

# ENERGIA, AMBIENTE E INNOVAZIONE

ANNO 50 LUGLIO-AGOSTO 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 agosto 2004

**Direttore responsabile** Sergio Ferrari

**Comitato di redazione** Maria Antonietta Biancifiori, Fausto Borrelli,  
Gilberto Busuoli, Marco Martini, 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 *L'armadietto delle memorie*, 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](http://www.enea.it)

www.enea.it

**4** **STRATEGIA E MERITOCRAZIA NEL FUTURO DELLA RICERCA**  
**STRATEGY AND MERITOCRACY IN THE FUTURE OF RESEARCH**  
*Adriano De Maio*

Strategia, progetti, valutazione, meritocrazia e quindi anche percorsi di carriera e stimoli alla managerialità interni. È questa in sintesi la dimensione strategico-progettuale del nuovo Consiglio Nazionale delle Ricerche come emerge dalla relazione conclusiva di Adriano De Maio tenuta a Roma il 10 giugno e della quale pubblichiamo ampi stralci

*Strategy, projects, assessments and meritocracy, hence career paths and internal stimuli to develop managerial expertise. These are the elements that shape the strategic dimension of the new National Research Council, as described by Adriano De Maio in a report presented in Rome on June 10th, of which we publish extensive excerpts*

**16** **FARE RICERCA: POSSIBILITÀ E CAPACITÀ**  
**DOING RESEARCH: POSSIBILITIES AND CAPABILITIES**  
*Sergio Ferrari*

Il nostro sistema industriale spende poco in ricerca non per limiti finanziari, ma per debolezze strutturali. Le piccole imprese e i prodotti a basso contenuto tecnologico non richiedono infatti alte spese in ricerca. Modificare quelle debolezze strutturali implica una riflessione e una strategia tutte ancora da definire

*Italy's industrial system spends little on research, due to structural weaknesses rather than financial constraints. Small firms whose products have low technological content do not need to spend heavily on research. Remedying their structural weaknesses implies reflection and new strategies*

**20** **TECNOLOGIE AVANZATE PER LA COMBUSTIONE DI IDROGENO**  
**ADVANCED HYDROGEN-COMBUSTION TECHNOLOGIES**  
*Stefano Giammartini, Eugenio Giacomazzi, Valentina Visentin*

In una prospettiva di medio-lungo periodo l'idrogeno rappresenta la miglior opzione per la soluzione del problema energetico su scala locale e globale. Tuttavia, la generalizzazione dell'idrogeno come futuro vettore energetico necessita di progressi nella ricerca scientifica e nello sviluppo tecnologico

*In the medium-long term, hydrogen will be the best option for solving the energy problem on the local and world scale. However, generalizing the use of hydrogen as a future energy vector will require more progress in scientific research and technological development*

**38** **L'e-LEARNING: LA NUOVA FRONTIERA DELLA FORMAZIONE**  
**e-LEARNING: THE NEW FRONTIER OF TRAINING**  
*Anna Moreno, Sergio Grande*

Il ruolo della *life-long learning* nei processi di innovazione e dello sviluppo economico delle imprese e del territorio. Nell'articolo viene presentata la piattaforma *e-learning* dell'ENEA, una realtà consolidata con più di 12.000 iscritti e 38 corsi tecnici e scientifici, realizzati per lo più dai ricercatori ENEA, la cui fruizione è gratuita ed aperta a tutti

*The role of life-long learning in furthering the innovation and growth of firms and territories. The article describes ENEA's e-learning platform, a well-established facility with more than 12,000 subscribers. At present the platform offers 38 technical and scientific courses, most of them created by ENEA researchers. Access is unlimited and free of charge*

**51** **LA COMUNICAZIONE SCIENTIFICA ON-LINE**  
**ON-LINE SCIENTIFIC COMMUNICATION**  
*Laura Massoli*

I modelli e le strategie di presentazione e comunicazione degli enti di ricerca italiani analizzati attraverso i loro siti web

*An analysis of Italian research agency websites in terms of their presentation and communication models and strategies*

72

**ALLE RADICI DELLA COSCIENZA AMBIENTALE CONTEMPORANEA**  
**AT THE ROOTS OF CONTEMPORARY CONSCIOUSNESS OF THE ENVIRONMENT**  
*Orietta Casali, Michele Cardaropoli*

Dal pensiero greco e la tradizione giudaico-cristiana, a Wordsworth, Thoreau, Leopold fino alla coscienza archetipica di Hillman  
*From the Greek philosophers and the Judeo-Christian tradition to Wordsworth, Thoreau, Leopold, and Hillman's archetypal consciousness*

NOTE TECNICHE

81

**AVVIATO IL PROGETTO BRITA PER IL RECUPERO ENERGETICO DI EDIFICI PUBBLICI**  
**THE BRITA PROJECT FOR ENERGY RECOVERY IN BUILDINGS GETS UNDER WAY**

*Marco Citterio*

83

**IL RIUTILIZZO DELLE ACQUE DI SCARICO DI CARTIERA**  
**ENABLES REUSE OF WASTEWATER FROM PAPER PLANTS**

*Massimo Pizzichini, Claudio Russo, Chiara Di Meo*

86

**IMPIANTO MICROBO PER ESPERIMENTI DI EBOLLIZIONE IN MICROGRAVITÀ**  
**MICROBO SYSTEM FOR MICRO-GRAVITY BOILING EXPERIMENTS**

*Gian Piero Celata*

CRONACHE

87

**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**

- dal Mondo
  - Australia, energia da rocce viventi **87**
  - Aumento delle spese per la ricerca in Germania **87**
  - VIII Pirelli *International Award* **87**
- dall'Unione Europea
  - Una strategia per la nanoelettronica **88**
  - Mobilità e fuga dei cervelli **88**
- dall'Italia
  - Ulteriore passo avanti nel settore eolico in Italia **89**
  - Rapporto sullo stato dell'economia **89**
- dall'ENEA
  - Nuova cella per il FV a concentrazione **90**
  - Workshop IAEAC sui biosensori **90**
- Incontri
  - Un progetto culturale per l'energia **91**
  - Energia verde dalle biomasse **91**
  - Roma, le città e la scienza **91**
- Lecture
  - Il grande buio **92**
  - L'energia ed i Poteri **92**
  - Demand Responsive Transport Services: towards the Flexible Mobility Society **92**

93

**INDICE 2003 / INDEX 2003**

# Strategia e meritocrazia nel futuro della ricerca

ADRIANO DE MAIO  
CNR  
Commissario straordinario

primo piano

Strategia, progetti, valutazione, meritocrazia e quindi anche percorsi di carriera e stimoli alla managerialità interni. È questa in sintesi la dimensione strategico-progettuale del nuovo Consiglio Nazionale delle Ricerche come emerge dalla relazione conclusiva di Adriano De Maio tenuta a Roma il 10 giugno e della quale pubblichiamo ampi stralci

## Strategy and meritocracy in the future of research

*Strategy, projects, assessments and meritocracy, hence career paths and internal stimuli to develop managerial expertise. These are the elements that shape the strategic dimension of the new National Research Council, as described by Adriano De Maio in a report presented in Rome on June 10<sup>th</sup>, of which we publish extensive excerpts*

l'anno trascorso è stato impegnativo: ho avuto dal Ministro e dal Governo un compito molto difficile, soprattutto per il momento in cui mi è stato assegnato, l'incarico di commissario straordinario. Non solo infatti la ricerca, da tempo, al di là di affermazioni che sembrano essere più rituali che convinte, appare essere una cenerentola nel mondo pubblico e privato italiano, a fronte di notevoli sforzi che si stanno compiendo a livello internazionale, ma anche in particolare il CNR era sotto accusa: non velata ipotesi di chiusura, forte contestazione di tipo politico-partitico, legge di riforma investita da violente polemiche sotto molti aspetti. Fra queste ritengo opportuno richiamarne una, anche perché ad essa si è dedicata particolare attenzione in tutto quest'anno: quella relativa all'accorpamento, all'interno del CNR, di enti di ricerca di notevole spessore. Accanto alle preoccupazioni, assolutamente comprensibili e condivisibili dal punto di vista organizzativo e scientifico, si sono scatenate anche reazioni campanilistiche, che in Italia sono fra le poche che superano qualsiasi barriera ideologica e di parte.

Tengo a riaffermare ciò che ho avuto più volte modo di dire: nessuna riforma può essere fatta contro e senza la partecipazione, il contributo e una ampia condivisione della comunità scientifica, non è possibile intervenire in modo radicale. Proprio per questo la partecipazione deve entrare nel merito, con un confronto anche duro, ma mai inficiato da interessi spuri, che non riguardino strettamente valutazioni legate all'oggetto specifico dell'intervento. Questo impone, da parte di chi ha il compito di condurre il processo di progettazione, la massima chiarezza e visibilità, una ampia informazione, il rispetto dei ruoli e delle responsabilità, il rifiuto di qualsiasi "trattativa laterale".

Ma un altro aspetto, ancora più importante, legato, a mio avviso, a questa ampia partecipazione, che si è concretizzata in proposte, progetti, idee in gran parte recepite, è il fatto che concretamente si è potuto constatare che non solo la ricerca non è morta ma che, in una larga parte della comunità scientifica, molto probabilmente la migliore da numerosi punti di vista, non si è persa la fiducia e la convinzione che si possa fare ancora molto per la ricerca in Italia.

Questo anno è stato da me interpretato come il periodo in cui fosse necessario mettere a punto la concertazione, nel senso originale del termine, cioè nella preparazione all'esecuzione: il che richiede che ci sia il maestro concertatore, lo spartito, gli esecutori, gli strumenti e che si debba contemporaneamente tener conto dei vincoli di contesto.

*si può fare  
ancora molto  
per la ricerca  
in Italia*

## La situazione attuale

### Lo spartito

Data l'esistenza della legge di riforma degli enti di ricerca, lo spartito prende il via da questo assunto, ma, a ben leggere la situazione, la legge di riforma è un mezzo per poter raggiungere gli obiettivi di fondo che si possono leggere nello stesso articolato della legge sulle finalità del CNR: *"contribuire allo sviluppo scientifico, tecnologico, economico, sociale del paese intervenendo nei campi di propria competenza attraverso lo svolgimento, la promozione, la diffusione, il trasferimento e la valorizzazione delle attività di ricerca e integrando le conoscenze per lo sviluppo delle stesse attività e della loro applicazione"*.

È da qui che bisogna partire, una volta tanto, evitando questa volta l'usuale errore che si commette in Italia allorché si varano riforme: confondere le finalità con lo strumento, il mezzo con il fine.

