	7832	1,7
Lazio	17619	43,2	14807	36,3	3799	9,3	1705	4,2	1783	4,4	609	1,5	477	1,2	40800	9,0
Abruzzo	1130	16,8	2958	43,9	988	14,7	244	3,6	1172	17,4	19	0,3	222	3,3	6733	1,5
Molise	422	23,8	614	34,7	196	11,1	34	1,9	381	21,6	57	3,2	65	3,7	1769	0,4
Campania	1422	8,6	9086	54,9	2390	14,4	502	3,0	2611	15,8	73	0,4	468	2,8	16552	3,7
Puglia	21350	43,5	7234	14,7	1801	3,7	486	1,0	12791	26,1	4242	8,6	1149	2,3	49055	10,9
Basilicata	483	18,8	722	28,1	278	10,8	135	5,2	810	31,5	14	0,5	129	5,0	2570	0,6
Calabria	3156	40,6	3211	41,3	461	5,9	171	2,2	537	6,9	49	0,6	193	2,5	7779	1,7
Sicilia	13914	34,5	8567	21,3	1222	3,0	365	0,9	6690	16,6	8910	22,1	614	1,5	40281	8,9
Sardegna	8439	43,9	3992	20,8	811	4,2	272	1,4	2887	15,0	2532	13,2	269	1,4	19202	4,3
Italia	13800	30,7	127166	28,1	53936	11,9	17085	3,8	83124	18,4	23095	5,1	8573	1,9	451778	100,0

Fonte: elaborazioni ENEA

	kt CO ₂	PIL (M€)	Abitanti	Consumo interno lordo (CIL)*	tCO ₂ /M€	tCO ₂ /abitante	tCO ₂ /tep _{CIL}
Piemonte	29.641	87.439,0	4.287.465	16.024	339,0	6,9	1,85
Val d'Aosta	1.022	2.807,0	120.343	586	364,3	8,5	1,74
Lombardia	70.156	206.489,2	9.065.440	33.293	339,8	7,7	2,11
Trentino Alto Adige	5.935	22.024,5	936.256	3.177	269,5	6,3	1,87
Veneto	43.679	94.392,4	4.511.714	15.825	462,7	9,7	2,76
Friuli Venezia Giulia	10.477	23.841,7	1.185.172	4.880	439,4	8,8	2,15
Liguria	20.213	30.709,4	1.625.870	5.012	658,2	12,4	4,03
Emilia Romagna	33.733	89.756,8	3.981.146	15.765	375,8	8,5	2,14
Toscana	26.925	69.004,9	3.536.392	11.441	390,2	7,6	2,35
Umbria	5.409	14.399,5	835.488	3.058	375,6	6,5	1,77
Marche	6.737	26.480,7	1.460.989	4.351	254,4	4,6	1,55
Lazio	40.905	99.905,4	5.264.077	12.476	409,4	7,8	3,28
Abruzzo	6.361	19.546,2	1.279.016	3.280	325,4	5,0	1,94
Molise	1.706	4.497,8	327.987	763	379,3	5,2	2,24
Campania	16.546	64.779,2	5.780.958	8.772	255,4	2,9	1,89
Puglia	42.378	48.103,2	4.085.239	12.342	881,0	10,4	3,43
Basilicata	2.864	7.765,2	606.183	1.385	368,8	4,7	2,07
Calabria	7.549	22.310,4	2.050.478	2.680	338,4	3,7	2,82
Sicilia	31.667	59.252,0	5.087.794	12.570	534,4	6,2	2,52
Sardegna	16.453	21.805,1	1.651.888	6.012	754,5	10,0	2,74
Italia	420.357	1.015.309,5	57.679.895	173.692	414,0	7,3	2,42

* al netto di bunkeraggi ed usi non energetici

Tabella 6
Indicatori regionali di consumo energetico e di emissioni di CO₂ (2000)

Fonte: elaborazioni ENEA da fonti varie

del 40% di emissioni di CO₂, fino al 52% della Calabria.

La ripartizione delle emissioni di CO₂ per settore (tabella 5), a livello nazionale, nel 2000 è del 30,7% dal termoelettrico, del 18,4% dall'industria, del 28,1% dai trasporti, del 15,7% dal civile. In sei regioni, Veneto, Liguria, Lazio, Puglia, Calabria e Sardegna, la produzione termoelettrica è responsabile delle emissioni per oltre il 40%. In altre regioni l'incidenza del termoelettrico va dal 13 al 40%, mentre solo in poche situazioni si rilevano modeste quote di CO₂ dovute al termoelettrico. Dal settore trasporti si hanno emissioni per oltre il 40% in 6 regioni, Val D'Aosta, Trentino, Marche, Abruzzo, Campania, Calabria. L'industria presenta una punta massima di emissioni in Basilicata, con il 31,5%. In altre regioni si oscilla dal 27% del Piemonte al 4,4% del Lazio. Infine dal residenziale e dal terziario si hanno quantità e quote di emissioni più modeste, più evidenti

là dove sono limitate le attività termoelettriche o industriali. Valutazioni più qualitative per le emissioni di CO₂ possono essere fatte con l'ausilio degli indicatori.

La tabella 6 riassume alcuni indicatori di base per la CO₂. Per comodità del lettore vi sono riportati anche i valori assoluti necessari al calcolo degli indicatori stessi. Le quantità di CO₂ sono rapportate al PIL di ciascuna regione, ai consumi lordi di energia e agli abitanti. Rispetto al PIL si hanno valori molto diversificati tra le regioni, da 254 tCO₂/M€ delle Marche a 881 tCO₂/M€ della Puglia, regione che ha anche alte intensità energetiche, sia in consumi finali che lordi. Per abitante, è la Liguria ad avere il valore più elevato e la Campania il più basso. Rispetto ai consumi di energia, le emissioni di CO₂ sono particolarmente alte in Liguria e in alcune altre regioni (Puglia, Sicilia, Sardegna, Lazio, Veneto e Calabria). Si tenga conto, in particolare, che nel caso della Liguria e del

Lazio incide la forte componente di produzione termoelettrica, gran parte della quale è destinata all'esportazione in altre regioni. Nell'ipotesi di un riequilibrio territoriale a medio termine della produzione termoelettrica, come si vedrà, anche le emissioni potranno essere programmate e controllate.

La delibera CIPE 123/2002

Le delibere CIPE 137/98 e 123/02 costituiscono un passaggio importante nell'impegno delle Regioni per lo svolgimento dei loro compiti in campo energetico e ambientale, con l'assunzione di una piena responsabilità, non solo di ciascuna Regione per le attività e gli obiettivi propri, ma per l'insieme delle Regioni, con una impostazione d'integrazione, nell'ambito degli indirizzi nazionali e comunitari.

Specialmente negli ultimi Piani Energetici Regionali prodotti si può constatare come le Regioni intendano misurare i loro programmi d'intervento, con l'obiettivo della riduzione dei gas serra, contribuendo così all'impegno assunto dall'Italia nell'ambito degli obblighi della UE stabiliti dagli accordi internazionali e programmato nella delibera CIPE 137/98 e successiva delibera CIPE 123/02 di aggiornamento.

Le Regioni sono impegnate al raggiungimento di certi obiettivi tramite l'elaborazione dei Piani Energetico-Ambientali come strumenti quadro flessibili, dove sono previste azioni per lo sviluppo delle fonti rinnovabili, la razionalizzazione della produzione energetica ed elettrica in particolare, la razionalizzazione dei consumi energetici: in sostanza tutte quelle azioni di ottimizzazione delle prestazioni tecniche dal lato dell'offerta e dal lato della domanda.

Fondamentale appare anche l'integrazione con gli altri settori di programmazione e il ruolo dell'innovazione tecnologica, degli strumenti finanziari e delle leve fiscali tariffarie ed incentivanti per sostenere gli interventi in campo energetico.

L'evoluzione legislativa e l'evoluzione del

mercato, ovvero il processo di decentramento e di liberalizzazione del mercato dell'energia, sono i due eventi che stanno caratterizzando il nuovo assetto del sistema energetico e delle sue naturali correlazioni e vincoli con i sistemi ambientale ed economico.

Sulla base dello schema utilizzato nella delibera CIPE 123/02 per la quantificazione degli obiettivi di riduzione relativamente alle emissioni di CO₂ da processi di combustione, si possono elaborare alcuni indicatori di situazioni e prestazioni energetiche ed ambientali regionali, così da permettere la stima dell'entità degli impegni da assumere a livello regionale nei vari settori di intervento.

La delibera CIPE 123 prende atto del quadro programmatico delineato nel piano predisposto dal MATT e dei valori di emissioni dei gas ad effetto serra per gli anni 1990 e 2000. Vengono inoltre sviluppati due scenari, uno cosiddetto "tendenziale o a legislazione vigente" ed l'altro di "riferimento". Lo scenario tendenziale viene elaborato assumendo una crescita del PIL del 2% e tenendo conto delle azioni già avviate o decise. Lo scenario di "riferimento" assume sempre una crescita del PIL pari al 2% e considera proiettati al 2010 anche gli effetti delle misure individuate al 30 giugno 2002 dal MATT anche se non ancora definitivamente avviate, che potranno consentire di ridurre complessivamente le emissioni di CO₂ di 39,8 Mt CO₂ equ./anno al 2010 come indicato nella tabella 7.

L'obiettivo stabilito dalla legge 120/2002 di recepimento della direttiva europea di adesione al Protocollo di Kyoto, è quello di ridurre le emissioni dei gas ad effetto serra al 93,5% dei livelli raggiunti nel 1990.

Nella tabella 8 sono riportati i livelli di emissioni al 2010 con riferimento ai due scenari, tendenziale e di riferimento.

L'obiettivo Kyoto al 2010 per le emissioni di CO₂ del settore energetico legate a processi di combustione risulta pari a 388,6 Mt CO₂. La proiezione al 2010 nello scenario

Tabella 7

Obiettivi di riduzione delle emissioni al 2010 per settore fissati dalla delibera CIPE 123/02 (%)

Settori	Riduzione (Mt CO ₂ /anno)
Termoelettrico	26,0
Civile	6,3
Trasporti	7,5
Totale	39,8

Tabella 8

Obiettivi di riduzione delle emissioni al 2010 per settore fissati dalla delibera CIPE 123/02 (Mt CO₂)

	1990	2000	2010	2010			c - a(2010)	c - b(2010)
				obiettivo Kyoto	a	b		
A. Industrie energia, di cui:	147,4	161	170	144	137,8	-32,2	-6,2	
A1. termoelettrico	124,9	140	150	124	116,8	-33,2	-7,2	
A2. raffinazione e altro	22,5	21	20	20	21	1	1	
B. Industria	85,5	77,9	80,2	80,2	79,9	-0,3	-0,3	
C. Civile	70,2	72,1	74,1	67,8	65,6	-8,5	-2,2	
D. Agricoltura	9	9	9,6	9,6	8,4	-1,2	-1,2	
E. Trasporti	103,5	124,7	142,2	134,7	96,8	-45,4	-37,9	
Totale	415,6	444,7	476,1	436,3	388,6	-87,5	-47,7	

a = scenario tendenziale; b = scenario di riferimento; c = obiettivo fissato dal Protocollo di Kyoto

Fonte: elaborazioni ENEA da fonti varie

di riferimento dà luogo a 436,3 Mt CO₂. Il gap tra l'obiettivo fissato dal Protocollo di Kyoto e lo scenario di riferimento al 2010, da coprire con ulteriori misure da individuare, risulta pari a 47,7 Mt di CO₂ (rispetto allo scenario tendenziale il gap sarebbe addirittura di 87,5 Mt).

Per colmare questo divario si pensa di ricorrere in maniera sostenuta a interventi al di fuori del sistema nazionale attraverso l'utilizzo dei previsti programmi di CDM (Clean Development Mechanism) e JI (Joint Implementation).

Lo sviluppo del settore elettrico

Il settore termoelettrico è stato oggetto del decreto legge 7 febbraio 2002, n. 7, convertito nella legge 55/02, recante "Misure urgenti per garantire la sicurezza del sistema elettrico italiano", che si propone di evitare il rischio di interruzioni di energia elettrica e di garantire la necessaria copertura del fabbisogno. La costruzione e l'esercizio degli impianti di energia elettrica di potenza superiore a 300 MW termici, gli interventi di modifica o di ripotenziamento e le infrastrutture sono dichiarati opere di pubblica

utilità e soggetti ad una autorizzazione unica rilasciata dal MAP. Tale autorizzazione comprende l'autorizzazione ambientale integrata e sostituisce, ad ogni effetto, le singole autorizzazioni ambientali di competenza delle Amministrazioni interessate e degli

Enti pubblici territoriali. L'esito positivo della VIA costituisce parte integrante e condizione necessaria del procedimento autorizzativo. L'istruttoria si conclude una volta acquisita la VIA, in ogni caso entro il termine di 180 giorni dalla data di presentazione della richiesta, comprensiva del progetto preliminare e dello studio di impatto ambientale.

La Conferenza Unificata Regioni Enti Locali del 5 settembre 2002 ha poi approvato un accordo tra Governo, Regioni ed Enti locali per l'esercizio dei compiti e delle funzioni di rispettiva competenza in materia di produzione elettrica.

Nel caso uno stesso territorio sia interessato da più progetti, le Regioni possono promuovere la valutazione comparativa degli stessi sulla base dei criteri su esposti. Le richieste vengono esaminate singolarmente secondo l'ordine di priorità temporale di presentazione delle domande, specificando l'eventuale carattere di priorità attribuito sulla base dei criteri prima citati.

L'aumento di oltre 72.500 GWh rispetto alla richiesta di energia elettrica nel 2000 (tabella 9) che si prevede subirà la richiesta di

energia elettrica al 2010 (stimata in oltre 371.000 GWh) sulla base di una crescita della domanda del 2,5% medio annuo), può essere coperto per circa 22.500 GWh dal migliore rendimento (che cresce dal 40% al 57%) delle trasformazioni a ciclo combinato delle centrali del gruppo ENEL programmate per oltre 15.000 MW (tabella 10) e per oltre 50.000 GWh dai nuovi impianti. La potenza complessiva delle nuove centrali da installare potrebbe quindi essere pari a circa 10.000 MW. Ulteriori 4-5.000 MW di nuove centrali si renderanno necessari per assicurare un margine nella potenza di riserva ed una maggiore sicurezza nelle richieste di potenza alla punta. La copertura del fabbisogno di energia elettrica, con i dovu-

ti margini di sicurezza nella disponibilità di potenza potrebbe, dunque, essere assicurata con la costruzione di nuovi impianti a ciclo combinato per circa 30.000 MW, comprensivi delle trasformazioni previste dal gruppo ENEL.

Un tale rinnovo del parco termoelettrico permetterebbe di soddisfare in sicurezza la domanda elettrica al 2010, con una minore produzione di emissioni di CO₂ rispetto a quanto previsto a quella data nello scenario base di riferimento, pari a oltre 25.000.000 di tonnellate.