La legge indica contestualmente sia la finalità, sia alcune caratteristiche, vincolanti, e quindi da rispettare, relativamente allo strumento da adottare, ma è dalle prime che bisogna prendere lo spunto per mettere a punto lo strumento (la riorganizzazione del CNR).

A loro volta le finalità si devono confrontare con il contesto all'interno del quale ci inseria-

mo, che è forse ben noto, ma che vale la pena riprendere nei suoi aspetti essenziali. Che lo si consideri positivo o negativo, che lo si desideri o lo si tema, noi ci troviamo inseriti profondamente in un contesto in cui la competitività non solo è sempre più estesa e diventa sempre più articolata e complessa, ma riguarda in misura marcata anche i territori e le comunità ad essi collegate. Non è solo moda l'enfasi che, giustamente, viene data alla dichiarazione di Lisbona ed alle prese di posizione successive e ad essa coerenti. Non è poi solamente il mondo occidentale (USA in prima posizione, ma anche Canada) a costituire la principale minaccia da un lato e il punto di riferimento dall'altro: oramai anche l'Estremo Oriente rappresenta, di fatto, un concorrente agguerrito non soltanto sulle attività operative correnti, ma anche sull'innovazione. L'Estremo Oriente non è più solamente il Giappone, a cui, in un certo senso, ci eravamo abituati, ma anche altri Stati "emergenti", prima fra tutti la Cina. Se l'Europa si sente, giustamente, "attaccata" e pone obiettivi che, ancorché espressi con indicatori che possono apparire rozzi, quale la percentuale di investimenti in R&S sul PIL, sono tuttavia significativi ed estremamente ambiziosi, noi come dobbiamo sentirci? Corriamo il rischio, di qui alla fine del secolo, di diventare la "questione meridionale" della nuova Europa unita. L'unico modo per affrontare un problema, con qualche speranza di sapere e poter trovare soluzioni adeguate, consiste nel definire il problema stesso senza infingimenti e senza sperare di trovare facili scappatoie.

la  
"produzione  
di ricchezza"  
è sempre  
collegata  
all'innovazione

Perché tanta attenzione alla ricerca ed alla innovazione? Non è questa la sede né ho lo spazio per rispondere in modo approfondito a questa domanda; farò quindi solo alcune brevi affermazioni, espresse in modo apodittico, scusandomi anticipatamente per la eccessiva semplificazione.

La "produzione di ricchezza", prerequisito fra l'altro per poterla successivamente ridistribuire, è sempre più collegata all'innovazione. La domanda di base diventa quindi: dove e come si pensa di poter "produrre ricchezza"? Esistono settori ed attività che richiedono soltanto innovazione "derivata" o di secondo livello, a non eccessivo rischio o in cui il cambiamento radicale non richiede una attività di "ricerca" nel senso che qui consideriamo. Normalmente anche in questi casi però, a ben guardare, si rimane sempre debitori di coloro che generano innovazione basata sulla ricerca, perché hanno la possibilità di condizionare lo sviluppo, ad esempio "bloccando" o "distorcendo" il flusso dell'innovazione stessa. Finora questa possibilità è stata limitata ad alcune risorse (il problema del petrolio è sotto gli occhi di tutti in questi giorni), pur fortemente condizionanti lo sviluppo economico e sociale di uno Stato. Ora l'innovazione di primo livello e la ricerca che la permette e la sostiene sta diventando, e lo diventerà sempre più nel prossimo futuro, il fattore chiave di "leadership" di una comunità. Intendo fare soltanto un esempio: poiché la natura ed i nostri antenati ci hanno messo in condizioni estremamente favorevoli rispetto al turismo, questa sarà una delle principali attività produttrici di ricchezza. Lungi da me dare scarso rilievo a questo aspetto che, al contrario va favorito e potenziato (ed una forte ricaduta in tal senso è data proprio dai progetti da noi portati avanti in questo periodo). Ma analiz-

## Il nuovo Consiglio di Amministrazione del CNR

Dopo la nomina, del 22 giugno, da parte del Consiglio dei Ministri, di Fabio Pistella, già subcommissario del CNR, a Presidente, si è insediato, il 15 luglio, il Consiglio di Amministrazione del CNR.

Tra i sette membri del CdA, sono di nomina ministeriale i professori: Roberto de Mattei, dell'Università di Cassino; Luigi Rossi-Bernardi e Renato Ugo, dell'Università di Milano.

Piero Tosi, nominato dalla Conferenza dei Rettori, è professore dell'Università di Siena; Federico Rossi, designato dalla Conferenza di Stato-Regioni, è professore dell'Università di Cassino; Diana Bracco, nominata dalla Confindustria, è presidente di Federchimica; Vico Valassi, per conto dell'Unioncamere, è presidente della Camera di Commercio di Lecco.

ziamone alcuni aspetti ed in particolare prendiamo tre fattori che, singoli o fra loro collegati, possono costituire l'elemento di attrazione per un turista: il patrimonio culturale, la natura, il cibo (e le bevande). Tutti e tre richiedono un'attenzione ed una cura che ne permetta la conservazione e la valorizzazione e siamo ben consapevoli che il ruolo della ricerca e dell'innovazione è fondamentale in tutti e tre i casi (quindi non è un caso che la nostra attenzione si sia appuntata anche su questi aspetti specifici). Il tutto senza considerare la necessità di fornire, affinché si possa mantenere un significativo flusso turistico, infrastrutture e servizi adeguati. Così è stato ed è tuttora affermato che ci si muove verso una società di servizi (ma su cosa si basano poi i servizi?). Allora prendiamo in considerazione un servizio per eccellenza: quello destinato a mantenere e migliorare la salute. Come si pensa di procedere senza una vigorosa attività di ricerca? Si potrebbe continuare, come ognuno di voi sa, a lungo, ma non è il caso. Desidero semplicemente affermare, *ad abundantiam* anche attraverso questi esempi, che o siamo in grado di produrre autonomamente ricerca ed innovazione di primo livello – direttamente connessa alla ricerca – o saremo debitori di altri, rispetto ai quali giocheremo un ruolo subalterno.

Esiste però un altro fattore che bisogna prendere in attenta considerazione e che è tipico del posizionamento internazionale di una comunità relativamente ai fattori strategici di sviluppo. Quanto più una comunità ha una posizione prevalente, dominante o comunque di rilievo rispetto ad un fattore, tanto più aumenta il suo "grado di attrazione" per persone, attività e risorse legate al fattore stesso. In questo caso la ricerca rappresenta un caso esemplare. Che cosa significa parlare di "fuga di cervelli" o di *brain drain* se non considerare che un paese è più attraente di quello di origine per chi intende dedicarsi alla ricerca in determinati campi? Se è vero poi, come si afferma, che il vero capitale di una comunità è rappresentato dal "capitale umano", la mancanza di capacità di attrazione di talenti brillanti, che significa innanzitutto capacità di mantenere quanto è già presente, depaupera una comunità per il futuro, riducendone le potenzialità di sviluppo. Come è stato ampiamente illustrato, questo è un sistema che ha intrinsecamente una struttura a *feedback* positivo, ciò significa che, in assenza di un intervento forte dall'esterno, chi va bene andrà sempre meglio e la forbice andrà allargandosi. Questo è il pericolo concreto che dobbiamo affrontare, senza paura di essere accusati di fare del disfattismo.

Proprio perché siamo convinti che non sia tutto perso, è nostro compito continuare ad affermare che, senza un intervento di cambiamento sostanziale, è assai probabile che il declino si verifichi e che, se è vera la nostra analisi, interventi graduali e di corto respiro, non hanno probabilità di riuscita.

Se vogliamo allora affrontare la competizione, occorre conoscere quali sono le strategie o, più semplicemente, le linee di tendenza dei principali concorrenti. Le differenze sono sostanziali in molti campi, probabilmente anche in dipendenza della diversa storia e dei differenti obiettivi e punti di partenza, ma due sembrano essere gli elementi invariati.

Il primo riguarda la concentrazione delle risorse, il che implica ovviamente da un lato la valutazione con tutto quello che comporta e dall'altro lato la selezione, con i relativi criteri. La concentrazione è relativa a tutta la sfera della formazione, soprattutto universitaria, dei centri di ricerca, delle altre strutture legate all'innovazione.

Il secondo riguarda la necessità di una forte progettualità dal basso, il che significa dare ampio spazio alle proposte, articolate, provenienti dagli attori più importanti del processo di innovazione. Abbiamo avuto troppe esperienze negative derivate da decisioni prese dall'alto che hanno senso solamente in un numero limitato di casi, ad altissima valenza strategica per il Paese. Questo evidentemente non significa che non debbano essere individuati settori, sia scientifici sia applicativi, che abbiano un diverso peso relativo, necessario anche per la selezione delle proposte.

Esistono poi, a mio giudizio, altri due elementi che vale la pena citare e su cui forse sareb-

*necessità di  
una forte  
progettualità  
dal basso*

**fondamentale  
il legame  
fra ricerca di  
base e quella  
applicata**

be opportuno riflettere. Il primo riguarda la eliminazione, nei fatti, della distinzione fra ricerca di base e ricerca applicata. Quando questa distinzione è ancora formalmente e praticamente utilizzata, come avviene adesso per l'ERC, European Research Council, a mio giudizio, si possono vedere sottostanti altri motivi. Il secondo riguarda la convenienza di avere una struttura di advisor scientifico di ausilio diretto al capo dell'esecutivo.

Prima di chiudere queste osservazioni che ci permettono di chiarire l'obiettivo dell'intervento di ristrutturazione del CNR dobbiamo notare che il nostro ruolo all'interno dell'UE non è, per utilizzare un eufemismo, di grande peso e rischia di diminuire sempre di più. La recente proposta dell'ERC, che si prevede possa avere una disponibilità di 2 miliardi di euro all'anno, a mio giudizio ci vede tagliati pressochè fuori perché dovrebbero venire escluse tutte quelle clausole che, bene o male, ci hanno sempre permesso di partecipare onorevolmente alla ripartizione dei fondi europei.

Se questa lettura è valida, allora il significato dello spartito diventa molto semplice. Dobbiamo organizzare il CNR in modo tale da permettere o, meglio, facilitare lo sviluppo di una attività di ricerca internazionalmente competitiva tale da poter attrarre le risorse più qualificate, a partire dalla risorsa pregiata rappresentata dai ricercatori e tale da rappresentare una fonte importante di creazione di ricchezza per la nostra comunità, nel medio e lungo periodo.