Potendo indirizzare la collocazione dell'offerta di nuovi impianti, il criterio del riequilibrio dei deficit regionali presenta elementi di razionalità fra cui il vantaggio di permet-

Tabella 9
Bilanci elettrici regionali con proiezioni al 2010 delle strutture produttive

Regione	Potenza efficiente lorda		Produzione elettrica lorda		Richiesta di energia elettrica		Produzione netta al consumo		Deficit-surplus		Tasso crescita*	Proiez. della richiesta	Deficit riferim. **	Potenza aggiunt. riequil. ***
	2000	2001	2000	2001	2000	2001	2000	2001	2000	2001	annuo	2010		
	MW		GWh		GWh		GWh		GWh		%	GWh		MW
Piemonte	5532	5719	17664	17310	26400	26819	15240	14692	-11160	-12127	0,6	27984	-12744	1821
Valle d'Aosta	832	835	2841	3053	990	1033	2803	3011	1813	1978	2,2	1208	1803	-258
Lombardia	13690	13757	43730	43122	62297	63387	38598	37868	-23699	-25519	2,4	77248	-38650	5521
Trento/Bolzano	3093	3109	10738	11045	5501	5812	10489	10774	4988	4962	2,3	6766	4008	-573
Veneto	6451	6639	31882	30803	29308	29811	30391	29397	1083	-414	3,4	39273	-8882	1269
Friuli V.G.	1908	1894	7028	7430	9114	9486	6654	7069	-2461	-2417	3,8	12577	-5508	787
Liguria	3705	3706	10493	13643	6791	6901	9650	12741	2859	5840	1,4	7742	4999	-714
Emilia Romagna	4464	4490	13315	11386	24443	24980	12208	10382	-12235	-14598	3,6	33242	-21034	3005
Toscana	4084	4049	20007	20332	19879	20283	19017	19362	-862	-921	2,7	25246	-5884	841
Umbria	1074	1068	3417	3681	5719	5852	3240	3500	-2480	-2352	2,9	7378	-3878	554
Marche	701	834	1254	2503	7001	7235	1226	2463	-5775	-4772	3,6	9521	-7058	1008
Lazio	8585	8588	32507	28843	21403	21644	31126	27576	9723	5932	2,6	26968	4158	-594
Abruzzo	1495	1564	4341	4448	6323	6543	4131	4119	-2192	-2424	3,7	8663	-4531	647
Molise	580	610	1184	1222	1352	1417	1144	1172	-208	-245	3,6	1839	-667	95
Campania	3060	3067	5158	5254	16185	16505	2977	3215	-13208	-13290	1,3	18289	-15074	2153
Puglia	5947	5881	25237	26283	16878	17107	23511	24559	6633	7452	2,8	21604	2955	-422
Basilicata	374	414	1198	1324	2558	2668	1148	1268	-1410	-1400	3,8	3530	-2262	323
Calabria	2584	2611	7201	8665	5420	5473	6859	8238	1439	2765	0,7	5799	2439	-348
Sicilia	5944	5972	25300	25762	19633	20062	22933	23425	3300	3363	1,8	23167	258	-37
Sardegna	3983	3982	12133	12886	11317	11812	10820	11622	-497	-190	1,5	13015	-1393	199
Italia	78085	78789	276629	278995	298512	304830	254163	256453	-44349	-48377	2,5	371059	-106945	15278

* i tassi di crescita medi annui ipotizzati nelle proiezioni della richiesta di energia al 2010 sono le medie di quelli verificatesi negli ultimi 5 anni

** la proiezione del deficit al 2010 è calcolata con riferimento agli attuali livelli di produzione elettrica

*** la potenza di riequilibrio dei deficit regionali è quella che sulla base di 7000 h/anno di funzionamento è in grado di coprire i deficit al 2010; i valori negativi che si ottengono per le regioni che rimarranno eccedentarie anche al 2010 sono stati calcolati per ottenere il corretto valore di potenza necessaria al riequilibrio del deficit nazionale

Fonte: elaborazioni ENEA su dati GRTN

Regione	Potenza efficiente lorda MW		Produzione energia lorda (GWh)		Ore funz. a potenza efficiente		Trasformazioni previste a ciclo combinato	Centrali termoelettriche già approvate (settembre 2003)*	Richieste L. 55/02 settembre 2003**
	2000	2001	2000	2001	2000	2001			
Piemonte	2399	2541	9830	9058	4098	3564	1 (1100 MW)	2 (+ 1020 MW)	8 (+ 5040 MW)
Valle d'Aosta	0	0	0	0	0	0			
Lombardia	8054	8095	30597	28315	3799	3498	3 (3600 MW)	5* (+ 2470 MW)	11 (+ 5270 MW)
Trentino Alto Adige	85	89	348	388	4118	4389			
Veneto	5374	5564	27895	26640	5191	4788		1 (+ 385 MW)	3 (+ 2330 MW)
Friuli Venezia Giulia	1452	1435	5488	5800	3781	4041	1 (800 MW)	1 (+ 800 MW)	1 (+ 400 MW)
Liguria	3633	3633	10261	13377	2824	3682	1 (800 MW)	1 *	3 (+ 2150 MW)
Emilia Romagna	3852	3878	12091	9984	3139	2575	3 (2550 MW)	4 (+ 1712 MW)	4 (+ 2163 MW)
Toscana	3187	3202	14572	15041	4573	4698	2 (1400 MW)	1 *	2 (+ 650 MW)
Umbria	564	564	1814	2167	3218	3844	1 (400 MW)		1 (+ 800 MW)
Marche	485	620	767	2058	1582	3319			
Lazio	8163	8165	31397	27692	3846	3392	1 (1200 MW)		11 (+ 5596 MW)
Abruzzo	482	482	2687	2816	5574	5842			4 (+ 1748 MW)
Molise	499	499	1037	1004	2079	2013		1 (+ 750 MW)	2 (+ 1150 MW)
Campania	1519	1513	2907	2866	1914	1894	1 (400 MW)	2 (+ 1180 MW)	7 (+ 4261 MW)
Puglia	5830	5670	25031	25834	4294	4556	1 (1200 MW)	3 (+ 1920 MW)	6 (+ 3912 MW)
Basilicata	249	249	1002	1095	4023	4398			2 (+ 1150 MW)
Calabria	1866	1893	6484	7850	3474	4147	1 (750 MW)	3 (+ 2400 MW)	5 (+ 2422 MW)
Sicilia	5214	5224	24495	24999	4698	4785	2 (1150 MW)		
Sardegna	3525	3485	11755	12395	3335	3557			
Italia	56430	56800	220455	219379	3907	3862	18 (15350 MW)	24 (+ 12637 MW)	70 (+ 39042 MW)

* nel numero delle centrali termoelettriche approvate sono comprese le trasformazioni a ciclo combinato di Tavazzano, Vado Ligure, Livorno

** comprese le trasformazioni di Monfalcone, Porto Tolle, Civitavecchia e Brindisi

Tabella 10

Scenari a breve-medio termine nella produzione termoelettrica regionale

Fonte: elaborazioni ENEA su dati GRITN, ENEL, MAP

tere una diminuzione delle perdite di linea. Per il consolidamento e l'ulteriore miglioramento nel livello di emissioni di CO₂ nel settore della produzione elettrica, occorrerà realizzare un sensibile incremento nella produzione da fonte rinnovabile, richiesto in sede comunitaria con l'emanazione della direttiva 2001/77/CE in fase di recepimento nazionale, e promuovere, anche con l'impiego di nuove forme incentivanti, soluzioni produttive che prevedano la cogenerazione di energia termica e meccanica (di notevole interesse a questo riguardo la recente proposta di direttiva UE COM (2002)415 finale del 22/7/2002).

La compatibilità del ricorso a centrali a carbone nel quadro di programmi di limitazione dei gas serra è condizionata all'adozio-

ne di cicli produttivi ad alto rendimento (50% ed oltre) che ne possano almeno determinare "l'equipollenza ambientale" nei confronti delle esistenti centrali ad olio combustibile che potrebbero sostituire.

Conclusioni

Nel 2003 sono emerse nuove esigenze dal sistema energetico, in particolare con l'aggravarsi di problemi di gestione legati alla disponibilità ed affidabilità del parco centrali esistente e ad una certa "fragilità" della rete elettrica.

La gestione di una materia così complessa richiede un quadro condiviso di indirizzi, linee guida di programmazione a medio-lungo termine ed un assetto coordinato degli

strumenti pubblici di raccordo e di concertazione nell'approccio a problematiche di funzionamento unitario dei mercati dell'energia, di impatto territoriale e di sostenibilità dello sviluppo.

Il conseguimento di obiettivi di consistente riduzione delle emissioni è generalmente parte rilevante dei programmi energetici delle Regioni. Queste hanno quasi tutte definito e varato i loro Piani Energetico Ambientali con forte rilevanza posta agli obiettivi ambientali da perseguire attraverso lo sviluppo delle fonti rinnovabili, una maggior efficienza nella produzione energetica, ed elettrica in particolare, e la razionalizzazione dei consumi energetici in sintonia con gli indirizzi nazionali e comunitari.

Per un inquadramento più generale degli argomenti trattati si rimanda al Capitolo 5 "Le politiche energetico ambientali a livello regionale e locale" del *Rapporto Energia e Ambiente 2003* realizzato dall'ENEA.

Bibliografia

L. 9 aprile 2002 n. 55 *Misure urgenti per garantire la sicurezza del sistema elettrico nazionale.*

L. 1 giugno 2002, n. 120 *Ratifica ed esecuzione del Protocollo di Kyoto alla Convenzione quadro delle Nazioni Unite sui cambiamenti climatici, fatto a Kyoto l'11 dicembre 1997.*

Accordo tra Governo, Regioni, Province, Comuni e Comunità Montane per l'esercizio dei compiti e delle funzioni di rispettiva competenza in materia di produzione di energia elettrica (Conferenza Unificata settembre 2002).

Del. CIPE 19 dicembre 2002 n.123 *Revisione delle linee guida per le politiche e misure nazionali di riduzione delle emissioni dei gas serra (legge 120/2002).*

L. 17 aprile 2003 n. 83 recante *Disposizioni urgenti in materia di oneri generali del sistema elettrico.*

Accordo volontario tra Ministero dell'Ambiente, Ministero dell'Industria e Enel per la riduzione delle emissioni di gas serra.

L. 27 ottobre 2003 n. 290 recante *Disposizioni urgenti per la sicurezza e lo sviluppo del sistema elettrico nazionale e per il recupero di potenza di energia elettrica.*

D.L. 29 dicembre 2003 n. 387, Attuazione della direttiva 2001/77/CE relativa alla promozione dell'energia elettrica prodotta da fonti energetiche rinnovabili nel mercato interno dell'elettricità.

D.d.l. Marzano (Atti Senato n. 2421) *Riordino del settore energetico, nonché deleghe al Governo in materia di produzione di energia elettrica, di stoccaggio e vendita di GPL e di gestione dei rifiuti radioattivi.*

Accordo di programma tra GRTN e Conferenza Unificata in merito alla pianificazione elettrica (bozza 22.12.2003).

ENERGIA, AMBIENTE E INNOVAZIONE

Antropocentrismo, biocentrismo, ecocentrismo: una panoramica di filosofia ambientale

PIERGIACOMO PAGANO

ENEA

UTS Protezione e Sviluppo
dell'Ambiente e del Territorio,
Tecnologie Ambientali



scienza, tecnica,
storia & società

Qual è il modo “giusto” di raffrontarci con l’ambiente, il vivente e la natura tutta? A questi temi il mondo anglosassone e i paesi nordici hanno dedicato da tempo un’ampia discussione. In Italia invece il dibattito resta ancora confinato nell’ambito ristretto degli specialisti. In questo lavoro viene presentata una panoramica dei temi più discussi dalla filosofia ambientale, mettendo a confronto le principali posizioni e problematiche di questa nuova disciplina

Anthropocentrism, biocentrism, ecocentrism: an overview of environmental philosophy

What is the “right” way to relate to the environment, the living world and the whole of nature. A wide-ranging debate about these themes has been going on in the English-speaking world and northern Europe for a long time, but in Italy it is limited to a few experts. This article presents an overview of environmental philosophy and compares the main positions and issues in this new field of study

Il nostro impatto sulla natura è aumentato seriamente nel corso degli ultimi secoli. Nell'ultimo trentennio, poi, i problemi ambientali si sono estesi su scala planetaria e sono sorti interrogativi sempre più preoccupanti. Alla domanda "Perché dovremmo salvaguardare la natura?" il nostro senso comune ha trovato una risposta facilmente condivisibile. La Terra è la nostra casa, averne cura significa vivere in un ambiente salubre, con maggiori comodità e maggiori possibilità, significa guardare positivamente al futuro dove anche i nostri figli potranno prosperare in serenità, godendo delle bellezze del creato così come ne godiamo noi. Al contrario trascurare o sottovalutare la capacità di carico ecologico^[1] della Terra potrebbe voler dire correre dei rischi, fino a giungere ad un "punto di non ritorno" dove i problemi si moltiplicherebbero con conseguenze tragiche per la nostra stessa specie.

Questa consapevolezza ha portato negli ultimi decenni ad una maggiore sensibilità nei confronti dell'ambiente e di conseguenza ad azioni politico-economiche più equilibrate^[2]. Conservazione e sviluppo sostenibile rappresentano la summa della visione odierna sulla gestione ambientale. Ma se da un lato questi approcci sono visti come un miglioramento dei nostri rapporti con l'ambiente, dall'altro molte persone ne ravvisano dei limiti, ritenendo che si debba fare di più. Proteggere l'ambiente e le sue risorse è sicuramente una esigenza primaria, tuttavia un cambiamento del nostro rapporto con la natura non può essere solo un fatto di mera necessità umana. Come sostiene K.E. Goodpaster è assolutamente deplorabile e acritico proteggere l'ambiente sulle sole basi

della soddisfazione umana. In altre parole, utilizzare l'ambiente come un bene strumentale è limitante e spregevole^[3].

Qual è allora, se esiste, il modo "giusto" di raffrontarci con l'ambiente che ci circonda? Quali devono essere i rapporti tra noi uomini e la natura tutta? Abbiamo veramente il diritto di modificare gli habitat selvaggi? Possiamo sfruttare tutte le risorse del pianeta e lasciare niente agli altri? Possiamo allevare gli animali in posti angusti e invivibili solo perché ci costa meno produrre la carne, le uova, il latte?

In passato numerosi pensatori hanno cercato di rispondere ai suddetti quesiti, ma è soltanto negli ultimi decenni che il dibattito si è fatto più serrato e una nuova disciplina, molto studiata nel mondo nordico e anglosassone, sta lavorando in questa direzione. Questa disciplina, la filosofia ambientale (*Environmental Philosophy*), raccoglie in sé i pensieri, le idee, i concetti che l'uomo elabora nel suo rapportarsi con ciò che lo circonda^[4].

Le posizioni filosofiche ambientali sono molte e, spesso, assai diverse fra loro. Alcune ritengono che l'uomo sia il signore e padrone della terra, altre credono che l'uomo sia un essere vivente come gli altri, altre ancora ci vedono come una sorta di malattia di cui la Terra sarebbe afflitta. È difficile offrire un quadro sintetico di tutte queste idee che spesso si intrecciano, si sovrappongono e che si esprimono, a volte, attraverso termini difficili da comprendere appieno. Siccome in Italia questo dibattito è ancora confinato entro una ristretta cerchia di specialisti, mentre meriterebbe una più ampia diffusione, proverò in questo articolo a farne una breve panoramica ricalcando in parte il capitolo

¹ La capacità di carico ecologico è la "possibilità di sostenere le attività antropiche che esprime un certo sistema ecologico. Se si supera la carrying capacity, il sistema non è più in grado di mantenere inalterate le proprie funzioni e si degrada": N. CHAMBERS, C. SIMMONS, M. WACKERNAGEL, *Manuale delle Impronte Ecologiche*, Edizioni Ambiente, 2002, p. 180.

² Per un esempio concreto: NAVIGLIO L., PAGANO P., TESINI E. (eds.), *Lo stato dell'arte dell'applicazione dei Sistemi di Gestione Ambientale ad aree naturali protette o di alto valore ecologico*, ENEA Roma, 2001, ed anche: PAGANO P., *Sistemi di Gestione Ambientale*, Parchi, n. 33, giugno 2001, pag. 45-47, 2001.

³ GOODPASTER K.E., *On Being Morally Considerable*, in: ZIMMERMAN M.E. ET AL. (eds.), *Environmental Philosophy*, Prentice Hall, 1998 p. 57.

⁴ Vedi: <http://www.filosofia-ambientale.it>

conclusivo del mio recente libro “Filosofia ambientale”^[5] dove ho messo a confronto le principali posizioni proponendo anche una semplice classificazione^[6].