Tutto ciò presuppone la concentrazione ed il coordinamento delle risorse (e da questo punto di vista l'esistenza dei dipartimenti così come prescritto dalla legge è un elemento facilitante), sistemi adeguati di valutazione e di ricompensa, aumento delle responsabilità, strutture di sostegno semplici e leggere.

Questo significa anche non solo accettare ma anzi ritenere fondamentale il fatto che vi sia un profondo legame fra la cosiddetta ricerca di base e quella applicata, che rispetto alla prima sia necessario sempre lasciare uno spazio adeguato alla ricerca di curiosità – che peraltro può e deve essere valutata – che sia necessario un più stretto legame fra tutti gli attori del processo di innovazione e che il CNR possa giocare un ruolo attivo in questo processo in tutte le sue fasi ed anche con differenti possibili ruoli.

### **Gli esecutori (i "maestri d'orchestra")**

Come ho detto prima, continuando nella metafora, una concertazione (e tanto meno un'esecuzione) non può prescindere dagli esecutori. Per questo motivo è stato dedicato abbastanza tempo ed energia, meno comunque di quanto avrei dovuto e voluto, a "vedere" le varie situazioni, per poter avere una valutazione più diretta, meno inficiata dai soliti "miti metropolitani" e meno disturbata dal chiacchiericcio di piazzale Aldo Moro. Mi sono accorto innanzitutto che questo modo di procedere a mio avviso, naturale e normale, era invece inusuale. Vorrei essermi sbagliato, perché significherebbe che mi sono trovato di fronte all'ennesimo esempio di un operare burocratico e centralistico, in cui tutto viene letto, interpretato, arricchito da "chi è vicino al potere". Ho cercato, al contrario, e per quanto possibile, di avere una conoscenza sufficientemente diretta della situazione. Non so quanto ci sia riuscito, ma la mia valutazione è di prima mano.

Di quanto ho constatato e, di conseguenza, delle mie valutazioni, ho dato costantemente informazione e abbiamo discusso apertamente e diffusamente. Perciò non riporterò quanto è già stato diffuso in alcuni documenti e metterò in evidenza solo alcuni aspetti che mi sono sembrati particolarmente importanti per il nostro disegno complessivo.

Sulla qualità della ricerca la mia valutazione è che, come in quasi tutte le situazioni in cui non vi sia stata una attenta attività di valutazione e di incentivazione, vi sono situazioni estremamente differenti: da punte di assoluto valore internazionale si passa a situazioni che, a prima vista, non sembrano essere di grande valore. Tuttavia l'elemento importante è la constatazione dell'esistenza di punte ottime da un lato e dall'altro di un valore medio di qualità assolutamente superiore alla sufficienza, sempre parlando in termini di confronto inter-

nazionale. Ciò significa che esistono punti di forza sufficienti su cui far leva per arrivare a quella concentrazione di risorse che, come detto, costituisce la condizione necessaria per poter pensare ad un rilancio del CNR e, più in generale della ricerca italiana. Questa valutazione, se corretta, sta però a significare che la comunicazione verso l'esterno, forse perché i mezzi di comunicazione di massa sono spesso poco sensibili alla ricerca e vanno più alla caccia di argomenti sensazionali che non alla informazione dell'esistente, è grandemente insoddisfacente. Bisognerà quindi pensare a potenziare in modo adeguato il rapporto di comunicazione con l'esterno.

L'aspetto veramente negativo che ho notato è stata l'eccessiva dispersione da due punti di vista principali: da un lato la presenza di una molteplicità (esagerata) di Istituti che affrontano temi di ricerca simili o vicini o addirittura identici con scarsa collaborazione reciproca. Dall'altro lato la dispersione di linee di ricerca all'interno dello stesso istituto o della stessa sezione. Che tutto questo sia spiegabile e che, anzi, in non pochi casi questo abbia permesso la stessa sopravvivenza dell'Istituto e quella qualità media di valore buono di cui si è detto prima è assolutamente innegabile, ma, nel contempo, questa situazione va cambiata in profondità. Purtroppo, i comportamenti consolidati, che sono sempre un fattore da tener presente in qualsiasi processo di mutamento, in questo caso sono fortemente contrari, al di là delle volontà dei singoli, al disegno che si propone e che si desidererebbe vedere attuato. Questo è un fatto che andrà tenuto presente in tutte le fasi successive, anche perché talvolta questa "ricopertura selvaggia" di competenze e temi di ricerca ha generato concorrenza impropria in quanto non già tendente all'emulazione, ma alla sconfitta dell'altro contendente in occasione di bandi o altre offerte.

Si è inoltre rilevato che, in non pochi casi, l'accorpamento di istituti è stato fatto più sulla carta che nella realtà, e anzi ha generato tensioni all'interno fra sezioni periferiche e centro e, in molti casi, non ha prodotto sinergie ma solo appesantimento burocratico. Questa considerazione ha fatto sì che ci si sia astenuti in questo periodo dal mettere mano a improbabili ridisegni di istituti, senza prima avere un quadro generale di riorganizzazione dell'Ente. Infine, due aspetti negativi, fra loro interrelati, dovranno essere attentamente considerati nel futuro processo di messa a regime della nuova struttura: l'anzianità del personale ed i sistemi di valutazione e di carriera. Che l'età media dei ricercatori sia eccessivamente alta è un dato, che questo sia anche dovuto alla scarsità – storica – di risorse per cui non si è avuta una conveniente immissione di forze fresche è innegabile, però a mio parere bisogna affrontare seriamente, senza preconcetti di sorta, il problema della mobilità, in ingresso, in uscita e in *itinere*. Si passa dal "preariato" alla intangibilità ed alla promozione di fatto per pura anzianità. L'importante è entrare in organico, dopo di che si può stare tranquilli, anzi, più si è "vecchi", sia individualmente che come istituto, più si è premiati, con la norma della "anomala permanenza" (conviene che fuori di Italia lo si sappia il meno possibile). Al contrario sistemi di percorsi, con sistemi di severa valutazione, chiaramente definita, sia per l'immissione in ruolo, sia per la carriera, devono essere introdotti in qualsiasi organismo di ricerca che deve essere dominato dalla meritocrazia. Persino la mobilità interna non è contemplata, per cui ogni spostamento è visto come un fatto eccezionale, mentre dovrebbe essere visto come la normalità.

A tutto questo dobbiamo aggiungere che la necessità di considerare l'inserimento all'interno del CNR di altre strutture, non solo di peso rilevante, ma anche con una notevole storia alle spalle e con una forte visibilità esterna, con propri meccanismi di funzionamento e "gelose" della propria autonomia, trascina con sé un problema tutt'altro che irrilevante. Tuttavia, fortunatamente, si è potuto constatare che, dopo un primo periodo di forte tensione, è aumentata la condivisione sulla opportunità di questa "fusione" e, soprattutto, se ne sono valutate positivamente le prospettive nel futuro, per cui, pur non sottacendo le difficoltà, vi è oramai una positiva ed apprezzata volontà diffusa di procedere. Questo cambiamento è stato, alme-

**potenziare  
il rapporto di  
comunicazione  
con l'estero**

no in parte, stimolato anche dalla constatazione che non solo non era presente nessuna tendenza egemonica da parte dell'ente "maggiore", ma che, al contrario, molti comportamenti e molte regole erano prese ad esempio per costruire il nuovo organismo.

### Gli strumenti

Gli strumenti di cui disponiamo attualmente sono mediamente inadeguati o comunque insoddisfacenti rispetto agli obiettivi che ci proponiamo. A tal riguardo, brevemente, senza lasciarsi andare a troppo facili e scontate lamentazioni, si desidera soltanto elencare i principali strumenti condizionanti l'esecuzione, soprattutto perché rimangano vivi nell'attenzione per il futuro. Sembra utile proporre una suddivisione fra strumenti materiali ed immateriali.

Relativamente ai primi, ovviamente, si deve fare riferimento innanzitutto agli stanziamenti riguardanti sia il funzionamento, sia gli investimenti, sia i progetti di ricerca specifici. Oltre agli aspetti quantitativi, essenziali, sembra doveroso però sottolineare altri due fattori su cui ritorneremo nel prosieguo. Il primo riguarda la "flessibilità" nell'uso delle risorse: quanto più sono vincolate a specifici usi, tanto meno si può responsabilizzare sul risultato. Il secondo è l'arco temporale di riferimento. Non si può pensare, né per quanto concerne il personale né per le attrezzature, di conoscere le disponibilità soltanto all'ultimo momento o, peggio ancora, durante l'anno di esercizio: questo impedisce l'adozione di qualunque strumento di programmazione (dal personale alle infrastrutture). Questo dimostra che gli aspetti normativi e procedurali sono altrettanto importanti della concreta disponibilità di risorse. Un capitolo a parte riguarda poi le infrastrutture, sia quelle di rilevanza nazionale ed internazionale, sia le attrezzature specifiche dei singoli laboratori. Al di là delle "piccole attrezzature" che naturalmente devono essere gestite localmente, non sembra che sia stata presente una qualche politica che eviti le duplicazioni e permetta di acquisire risorse strumentali di alta qualità che, probabilmente, ben pochi singoli gruppi di ricerca possono permettersi isolatamente. Anche qui, come per gli istituti, siamo in presenza di una inefficiente politica di diffusione e dispersione fisica, quasi che si appartenga a mondi diversi. Ma questo è anche collegato al problema della mobilità da un lato ed alla gelosia del proprio orticello dall'altro. Un altro aspetto degli strumenti materiali riguarda l'investimento immobiliare. Dato per scontato che è importante "collocare" fisicamente le attività, mi sembra che non sempre e non ovunque sia stata seguita una politica tale da facilitare le sinergie, non soltanto interne, ma anche esterne (questo ha sicuramente lodevoli eccezioni). Ad esempio un più intenso coordinamento con le università sarebbe stato forse lodevole, così come un attento esame della effettiva utilizzazione e necessità di spazi sarebbe opportuno, al di là delle riorganizzazioni future che riguarderanno anche, necessariamente, gli spazi. Forse, in queste ristrettezze finanziarie, sarebbe opportuno valutare se il mix di investimenti immobiliari ed utilizzo delle risorse per altri scopi è il più appropriato o meno. Una politica, attenta, di dismissioni sarebbe quanto meno da tenere in considerazione.