La presa di coscienza ambientale

Del nostro posto e del nostro ruolo nella natura si è parlato fin dai tempi antichi. Dapprima i ragionamenti erano puramente speculativi, poi, soprattutto dopo l'avvento della teoria darwiniana e dell'ecologia, le filosofie della natura hanno iniziato a poggiare le proprie basi su argomenti scientifici. Sebbene esistesse già dai tempi di Platone la consapevolezza del degrado ambientale^[7] bisogna attendere il 1864 per vedere pubblicata la prima grande opera, di G.P. Marsh, interamente dedicata all'impatto umano^[8]. Dalla seconda metà del XIX secolo in avanti, specie negli Stati Uniti, si iniziò a capire che le risorse naturali non erano infinite e bisognava utilizzarle con saggezza. Dalle preoccupazioni di allora nacquero quelle idee rivoluzionarie, in particolare il “principio di conservazione” di Pinchot e l’“etica della terra” di Leopold, che ancor oggi vengono considerate i capisaldi delle moderne teorie filosofiche ambientali.

Fu però a partire dai primi anni 1960 che l'opinione pubblica prese coscienza del problema ambientale. L'uscita del libro *Silent Spring*^[9] della biologa americana Rachel Carson fu l'evento chiave che scatenò gli allarmismi. L'uomo stava distruggendo la natura e quindi se stesso. Fornendo “una prova in più della nostra ridicola presunzione di poter soggiogare la natura con la forza

bruta”^[10] Carson invitò a “modificare il nostro modo di pensare, abbandonare il nostro comportamento di altezzosa superiorità [...]”^[11].

In quegli anni di grande fermento culturale crebbe la consapevolezza che l'uomo stava vivendo in conflitto con la natura. Secondo alcuni pensatori dell'epoca c'erano diversi aspetti del mondo occidentale che richiedevano un profondo ripensamento. Tra le tante congetture: venne accusata la Chiesa perché poneva l'uomo a livello di “dominus” della natura^[12]; vennero denunciati i sistemi politici ed economici (sia del capitalismo che del socialismo) rei di utilizzare la natura solo come mezzo; vennero criminalizzate la scienza e la tecnologia perché troppo materialiste e riduzioniste. Di conseguenza vennero divulgate le filosofie orientali e riscoperte le qualità dei popoli primitivi, nacquero grandi movimenti popolari come il New Age, vennero diffuse nuove teorie olistiche quali l’“ipotesi Gaia” di James Lovelock^[13]. L'intera società risultò modificata ed anche la Chiesa ammorbidì le sue posizioni. Per contrastare il diffondersi delle religioni orientali e di nuove credenze eterodosse rivalutò i Santi cristiani più “ecologisti” quali Francesco d'Assisi^[14]. L'ambientalismo, già presente da tempo con alcuni movimenti storici come il Sierra Club del 1892, conobbe una autentica esplosione. Di seguito furono fondati il WWF nel 1961, Greenpeace nel 1969, Earthforce nel 1977, Earth First! nel 1979. In Italia, Lega Ambiente nacque nel 1980.

Sul fronte legislativo vennero approvate alcune leggi ambientali sintomatiche del pro-

⁵ PAGANO P., *Filosofia ambientale*, Mattioli 1885, 2002.

⁶ Così scrive DELLAVALE S. in *L'urgenza ecologica*, Baldini Castoldi Dalai, 2003, p.7: “... nonostante l'ampiezza del dibattito all'interno dell'etica ecologica, sono rarissimi – a quanto mi è dato sapere – i tentativi di fornire una lettura 'ragionata' dei suoi percorsi”.

⁷ PLATONE, *Crizia*, 110, 111, in *Platone, Opere complete* 6, Laterza, Bari 2000, pp. 456-7.

⁸ MARSH G.P., *Man and Nature. Or, Physical Geography as Modified by Human Action*, 1864.

⁹ CARSON R., *Primavera silenziosa*, Feltrinelli, 1999.

¹⁰ Carson citando l'entomologo canadese Ulyett, *Ivi*, p. 278.

¹¹ *Ivi*, p. 268.

¹² WHITE L., *The Historical Roots of Our Ecological Crisis*, Science, 1967, p. 155.

¹³ LOVELOCK J., *Gaia, nuove idee sull'ecologia*, Bollati Boringhieri, Torino 1996.

¹⁴ Con lettera apostolica del 29 novembre 1979, Giovanni Paolo II ha dichiarato San Francesco d'Assisi celeste patrono di tutti i cultori dell'ecologia.

cesso di trasformazione nel modo di pensare. L'*Animal Welfare Act* (1966), l'*Endangered Species Protection Act* (1966), l'*Endangered Species Conservation Act* (1969) avevano già una visione più moderna ma comunque legata alla dominanza dell'uomo sulla natura. Il successivo *Endangered Species Act* (ESA) del 1973 si caratterizzò invece come un passo significativo verso il riconoscimento di diritti alla natura, seppure in maniera assolutamente circoscritta. Purtroppo gli entusiasmi che avevano portato all'approvazione dell'ESA si dovettero ridimensionare quando la posta in gioco divenne considerevole^[15].

Dal grande dibattito che prese forma nelle piazze, che si riunì in numerosi congressi e conferenze, che trovò espressione attraverso nuove riviste del settore^[16] e raggiunse le aule dei tribunali, nacque la filosofia ambientale, un approccio alla conoscenza che va oltre il sondare soltanto la morale umana, ma si propone come ricerca dei diversi modi di interpretare il ruolo dell'uomo sulla Terra.

Le posizioni filosofiche ambientali

Il nostro rapporto con la natura può essere visto sotto molteplici aspetti. Consideriamo ad esempio la seguente frase: "Lasciate stare questo fiore affinché altri ne possano godere". Ovviamente questa asserzione ci sembra molto rispettosa, proprio perché la buona educazione ci dice che è un ottimo modo per amare la natura. Ma proviamo a pensare ad una frase diversa: "Lasciate stare il fiore affinché possa godere della sua vita". A prescindere da come la si pensi è importante capire che c'è una profonda differenza di vedute nei due concetti. Nel primo caso il fiore deve vivere affinché l'uo-

mo possa goderne, nel secondo il fiore ha diritto di vivere indipendentemente da ciò che pensa l'uomo. Sebbene ragionamenti di questo tipo possano sembrare semplici esercizi intellettuali, la realtà è ben diversa. Quello che pensiamo si riflette sul nostro modo di percepire, di vivere, di comportarci, fino a farci sentire soddisfatti o sofferenti del mondo in cui viviamo. Inoltre, all'atto pratico, le nostre idee si esprimono attraverso la classe politica che scegliamo diventando leggi che vanno ad incidere sulla nostra vita, e su quella di chi abiterà, in futuro, il nostro pianeta.

Le battaglie sociali che giungono in parlamento, che diventano leggi e quindi patrimonio dell'intera comunità, hanno sempre una base culturale elaborata da un manipolo di pensatori. Le idee filosofiche ambientali dell'ultimo trentennio ne sono un esempio. Esse hanno modificato, e stanno modificando, il nostro modo di rapportarci con la natura.

Semplificando possiamo pensare alle posizioni filosofiche ambientali non già come concezioni separate in compartimenti stagni, bensì come un *continuum* di idee che spaziano da un antropocentrismo rigido ad un biocentrismo altrettanto radicale. Tuttavia per mettere un po' d'ordine in quello che sembra essere un gruppo eterogeneo di idee, sono state proposte alcune classificazioni^[17]. Anche se, per ovvie ragioni, qualsiasi schematizzazione è spesso limitante nell'esprimere la realtà (e la filosofia ambientale non sfugge a questa regola) tali classificazioni sono comunque utili per rendere più chiara la panoramica. Spesso, infatti, i diversi autori tendono ad esprimere la loro opinione attraverso l'uso di termini nuovi che si distinguono dagli altri solo per sfumature e che concorrono a rendere il quadro generale piuttosto composito. Nell'ambito

¹⁵ Si legga il paragrafo *Il caso TVA vs. Hill* nel libro *Filosofia ambientale*, cit., pp.42-3.

¹⁶ Ad esempio: *Environmental Ethics, Ecophilosophy, The Deep Ecologist, Between the Species*.

¹⁷ Cfr. NORTON B.G. *Why Preserve Natural Variety?*, Princeton University Press, 1987; BARTOLOMMEI S., *Etica e natura*, Universale Laterza, 1995.

Classificazione delle idee filosofiche ambientali in ordine di antropocentrismo decrescente dall'alto al basso

	1° livello	2° livello	3° livello	Principio	Teorico di spicco	Rapporto nei confronti della natura	
↑ antropocentrismo decrescente dall'alto al basso	Antropocentriche - Valore strumentale di ogni vivente e valore intrinseco della sola specie umana	Forti	Della frontiera (o del cow-boy)	Nessuna regola		Comportamento umano privo di vincoli	
		Non rivolte alla natura	Scialuppa di salvataggio	Ognuno per sé	Hardin	La crisi ecologica deriva da problemi nei rapporti uomo con uomo	
			Navetta spaziale	Uguaglianza tra i popoli			
			Ecologia sociale	Parità sociale	Bookchin		
		Deboli (sostenibilità)	Conservazione (saggia amministrazione)	Etica teologica o del dono divino ed etica laica	Responsabilità per la natura	Pinchot	Tutela della natura affinché l'uomo possa godere dei suoi beni materiali
	Protezione		Valore trasformativo			Tutela della natura affinché l'uomo possa godere anche dei suoi beni ideali	
	Antropocentrico-critiche (Ecocentrismo)	Ecosofie, Ecologia profonda		Egalitarismo biosferico	Naess	Autorealizzazione di tutti gli esseri, umani e non umani	
	↓ antropocentrismo decrescente dall'alto al basso	Biocentriche o Anti-antropocentriche - Valore intrinseco della natura	Individualistiche	Liberazione animale	Utilitarismo	Singer	Tutela dei singoli esseri viventi
				Diritti animali	Valore inerente	Regan	
				Principio di vita	Sacralità della vita	Goodpaster	
Rispetto per la natura				Rispetto	Taylor		
Olistiche		Etica del valore	Valore sistemico	Rolston III	Tutela degli insiemi: specie, comunità, ecosistemi		
		Etica della terra	Olismo per davvero	Leopold - Callicott			

di una lettura critica delle diverse posizioni filosofiche ambientali mi permetto di proporre una classificazione che può essere sintetizzata dalla seguente tabella^[18] e che ora cercherò di illustrare brevemente.

Antropocentrismo

Una suddivisione di primo livello distingue le tesi antropocentriche da quelle biocentriche e da quelle ecocentriche. Antropocentrismo deriva da una parola greca, *ánthropos*, che significa uomo e, quindi, antropocentrista^[19] è colui il quale crede che l'universo sia stato creato per l'uomo e per i suoi bisogni, e per questa ragione considera l'uomo misura di tutte le cose. Possiamo distinguere un antropocentrismo

forte (rigido) e uno moderato (debole). L'antropocentrismo forte accomuna tutte quelle idee che partono dalla convinzione assoluta che l'uomo possa disporre della natura quando e come vuole. Secondo questa visione qualsiasi comportamento umano nei confronti della natura è lecito perché la terra fornisce risorse illimitate all'uomo che può gestirle come vuole. Gli antropocentristi forti hanno una fiducia smisurata nel potere umano, nelle tecnologie e, spesso, anche nel potere dell'economia di mercato nello smorzare quei disequilibri che nascono dalla competizione, perno delle moderne società industriali. Oggigiorno la visione forte dell'antropocentrismo è ritenuta anacronistica in quanto le scienze in generale, e l'ecologia in particolare, hanno accumu-

¹⁸ PAGANO P., *Filosofia ambientale*, Mattioli 1885, 2002, p. 92.

¹⁹ In italiano il termine "antropocentrico" è un aggettivo mentre "antropocentrista" non esiste. Così come in italiano si distingue tra "ecologia", "ecologico" ed "ecologista", mi permetto di utilizzare il termine "antropocentrista" per identificare il sostenitore delle tesi antropocentriche. Allo stesso modo con il termine "biocentrista" identifico colui il quale sostiene le tesi biocentriche.

lato una grande quantità di dati a sostegno del fatto che la sopravvivenza dell'uomo su questo pianeta è strettamente legata al suo comportamento e al rispetto che ha e avrà per l'ambiente. Di conseguenza è nato un antropocentrismo più moderato, debole, che si basa sui concetti della conservazione e della sostenibilità e che è divenuto il concetto più diffuso nel mondo moderno.

Un esempio tipico di antropocentrismo moderato è dato dal principio di conservazione. Esso nacque all'inizio del XX secolo negli Stati Uniti quando Gifford Pinchot (1865-1946), consulente ambientale del presidente T. Roosevelt, volle fermare la distruzione della natura selvaggia che già era stata decimata nella zona atlantica del continente e che rischiava di fare la stessa fine nell'ovest. La pratica della conservazione recita che le risorse rinnovabili, di valore strumentale, devono venire usate in modo saggio e oculato affinché possano rigenerarsi ed essere utilizzate dalle generazioni a venire. Le risorse che non si rigenerano (petrolio, minerali ecc.), anch'esse di valore strumentale, devono essere utilizzate prudentemente perché durino il più a lungo possibile^[20]. La "sostenibilità" è di fatto una evoluzione del principio di conservazione che comprende la "protezione". Il concetto di "sostenibilità" si diffuse nel 1987 quando la Commissione Mondiale sull'Ambiente e sullo Sviluppo pubblicò il rapporto "Our Common Future". Conosciuto meglio col nome di *Rapporto Brundtland*, il rapporto mise in guardia il mondo sulla assoluta necessità di attuare una economia che permettesse uno sviluppo tale da non esaurire le risorse naturali e non nuocere all'ambiente. Questo sviluppo, denominato soste-

nibile, fu definito come "lo sviluppo che soddisfa le esigenze del presente senza compromettere la capacità delle generazioni future di soddisfare le loro proprie esigenze". Secondo il principio di sostenibilità la Terra viene considerata un "bene comune temporale"^[21]. Seguendo indicazioni quali l'Agenda 21, approvata al Summit della Terra di Rio de Janeiro (1992), le politiche nazionali ed internazionali hanno tratto ispirazione dal concetto di sostenibilità. Nel corso degli anni sono uscite legislazioni appropriate^[22], sono sorti nuovi Istituti^[23], sono nati nuovi indirizzi accademici^[24], gli economisti hanno iniziato a includere nei loro conti i servizi che l'ambiente offre^[25]. Lo stesso concetto di sviluppo sostenibile ha conosciuto diverse elaborazioni come quella contenuta nel rapporto *Caring for the Earth* redatto da IUCN, UNEP e WWF nel 1991 dove è definito come il "soddisfacimento della qualità della vita mantenendosi entro i limiti della capacità di carico degli ecosistemi che ci sostengono".

L'antropocentrismo debole trova oggi grande consenso ed è bene riconoscere che raccoglie una ampia varietà di concezioni. La "conservazione", come detto, vuole tutelare la natura affinché l'uomo possa goderne dei suoi beni materiali, la "protezione" ritiene sia importante salvaguardare anche i suoi beni ideali. Fra questi ricordiamo, ad esempio, l'estetica di un paesaggio, il potere rigenerativo dello spirito umano quando si passeggia in un bosco incontaminato, la ricchezza stessa della biodiversità. Riguardo quest'ultimo punto la "conservazione" vorrebbe la salvaguardia della biodiversità in quanto bene strumentale reale o "in potenza" (ad esempio il DNA di una piantina con-

²⁰ Cfr. <http://www.pinchot.org/gt/consrvtn.html>

²¹ COHEN J.E., *Quante persone possono vivere sulla Terra?*, Il Mulino, 1998, p. 378 citando un discorso di O'Neill J. nell'articolo *Future Generations: Present Harms*, *Philosophy*, 68, n. 263, pp.35-52.