Fra le risorse immateriali vogliamo citare due classi. La prima riguarda l'immagine dell'Ente, a cui si è anche fatto riferimento precedentemente. È questa una risorsa di altissimo valore per una serie di motivi di cui vogliamo esporre i due che ci sembrano i principali. Quando si ha a che fare con la distribuzione di risorse pubbliche o, comunque, quando si chiede di investire in qualche settore, l'immagine che l'opinione pubblica ha dello specifico investimento è di straordinaria importanza. Se si dice che la ricerca ha bisogno di risorse, si può anche spiegare e convincere di questo fatto sia l'opinione pubblica sia i politici, ma se l'immagine che viene trasmessa è quella per cui queste risorse vanno ad un ente decotto, vecchio, burocratizzato e squalificato, allora, quando va bene le risorse sono dirottate a qualcosa che ha l'unico pregio di essere vaga, indefinita e inesistente ma "nuova", quando va male non si stanziavano nemmeno le risorse. Come si fa a chiedere, ad esempio, che si introduca un istituto di detrazione o, meglio, di attribuzione, nell'ambito del prelievo fisca-

*strumenti  
inadeguati  
o insoddisfacenti  
rispetto  
agli  
obiettivi*

le, analogo a quello dell'8 per mille, quando questo contributo è dato a strutture che hanno una pessima nomea? Un altro aspetto riguarda lo stimolo ai giovani, a partire dagli alunni delle elementari, ad accostarsi alla carriera scientifica. È questo un campo di straordinario valore e di impatto nel lungo termine. D'altra parte: se non abbiamo validi ricercatori come possiamo pensare di produrre ricerca di qualità? E come possiamo pensare di avere validi ricercatori se non allarghiamo la base da cui selezionare?

La seconda classe di risorse immateriali riguarda norme, procedure, regole e comportamenti. Qui esiste solo l'imbarazzo della scelta per indicare quali sono le risorse "in negativo", cioè i freni che si oppongono ad una veloce e forte ripresa. Indicherò quelle che, a mio avviso, sono le principali, evitando di commentarle per non essere prolisso. Un eccesso di regole burocratiche ed amministrative, con un conseguente eccesso di "amministrativi", a livello centrale. Una mancanza di sistemi adeguati di valutazione e di sanzione con una "cogestione", di fatto, impropria per un ente di ricerca in cui, come detto, la meritocrazia è il principio di base da cui non si può derogare. Meccanismi di valutazione e sanzione che mancano sia per il singolo che per gli organismi e per i programmi di ricerca. Addirittura si premia l'inefficienza attraverso regole, per me assurde, di ripartizione di risorse, in cui la "qualità" è un parametro quasi completamente assente. Da qui la ricerca del "favore", visto come sostituto della valutazione. Da ultimo la separazione, anche qui con lodevoli eccezioni, dagli altri attori, in particolare le università, il mondo industriale e finanziario e, soprattutto, il debole inserimento negli organismi internazionali, a partire da quelli dell'UE, la cui rilevanza è sotto gli occhi di tutti.

### I vincoli di contesto

Questo aspetto richiederebbe una trattazione molto ampia. Poiché mi sono dedicato, per altri problemi, vicini a questi (si trattava dell'università) ad una valutazione approfondita di quanto il contesto generale condizioni pesantemente il comportamento del sistema di governo dell'università, interno ed esterno, qui mi limiterò soltanto ad indicare i "titoli" dei vari argomenti lasciando ad altri momenti una discussione approfondita che è sempre importante per capire che cosa è possibile ed opportuno fare.

Innanzitutto la scarsa "propensione alla ricerca", visibile a partire dal mondo industriale (la ricerca come costo e non come investimento).

In secondo luogo la forzata contrapposizione fra ricerca di base (di per sé libera da vincoli) e quella applicata, che con ciò stesso è "dominata dal committente". Il che porta ad una discriminazione fra il ricercatore "di base" che deve essere "libero" da quello "applicativo", che, nel comune sentire, è un poco meno libero. Da qui anche la confusione, talvolta, tra "libertà della ricerca" (ma la ricerca non libera è una contraddizione in termini) e totale discrezionalità.

In terzo luogo una scarsa propensione generale (eufemismo) alla valutazione, al merito, alla "classificazione", alla scelta fra diverse alternative e alla incapacità a dire di no. Qualsiasi decisione impone una scelta: più la decisione è importante più la scelta diventa impegnativa. La concentrazione di risorse è una delle decisioni più urgenti e importanti. Questo impone di saper dire di no a molte alternative. Forse qualcosa si sta muovendo e bisogna sostenere qualsiasi passo in tal senso, anche se, probabilmente, meno accelerato di quanto sarebbe possibile ed opportuno.

In quarto luogo una straordinaria sopravvalutazione del significato e dell'importanza della "norma", con una scarsa attenzione ai risultati conseguiti ed alla evoluzione del processo. La norma non è sacra ed intoccabile, è uno strumento di aiuto e di sostegno e non già, come avviene spesso, di ostacolo. Da qui gli enormi sforzi tesi a costruire *ex-ante* una struttura, un organismo, un progetto, una riforma, senza aver messo in cantiere gli strumenti per verificare se gli obiettivi proposti sono raggiunti ed identificare i mezzi di correzione.

*per un ente di ricerca la meritocrazia è il principio di base*

Da qui la "sindrome da regolamento": è lì che bisogna accapigliarsi, discutere, perché è solo lì che sono definite le regole *una tantum* a cui bisogna attenersi anche se si verifica che sono stupide. Da qui la mancanza di strumenti di verifica e di correzione.

In quinto luogo una scarsa propensione ad individuare addirittura chi è "il cliente" della propria attività e quali sono le sue necessità. La autoreferenzialità è una sindrome diffusa, non è solo tipica delle più forti corporazioni, in cui per altro si esplica con la massima ampiezza.

In sesto luogo una eccessiva "gelosia" del proprio campo. Diffido quando un termine è usato troppo frequentemente perché indica una forte debolezza. Non esiste nessun ente (di ricerca, di formazione, di attività di qualsiasi tipo) che, ad esempio, si autoproclami "di eccellenza" se effettivamente lo è. Non ne ha bisogno! Così come richiamarsi in continuazione alla necessità di "fare sistema" indica che non vediamo obiettivi e percorsi comuni e che, molto spesso, preferiamo adottare una logica di gioco a somma zero o, come spesso avviene, a somma negativa (si veda a tal riguardo l'aureo libricino di C.M. Cipolla), piuttosto che cercare di vedere se esiste un gioco *win-win*.

Infine, particolarmente importante, da un punto di vista operativo, e facilmente modificabile è la mancanza di un piano di investimenti pluriennale e scorrevole. Nella ricerca, così come è nell'alta formazione, non ha senso disporre di un piano di breve termine (tre anni sono di breve termine) rigido. Tutto il mondo dispone di piani pluriennali (da cinque a dieci anni) scorrevoli, rispetto ai quali si possano impostare progetti di respiro, fare una politica intelligente per il personale e per le infrastrutture, dialogare con gli organismi internazionali, confrontarsi con il mondo industriale e finanziario. Questo però richiede che vi sia una logica *bi-partisan* perché la formazione e la ricerca non sono né di destra né di sinistra, sono del paese e quindi il piano deve essere deciso unitariamente poiché l'alternanza di governo è nella logica delle cose e quindi, al cambio del governo, è impensabile che vi sia un cambiamento del piano di sviluppo della ricerca.

non ha senso  
disporre  
di un piano  
di breve  
termine  
rigido

## I risultati del lavoro svolto

Di seguito si mettono in evidenza quali sono le principali caratteristiche del modello organizzativo complessivo.

- La base è una struttura a matrice, in cui le due dimensioni sono rappresentate rispettivamente dai Dipartimenti e dagli Istituti. I Dipartimenti propongono (direttamente e valutando proposte provenienti dagli Istituti o anche da altri), coordinano, organizzano e gestiscono i progetti scientifici, il cui insieme rappresenta il piano di sviluppo complessivo dell'ente. Gli Istituti hanno il compito principale di mantenere e sviluppare le competenze, in modo tale da saper rispondere al meglio alle richieste derivate dai progetti scientifici. I progetti possono avere diverse caratteristiche in base ad un insieme di parametri che comprendono, tipicamente, il grado di concentrazione di risorse richiesto per superare la massa critica, il grado di "trasversalità" dei risultati (tipico questo delle cosiddette tecnologie abilitanti), il grado di rischiosità e la dimensione dell'orizzonte temporale di riferimento, il grado di applicabilità dei risultati delle ricerche a campi di intervento ben definiti. In prima approssimazione sono stati quindi individuati due tipi diversi di dipartimenti. I cosiddetti "dipartimenti-piattaforma" che richiedono una maggiore concentrazione, anche spaziale, di risorse di ricerca, un possibile utilizzo dei risultati in modo molto diffuso, un orizzonte temporale medio-lungo e sono soggetti ad alto rischio. I secondi sono i cosiddetti "dipartimenti-progetto", che possono essere organizzati "a rete", fortemente interdisciplinari, con una potenziale grande varietà di progetti, fortemente mirati ad uno specifico ambiente di ricaduta e che utilizzano i risultati delle ricerche del primo tipo di dipartimenti. Questa tipologia e l'attribuzione di ciascuno degli 11 dipartimenti ad un tipo può essere soggetta a riflessioni e a modifiche nel tempo.

- Ogni Istituto, come prescrive la legge, deve afferire ad uno e ad un solo Dipartimento. Pertanto la decisione presa, dato che ogni Istituto può partecipare a progetti coordinati da diversi Dipartimenti, è stata quella della prevalenza dei rapporti, che deve essere proposta dall'Istituto stesso.
- La struttura deve essere flessibile e quindi sia i Dipartimenti sia gli Istituti potranno variare nel tempo senza la necessità di procedure estremamente pesanti, così come la afferenza di un Istituto ad un determinato Dipartimento.
- Il Dipartimento non è tenuto ad utilizzare necessariamente, per i progetti che lancia, le competenze degli Istituti del CNR. Si attua così una concorrenza sulla qualità in cui i concorrenti sono non solo gli Istituti del CNR, ma anche le altre strutture di ricerca sia nazionali, sia estere. In tal modo, fra l'altro, si tende a stimolare e facilitare una politica di alleanze, in prevalenza, ma non esclusivamente, con le Università.
- Il Consiglio dei direttori di Dipartimento gioca un ruolo fondamentale di coordinamento scientifico generale assicurando la coerenza complessiva del piano di attività, sviluppando al massimo le sinergie, sostenendo una politica di valutazione della qualità, controllando l'avanzamento dei progetti nel loro insieme e lo sviluppo delle competenze. L'aumento della attrattività sarà il parametro principale che misurerà il grado del successo.
- I Dipartimenti, singolarmente e nel loro insieme, avranno un compito permanente, ma che sarà particolarmente difficile nella fase di avvio, che consiste nella ridefinizione degli Istituti, anche attraverso un forte accorpamento e riformulazione delle loro attività. Questo richiederà, soprattutto nella prima fase, anche uno smembramento parziale ed una riaggregazione diversa da quella attuale. Questo processo richiederà una notevole attenzione e dovrà essere portato avanti con una sagace gradualità.
- Il Dipartimento ha anche il compito di procurare le risorse, non solo quelle esterne, proponendosi come interlocutore privilegiato di fonti di finanziamento (Unione Europea, agenzie, privati, enti pubblici ecc.), ma anche quelle "interne". Il CNR dovrà formulare un piano di ricerche "vendibile" al paese, rispetto al quale ottenere finanziamenti pubblici.
- Le risorse sono attribuite ai Dipartimenti sulla base di un piano. Le risorse disponibili dai Dipartimenti andranno in massima parte a chi svolge le ricerche (prevalentemente, ma non esclusivamente, come detto, gli Istituti) e per una altra parte a sostenere le attività proprie (ad esempio quelle relative al *fund raising*) e al coordinamento e controllo dei progetti. Gli Istituti riceveranno fondi dai Dipartimenti e direttamente sia in quanto procurati autonomamente sia per lo sviluppo delle competenze sia per la cosiddetta *curiosity driven research*. Comunque il principio di base è che le risorse vengono date sempre basandosi su una valutazione di qualità e dei risultati ottenuti.
- Il modello si basa essenzialmente su un sistema di diffusa responsabilizzazione e conseguente valutazione dei risultati, che possono variare dai risultati conseguiti da un progetto ovvero dal miglioramento delle competenze, dalla qualità della ricerca valutata internazionalmente, dai risultati economici conseguiti dai brevetti e da iniziative imprenditoriali. La diffusa responsabilizzazione vede nelle figure dei capi progetto, a diversi livelli, anche un modo di valutare ed incentivare i giovani, che non devono essere obbligati a seguire un sentiero di carriera piuttosto burocratico, come è adesso e in cui il principale, per non dire l'unico riconoscimento di responsabilità è legato ad essere direttore di istituto, carica che difficilmente si raggiunge in età giovanile.
- Un'altra caratteristica perseguita dal modello è rappresentata dalla agilità del sistema di governo, che va da una completa ristrutturazione delle regole amministrative alla necessità di arrivare a strutture di sostegno molto snelle, al fatto che il riporto agli organi centrali non è di una miriade di Istituti, ma di un numero molto limitato di Dipartimenti, ai quali si aggiungono un Istituto "trasversale" ed una commissione legata alle discipline economiche e giuridiche.

*diffusa  
responsabilizzazione e  
conseguente  
valutazione  
dei risultati*

- Un principio di base della struttura e dei regolamenti, oltre alla responsabilizzazione ed alla valutazione di cui si è detto prima, è quello della meritocrazia che deve essere alla base di qualsiasi decisione, senza alcuna interferenza di altro tipo. Da qui un necessario ripensamento anche di tutta la politica di gestione del personale.
- Infine il modello organizzativo prevede una serie di unità centrali di sostegno, il cui livello di funzionamento condiziona in modo marcato la complessiva efficacia dell'Ente. Poche persone, quindi, ma di assoluto livello, in grado di sostenere gli organi decisionali, a tutti i livelli, nella formulazione e nello sviluppo della strategia, da quella relativa alle cosiddette *large scale facilities*, all'internazionalizzazione (includendo anche la preparazione di persone di alto livello che possano andare a Bruxelles e, in generale, a trattare con organismi internazionali), al trasferimento dei risultati della ricerca ed alla creazione di nuove aziende, dalla stesura di scenari di sviluppo scientifico-tecnologico alla normazione ed alla certificazione, dal sostegno ad interventi di tipo legislativo alla anagrafe della ricerca italiana. Voglio indicare per ultimo il Consiglio scientifico dell'ente che, per non essere un inutile orpello dovrà essere in grado di formulare proposte e valutazioni concrete.

## la ricerca non è di parte

### Il processo da sviluppare

Come è stato detto, questa svolta è stata soltanto la concertazione: adesso si tratta di portare avanti il concerto.

Le indicazioni sembrano essere sufficientemente chiare, ma è indubbio che il processo non è breve e soprattutto incontrerà molte difficoltà, che sono state implicitamente indicate quando abbiamo esplicitato gli aspetti salienti e caratterizzanti il modello.

Desidero però evidenziare alcuni pericoli, i principali a mio avviso, che potrebbero condizionare il processo e che mi permetto di mettere in evidenza, anche se, così facendo, corro il pericolo di essere messo sotto accusa.

Li suddividerò in due classi, quelli "interni", provenienti cioè dall'interno del CNR e quelli "esterni", non dilungandomi nelle spiegazioni, perché ritengo che siano auto esplicativi.

### Pericoli interni

- Nella teoria (e pratica) del cambiamento organizzativo è ben noto il fenomeno del cosiddetto "slittamento strategico". Questo consiste nel fatto che le forze di opposizione e, ancora più importanti, di inerzia al cambiamento, molto spesso, dopo alcuni tentativi iniziali, formalmente accettano il cambiamento stesso. A questo punto chi l'ha proposto e lo gestisce si "rilassa", ritenendo di aver terminato l'opera, ma, per queste forze "negative", se il cambiamento non è opportunamente sostenuto, scivola all'indietro (lo "slittamento della strategia"), fino a che non ci si ritrova nella posizione da cui si era partiti (o forse, un pochino più indietro).
- La "politicizzazione" è un pericolo indubbio, perché è la prassi. Soltanto una forte coesione ed una coerente presa di posizione può impedire questa degenerazione. La ricerca non è "di parte": se non si accetta questo principio non si rispettano le regole di base. Qualsiasi posizione deve rispondere soltanto ai criteri di qualità, scientifici e/o professionali, che la posizione stessa esprime.
- Il pericolo della "sindacalizzazione" rappresenta l'altra faccia della medaglia. Il rispetto di chi lavora e delle organizzazioni sindacali non significa una cogestione, soprattutto di un ente di ricerca in cui, come detto prima, deve valere esclusivamente il merito.
- La chiusura nel proprio ambito, la difesa di privilegi veri o presunti, la mancanza di collaborazione, l'arroccamento difensivo rappresentano altrettanti pericoli che si frappongono ad una strategia di cambiamento.

- L'accettazione di compromessi è un altro pericolo. A fronte ad esempio della necessità di un certo ammontare di risorse per poter sviluppare un progetto, se ne accetta una forte riduzione, in mancanza di meglio.

### Pericoli esterni

- Una scarsa sensibilità all'importanza della ricerca come motore principale dello sviluppo di una comunità. È quasi d'obbligo citare la *knowledge society*, gli obiettivi di Lisbona e di Barcellona, richiamarsi alla posizione non ottimale dell'Italia, ma quanti effettivamente credono alle affermazioni che con tanta solennità fanno? È nato un "progetto per la ricerca e l'innovazione" analogo a quello che è stato, giustamente proposto e attuato per permettere il nostro ingresso in Europa?
- La sovrasemplificazione è un altro pericolo: l'affermazione che "è tutto sbagliato, è tutto da rifare", è più diffusa e sentita di quanto ci si possa immaginare. È molto più semplice partire da zero che non cercare pazientemente di utilizzare le risorse che si possiedono e di far leva su quelle solide. È più semplice, ma solo a parole. Mi auguro di sbagliarmi, perché altrimenti vorrebbe dire buttare via gran parte delle poche risorse disponibili.
- Una politica eccessivamente *top-down* è estremamente pericolosa nella ricerca. Certo vi devono essere indicazioni di priorità e valutazioni severe ma bisogna equilibrare disegni generali con quello che si crea "spontaneamente" dal basso. Questo significa da un lato evitare la distribuzione di risorse "a pioggia", ma dall'altro evitare di perseverare in politiche non completamente soddisfacenti (ci ricordiamo le cattedrali nel deserto o, più recentemente, i parchi scientifici?).
- Molto spesso entrano in conflitto orizzonti temporali diversi. Quelli della politica sono di breve o al massimo medio termine, mentre quelli della ricerca normalmente richiedono tempi molto più lunghi. Questo è un altro motivo, sostanziale, per cui si è affermato prima che occorrono piani di finanziamento e di sviluppo pluriennali e che l'unica logica che si può adottare è quella *bi-partisan*. Ma siamo sicuri che ci sia chi la vuole veramente?
- In coerenza con l'accettazione "interna" al compromesso, esiste il reale pericolo della "non scelta". Si è fatta una valutazione, pur di massima, sulle risorse necessarie per portare avanti i singoli progetti. La totalità eccede le disponibilità. Sono richieste scelte. Verranno fatte?

un "piano di emergenza" per la ricerca e l'innovazione

Prima di concludere queste note desidero mettere in evidenza un grave pericolo che vedo incombente.

Chi, come me, ha avuto la ventura di partecipare ad incontri internazionali non paludati, in cui i problemi venivano espressi e affrontati nella loro ruvida realtà, deve essere fortemente preoccupato: gli altri paesi stanno affrontando con molta determinazione il problema, non solo stanno investendo ma stanno sempre più concentrando le risorse sui centri (di formazione e di ricerca) di vera eccellenza e stanno lanciando piani a lungo termine, a partire ad esempio dalla formazione scolastica elementare per ottenere ricercatori di buon livello. Dovremmo, per una volta, ribaltare l'aforisma di Flajano secondo cui in Italia "tutto è tragico e niente è serio". Per una volta cerchiamo di capire che la situazione è molto seria ma non tragica, perché abbiamo le capacità di base per potercela fare. Basta che comprendiamo realmente che si sta facendo sul serio.

L'appello che, in conclusione, voglio quindi lanciare è quello di un "piano d'emergenza" per la ricerca e l'innovazione che, superando visioni parziali, dia un respiro strategico alle scelte che si dovranno compiere, dia qualità alla destinazione delle risorse, richiami tutti – poteri pubblici e privati – ad una coerenza tra dichiarazioni e fatti, faccia comprendere al paese che i sacrifici che sarà chiamato a fare sono necessari se vogliamo investire sul nostro futuro.