²² Un archivio completo delle leggi ambientali in Italia si trova nel sito dell'ENEA di Bologna alla pagina <http://www.wamb.bologna.enea.it/cgi/legamb/legamb.html>

²³ Ad esempio il *Worldwatch Institute*; il *Rocky Mountain Institute*; l'*International Institute for Sustainable Development*; il *Land Institute*; il *Sustainability Institute* ecc.

²⁴ Ad esempio esiste ora la figura dell'Ingegnere Ambientale.

²⁵ Ad esempio il "ciclo di vita del prodotto".

tiene o potrebbe contenere un gene per una terapia anticancro), la “protezione” invece ritiene la biodiversità importante anche per il soddisfacimento umano ideale (l'estetica, il profumo, l'evocazione di sentimenti ecc.). Sempre nell'ambito di un antropocentrismo debole possiamo poi trovare sia motivazioni laiche^[26], che vedono nella stessa morale umana una giustificazione, sia posizioni teologiche^[27] che vedono il creato appartenere al Creatore e l'uomo come il “saggio amministratore” a cui lo stesso Creatore avrebbe concesso il diritto di usufruirne.

Crisi ambientale e rapporti umani

Prima di affrontare le tematiche riunite sotto i titoli “biocentrismo” ed “ecocentrismo” è bene sottolineare l'esistenza di alcune posizioni che riconoscono l'esistenza di una crisi ambientale ma pensano sia dovuta non a problemi nel rapporto uomo/natura, ma insita negli squilibri delle stesse società umane. Tra queste ricordiamo l'etica della “Navetta Spaziale”, della “Scialuppa di Salvataggio” e l'“Ecologia sociale”.

La prima sostiene la tesi che le nazioni capitaliste devono mettere a disposizione una parte della loro ricchezza per le nazioni bisognose perché un collasso del Terzo Mondo trascinerebbe nel disastro tutti gli uomini, ricchi compresi.

La seconda, teorizzata da Garret Hardin nello scritto *The Tragedy of the Commons*^[28], critica la prima sostenendo che non è praticabile perché gli uomini sono troppi e crescono a livello esponenziale. Di conseguenza l'utilizzazione dei beni comuni (terra, acqua, aria) aumenta al punto che la speculazione di ciascuno porta alla devastazione del tut-

to. La realtà è crudele, sostiene Hardin. Se dividiamo il mondo in nazioni ricche e povere, due terzi sono disperatamente povere e solo un terzo relativamente ricche.

Metaforicamente ogni nazione ricca può essere vista come una scialuppa di salvataggio piena di persone benestanti.

Nell'oceano, al di fuori di ciascuna scialuppa, nuotano i poveri del mondo che vorrebbero salirvi. Ma le nazioni ricche non possono “caricare a bordo” le nazioni povere altrimenti si andrebbe a fondo tutti. La soluzione al problema ambientale sta, secondo Hardin, nel privatizzare le risorse.

L'argomentazione di Hardin viene considerata da molti troppo semplicistica oltre che razzista. J.E. Cohen ad esempio scrive che: “Sebbene possa ridurre i problemi di gestione di risorse ad accesso aperto, la proprietà privata non è necessariamente una panacea. Raramente le attuali convenzioni sociali allocano per intero al proprietario privato i costi che la sua gestione causa ad altre risorse e ad altri soggetti.”^[29] W. Murdoch e A. Oaten inoltre fanno notare che la realtà differisce notevolmente da come la ha descritta Hardin nella sua metafora^[30]. Le politiche delle nazioni ricche, come ad esempio le richieste continue dei pagamenti degli interessi sui debiti del “Terzo Mondo”, l'incoraggiamento alla coltivazione dei “cash crops”^[31] che distruggono la biodiversità e impoveriscono il suolo, sono responsabili, almeno parzialmente, della povertà dei Paesi in via di Sviluppo. Di conseguenza la “tragedia delle risorse comuni” può, e deve, essere evitata per mezzo di metodi nuovi ed alternativi di politica sociale mondiale.

Lo scrittore anarchico americano Murray Bookchin ha una sua propria posizione riguardo le ragioni del degrado della natu-

²⁶ Cfr. PASSMORE J., *La nostra responsabilità per la natura*, Feltrinelli, Milano 1991.

²⁷ Cfr. MELE V., *Comunità umana e antropocentrismo: il paradigma dell'interconnessione nella bioetica personalista*, Kèiron, marzo 2001, pp.164-73.

²⁸ HARDIN G., *The Tragedy of the Commons*, Science, 162, 1968, pp. 1243-8, 1968.

²⁹ COHEN J.E., *Quante persone possono vivere sulla Terra?*, Il Mulino, Bologna, 1998, p. 372.

³⁰ MURDOCH W., OATEN A., *Population and Food: A Critique of Lifeboat Ethics*, in *Environmental Ethics: Readings in Theory and Application*, Louis P. Pojman, 2001, cap. 52.

³¹ Con “cash crops” si definiscono le coltivazioni per le nazioni ricche: caffè, cacao ecc.

ra. La sua “ecologia sociale” sostiene che la forma fondamentale dello sfruttamento non è quello subito dall’ambiente, bensì quello dell’uomo sull’uomo. Così scrive: “L’ecologia, secondo me, ha sempre avuto il significato di ecologia sociale: cioè la convinzione che il vero concetto dominante la natura nasce dal dominio dell’uomo sull’uomo, per la verità, dell’uomo sulla donna, dei vecchi sui giovani, di un gruppo etnico verso l’altro, dello stato sulla società, della burocrazia sull’individuo, così come di una classe economica sull’altra e del potere colonizzatore sulle persone colonizzate. L’ecologia sociale deve iniziare la sua ricerca dalla libertà non solo nella fabbrica ma anche in famiglia, non solo nell’economia ma anche nella psiche, non solo nelle condizioni materiali di vita, ma anche in quelle spirituali. Fin tanto che non verrà rimossa la gerarchia, rimarrà anche la dominazione sulla natura che guiderà inevitabilmente il nostro pianeta verso l’estinzione ecologica.”^[32]

È evidente che Bookchin ha ragione quando parla delle diseguaglianze sociali e della necessità di appianarle, tuttavia la crisi ecologica non è legata solo ed esclusivamente alle problematiche dei rapporti tra gli esseri umani. La questione è più ampia e comprende anche i rapporti diretti tra uomo ed altri esseri viventi, tra uomo e natura. Certamente i rapporti sociali tra sesso, razze e popolazioni devono essere affrontati come problema prioritario, tuttavia non può essere ignorata quella parte della natura che scompare in attesa che vengano risolti i conflitti umani.

È opportuno accennare qui, seppur brevemente, che “l’ecofemminismo” ha una grande rilevanza nel pensiero ambientale e, compiendo una inevitabile forzatura, potrebbe collocarsi all’interno della “ecologia sociale”. Sotto la parola ecofemminismo è raccolta

un’ampia varietà di concezioni che si propongono di sovvertire il paradigma patriarcale e fallogocentrico insito nella nostra società (si leggano, a titolo di esempio, gli scritti di D. Haraway, C. Merchant, V. Shiva).

Biocentrismo

La versione moderata dell’antropocentrismo ha sicuramente il pregio di essere più moderna e tollerante, tuttavia relega ancora il mondo vivente ad un ruolo subordinato. Per tante persone questo atteggiamento non è più sufficiente. I biocentristi credono che l’uomo non possa auto-celebrarsi unico giudice e decisore delle sorti della Terra. Le tesi biocentriche possono suddividersi in individualistiche e olistiche. I sostenitori delle prime pensano che debba essere conferita “rispettabilità morale” anche agli animali, almeno a quelli più simili a noi. Il termine con cui vengono definiti, biocentristi individualisti, si riferisce al fatto che pongono la vita del singolo individuo come criterio per la “rispettabilità morale”. Tra i pensatori che si riconoscono in questa categoria spiccano il filosofo australiano Peter Singer^[33] e l’americano Tom Regan^[34].

Biocentrismo individualistico

In estrema sintesi la filosofia animalista di Singer si costruisce intorno all’“utilitarismo della somma” che ha avuto come antesignano Jeremy Bentham agli inizi del XIX secolo, e si amplia in un “utilitarismo delle preferenze”. La differenza tra le due concezioni può essere così spiegata^[35]. Per scegliere tra due o più azioni alternative l’utilitarismo della somma procede attraverso una semplice somma algebrica delle conseguenze positive e di quelle negative di ciascuna azione. Fatto ciò ne stila una

³² BOOKCHIN M., *Open Letter to the Ecology Movement*, in *Toward an Ecological Society*, Black Rose Books, 1980, pp. 76-8.

³³ SINGER P., *All Animals Are Equal*, Philosophic Exchange, vol. 1, n. 5, 1974, pp. 243-257.

³⁴ REGAN T., *Animal Right, Human Wrongs*, Environmental Ethics, vol. 2, n. 2, 1980.

³⁵ CAGNO S., *Gli animali e la ricerca*, Franco Muzzio, 1997, pp. 103-4.

graduatoria considerando come migliore quella azione che procura la massima felicità, o il massimo benessere, per il maggior numero dei soggetti coinvolti. Anche l'utilitarismo della preferenza procede considerando, una per una, le singole azioni positive e negative, ma nel successivo conteggio tiene conto del fatto che alcune azioni hanno un peso diverso per il soggetto coinvolto. Ad esempio il desiderio di sopravvivere ha un peso maggiore di qualsiasi altro desiderio e, in generale, le preferenze essenziali contano più delle preferenze futili. È evidente che, all'atto pratico, l'utilitarismo della somma rende possibili azioni molto negative (anche la morte) per uno o alcuni dei soggetti coinvolti qualora i vantaggi per la maggioranza fossero rilevanti.

Nell'utilitarismo della preferenza, invece, questo non può accadere. Ad esempio, anche se l'azione di uccidere una persona portasse alla felicità e alla ricchezza di altre cento non sarebbe comunque accettabile. Ovvio quindi che gli animali superiori, avendo un sistema nervoso sufficiente per sentire dolore ed essendo chiaramente in grado di avere delle preferenze, entrano di diritto nella comunità morale di Singer. Anche gli animali inferiori e le piante sono degne di considerazione morale, tuttavia non essendo in grado di avere preferenze, o meglio essendolo in misura minore, hanno minori "diritti" nonostante abbiano una "uguale considerazione".

Per il filosofo americano Tom Regan l'animalismo non può basarsi sull'utilitarismo perché, in qualsiasi forma venga enunciato è confutabile. Esso maschera il vero problema morale e può essere, addirittura, controproducente^[36]. Innanzitutto bisogna puntualizzare il significato della parola "crudeltà". Un'azione può essere considerata crudele se causa dolore ma ciò non è sufficiente, si deve tenere in considerazione

anche la volontà dell'agente. "I dentisti causano dolore", scrive Regan, così come i "lottatori, i pugili, i giocatori di football"^[37]. Ciò che rende crudele un'azione è il fatto che l'agente provi piacere nel procurare dolore. Secondo questa logica i vivisettori non sono accusabili di crudeltà, anzi si dà loro un facile argomento per sfuggire alle critiche: le loro azioni non sono accompagnate da piacere, anzi sono fatte a fin di bene.

Anche il principio di uguaglianza non basta a salvaguardare gli animali. Si possono considerare uguali due individui e favorirne uno solo senza, per altro, andare contro la morale. Ad esempio si possono fare correttamente gli interessi del proprio figlio e del proprio nipote dando loro una educazione uguale ma, allo stesso tempo, aiutare solo il proprio figlio. In generale: il differente trattamento degli individui con interessi uguali non viola, di per sé, l'uguaglianza del principio di interesse. Col principio di uguaglianza si possono giustificare sia il razzismo che il sessismo e lo specismo.

Per Regan non si possono aggirare gli ostacoli. Gli animali hanno bisogno di veri diritti e non per gentile concessione umana, bensì perché hanno un valore intrinseco, un valore fine a se stesso. Regan lo chiama "valore inerente", valore che appartiene a chiunque sia in grado di rendersi conto se sta meglio o peggio a causa delle azioni altrui.

Tutti gli individui che sono in grado di sperimentare se stessi come esseri autonomi e individuali sono soggetti-di-una-vita, sono depositari di un valore intrinseco e quindi hanno dei diritti. Riguardo agli esseri semplicemente coscienti e senzienti, anch'essi meritano rispetto perché l'essere soggetto di una vita è condizione sufficiente ma non necessaria per possedere un valore inerente. Gli animali, quindi, non sono vivi e basta, essi sono depositari di una vita. Come

³⁶ REGAN T., *Animal Right, Human Wrongs*, in: ZIMMERMAN M.E. ET AL. (eds.), *Environmental Philosophy*, Prentice Hall, 1998 pp. 41-55, e su: *Environmental Ethics*, vol. 2, n. 2, 1980.

³⁷ REGAN T., *Animal Right, Human Wrongs*, cit. p. 43.

il singolo uomo, anche il singolo animale possiede dei diritti perché ha un valore indipendente da qualsiasi valutazione, un proprio "valore inerente". "I diritti sono più importanti dell'utilità e sono indipendenti da essa."^[38]

Ovviamente gli antropocentristi, anche quelli moderati, dissentono. Così John Passmore critica le posizioni biocentriche: "Quello che è successo negli ultimi 150 anni in Occidente non è l'attribuzione agli animali di maggiore libertà, maggiore potere o qualcosa di simile a dei diritti [...] Noi siamo ancora perfettamente liberi di ucciderli, se ci va. Semmai sono gli uomini ad aver perso dei diritti". Aver perso i "diritti su di loro non vuol dire che ora siano gli animali ad avere dei diritti; così anche un fiume non acquista dei diritti dal momento in cui si limita la libertà dell'inquinatore."^[39]

Biocentrismo olistico

Alcuni sostenitori del biocentrismo credono che non sia possibile concedere dei diritti agli animali presi come singoli individui. Questi biocentristi si possono definire olisti. Derivato dal greco *hólos* (tutto intero) l'approccio olistico, diversamente da quello individualistico, riconosce una dignità morale solo ai gruppi di individui (specie, comunità, ecosistemi ecc.). Il ragionamento di base è pratico oltre che teorico. Se dal punto di vista teorico gli olisti sostengono che il gruppo vale sempre più del singolo, dal punto di vista pratico rilevano che l'approccio individualistico pone dei problemi insormontabili nella gestione del territorio. Ammettiamo, ad esempio, che in Africa gli elefanti si stiano riproducendo troppo e che mettano a repentaglio l'esistenza del parco in cui vivono. Ora, mentre il biocentrismo individualistico non ammette l'uccisione di nessun elefante in quanto ricono-

sce a tutti gli organismi il diritto di vivere, il biocentrismo olistico permette l'abbattimento selettivo di singoli individui al fine di salvaguardare il bene di tutta la comunità. Il biocentrismo olistico nasce dalle idee di un personaggio molto noto: Aldo Leopold (1887-1948).

Leopold era un funzionario forestale che aveva il compito di applicare sul campo il principio di conservazione. Per svariati anni il suo dovere era quello di uccidere i predatori dell'Arizona e del New Mexico (lupi, puma, coyote e orsi grigi) allo scopo di salvaguardare gli erbivori a cui i cacciatori amavano sparare. Il concetto della conservazione era: meno carnivori in libertà, più cervi e daini da uccidere per diletto. Ma dopo aver visto lo spegnersi dell'"intenso fuoco verde" negli occhi di un lupo che aveva appena abbattuto, Leopold decise di ripensare profondamente a ciò che stava facendo. La visione della natura non poteva essere così ristretta come quella conservazionista. Leopold iniziò a "pensare come una montagna". Volle avere, cioè, una visione più ampia, che andasse oltre l'antropocentrismo. Capì che la natura era viva perché unita dalla rete dei collegamenti alimentari ed energetici. Il capitolo del suo libro *Almanacco di un mondo semplice*^[40] dedicato alla *etica della terra (land ethic)* è veramente rivoluzionario.

Nel suo breve ragionamento Leopold pensò che se la specie umana avesse riconosciuto il suo ruolo di parte integrante delle comunità ecologiche, avrebbe dovuto automaticamente riconoscere i diritti della natura. L'etica della terra portò una vera novità nel campo della filosofia morale. Fino ad allora si era parlato di diritti dei singoli individui e l'ambiente era stato sempre trattato come risorsa strumentale del genere umano. Nessuno, fino ad allora, aveva pensato ad un'etica che operasse a livello di specie o

³⁸ REGAN T., *I diritti degli animali*, Garzanti, Milano 1990, p. 206.

³⁹ PASSMORE J., *La nostra responsabilità per la natura*, Feltrinelli, 1991, p. 125.

⁴⁰ LEOPOLD A., *Almanacco di un mondo semplice*, Red edizioni, 1997.

più ampiamente a congregazioni di specie, habitat e persino a processi ecosistemici. Ora le cose cambiavano.

La vissuta consapevolezza di essere “compagni di viaggio” degli altri organismi viventi implicava prima di tutto rispetto e poi, con l’etica della terra, l’uomo diventava parte integrante della natura, la quale assumeva un valore in sé e non solo un valore per l’essere umano. Leopold non era un filosofo e per questo fu snobbato da chi considerò il suo ragionamento “una nobile, ma ingenua, supplica morale carente, nel complesso, del sostegno di una struttura teorica”^[41]. Eppure la sua visione ispirò tutta una serie di nuovi pensatori tra cui J.B. Callicott e H. Rolston III.

In particolare quest’ultimo ha elaborato una propria visione olistica biocentrica che definisce “etica del valore”^[42,43]. Per quale ragione, si chiede, la coscienza deve essere la discriminante per negare alle altre forme di vita una considerazione morale? Sappiamo bene che l’uomo è l’unico soggetto etico, in quanto il solo in grado di darsi autonomamente delle norme comportamentali, tuttavia non c’è motivo per cui ci si debba limitare a considerare moralmente solo la sua sfera.

L’uomo è l’unico “misuratore” delle cose, ma non può essere la “sola misura”, dice Rolston. È bene, quindi, analizzare i probabili oggetti etici e valutare, uno per uno, i motivi della considerazione morale.

Sicuramente un organismo è un sistema spontaneo che si auto-sostiene, che si riproduce, che esegue un programma. Tuttavia il singolo individuo non potrebbe vivere. Non avrebbe nessun valore senza ciò che gli sta attorno e col quale si rapporta. È il gruppo, la popolazione, la specie che determina il futuro dei singoli. Dopo un’estinzio-

ne niente di quel tipo potrà vivere e morire. L’estinzione è un blocco del flusso vitale, è l’evento più distruttivo in assoluto. Così, se la specie ha un’integrità e un “diritto di vita” che sono molto più importanti dell’integrità e della vitalità del singolo, allora, per salvaguardare il suo bene, diventa lecito anche uccidere qualche esemplare. Ma c’è qualcosa di ancora più grande della specie e che ha più valore: l’ecosistema. Gli ecosistemi sono comunità di vita, sono unità di sopravvivenza, sono luoghi dove si intrecciano i destini di migliaia di esseri viventi. Gli ecosistemi sono una sorta di campo vitale, un campo vitale dotato di un proprio valore, un “valore sistemico”. Gli ecosistemi sono produttori di valori e, in quanto tali, abbiamo doveri morali nei loro confronti. Ecco il punto, conclude Rolston. Quando incontriamo un sistema che progetta e protegge i suoi membri, nascono dei doveri. Perché, se da un lato è vero che gli uomini sono abbastanza importanti per godere di diritti e prosperare, dall’altro è anche vero che non sono così importanti da degradare e distruggere gli ecosistemi a loro piacimento. Se lasciamo che la scienza entri nel dominio della valutazione e da ciò ne facciamo seguire un’etica, risulta chiaro che la teoria che dà agli insiemi un maggior valore ha solide basi per essere accettata. L’etica del valore è quindi biocentrica ed olistica.

Convergenza tra biocentrismo individualistico e biocentrismo olistico

Il conflitto fra visione individualistica e visione olistica non deve essere, secondo alcuni filosofi, motivo di scontro nell’ambito della filosofia biocentrica. Così il “principio di

⁴¹ CALLICOTT J.B., *The Conceptual Foundations of the Land Ethic*, in: ZIMMERMAN M.E. ET AL. (eds.), *Environmental Philosophy*, Prentice Hall, 1998, p. 102.

⁴² ROLSTON H. III, *Challenges in Environmental Ethics*, in: ZIMMERMAN M.E. ET AL. (eds.), *Environmental Philosophy*, Prentice Hall, 1998, pp. 124-44, e su: *Environmental Ethics*, vol. 2, n. 2, 1980.

⁴³ ROLSTON H. III, *Genes, Genesis and God*, Cambridge University Press, 1999.

⁴⁴ ROLSTON H. III, *Challenges in Environmental Ethics*, cit. p. 125.

vita" di K.E. Goodpaster^[45] e il "rispetto per la natura" di P.W. Taylor cercano di mediare fra le due posizioni evitando la negazione dei diritti dei singoli esseri non-umani e nel contempo rivelando degli elementi utili per una gestione saggia e praticabile del territorio. Taylor sostiene che l'unico modo per uscire dal circolo vizioso individualismo/olismo è quello di dare una rispettabilità morale ai singoli organismi e, su questa base, costruire un'etica biocentrica che dia rispettabilità morale anche agli insiemi^[46]. Taylor non esclude la possibilità che gli animali e le piante possano avere dei diritti, tuttavia pensa che si raggiungano gli stessi risultati elaborando un'etica che lui chiama "del rispetto", una sorta di allargamento di un'etica che già esiste e che riguarda, attualmente, solo gli uomini. Per capire cosa intende Taylor è sufficiente sostituire le parole "dignità di uomo" dell'etica attuale con "valore intrinseco", il valore di cui è dotato ogni singolo organismo. Cosa cambia in noi se decidiamo di abbracciare l'etica del rispetto? La risposta, secondo Taylor, viene da dentro di noi. Innanzitutto si riordina profondamente il nostro universo morale e, così facendo, cambia il nostro atteggiamento nei confronti della natura. Il nostro punto di vista umano diventa secondario e lascia spazio al nostro agire per il bene della natura. La realizzazione dei singoli organismi viventi, spiega Taylor, consiste nel raggiungimento del pieno sviluppo delle loro potenzialità biologiche. Se il loro bene viene raggiunto dalla pienezza della forza e della salute, il nostro agire deve favorire queste potenzialità. Allo stesso modo il nostro agire deve favorire il bene di una popolazione o di una comunità agevolando il mantenimento del gruppo

come sistema coerente (geneticamente ed ecologicamente) cioè come organismi in relazione fra loro. Inoltre il bene deve essere fine a se stesso, deve cioè essere indipendente da qualsiasi principio di utilità o di interesse.

Ecocentrismo

A conclusione di questa breve carrellata vorrei accennare brevemente ad una concezione diversa dalle altre e, per certe caratteristiche, unica: l'"ecologia profonda". Nell'ambito della filosofia ambientale l'ecologia profonda propone qualcosa di diverso tanto da potersi definire ecocentrica^[47] per metterne in risalto l'integrazione armonica nella natura ma anche antropocentrica, come la definisce Bartolommei. Secondo il filosofo italiano gli ecologisti profondi "ritengono che ciò che conta nella questione dei rapporti uomo-ambiente è proprio un mutamento di *Gestalt* [...] A loro parere [...] non avrebbe più senso parlare della natura come separata dall'uomo, così come non avrebbe più senso arrabattarsi con una disciplina chiamata "etica ambientale", poiché ogni violazione dell'integrità e stabilità del "Sé" sarebbe immediatamente percepita come una violazione dell'io."^[48] Più che una filosofia pura o un'etica ambientale^[49], l'ecologia profonda è quindi un modo di essere, di sentirsi, che vede la sua realizzazione sotto forma di un "movimento" alla cui base sta la convinzione che l'uomo debba ritrovare quella sua collocazione nella natura che il riduzionismo e il meccanicismo gli ha fatto perdere. Per raggiungere questa "realizzazione del Sé" l'uomo deve sviluppare l'idea di un concetto di vita diver-

⁴⁵ GOODPASTER K.E., *On Being Morally Considerable*, in: ZIMMERMAN M.E. ET AL. (eds.), *Environmental Philosophy*, Prentice Hall, 1998, pp. 56-70, e su: *Journal of Philosophy*, LXXV, 6, 1978 pp. 308-25.

⁴⁶ TAYLOR P.W., *The Ethics of Respect for Nature*, *Environmental Ethics*, vol. 3 n. 3, 1981 pp.197-218.

⁴⁷ Secondo FOSKETT N. e FOSKETT R., *Conservation*, TeachYourself Book, 1999, ecocentrismo significa vivere in armonia con l'ambiente, come parte dell'ambiente.

⁴⁸ BARTOLOMMEI S., *Etica e Natura*, Universale Laterza, 1995, p. 77,82. Come è noto la psicologia della Gestalt si basa sul principio olistico secondo cui il tutto è qualcosa di più e di diverso dalla somma delle parti. A riguardo cfr. ROCK I., PALMER S., *L'eredità della psicologia della Gestalt*, *Le Scienze*, n. 270, febbraio 1991, p. 60-6.

⁴⁹ MORTARI L., *Ecologicamente pensando*, Edizioni Unicopli, 1998, pp. 63-67.

so analizzandosi e suggerendo la via per il cambiamento.

L'ecologia profonda nasce da un articolo del filosofo norvegese Arne Naess il quale introdusse l'espressione *deep ecology* nella letteratura ambientale con il suo articolo *The Shallow and the Deep, Long-Range Ecology Movement*^[50] dove sollecitava la nascita di un movimento ecologista che rifiutasse le false scelte e lottasse per risolvere i problemi alla radice. Più tardi Naess stesso sviluppò la sua *Ecosofia*^[51] invitando tutti a fare altrettanto. È sufficiente concordare con gli otto principi di base enunciati da Naess per poter sviluppare ciascuno la propria ecosofia e contribuire al cambiamento, perché solo attraverso l'integrazione di tutte le ecosofie che ciascuno elabora potrà realizzarsi l'ecologia profonda.

Per cercare di riportare la società umana ad un contatto più intimo con la natura gli ecologisti profondi credono sia giusto convogliare gli sforzi soprattutto su un allargamento del dibattito, che deve essere costruttivo, e sull'educazione. Essendo dei non violenti non cercano lo scontro, bensì credono nella forza della persuasione delle argomentazioni. Il loro ispiratore è Gandhi e i principi a cui si attengono sono elencati nelle norme della non violenza di Naess^[53].

E' difficile fare un sunto esaustivo dell'ecologia profonda. Per ulteriori approfondimenti è bene consultare dei testi più ampi^[54-56]. Si può giusto dire che in definitiva l'ecologia profonda è un movimento che si propone di cambiare l'intera società attraverso l'acquisizione di una coscienza ecologica basata "sulla ricerca di una consapevolezza più

oggettiva, di uno stato attivo dell'essere, raggiunto con riflessioni e discussioni articolate e un nuovo stile di vita". Il suo obiettivo è quello di formulare una "visione filosofico-religiosa completa del mondo" senza, per altro, considerarsi, essa stessa, una religione. Le sue idee sulla politica, sulla religione, sulla scienza e sull'educazione possono essere messe in pratica per convogliare la società verso nuovi modelli di vita. Il bio-regionalismo ne è un esempio concreto^[57]. La convinzione di base dell'ecologia profonda non si allinea con nessuna ideologia classica: critica alcuni aspetti del capitalismo e del socialismo, così come ne assolve altri. Il suo principio fondamentale è, quindi, l'autorealizzazione. Autorealizzazione di tutti gli esseri, umani e non umani, perché ecologia profonda significa "uguaglianza biocentrica", nel senso che tutte le cose "hanno il diritto di vivere, trasformarsi e raggiungere le proprie forme individuali di sviluppo e autorealizzazione all'interno di una autorealizzazione più ampia"^[58] che inizia a crescere negli individui quando smettono di sentirsi un'entità isolata e in competizione e, attraverso il "non-dominio", lasciano agli altri l'uguale diritto a vivere e fiorire. L'ecologia profonda è, come diceva Naess, "un'anima democratica nella biosfera"^[59].

Alcune considerazioni finali

Prima di concludere credo sia opportuno cercare una risposta alla domanda chiave su quale argomento filosofico separa l'antropocentrismo dal biocentrismo. A riguardo il "valore intrinseco" della natura in gene-

⁵⁰ NAESS A., *The Shallow and the Deep, Long-Range Ecology Movement*, Inquiry, n.16, 1973, p. 95-100.

⁵¹ NAESS A., *Ecosofia*, Red Edizioni, 1994.

⁵² NAESS A., *Ecosofia*, Red Edizioni, 1994, p.31.

⁵³ NAESS A., *Gandhi and Group Conflict: An Exploration of Satyagraha*, in: DEVAL B., SESSIONS G., *Ecologia Profonda*, Edizioni Gruppo Abele, 1989, p. 186.

⁵⁴ DEVAL B., SESSIONS G., *Ecologia Profonda*, Edizioni Gruppo Abele, 1989.

⁵⁵ DRENGSON A., *Ecofilosofia, Ecosofia e il Movimento dell'Ecologia Profonda: una panoramica*, in: <http://www.filosofia-ambientale.it>

⁵⁶ DALLA CASA G., *Ecologia Profonda*, Pangea Edizioni, 1996.

⁵⁷ Cfr. AA.VV., *Verso casa, una prospettiva bioregionalista*, Arianna Editrice, 1998.

⁵⁸ DEVAL B., SESSIONS G., *Ecologia Profonda*, cit. p. 76.

⁵⁹ Cfr. NASH R.F., *The Right of Nature*, The University of Wisconsin Press, 1989, p. 146.

rale e degli oggetti naturali in particolare si presta a sostenere questa distinzione. Secondo questa visione, mentre per gli antropocentristi il “valore” è legato all'uomo in quanto valutatore, per cui hanno valore intrinseco solo gli esseri umani e quegli oggetti (vivi o meno) a cui l'uomo dà valore, per i biocentristi la natura ha un valore che esiste indipendentemente dall'uomo. È, però, il caso di fare alcune precisazioni perché non tutti concordano con questa visione. Bartolommei sostiene che l'espressione “valore intrinseco” “è suscettibile di almeno tre interpretazioni [...]”^[60] due delle quali sono compatibili con la visione antropocentrica. Anche Eugene C. Hargrove entra nello specifico del significato di “valore intrinseco” sostenendo che “un'entità ha valore intrinseco se è: 1. preziosa in quanto tale, o 2. preziosa in relazione al suo uso”^[61]. Tornando a questa proposta di classificazione dobbiamo quindi precisare che si ritiene plausibile usare il “valore intrinseco” come discriminante fra antropocentrismo e biocentrismo puntualizzando però che si dà ad esso il solo significato del punto 1. di Hargrove.

Secondo questa personale opinione la natura in generale e i singoli oggetti naturali in particolare hanno un proprio valore intrinseco che esiste indipendentemente dalla nostra esistenza. Se infatti ci chiediamo: può essere che gli oggetti viventi e non viventi abbiano acquisito un valore al momento della nostra comparsa sulla Terra? E ancora: è possibile che gli astri del cielo o le montagne sulla Terra abbiano valore solo perché esistiamo noi? Qualunque risposta affermativa a queste domande non sarebbe solo antropocentrica, sarebbe arrogante.

In conclusione è importante sottolineare che nessuna tesi filosofica ambientale è misantropa. Neppure il biocentrismo radicale è

contro il genere umano. Il fatto di volere fortemente che gli esseri viventi (individui e comunità) non vengano sviliti non significa essere contrari al bene della nostra specie. Anzi vuol dire comprendere che il benessere nostro passa attraverso il benessere di tutta la comunità biotica. E se vogliamo, giustamente, realizzare le nostre potenzialità dobbiamo lasciare liberi gli altri esseri di realizzare le loro.