# Fare ricerca: possibilità e capacità

**SERGIO FERRARI**

Direttore Responsabile  
"Energia, Ambiente e Innovazione"

spazio aperto

Il nostro sistema industriale spende poco in ricerca non per limiti finanziari, ma per debolezze strutturali. Le piccole imprese e i prodotti a basso contenuto tecnologico non richiedono infatti alte spese in ricerca. Modificare quelle debolezze strutturali implica una riflessione e una strategia tutte ancora da definire

## Doing research: possibilities and capabilities

*Italy's industrial system spends little on research, due to structural weaknesses rather than financial constraints. Small firms whose products have low technological content do not need to spend heavily on research. Remedying their structural weaknesses implies reflection and new strategies*

**T**ra le affermazioni più consolidate e ampiamente condivise relative alla descrizione del sistema di ricerca italiano, certamente si può citare quella secondo la quale il nostro apparato industriale investe in questo settore molto meno di quanto non facciano le imprese degli altri paesi industrializzati.

L'affermazione è suffragata da una serie di dati, ampiamente divulgati, peraltro, che fanno riferimento all'entità di quella spesa come percentuale del prodotto interno lordo (PIL) o del valore aggiunto del settore industriale, alla spesa in ricerca per addetto, ecc. Tutti dati che confermano come effettivamente l'industria italiana spenda poco. Naturalmente anche in questo caso, come in molti altri, il giudizio sul "poco" o sul "tanto" non nasce dalla definizione e dal confronto con un valore assoluto ma necessariamente da un raffronto internazionale, in primo luogo con quei paesi che si considerano dei nostri partner economici e politici e, in particolare, con i paesi dell'UE. Ma nessuno, nemmeno gli interessati che in qualche misura vengono messi sul banco degli accusati da questi confronti, sembra accorgersi che quella affermazione contiene una approssimazione concettuale forte, tale da costringere ad una verifica.

L'approssimazione concettuale deriva dal fatto, anche questo noto ed ovvio, che l'entità della spesa in ricerca che viene fatta da una impresa dipende da almeno due fattori: dal tipo di prodotto e dalla dimensione. Nessuno si sognerebbe di valutare se una impresa di microelettronica spende tanto o poco in ricerca confrontando quella spesa con quella che viene fatta da una impresa che fabbrica suppellettili per la casa. E analogamente tutti considererebbero improprio il confronto della spesa in ricerca della Monsanto ancorché valutata non in assoluto ma come spesa per ogni dipendente, con quella di una fabbrichetta di plastiche, tutte e due, peraltro, appartenenti al comparto della chimica.

Tuttavia quando si confrontano le spese in ricerca di un intero sistema industriale con quelle di un altro paese, si compiono di fatto queste "approssimazioni" o, se si preferisce, si suppone che quelle differenze in qualche misura statisticamente si compensino.

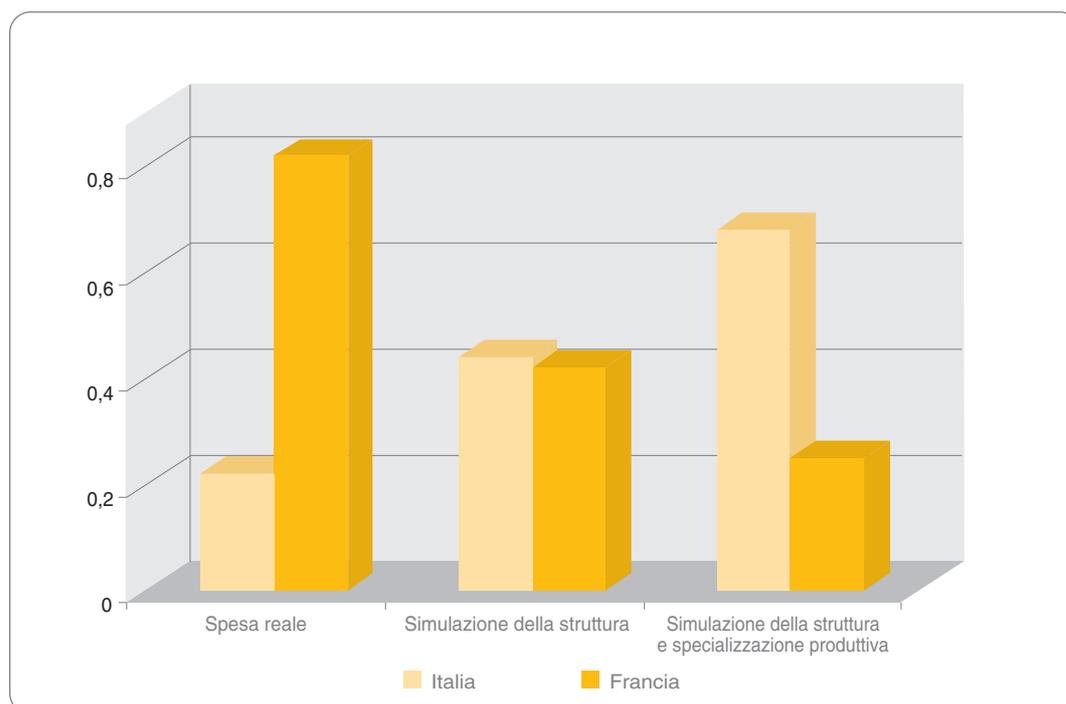
*l'entità  
della spesa  
in ricerca  
dipende  
dal tipo  
di prodotto  
e dalla  
dimensione*

### Qualche simulazione

Per verificare se questa approssimazione è accettabile o meno, almeno in linea generale, è possibile effettuare qualche simulazione. Per annullare le differenze sarebbe sufficiente attribuire all'Italia la stessa specializzazione produttiva e la stessa struttura dimensionale di un paese con il quale vogliamo fare la verifica di quel "tanto" o di quel "poco" (ad esempio la Francia). Occorrerebbe poi assegnare ad ogni addetto di questo ipotetico sistema industriale la stessa spesa in ricerca che di fatto si registra nelle imprese che in Italia hanno quella specializzazione e quelle dimensioni. In questo modo sarebbe possibile ricostruire l'entità della spesa in ricerca che l'Italia avrebbe se avesse, appunto, un sistema di imprese con la specializzazione e la struttura dimensionale analoghe a quelle della Francia. I conti, peraltro, sono molto semplici.

I dati disponibili nelle statistiche internazionali comportano, tuttavia, alcune approssimazioni. Infatti questi dati rilevano per vari paesi la spesa in ricerca e sviluppo (R&S) per classi dimensionali di addetti e per settori produttivi ad alto o basso livello tecnologico. La distinzione tra due settori – ad alto o basso livello tecnologico – non può tener conto delle differenze interne tra imprese appartenenti allo stesso settore tecnologico. Ad esempio la spesa in ricerca nel settore farmaceutico, certamente un settore ad alta tecnologia, è evidentemente differente sia in relazione ai prodotti fabbricati, sia anche, a parità di prodotti, dalla fonte interna o meno della conoscenza scientifica.

**Figura 1**  
Spesa in R&S nel sistema manifatturiero/PIL (Italia-Francia)



Le statistiche attribuiscono pressoché tutte queste imprese farmaceutiche al settore dell'alta tecnologia, ma le differenze possibili sono evidenti.

Analogamente imprese, pur collocate in una determinata classe dimensionale, possono poi avere dimensioni differenti. Ad esempio la dimensione media delle imprese italiane sopra i 1000 addetti è pari a 1987, mentre nel sistema industriale francese è pari a 2317. Una differenza media di 330 addetti in imprese, dove l'entità della spesa per addetto è significativa e molto correlata con le economie di scala, ha già un peso. Se poi si tiene presente che nelle imprese ad alta tecnologia con un numero di addetti superiore a 1000 quella differenza supera le 1200 unità, si può avere una idea delle approssimazioni di queste simulazioni.

Tenendo conto di queste e delle altre approssimazioni alle quali si è costretti in relazione ai dati statistici disponibili, tuttavia i risultati sembrano chiari. Nella figura 1 sono riportate, in percentuale del prodotto interno lordo, le spese reali in ricerca del sistema manifatturiero italiano e francese e a fianco le spese simulate che questi sistemi avrebbero se si scambiassero la struttura dimensionale e poi anche la specializzazione produttiva.

I risultati del confronto con la Francia non sono, peraltro, casuali; ad esiti del tutto analoghi si perviene, infatti, anche dal confronto con altri paesi.

Come è molto evidente, pur conservando la stessa spesa in R&S per addetto, specifica di ogni paese, già eliminando gli effetti dovuti alla diversa struttura dimensionale esistente tra i due sistemi d'impresa, la nostra spesa in ricerca si avvicinerebbe a quella francese (e, a sua volta, quella francese si avvicinerebbe a quella italiana). Se poi supponessimo di avere anche la stessa specializzazione produttiva, e cioè di produrre gli stessi prodotti forniti del sistema industriale francese, la spesa in R&S delle nostre imprese si avvicinerebbe in maniera ancora più significativa a quella francese (e sempre analogamente la spesa in R&S delle imprese francesi a quella italiana).

Se si tiene conto che l'eliminazione delle approssimazioni alle quali si è accennato avvicinerebbe ulteriormente i due modelli di spesa in R&S, è certo che un confronto "alla pari"

arriverebbe a indicare spese in R&S molto simili tra i due sistemi industriali. Peraltro il confronto sopra riportato tra Italia e Francia non è l'unico possibile ma anche in questi altri casi le conclusioni non cambierebbero.

Se questi conti non possono essere presi alla lira perché, come si è detto, le simulazioni non possono eliminare compiutamente differenze che possono restare significative, è del tutto chiaro tuttavia che l'affermazione secondo la quale le nostre imprese spendono in ricerca meno delle imprese di altri paesi va considerata come tutta da dimostrare. È invece del tutto ragionevole affermare che spendono almeno in maniera molto simile.

## La spesa di ricerca nel nostro sistema industriale

La differenza sostanziale tra il nostro sistema industriale e quello di altri paesi industrializzati non consiste nella differenza della spesa in ricerca ma, piuttosto, nelle elevate, e crescenti, differenze nella composizione dimensionale – la nostra prevalentemente spostata sulle dimensioni della piccola e micro impresa dove a parità di prodotto la spesa unitaria in ricerca è necessariamente minore – e nelle specializzazioni produttive – le nostre molto più presenti nelle produzioni di beni finali di consumo e nei prodotti a medio-basso contenuto tecnologico che, in quanto tali, richiedono una spesa in ricerca inferiore.

Risistemate così le cose, sarebbe del tutto errato trarre conclusioni consolatorie.