Anche dal punto di vista biocentrico l'essere umano può avere, anzi sicuramente ha, una posizione di grande risalto. Infatti se è vero che l'uomo è parte della natura e rappresenta la massima espressione della complessità biologica (non si conosce attualmente nessuna realtà oggettiva più complessa del cervello umano) allora egli ha un obbligo morale nei confronti della natura: salvaguardare se stesso come specie^[62]. In sintesi la realizzazione del Sé umano è parte importante della realizzazione del Sé della natura. Quando Taylor sostiene che “la nostra presenza, in breve, non è necessaria. Se ci mettessimo nei panni della comunità e dessimo voce al suo vero interesse, la conclusione della nostra epoca lunga sei-pollici sarebbe salutata molto probabilmente con un caloroso ‘Buon viaggio!’^[63]” trascura il fatto che i “sei-pollici” della nostra esistenza sono il risultato delle “numerosissime migliaia” della vita sulla Terra. Per giungere a noi la natura ha dovuto compiere infiniti tentativi. La scomparsa del genere umano renderebbe vano tutto questo e sarebbe, perciò, una grave perdita per la natura.

Come si può intuire da queste poche righe, la filosofia ambientale propone idee nuove e stimolanti. L'uomo del passato pensava alla natura come a un qualcosa di estraneo. Nell'Europa del Medioevo l'uomo, ad esempio, aveva certamente paura di allontanarsi dai luoghi abitati. Le foreste erano impene-

⁶⁰ BARTOLOMMEI S., *Etica e Natura*, cit., pp. 42.

⁶¹ Cfr. HARGROVE E.C., *Fondamenti di etica ambientale*, cit., p. 166.

⁶² PAGANO P., *A secular and biocentric reason for the human being preservation*, in corso di stesura

⁶³ TAYLOR P.W., *The Ethics of Respect for Nature*, in: ZIMMERMAN M.E. ET AL. (eds.), *Environmental Philosophy*, Prentice Hall, 1998, pp. 76-7.

trabili e fitte di insidie naturali. L'ambiente era inevitabilmente considerato selvaggio e brutale, una minaccia da temere.

Successivamente, soprattutto dalla Rivoluzione Industriale in poi l'uomo si è ritenuto capace di contrastare questa sua atavica paura. Anzi, con l'aiuto della scienza e della tecnologia, si è ritenuto capace di dominare le forze della natura. A quei tempi le conoscenze in campo biologico erano veramente scarse, così ci sentivamo qualcosa di diverso e di più importante. Ci sentivamo superiori a tutti, tranne che a Dio, e consideravamo gli altri viventi, compresi molti mammiferi simili a noi, come semplici macchine in grado di dare solo risposte stereotipate agli stimoli esterni. La nostra visione era, se escludiamo il pensiero di qualche filosofo, antropocentrica. Oggi molte cose sono cambiate e negli ultimi anni la nostra posizione si è molto ammorbidita. Abbiamo capito che salvaguardare la natura vuol dire salvaguardare noi stessi. Abbiamo imparato, almeno sulla carta, cosa vuol dire la saggia amministrazione di un territorio, abbiamo capito che la conservazione è importante per evitare l'esaurimento improvviso delle risorse. Ma siamo solo agli inizi. Certamente in un pros-

simo futuro si attuerà in noi un mutamento di mentalità e vivremo in una nuova fase armonica. Tuttavia i tempi sono stretti e vale la pena aumentare il nostro sforzo in questa direzione per non aggravare irrimediabilmente la situazione. La natura selvaggia è in gran parte compromessa, il degrado è rapido e molte specie biologiche si stanno estinguendo. Il monito è quindi quello di non accontentarsi di un'analisi superficiale e di porsi invece domande profonde per favorire l'avvento di un mondo più affascinante e vario per noi uomini e per le altre specie viventi.

All'impegno intellettuale devono, però, partecipare tutti i campi del sapere. Perché se è vero che le scelte ultime dovrebbero essere di pertinenza della filosofia e dell'etica^[64], le scienze naturali, soprattutto quelle biologiche, devono dare il loro importantissimo contributo mostrando come l'uomo sia parte della natura e che di conseguenza ha degli obblighi cogenti nei confronti degli altri esseri viventi e della natura in generale. In questo ambito la filosofia ambientale potrà dare il suo contributo di sintesi intesa a individuare nuovi modelli di vita per una umanità più in armonia con ciò che la circonda^[65].

⁶⁴ NORTON B.G., *Why Preserve Natural Variety?*, Princeton University Press, 1987, p. 15. Norton ci ricorda che "è un punto fermo della visione moderna della scienza e dell'etica che i giudizi non possano essere ricavati dalle pure osservazioni scientifiche".

⁶⁵ PAGANO P., *La filosofia ambientale come interazione dialettica tra scienze umane e scienze naturali*, *Systema Naturae*, volume 5, p. 193-217, 2003.



Verso una nuova organizzazione della conoscenza

MARIA LAURA BARGELLINI
GEMMA CASADEI

ENEA
Unità di Agenzia per lo Sviluppo Sostenibile
Advisor

Durante la conferenza “Social and Human Capital in the Knowledge Society: Policy Implication” (Brussels, ottobre 2002)² è stata evidenziata l'importanza di avere una strategia comune nazionale ed europea per realizzare la “Società basata sulla conoscenza” che presuppone una rivoluzione socio-economica i cui assi portanti diventano la robusta e appropriata educazione di base e, soprattutto, la creazione di istituzioni e strumenti che incoraggino, sostengano e garantiscano l'apprendimento durante tutto il corso della vita (*Lifelong learning*).

La rapida evoluzione delle tecnologie informatiche e delle telecomunicazioni, l'esplosione e la diffusione dei mass-media, delle reti e dei sistemi di gestione dell'informazione che riguardano tutti i settori della vita quotidiana, sia a livello personale che professionale, hanno caratterizzato in questi ultimi anni la gestione di dati, di informazioni e di conoscenza.

La gestione della risorsa dati

Centrale per tutte le organizzazioni è stato gestire la risorsa dati con la realizzazione di sistemi informatici come le Basi di Dati che rispondevano all'esigenza di organizzare e gestire in maniera integrata una grossa mole di dati centralizzati e/o distribuiti che venivano resi disponibili con un accesso semplice (nel modo di interrogare il sistema) e trasparente (nel modo di gestire il dato su più nodi fisici) ad una utenza eterogenea con profili e competenze diverse.

I dati e le loro correlazioni: la risorsa Informazione

Lo studio sistematico della risorsa dati, l'analisi delle cor-

Viviamo ed operiamo in una società che oggi viene definita dall'Unione Europea sia come “Società dell'Informazione”, perché caratterizzata dalla generalizzazione dell'uso dell'informazione e dalla diffusione delle ICT a basso costo, sia come “Società della Conoscenza” (o “Società basata sulla Conoscenza”), perché il sapere e la creatività sono considerati fattori chiave e l'investimento intangibile nel capitale umano e sociale viene ritenuto prioritario nello sviluppo sociale ed economico¹. L'esigenza di organizzare dati, informazioni, conoscenza è la caratteristica portante dello sviluppo di questa società, incentrata soprattutto sulla crescita economica che oggi è sempre di più orientata alla valorizzazione del capitale umano e sociale.

A tale capitale vengono associati dei benefici apparentemente non economici, quali: la qualità della vita; la salute; la soddisfazione personale; la riduzione del tasso di criminalità ecc. Invece il ritorno economico di tali benefici, in termini di investimento sulle competenze e sulla conoscenza, è stato ampiamente sottolineato dagli economisti come asse portante nella crescita economica. In questa visione giocano un ruolo fondamentale i network sociali e le organizzazioni che diventano soggetti che apprendono (*learning organization*). Queste due realtà stimolano l'apprendimento informale nella vita di tutti i giorni e nel lavoro, basato anche sulla gestione e sulla diffusione della conoscenza (Knowledge Management System).

relazioni tra dati, l'analisi del contesto in accordo al quale il dato viene organizzato per rispondere a determinate funzioni hanno portato allo sviluppo dei Sistemi Informativi capaci di trattare il dato e di fornire informazioni a diversi livelli di aggregazione (dati elementari, dati di prima sintesi, dati statistici, dati di supporto alle decisioni) e diretti a diverse strutture di utenza (settori operativi, settori di controllo, media ed alta direzione, fornitori, clienti ecc.)³.

L'esplosione di Internet, la capillarità e la facilità dell'accesso alla rete, mettono in rilievo le possibilità comunicative e collaborative dei Sistemi Informativi. La risorsa informazione conquista quindi piena visibilità ed esce dall'interno delle organizzazioni per diffondersi in tempo reale ad una ampia utenza esterna.

Il dato e l'informazione non sono più visti come un patrimonio riservato, ma come una risorsa da condividere.

La penetrazione nelle organizzazioni della rete informatica, come strumento di diffusione dell'informazione, è così incisiva da rendere necessario ripensare e ricostruire non solo le strutture di gestione dell'informazione, ma anche i processi, i servizi ed il patrimonio di esperienze e di conoscenze dell'organizzazione stessa.

Questa struttura di organizzazione del dato/documentazione, dell'esperienza, della competenza e della conoscenza diventa il baricentro virtuale dell'aggregazione di più organizzazioni reali; nelle emergenti imprese virtuali questa rappresenta il fulcro reale intorno al quale matura l'identità dell'impresa, vive l'offerta dei prodotti e dei servizi.

L'esigenza di gestire la risorsa Conoscenza

Gestire e condividere il patrimonio di conoscenze ed esperienze relative ad una organizzazione è la sfida di oggi. Si può organizzare e gestire la conoscenza?

Per rispondere a questo quesito dobbiamo prima riflettere sul significato del termine conoscenza.

La conoscenza viene definita come: "termine generico che abbraccia tutti gli aspetti cognitivi [...] percezione, memoria, immaginazione, pensiero, critica e giudizio, distinti, come già avevano fatto Platone e Aristotele da quelli cosiddetti oretici che sono la volizione e l'affettività.

Sia in ambito filosofico sia in ambito psicologico la conoscenza è considerata una gerarchia cumulativa ottenuta con l'integrazione successiva dell'esperienza e col graduale passaggio dal più concreto al più astratto".⁴

Conoscenza tacita e conoscenza esplicita

È consolidata convenzione suddividere la conoscenza in due categorie: conoscenza tacita e conoscenza esplicita.

L'espressione "conoscenza tacita" è stata introdotta da Michael Polanyi⁵, che sottolinea l'importanza di un metodo personale di costruzione della conoscenza. Questa è radicata nelle esperienze individuali, influenzata dalle emozioni fino a coinvolgere i credi, i valori e le prospettive personali. La conoscenza tacita è difficile da formalizzare e da rappresentare perché legata sia al contesto di riferimento che al soggetto; è parte integrante dell'identità dell'essere umano ed è così intima da non poter essere facilmente articolata, trasferita e condivisa.

Polanyi afferma: "si conosce più di quello che si può dire".

Ciò che si riesce ad articolare, codificare, comunicare e condividere della conoscenza tacita, sotto qualsiasi forma, viene considerata come conoscenza esplicita.

Con una metafora introdotta da Polanyi⁶ possiamo affermare che la conoscenza esplicita è la punta di un iceberg che rappresenta l'intera conoscenza.

Dati, informazione, conoscenza

Il dato e l'informazione rappresentano la realtà e/o l'interpretazione, in un determinato scenario, della realtà stessa. Essi hanno, quindi, un valore oggettivo e possono risiedere ed essere rappresentati al di fuori del soggetto. La conoscenza, invece, ha un valore strettamente soggettivo che non può essere concettualizzato al di fuori del soggetto. Il dato e l'informazione vivono per se stessi; c'è conoscenza solo nel momento in cui avviene l'interazione tra soggetto e dato, tra soggetto ed informazione.

Il dato e l'informazione hanno un valore statico: fotografano la realtà in un dato momento ed in un determinato contesto. La conoscenza ha un valore dinamico perché strettamente legata al soggetto, elemento creativo in continua evoluzione.

Il dato e l'informazione possono diventare conoscenza quando un essere umano interagisce con essi, se ne appropria e li fa propri, li contestualizza, li mette in relazione con altre conoscenze che già possiede, li interiorizza e li fa divenire parte del proprio io. Ogni conoscenza proposta da qualcuno diventa un'informazione per qualcun altro e deve essere da questi reinterpretata e ricostruita come propria conoscenza⁷.

È per questo che preferiamo parlare di “Società basata sulla conoscenza” piuttosto che “Società della Conoscenza”.

I KMS: la capacità di condividere il sapere

La prima forma di gestione della conoscenza si è avuta con i Sistemi Esperti detti anche *Expert Systems* o *Knowledge-Based Systems*. Il termine “Sistema Esperto” è stato introdotto nel 1977 da Feigenbaum⁸, che lo definisce come: “un programma di calcolatore, che usa conoscenze e tecniche di ragionamento per risolvere problemi che normalmente richiederebbero l'aiuto di un esperto. Un Sistema Esperto (SE) deve avere la capacità di giustificare o spiegare il perché di una particolare soluzione per un dato problema”.

I SE gestiscono quindi un dominio ben definito di conoscenza derivata dal sapere di un esperto, immagazzinata ed organizzata in una base di conoscenza. I sistemi esperti nascono per rispondere a domande mirate su problemi specifici.

Più recente è l'esigenza di gestire la conoscenza inserita nei sistemi informativi. Come sintetizzato da Tuomi⁹, la prima generazione di Knowledge Management (KM) (1993-1998) è costituita da Sistemi Informativi dove si immagazzinano dati ed informazione e dove si inizia a gestire conoscenza esplicita, strutturata ed organizzata in tassonomie semanticamente non ambigue; conoscenza, quindi, indipendente dai soggetti e dalla loro interazione, che è naturale pensare di potere registrare ed immagazzinare.

Con la diffusione di Internet tali sistemi diventano disponibili a tutti e conseguentemente l'economia basa il suo sviluppo

competitivo sulla possibilità di avere informazioni e conoscenze (esplicite).

L'eccesso delle informazioni a disposizione potrebbe disorientare l'utenza, nasce così la necessità di avere KM orientati all'utente, dove l'informazione viene catalogata secondo specifici profili.

Le potenzialità offerte dalla rete che favoriscono collaborazioni on line, scambi di opinione e condivisioni di esperienze e saperi, gestibili in tempo reale, fanno intravedere la possibilità di partecipare il proprio sapere, anche quello non codificato, che permette l'emersione di più conoscenza tacita.

L'utilizzo della Intelligenza Artificiale (IA) caratterizza l'evoluzione dei sistemi informatici di KM. Da un lato l'IA realizza il trattamento intelligente dei dati e dell'informazione, la conoscenza è quindi rappresentata dai documenti e dalla loro associazione semantica, filtrati attraverso il profilo dell'utente; dall'altro supporta un approccio più incentrato sulla scienza cognitiva.

Quest'ultimo approccio sostiene che l'utilizzo di un sistema informatico di KM può rappresentare un nuovo mezzo per aumentare i processi del pensiero umano anche attraverso lo sviluppo di tecniche di percezione innovative e di nuove tecnologie di interazione uomo-macchina. Come sottolineato da Tuomi l'acquisizione di conoscenza è sempre un processo di apprendimento.

Cosa possono gestire allora i nuovi sistemi informatici che prendono il nome di *Knowledge Management System* (KMS)?

Riteniamo che la materia organizzata e diffusa da questi sistemi sia il frutto delle conoscenze esplicite, specifiche, elaborate da più soggetti attraverso personali interpretazioni dei dati, del-

le informazioni e della realtà; questo frutto, gestito e condiviso, sia candidato a diventare, una volta elaborato da altri soggetti, nuova conoscenza perché percepita da questi attraverso il proprio vissuto.

I KMS devono essere pensati, quindi, come sistemi aperti e dinamici che si propongono come viva sorgente di dati e di informazioni, con lo scopo di stimolare la capacità creativa dell'utente, inducendo in questo il processo di apprendimento e di sviluppo di nuove conoscenze.

Questo significa innescare un processo, definito da Nonaka e Takeuchi¹⁰, a spirale in cui conoscenza tacita produce conoscenza esplicita che a sua volta stimola nuova conoscenza tacita. La sfida di oggi è di riuscire, riferendoci alla metafora di Polanyi, a fare emergere quanta più conoscenza tacita possibile attraverso la valorizzazione del capitale umano e sociale.

Se la gestione di dati e di informazioni ha rappresentato in questi anni l'elemento principale della vita di un'organizzazione, tanto più un sistema capace di gestire la combinazione di informazioni, esperienze, scenari, interpretazioni, riflessioni, competenze individuali e collettive rappresenterà il patrimonio su cui costruire il successo della “società basata sulla conoscenza”.

L'organizzazione della conoscenza

Le fasi prioritarie per gestire la conoscenza esplicita e promuovere la codificazione della conoscenza tacita possono essere così sintetizzate:

- *Acquisizione della conoscenza:* individuazione e scelta delle sorgenti (libri, articoli, web

site, e-mail, chat, forum, documenti, *learning object*^[1] ecc.) e dei fornitori (ricercatori, esperti, altre organizzazioni, consulenti ecc.); immagazzinamento e codifica;

- *Validazione della conoscenza:* la validazione della conoscenza è la fase più delicata perché da questa dipende la qualità di tutto il sistema; è necessario, quindi, uno studio per definire l'affidabilità della fonte e della risorsa conoscenza. Tutte le tecniche di validazione oggi presenti devono concorrere alla validazione della conoscenza da organizzare;
- *Rappresentazione della conoscenza:* la conoscenza esplicita è contenuta in oggetti digitali eterogenei sia come forma (testi, video, audio ecc.) sia come materia (diversi livelli di approfondimento e diversi gradi di completezza); è necessario, quindi, strutturare questi oggetti in modo facilmente comprensibile, anche ricorrendo a processi logici che seguano regole tassonomiche, semantiche, ontologiche;
- *Diffusione e condivisione della conoscenza:* l'elaborazione dinamica di profili utente permette risposte intelligenti e personalizzate del sistema. Il sistema dovrebbe riconoscere ed aggiornare per ogni richiesta un data base contenente i profili utente in modo da fornire risposte mirate alla crescita di conoscenza specifica e personalizzata.

L'organizzazione della conoscenza deve essere guidata da

nuove metodologie di progettazione, sostenuta da ICTs innovative e deve essere basata su standard condivisi.

L'esperienza ESTO: lo studio di fattibilità per un WBKMS

L'esigenza di identificare/creare, alimentare, acquisire, gestire, condividere e scambiare la conoscenza è stata sentita anche all'interno del network ESTO¹¹ (Osservatorio Europeo di Scienza e Tecnologia) che può essere considerato il primo centro virtuale europeo di Scienza & Tecnologia. Molti dei lavori compiuti nella rete ESTO richiedono un alto grado di conoscenza esplicita/dichiarata e tacita/integrata già all'inizio di ogni processo e, molto spesso, anche una elevata velocità di comunicazione e azione.

Il reale patrimonio conoscitivo della rete ESTO è rappresentato, da un lato dalla competenza degli esperti e delle organizzazioni scientifiche, nodi della rete, e dall'altro dalle procedure e dai metodi di funzionamento della rete stessa.

ESTO è attualmente coinvolto nello sviluppo di un WBKMS (Web Based Knowledge Management System) che consentirà, alle organizzazioni partecipanti alla rete e ai *policy makers* europei, di identificare/creare, alimentare, acquisire, condividere e scambiare la conoscenza.

Lo studio di fattibilità dell'ESTO-WBKMS, prima fase del progetto, ha definito uno schema concettuale costruito sui requisiti dell'utenza e ha identificato i sistemi software più idonei alla

sua realizzazione. L'ENEA ha partecipato a questa prima fase¹², conclusasi nel febbraio 2003, con una *task force* interpartimentale ENEA-UDA Advisor e ENEA-CAMO.

I partner europei sono stati: l'organizzazione tedesca VDI di Duesseldorf e il JRC-IPTS della Commissione Europea.

Bibliografia

1. *Consiglio Europeo di Lisbona: Conclusioni della Presidenza*. Lisbona, 23-24 marzo 2000.
2. http://europa.eu.int/comm/employment_social/knowledge_society/conf_en.htm#pan3
3. BATINI C., BARGELLINI M.L., *Sistemi Informativi per la diffusione dell'informazione*, ENEA, Serie Manuali, giugno 1990.
4. GALIMBERTI U., *Psicologia*, Le garzantine GARZANTI, anno 2001.
5. <http://www.artsci.wustl.edu/~philos/MindDict/tacitknowledge.html>. *Dictionary of PoM Philosophy of Mind*, Ed. Chris Eliasmith.
6. <http://www.sveiby.com.au/library/Polanyi.html>
7. ACHARYA J., *What is knowledge?*, da: <http://www.totalkm.com/kmxchanges/whatisk.html>
8. FEIGENBAUM E.A., *The art of Artificial Intelligence, 1: Theories and case studie in knowledge engineering*, Proc. 5th IJCAI, 1977.
9. TUOMI I., *The Future of Knowledge Management Lifelong Learning in Europe* (LlinE), Vol. VII, Issue 2/2002, pp. 69-79.
10. <http://kmrh.free.fr/KM.pdf>
11. <http://esto.jrc.efl>
12. BARGELLINI M.L., CASADEI G. *I KMS: verso una nuova organizzazione della conoscenza* Congresso Annuale AICA 2003 - Trento 15/17 settembre.

¹ *Learning Object* (LO) è una risorsa didattica e rappresenta un oggetto di informazione indipendente dal supporto tecnologico utilizzato per realizzarlo e diffonderlo. Il LO si può riutilizzare, senza la necessità di modificarne i componenti, come un blocco modulare per costruire contenuti di e-learning. Il LO non è solo un documento, una unità didattica, ma anche un esperto, una esperienza, un contatto ecc.

dal **MONDO**

**Cambia la foresta
amazonica**

**Impianti
fotovoltaici italiani
per i pastori mongoli**

**Nuovo veicolo
a idrogeno presentato
in California**

In allarme per il corallo

CAMBIA LA FORESTA AMAZZONICA

Una ricerca, pubblicata in marzo su *Nature*, condotta su circa 14 mila alberi in oltre 800 km quadrati della foresta amazzonica tenuti sotto osservazione in questi ultimi 20 anni, ha messo in evidenza che con l'aumento che si sta verificando di anidride carbonica atmosferica alcune specie crescono più rapidamente e più rigogliosamente che in passato, mentre altre si trovano in serie difficoltà ed alcune addirittura muoiono. In genere sono favoriti i grandi alberi a crescita rapida. Gli alberi piccoli e a crescita lenta sono sfavoriti e rischiano di soccombere. Anche la densità della vegetazione sta cambiando: alcune specie non solo crescono di più ma si riproducono più facilmente di altre. In conclusione sta cambiando la

composizione e la biodiversità della foresta. Tutto ciò ha enormi implicazioni per il futuro sia perché cambia la natura e la quantità dei cosiddetti "sinks" forestali previsti dal Protocollo di Kyoto per ridurre complessivamente la concentrazione di CO₂, sia perché le variazioni di composizione e di biodiversità vegetale hanno profonde ripercussioni anche sulla proliferazione di specie aliene ed invasive animali, sull'equilibrio delle specie animali, e quindi sulla intera biodiversità naturale.

IMPIANTI FOTOVOLTAICI ITALIANI PER I PASTORI MONGOLI

La Regione Piemonte ha finanziato, con 50 mila euro, un progetto dell'Università di Torino e del CNR che prevede l'installazione di 20 impianti fotovoltaici portatili per la produzione di energia elettrica presso le abitazioni di un gruppo di pastori nomadi in Mongolia.

I sistemi solari domestici sono impianti portatili di piccole dimensioni che si adattano facilmente alle tende utilizzate come abitazioni dai nomadi mongoli.

Gli impianti sono stati consegnati e installati nello scorso ottobre. Secondo le previsioni, seguiranno i pastori in almeno cinque spostamenti ogni anno.

NUOVO VEICOLO A IDROGENO PRESENTATO IN CALIFORNIA

È stato recentemente presentato e provato sulle strade della California l'ultimo veicolo a idrogeno *F-cell* della Daimler-Chrysler. La vettura sperimentale, azionata da energia elettrica prodotta da celle a combustibile, ha un costo di circa un milione di dollari, dovuto in larga parte al platino impiegato nelle celle. Anche se la reale diffusione su larga scala degli autoveicoli a idrogeno secondo molti esperti non avverrà prima del 2020, la California si prepara da tempo alla nuova tecnologia.

Fin dal 1999 è stata costituita la CaFCP (California Fuel Cell Partnership) in cui collaborano case automobilistiche, compagnie petrolifere, aziende attive nel settore delle celle a combustibile e agenzie governative, con il compito di sperimentare in condizioni reali il comportamento dei veicoli elettrici alimentati da celle a combustibile, di predisporre le necessarie infrastrutture (condutture, stazioni di rifornimento dell'idrogeno o altri combustibili) e di far crescere l'accettazione delle nuove vetture da parte del pubblico.

IN ALLARME PER IL CORALLO

La stazione di ricerca marina dell'Università del Queensland situata a Heron Island, una piccola isola australiana a 80 chilometri dal porto di Gladstone, è uno dei principali centri di ricerca mondiali della barriera corallina. Sulla barriera di Heron sono localizzate oltre un migliaio di specie di pesci e oltre il 70% di specie di coralli che si trovano sulla grande barriera; è perciò un sito ideale per lo studio dei fenomeni legati alle ricerche marine.

Secondo uno studio di quel Centro commissionato dal WWF, entro cinquant'anni la grande barriera corallina australiana perderà la maggior parte dei suoi coralli a causa del riscaldamento globale. I coralli non riusciranno ad adattarsi all'aumento della temperatura dell'acqua che al minimo è previsto di due gradi; inoltre, alla distruzione dei coralli daranno il loro contributo l'inquinamento delle acque e l'eccessiva pesca. Come conseguenza, entro meno di due decenni le industrie turistiche e della pesca che prosperano sulla barriera corallina perderanno enormi quantità di denaro e bisognerà aspettare oltre 200 anni per veder ristabilire la popolazione di coralli e della maggior parte delle specie di pesci che vi risiedono.

dall'UNIONE EUROPEA

La spesa per la ricerca avanza lentamente

Esenzione d'imposta per biocarburanti

Biomassa forestale prima in Europa

LA SPESA PER LA RICERCA AVANZA LENTAMENTE

Le *Statistics on science and technology in Europe*, pubblicate il 25 febbraio congiuntamente da Eurostat e dalla Direzione Generale per la Ricerca della Commissione Europea, mostrano che il divario di spesa per la ricerca tra l'UE e i suoi più importanti concorrenti resta notevole, anche se gli investimenti per la R&S hanno comunque quasi raggiunto il traguardo previsto del 2% del PIL. La spesa complessiva dell'UE per la R&S nel 2002 è stata stimata all'1,99% del PIL, in aumento rispetto all'1,98% del 2001. Le statistiche mostrano che nel 2000 gli USA hanno speso per la ricerca il 2,8% del PIL e il Giappone ha fatto ancora meglio con il

2,98%. L'UE ha tempo fino al 2010 per raggiungere l'obiettivo del 3% che si è lei stessa fissato nel Consiglio di Barcellona del 2002. Le cause probabili dello scarso progresso dell'UE nel suo assieme sembrano dipendere dal fatto che alcuni paesi, ad esempio la Finlandia, dove gli investimenti per la R&S sono passati dal 3,40% del PIL nel 2001 al 3,49% nel 2002, continuano a registrare progressi, mentre i paesi che contano per la maggior parte delle spese di ricerca in Europa non sono stati altrettanto bravi. Per i nuovi Stati membri la sfida è ancora più grande: nel 2001 la loro percentuale globale di spesa per la R&S non è andata oltre lo 0,84%. In aggiunta, dai dati sul commercio mondiale dei prodotti d'alta tecnologia appare che nel 2001 l'Unione, con un fatturato complessivo d'esportazioni *high tech* di 196 miliardi di euro, sebbene resti parecchio dietro gli Stati Uniti (234 miliardi), si colloca però prima del Giappone (111 miliardi). Quando però questi dati vengono comparati con le statistiche sulle importazioni d'alta tecnologia, l'UE mostra d'avere il maggior disavanzo netto (-23 miliardi di euro) mentre il Giappone ha la maggiore eccedenza (+39 miliardi di euro).

ESENZIONE D'IMPOSTA PER BIOCARBURANTI

La Commissione Europea, sulla base delle linee guida della Comunità sugli aiuti di Stato a favore della tutela ambientale, ha accettato l'esenzione totale dall'imposta di fabbricazione per i biocarburanti applicata in Germania nel periodo 2004-2009. L'esenzione d'imposta è proporzionale alla percentuale di biocombustibile incluso nella miscela finale: più è alta la percentuale, maggiore sarà il valore della

riduzione. L'esenzione viene applicata solo sulla differenza del costo di produzione di biocombustibili da fonti convenzionali e da fonti rinnovabili. La Germania, infatti, ha dimostrato che l'esenzione totale dall'imposta di fabbricazione corrisponde esattamente alla differenza fra i costi di produzione dei biocarburanti e il prezzo di mercato della benzina e del gasolio convenzionali. Per quanto riguarda il biodiesel, i costi di produzione senza l'imposta di fabbricazione ammontano a 0,88 € per litro, pari al prezzo di mercato del gasolio di origine fossile. Per quanto riguarda il bioetanolo, i costi di produzione senza l'imposta di fabbricazione sono valutati a 1,07 € per litro, uguale al prezzo di mercato della benzina compresa l'imposta di fabbricazione.

BIOMASSA FORESTALE PRIMA IN EUROPA

Secondo i dati riportati dal Barometro europeo, pubblicato dal consorzio europeo EurObserver, la biomassa di origine forestale rappresenta la fonte energetica principale nel settore delle rinnovabili a livello europeo. La Finlandia, seguita da Germania e Svezia, è il paese che ricorre maggiormente a questo tipo di fonte energetica rinnovabile. In rapporto agli abitanti, Finlandia e Svezia sono in testa alla classifica dei consumatori di biomasse a fini energetici: in Finlandia la biomassa forestale rappresenta il 20% del consumo di energia primaria e il 50% come fonte di riscaldamento per 5,1 milioni di abitanti. Il settore delle biomasse rappresenta anche un'opportunità occupazionale: per 1000 tonnellate di legno consumato si creano dai 4 ai 6 posti di lavoro, contro 1,2 per il gas naturale e 1,4 per il petrolio.

dall'**ITALIA****XVI Premio Italgas****Progetti di ricerca
ad avvio rapido****Laurea *honoris causa*
per Rubbia****XVI PREMIO ITALGAS**

Il Premio Italgas, nato nel 1987 per sostenere il lavoro degli scienziati europei, ha raggiunto nel dicembre 2003 la sua XVI edizione aperta ormai a scienziati di tutto il mondo.

I vincitori delle tre sezioni del Premio – Scienza e Ambiente, Progetti per l'ambiente, Debutto nel mondo della ricerca – sono: Michael Graetzel, dell'Ecole Polytechnique Fédérale di Losanna, e Bruno Scrosati, docente di Elettrochimica dell'Università "La Sapienza" di Roma, che hanno ricevuto *ex aequo* il premio Scienza e ambiente per i risultati ottenuti nella ricerca sulle fonti di energia; la Indian Renewable Energy Development Agency, che

si è meritata il Premio Progetto per l'ambiente per le sue attività di miglioramento degli standard ambientali delle popolazioni rurali indiane attraverso la diffusione delle conoscenze dell'energia solare; Francesco Donsi e Alessandro Zavatta, ai quali è stato assegnato il premio Debutto nel mondo della Ricerca.