Se le possibilità e le capacità di fare ricerca sono le leve d'appoggio per sostenere una concorrenza internazionale giocata non sul costo dei fattori, avere un sistema industriale composto maggiormente da piccole e micro imprese e da imprese che operano su prodotti a minor contenuto scientifico-tecnologico, significa non poter disporre, o disporre in misura inferiore, di quelle leve.

Queste differenze strutturali non sono di oggi ma si sono andate accumulando da molti anni. I risvolti economici e cioè la perdita di competitività venivano, sino all'avvento dell'euro, coperti e mascherati dai noti interventi monetari consistenti nelle svalutazioni della lira. Gli anni novanta hanno visto accelerare i processi di innovazione tecnologica e la eccezionale manovra monetaria degli anni 1992-94 ha ancora una volta mascherato questa debolezza, senza, tuttavia, riuscire a modificarne le cause di fondo.

Da questo punto di vista sarebbe molto meglio se la nostra bassa spesa in ricerca dipendesse da una pigrizia finanziaria delle nostre imprese, perché in questi casi interventi in termini di sollecitazioni/incentivi avrebbero una possibilità di modificare questo difetto. Ma correggere quelle debolezze strutturali che stanno dietro le cause di quella minore spesa in ricerca, è invece, molto più complesso e difficile.

Peraltro e a conferma, non sono gli incentivi pubblici che mancano, almeno in termini relativi al confronto internazionale. Anche per questo aspetto infatti i dati ci dicono che da anni la quota di spesa in R&S delle imprese finanziata dall'intervento pubblico è, nel caso italiano, assolutamente comparabile se non maggiore di quella di cui fruiscono i sistemi industriali di altri paesi industrializzati.

Da qui in poi le revisioni che occorre apportare alla riflessione corrente in materia di politica della ricerca, dell'innovazione tecnologica, della politica industriale e, in generale, dello sviluppo aprono uno scenario tutto da comporre.

*le nostre imprese spendono in ricerca meno delle imprese di altri paesi*

# Tecnologie avanzate per la **combustione di idrogeno**

STEFANO GIAMMARTINI  
EUGENIO GIACOMAZZI  
VALENTINA VISENTIN

ENEA

UTS - Fonti Rinnovabili  
e Cicli Energetici Innovativi

In una prospettiva di medio-lungo periodo l'idrogeno rappresenta la miglior opzione per la soluzione del problema energetico su scala locale e globale. Tuttavia, la generalizzazione dell'idrogeno come futuro vettore energetico necessita di progressi nella ricerca scientifica e nello sviluppo tecnologico

studi & ricerche

## Advanced **hydrogen-combustion** technologies

### Abstract

*World energy demand continues to soar. In the medium-long term, hydrogen will be the best option for solving the energy problem on the local and world scale. However, generalizing the use of hydrogen as a future energy vector will require more progress in scientific research and technological development in important "dominions" that define the hydrogen cycle, such as the clean generation of hydrogen, its transportation and storage, its conversion into energy and its safe use*

Idrogeno ha le potenzialità per divenire il principale combustibile dei futuri decenni. Il suo uso generalizzato nel campo energetico e dei trasporti può di fatto contribuire a risolvere il problema dell'effetto serra dovuto alla emissione del biossido di carbonio dalla conversione chimica (combustione) di idrocarburi. L'idrogeno rappresenta l'elemento più abbondante nell'universo, e tuttavia raramente riscontrabile sulla terra allo stato elementare, a causa della sua alta reattività. La caratteristica di essere molto diffuso in forma di composti, fa sì che esso possa essere prodotto da varie fonti (fossili o rinnovabili), talché come nuovo vettore energetico può contribuire a "ridisegnare" la mappa geopolitica dei paesi produttori di fonti energetiche, sconvolgendo gli attuali equilibri economici.

Tuttavia, la generalizzazione dell'idrogeno come futuro vettore energetico necessita di progressi nella ricerca scientifica e nello sviluppo tecnologico in importanti "domini" che definiscono il "ciclo dell'idrogeno", quali:

- la generazione di idrogeno per via "pulita";
- il trasporto e lo stoccaggio;
- la conversione in energia;
- la sicurezza.

Questo articolo affronta l'aspetto molto particolare relativo alle "Tecnologie avanzate per la combustione di idrogeno", descrivendo le attività di ricerca attualmente in corso presso ENEA e gli strumenti tecnologici con i quali tali attività sono portate avanti.

## Obiettivi

L'interesse tecnologico all'impiego dell'idrogeno in sistemi a combustione, trova una duplice motivazione:

- di vera e propria "sfida tecnologica", nell'ottica di una combustione verso condizioni di *zero emission*.
- di opportunità e convenienza economica, in relazione all'impiego di combustibili di nicchia come i syngas.

Il duplice interesse si traduce in un approc-

cio graduato, finalizzato da un lato allo *upgrade* di bruciatori e camere di combustione per turbogas di ultima generazione, ma convenzionali, al fine di renderli compatibili con l'impiego di combustibili di sintesi, con un elevato contenuto volumetrico percentuale di idrogeno (40-50%), dall'altro allo sviluppo di nuovi dispositivi in grado di "trattare" idrogeno puro con comburente aria ed in prospettiva ossigeno, con tutti i problemi di ordine pratico che tale scelta comporta.

La disponibilità di sistemi di generazione che siano caratterizzati da un minor impatto ambientale e che utilizzino combustibili alternativi ai fossili convenzionali è esigenza universalmente avvertita. I gas di sintesi (syngas) ad elevato contenuto di idrogeno costituiscono al riguardo una valida alternativa. Tuttavia la ricerca in questo settore è attiva da pochi anni e notevoli sviluppi tecnologici, legati all'impiego di tali gas in sistemi industriali, devono ancora essere raggiunti.

I vantaggi di tipo ambientale che l'impiego dell'idrogeno tal quale o in syngas comporta sono facilmente intuibili.

In primo luogo l'idrogeno non dà origine ad emissioni di anidride carbonica ( $\text{CO}_2$ ), principale imputato dell'effetto serra. I prodotti della reazione esotermica con aria sono infatti acqua in forma di vapore, azoto, frazioni trascurabili di H, OH, ed O, ed una certa quantità di ossidi di azoto, causati dalle elevate temperature a cui le molecole di azoto ( $\text{N}_2$ ), principale componente dell'aria, vengono a trovarsi. La produzione di  $\text{NO}_x$  può essere tuttavia grandemente ridotta ricorrendo ad innovative tecnologie di combustione, quali la "MILD Combustion" (vedi n. 4/2003 *Energia Ambiente e Innovazione*), che più oltre sinteticamente tratteremo. Inoltre la combustione di idrogeno non produce i tipici intermedi di reazione di idrocarburi, come l'ossido di carbonio (CO) ed altre molecole più complesse (aromatici, soot), alcune delle quali molto nocive e poste oggi all'attenzione dell'opinione pubblica. Va inoltre

aggiunto che la combustione dell'idrogeno produce fiamme poco "luminose", quindi la maggior parte di energia si propaga in maniera convettiva, come calore dei fumi, e questa caratteristica è particolarmente interessante nei sistemi di combustione utilizzati in turbine a gas. Va infatti sottolineato che, per quanto riguarda la generazione di energia, il sistema che meglio di ogni altro si integra con il nuovo combustibile è la turbina a gas, la quale può essere realizzata in piccola taglia, con dimensioni e capacità produttive minori, per essere distribuita omogeneamente sul territorio.

A dispetto della grande mole di conoscenze scientifiche che si hanno sull'idrogeno, ricordiamo che esso rappresenta la molecola più semplice in natura, il suo sfruttamento a fini termici in sistemi energetici non è molto diffuso, a causa dell'esistenza di alcuni vincoli tecnologici di non facile soluzione, dei quali solo l'applicazione di nuove tecnologie di combustione può determinarne il superamento.

Per poter progettare un bruciatore a idrogeno o syngas per miniturbina, è necessario sviluppare conoscenze circa un insieme molteplice di fenomeni, tra i quali:

a. sviluppo e messa a punto di metodi nume-

rici per la simulazione nel dominio dello spazio e del tempo, dei fenomeni di trasporto turbolento e di cinetica chimica ;

b. sviluppo e messa a punto di metodi sperimentali avanzati, caratterizzati da prestazioni elevate in termini di risoluzione spaziale e temporale, idonei alla validazione oggettiva di quanto teoricamente sviluppato;

c. valutazioni di tipo tecnico, ambientale ed economico circa l'applicabilità dei "nuovi combustibili" alle attrezzature di interesse tecnologico;

d. progettazione del sistema di premiscelazione dei reagenti, tenendo conto della forte influenza esercitata dal basso peso molecolare e dall'elevato coefficiente di diffusione;

e. sviluppo di tecnologie innovative (MILD) per la combustione di idrogeno in forma diluita, stabile, a basse emissioni (se la combustione è in aria) e controllabile, che renda compatibili le alte velocità e la temperatura di combustione con i sistemi industriali.

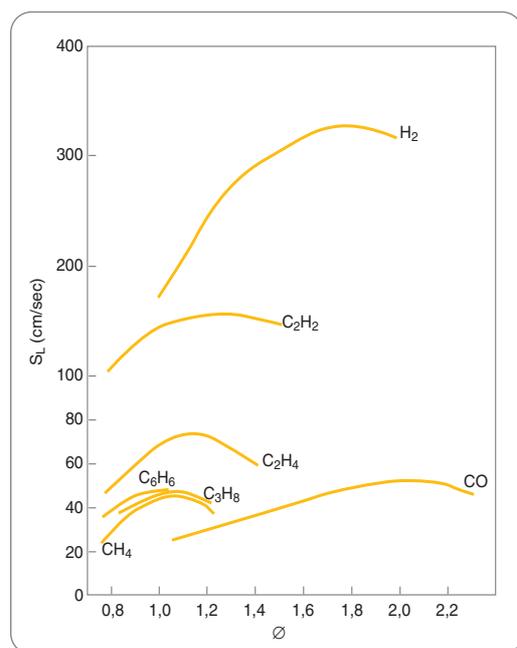
A questi risultati si intende pervenire attraverso il progressivo *scale up* applicativo.

## Caratteristiche chimico-fisiche dell'idrogeno

L'idrogeno è caratterizzato da un vasto campo di infiammabilità e da un'elevata velocità di propagazione della fiamma, come testimoniato dalla figura 1, che illustra, per diversi combustibili, i limiti di infiammabilità espressi in funzione del rapporto di equivalenza  $\phi$  (aria di combustione effettiva/aria stechiometrica) vista la velocità di propagazione della fiamma laminare.