Per la sezione Scienza e ambiente, Graetzel è stato premiato per i suoi lavori sulla conversione dell'energia solare con celle fotoelettrochimiche; mentre Bruno Scrosati è stato scelto per aver sviluppato nuovi materiali per elettrodi ed elettroliti per batterie a celle a combustibile, che permetteranno di realizzare accumulatori di energia di forma non tradizionale utilizzabili in particolare su veicoli elettrici.

**PROGETTI DI RICERCA
AD AVVIO RAPIDO**

È stato firmato il 19 febbraio, tra il Presidente della Banca Europea per gli Investimenti (BEI), Philippe Majstadt, e il Ministro della Ricerca, Letizia Moratti, un accordo quadro dedicato alla ricerca che definisce una serie di progetti rapidamente finanziabili per un totale di circa 7 miliardi di euro per il nostro Paese. L'accordo con la BEI rientra in un quadro più in generale che complessivamente stanziava 45 miliardi di euro a fronte di precisi progetti di ricerca presentati dai paesi dell'Unione.

Nel programma di avvio rapido (Quick Start List) sono compresi progetti di ricerca di carattere transnazionale, tra i quali:

- la "Piattaforma idrogeno", in cui ha grande peso l'ENEA, che punta a sviluppare il vettore energetico pulito;

- la "banda larga" per gli uffici pubblici, un progetto nel quale un sistema satellitare consentirà lo scambio di dati tra gli uffici;
- una rete di osservazione per vulcani e terremoti per prevenire le catastrofi naturali, un progetto che vede leader l'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia;
- un sistema di monitoraggio dei cambiamenti climatici, un progetto transnazionale per la realizzazione di mappe, rilevazioni statistiche storiche, previsioni.

Altri progetti contenuti nella *Quick Start List* riguardano ambiti come la nanotecnologia e la bioinformatica.

**LAUREA HONORIS CAUSA
PER RUBBIA**

Il prof. Carlo Rubbia ha ricevuto, il 27 febbraio, la laurea *ad honorem* in Fisica da parte dell'Università di Torino, non soltanto per aver ottenuto il premio Nobel nel 1984, ma soprattutto per la straordinaria serie di contributi scientifici ad altissimo livello.

Nella sua relazione magistrale, il professor Rubbia ha sottolineato l'insostituibilità della ricerca scientifica e come essa possa contribuire a risolvere immensi problemi che oggi si presentano all'uomo, da quelli relativi alla salute, ai danni all'ambiente e alle ingiustizie nella distribuzione delle risorse del Pianeta.

Ecco perché, ha concluso "la scienza non può evitare problemi che escono dal puro ambito della comunità scientifica e che riguardano l'insieme della società".

cronache



NUOVE IMPRESE AD ALTA TECNOLOGIA

Il 30 dicembre 2003 ENEA, Università di Ferrara e Tecnopolis Csata hanno dato vita al Consorzio IMPAT. Il Consorzio si pone un duplice obiettivo: da un lato valorizzare, promuovere e sfruttare economicamente i risultati delle attività di ricerca; dall'altro sviluppare una cultura imprenditoriale tra i ricercatori, anche attraverso un'azione di stimolo alla nascita di imprese ad alta tecnologia.

Presidente del Consorzio è il prof. Patrizio Bianchi e Amministratore delegato è l'ing. Marco Casagni, dell'ENEA. Il primo progetto che IMPAT intende realizzare è il Progetto SPINTA, finanziato dal Ministero per le Attività Produttive e riguardante la selezione di progetti per interventi di promozio-

ne e assistenza tecnica rivolti all'avvio di imprese innovative. La sede legale del Consorzio è presso l'ENEA, a Roma, con indirizzo e-mail marco.casagni@bolonia.enea.it.

COMPLETATE LE NOMINE DEL VERTICE ENEA

Il Ministro delle Attività Produttive, a valle del varo del Consiglio di Amministrazione dell'ENEA, con decreto del 26 gennaio ha nominato il nuovo Collegio dei Revisori dell'Ente che, dopo le designazioni di loro competenza dei Ministri dell'Economia e della Ricerca, risulta composto dai dottori: Emanuele Carabotta, Maurizio Iannuzzi ed Ettore Carmine Delli Quadri, come membri effettivi; Emilio Cicerchia, Andrea Carosi e Giuseppe Cossari, come membri supplenti. I membri del Collegio dei Revisori durano in carica quattro anni dalla medesima data di decorrenza della nomina del Presidente.

VENTENNALE DEL CENTRO DI S. TERESA

A 20 anni dalla nascita del Centro di S. Teresa per le Ricerche sull'Ambiente Marino, una pubblicazione dell'ENEA propone un doveroso riconoscimento ad una struttura che da sempre opera, a livello nazionale ed europeo (senza tralasciare le esigenze degli Enti locali), nel campo della ricerca sulle problematiche connesse all'ambiente marino costiero.

Il Forte di S. Teresa, costruito dalla Repubblica di Genova nel 1747 sulla costiera orientale del Golfo di La Spezia, continua ad esprimere, anche con il mutare dei tempi e delle circostanze, il suo significato simbolico di presidio al mare: prima, in termini militari; oggi, con il Centro di Ricerche ENEA situato al suo interno, in termini di tutela ambientale e di

protezione delle risorse paesaggistiche. Il ventennale è un'occasione per ripercorrere la storia, il ruolo, gli obiettivi e le attività del Centro a partire dalla sua nascita, evidenziando anche la sua importante missione articolata su tre linee di attività: il clima globale e mediterraneo; l'interazione costa-mare; la biodiversità.

SALONE DELLE ENERGIE RINNOVABILI

Nell'edizione 2004, di SAIEDUE LIVING, il salone internazionale del Recupero e delle Tecnologie per l'Edilizia, che si è svolto a Bologna dal 17 al 21 marzo, tra i tanti saloni tematici protagonisti della rassegna era presente SUNWEEK, il Salone delle Energie Rinnovabili. Dopo il successo dell'edizione precedente, SUNWEEK 2004 è stato l'appuntamento italiano delle energie rinnovabili e dell'integrazione delle tecnologie solare, fotovoltaica e solare termica in edilizia. Erano esposte tutte le soluzioni più innovative ed illustranti la semplicità di installazione e di utilizzo dei prodotti oltre che i benefici in termini di risparmio energetico e qualità ambientale.

Si sono inoltre svolte una serie di conferenze con gli specialisti e le autorità per fare il punto sullo stato dell'arte in Italia e nel mondo. L'ENEA era presente al Salone delle Energie Rinnovabili con un proprio spazio dal titolo "Ricerca e sviluppo per l'energia solare", dove sono state illustrate, attraverso pannelli, filmati ed exhibit, le attività di ricerca per lo sviluppo di nuove tecnologie nel campo dello sfruttamento dell'energia solare per la produzione di calore a bassa temperatura, per la concentrazione della radiazione solare e la produzione di calore ad alta temperatura, per la produzione diretta di energia elettrica con il fotovoltaico.

INCONTRI

Produrre energia elettrica da rinnovabili in Italia

Gestione integrata delle zone umide

Riciclando si impara

La scienza intorno al faro

PRODURRE ENERGIA ELETTRICA DA RINNOVABILI IN ITALIA

Il decreto del Ministero delle Attività Produttive che recepisce la direttiva europea 77/2001CE sulla produzione dell'energia elettrica da fonti rinnovabili è stato pubblicato sulla *Gazzetta Ufficiale* il 31 gennaio scorso. Esso costituisce un punto di svolta nel panorama normativo del settore: produrre energia da fonti rinnovabili diventa, alla luce degli obiettivi di riduzione delle emissioni, sempre più importante nel contesto di crescente attenzione per l'ambiente in cui si deve operare. È importante dunque conoscere i contenuti della nuova normativa e le sue ricadute sul mercato dell'energia. Pertanto l'Associazione APER, che riunisce e rappresenta i produttori di energia elettrica da fonti rinnovabili e FAST hanno organizza-

to a Milano, il 4 marzo, presso il Centro Congressi Fast, un convegno su "Il recepimento della direttiva europea sull'elettricità da fonti rinnovabili". Obiettivo del convegno è stato di fornire informazioni e aggiornamenti per consentire di cogliere vincoli e opportunità del nuovo scenario. Ai partecipanti è stato consegnato un CD ROM riportante la normativa di riferimento ed i commenti al nuovo atto.

GESTIONE INTEGRATA DELLE ZONE UMIDE

Si è tenuto a Lesina (Foggia) il convegno di studi sulla gestione integrata della Laguna di Lesina realizzato nell'ambito del Progetto europeo "Wetlands II - Gestione integrata delle zone umide".

Il workshop si è articolato in due sessioni; la prima è stata dedicata all'approfondimento tecnico-scientifico dello stato di salute della Laguna, con i contributi dell'ISMAR-CNR, dell'ENEA, del Consorzio di Bonifica della Capitanata. La seconda sessione ha affrontato gli aspetti prioritari della pianificazione territoriale della Laguna: gli elementi di connessione ed integrazione tra i vari livelli prioritari della pianificazione in un'ottica di integrazione e sussidiarietà; lo stato della legislazione vigente che non permette di individuare precise competenze e, quindi, la definizione di strumenti legislativi ad hoc.

RICICLANDO SI IMPARA

Il programma di educazione ambientale per la scuola "Riciclando si impara", organizzato da CONAI (Consorzio Nazionale Imballaggi), in collaborazione con i Ministeri dell'Istruzione e dell'Ambiente, è stato presentato nel febbraio scorso a Roma. L'obiettivo dell'iniziativa è di mettere a disposizione dei docenti informazioni e materiali didattici pensati proprio per loro, affinché possano svolgere, verso i ragazzi, un'efficace attività di educazione e sensibilizza-

zione sull'importanza e l'impatto che il riciclo dei materiali ha sull'ambiente. La salvaguardia dell'ambiente, e in particolare il tema "rifiuti", è un problema che riguarda tutti, e può essere risolto solo attraverso il contributo e l'impegno di ogni cittadino. Per questo è importante orientare i giovani verso atteggiamenti consapevoli e comportamenti virtuosi nei confronti dell'ambiente in cui vivono; e la scuola può svolgere in questo senso un ruolo cruciale.

LA SCIENZA INTORNO AL FARO

In occasione della XIV Settimana della Cultura Scientifica e Tecnologica, promossa dal Ministero per la Ricerca Scientifica (22-28 marzo 2004), l'ENEA anche quest'anno ha deciso di aprire le porte dei suoi laboratori su tutto il territorio nazionale. Tra le varie iniziative, il 23 e 24 marzo a Lampedusa, si è tenuta la manifestazione "La scienza intorno al faro", presso la Stazione permanente di osservazioni climatiche dell'ENEA che costituisce - proprio per le sue caratteristiche di isolamento - la base di rilevamento più attrezzata e importante per le ricerche sul clima nel Mediterraneo. L'Osservatorio climatico è stato aperto per l'occasione alla cittadinanza e agli studenti dell'isola che si sono potuti informare sull'influenza delle attività dell'uomo sul clima della Terra, sui possibili scenari futuri, sugli impegni assunti dall'Italia per la riduzione delle emissioni, sulle energie rinnovabili. A questo proposito, è stato costruito un piccolo impianto fotovoltaico per mostrare come sia possibile produrre energia da una fonte inesauribile, gratuita e particolarmente abbondante sull'isola, come quella solare. La manifestazione è stata anche una utile occasione di incontro e d'informazione sulle attività svolte dalle associazioni ambientaliste che operano per la salvaguardia dell'ambiente nell'isola (WWF, Legambiente, CTS) e dall'Area Marina Protetta di recentissima istituzione.

LETTURE

Piano B

Le innovazioni del prossimo futuro



inconciliabili con la loro rigenerazione, pascoli che regrediscono a superfici desertiche, falde idriche che si abbassano, oceani sulla via di una carestia biologica senza precedenti. A un tale contesto si aggiunge il problema imminente del cambiamento del clima, creando uno scenario ambientale minaccioso per l'umanità, che la filosofia del *business as usual* aggrava di giorno in giorno. Secondo l'autore serve, perciò, una strategia alternativa, un "Piano B che, attraverso una rilettura pragmatica dell'economia e dei dati della scienza", consenta di fermare per tempo la crisi ambientale in atto, aggredendola a monte. L'obiettivo è restituire alla nozione di benessere e di ricchezza il vero significato, e all'ambiente e alla società una concreta possibilità di ripresa.

LE INNOVAZIONI DEL PROSSIMO FUTURO Tecnologie prioritarie per l'industria

A cura di AIRI
Quinta edizione, 2003,
pagine 354, euro 35,00

L'AIRI (Associazione Italiana per Ricerca Industriale) sin dagli inizi degli anni 90 si è proposta di stimolare un processo continuo per l'identificazione di aree di ricerca di reale valenza per una parte dell'industria nazionale e quindi per la crescita tecnologica del Paese. A tale scopo nel novembre 1995, nel giugno 1996, nel luglio 1999 e nell'ottobre 2001 ha pubblicato versioni sempre più approfondite di un repertorio delle "Tecnologie prioritarie per l'industria" e ne presenta ora la quinta edizione, che aggiorna la precedente del 2001. Le tecnologie e le aree tecnologiche identificate sono state definite prioritarie da gruppi di lavoro costituiti principalmente da rappresentanti delle imprese e degli Enti pubblici di ricerca associati all'AIRI e, pur non essendo esaustivo, rappresenta in

maniera sufficiente le istanze di sviluppo e di posizionamento strategico della parte innovativa del sistema industriale e dei servizi avanzati del Paese. È ovvio che questa indagine deve essere integrata con le istanze e le proposte che nascono dal mondo della ricerca pubblica e con la domanda di innovazione della Pubblica Amministrazione. Si potranno così integrare le aree e i temi più avanzati della ricerca di base mondiale e quindi identificare le necessità della ricerca di base nazionale anche se non tutte strettamente legate alla attuale realtà produttiva. Questa quinta edizione è un nuovo contributo di AIRI anche per la preparazione del Programma Nazionale di Ricerca 2003. L'AIRI ritiene che sia necessaria una continua condivisione delle scelte di fondo di politica della ricerca e dell'innovazione tecnologica con un confronto aperto che coinvolga l'analisi di tutti gli aspetti, pubblici e privati, della domanda e dell'offerta di ricerca e innovazione, come già avviene in altri paesi europei e non. AIRI, quindi, promuove questo insieme di tecnologie prioritarie come un preambolo per un più completo studio nazionale di previsioni per le scelte tecnologiche del Paese, nel quale si analizzino anche le problematiche sociali, ambientali ecc. legate allo sviluppo tecnologico. AIRI propone già da tempo, e lo conferma oggi, che dei settori e delle tecnologie identificate in questo repertorio si tenga conto da parte delle pubbliche amministrazioni degli enti pubblici di ricerca (ASI, CNR, ENEA, INFN, ISS ecc.) e delle università nell'ambito di linee di definizione dei programmi pubblici di ricerca e sviluppo tecnologico oltre che di formazione universitaria (pre e post laurea). In tale maniera questi programmi potranno essere più aderenti alla realtà delle strutture produttive e dei servizi avanzati del Paese e alla loro domanda di formazione.

PIANO B Una strategia di pronto soccorso per la Terra

Lester R. Brown
Edizioni Ambiente, 2004,
pagine 228, euro 16,60

La globalizzazione incontrollata dell'economia ha generato una bolla che distorce la nostra percezione della realtà. C'è, di fondo, una concezione effimera della "ricchezza" che viene alimentata dalla mancata presa di coscienza del deterioramento degli ecosistemi della Terra. Si è così affermata quella che l'autore chiama la *bubble economy*: un'economia virtuale, basata sulla predazione selvaggia delle risorse naturali, e impermeabile a qualsiasi criterio di pianificazione del loro prelievo e uso. Ci ritroviamo, perciò, con foreste che svaniscono a ritmi