Nel caso di combustione con aria, la velocità di propagazione laminare della fiamma è pari a 270 cm/s, contro i 37 cm/s di fiamme metano/aria. Questo fatto può comportare seri problemi di controllo, oltre al rischio di insorgenza, in fiamme premiscelate, del fenomeno di *flashback*, consistente nella propagazione del fronte di fiamma in direzione

**Figura 1**  
Velocità di fiamma laminare ( $S_L$ ) di differenti combustibili in aria (pressione atmosferica e temperatura iniziale 298 K), in funzione del rapporto di equivalenza  $\phi$



|   | H <sub>2</sub> / Aria | CH <sub>4</sub> / Aria | H <sub>2</sub> / O <sub>2</sub> |
|---|-----------------------|------------------------|---------------------------------|
| Potere calorifico inferiore/superiore (kcal/kg) | 28681/33944           | 11942/13265            |                                 |
| Velocità combustione teorica (m/s)              | 2,7                   | 0,37                   | 11,7                            |
| Temperatura adiabatica di combustione (K)       | 2380                  | 2222                   | 3083                            |
| Limiti di infiammabilità (in %)                 | 4 - 75                | 5 - 15                 | 4 - 94                          |

**Tabella 1**  
Alcune caratteristiche a confronto tra metano e idrogeno

opposta a quella di provenienza dei reagenti premiscelati, con possibile rischio di esplosioni o comunque danni seri al “reattore”. Altra caratteristica singolare è l’alta temperatura adiabatica di fiamma (tabella 1 - 2380 K contro i 2222 K della combustione di metano, sempre in aria) che comporta problemi sui materiali e, in generale, necessità di diluizione prima dell’immissione dei fumi in turbina.

La temperatura di preriscaldamento influenza la velocità di propagazione del fronte di fiamma, aumentandola significativamente, come illustrato in figura 2. Ciò spiega come sia possibile stabilizzare fiamme di idrogeno anche ad alta velocità di efflusso (160 m/s). Le applicazioni ai turbogas convenzionali, sviluppati per generici idrocarburi (HC/Aria), risultano sporadiche e generalmente non soddisfacenti, caratterizzate da fiamme piuttosto lunghe e con eccessiva produzione di NO<sub>x</sub>. Ciò deriva dal fatto che in genere non si è provveduto alla “riprogettazione” del sistema bruciatore – camera di combustione. Infatti il breve ritardo di ignizione consente bruciatori più corti e compatti, caratterizzati da tempi di residenza inferiori e quindi, potenzialmente, da minori produzioni di NO<sub>x</sub> termici (il *fuel* ed il *prompt* NO<sub>x</sub>, le altre due fonti di inquinamento da ossidi di azoto, non sono presenti nel caso di idrogeno).

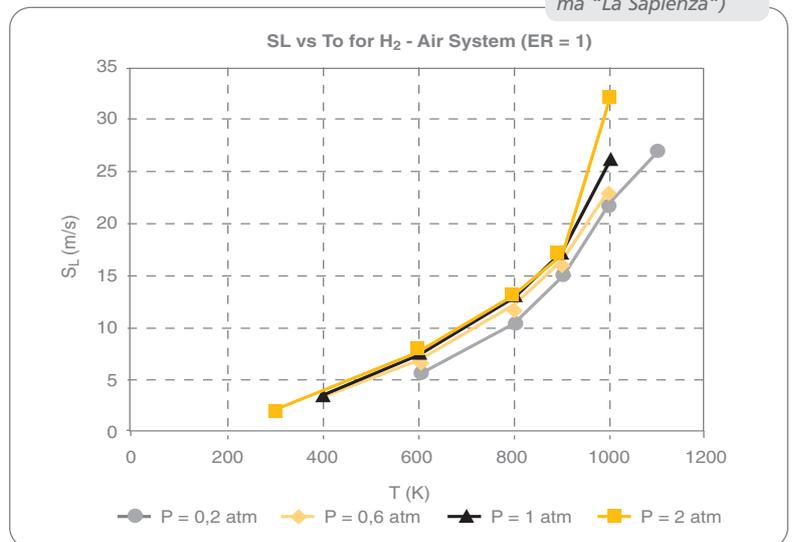
Poiché la temperatura di ingresso in turbina non può superare determinati valori (1500 K per applicazioni convenzionali, 1800 K per applicazioni aeronautiche militari), occorre lavorare con miscele idrogeno / aria piuttosto magre, con un rapporto di equivalenza pari a circa 0,3. Abbassando il rapporto di equivalenza si allunga però il ritardo di

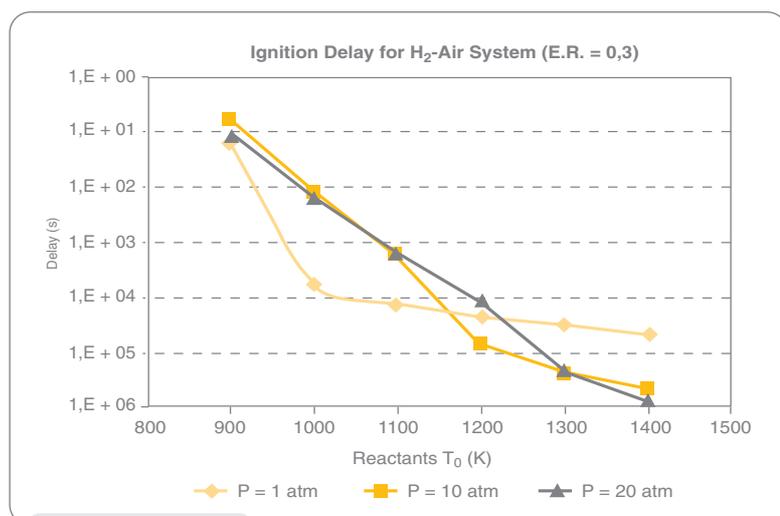
ignizione. Dalla figura 3 notiamo che introducendo i reagenti in una camera di combustione atmosferica a circa 1000 K, si ha un ritardo di ignizione di circa un millisecondo; questo significa che se i reagenti fluiscono a 100 m/s, la fiamma avrà una lunghezza dell’ordine delle decine di centimetri, continua cioè ad essere corta nonostante il basso rapporto di equivalenza.

Infine un altro aspetto importante può essere rappresentato dal verificarsi di instabilità di tipo termoacustico: queste instabilità comportano oscillazioni autosostenute con amplificazione delle fluttuazioni di pressione all’interno del combustore, e di conseguenza causano forti vibrazioni che possono portare a seri danni strutturali.

A tutte queste problematiche si intende dare soluzione con l’applicazione di nuove e più avanzate tecnologie di combustione, caratterizzate dall’assenza di bruschi gradienti di temperatura e dalla elevata controllabilità del processo cinetico-chimico. L’applicazione di queste tecnologie impone la riprogetta-

**Figura 2**  
Andamento della velocità laminare di fiamma per una miscela stechiometrica H<sub>2</sub>-aria, al variare della temperatura dei reagenti e per differenti pressioni di esercizio (cortesia Università di Roma “La Sapienza”)





**Figura 3**  
Ritardo di ignizione per una miscela H<sub>2</sub>-aria con rapporto di equivalenza 0,3 al variare della temperatura dei reagenti. Curve parametrizzate nella pressione (cortesia Università di Roma "La Sapienza")

zione generale del sistema di combustione (bruciatore-camera di combustione) e lo sviluppo di adeguati metodi di progettazione e controllo a cui solo una consistente attività di ricerca, condotta con i più avanzati metodi di indagine numerico/sperimentale, può fornire il necessario supporto di conoscenze.

### La combustione "MILD"

Le attuali tecnologie implicano che la combustione di un gas con aria od ossigeno avvenga in base a due modalità di fondo:

- combustione diffusiva;
- combustione premiscelata.

Nella combustione diffusiva i due reagenti, inizialmente separati, si mescolano in camera di combustione, diffondendo l'uno nell'altro, e "bruciando" allorché sono raggiunti i limiti di infiammabilità (*range* percentuale di combustibile in comburente) se è presente una causa che ne determina l'ignizione (candela di accensione, fiamma pilota ecc). La combustione diffusiva è caratterizzata da elevata stabilità in un ampio *range* del rapporto di equivalenza, e da elevata temperatura, propria del fronte di fiamma, cui sono associate alte emissioni di NO<sub>x</sub>. Oltre il 95% dei dispositivi a combustione di interesse industriale operano sulla base di questo principio.

Nella combustione premiscelata, i reagenti entrano in camera di combustione già miscelati, e sono in grado di bruciare subito, a patto di essere in concentrazioni relative che rientrano nei predetti limiti di infiammabilità. Si tratta del modo più efficiente per bruciare un combustibile, a cui fa riscontro un'ampia capacità di controllo della combustione (emissioni) agendo sul rapporto di equivalenza. In particolare se questo diminuisce (eccesso di comburente), risultando la miscela fortemente diluita, si abbassa notevolmente la temperatura media dei prodotti di combustione e quindi si riducono significativamente le emissioni di ossidi di azoto. Aspetti negativi di questo modo di "bruciare" sono:

- il ridotto *range* di stabilità (significativamente minore di quello per fiamme diffuse);
- la possibilità di *flash-back* (propagazione del fronte di fiamma in direzione opposta a quella di provenienza dei reagenti premiscelati), con possibile rischio di esplosioni.

Circa quest'ultimo punto, occorre dire che il problema è affrontato in maniera efficace nei bruciatori per turbogas di ultima generazione (DLN - Dry Low NO<sub>x</sub> Burner), accelerando fortemente la miscela nei condotti di premiscelazione. Più complesso risulta il problema nel caso dell'idrogeno se si tiene conto che in aria la sua velocità di fiamma laminare risulta circa 7,3 volte superiore a quella del metano, mentre in ossigeno essa risulta addirittura oltre 31 volte superiore. Lo sfruttamento efficiente di un processo energetico ne impone implicitamente il suo efficace controllo. Ciò che avviene nella pratica quotidiana da oltre 1,4 milioni di anni, o con l'avvento della metallurgia vera e propria (IV millennio a.C.), è il tentativo, più o meno riuscito, di dominare i complessi fenomeni della combustione.

Per uno sfruttamento controllato della potenza termica prodotta da una fiamma ci si dovrebbe limitare all'impiego di sole fiamme laminari (quella della candela per inten-

derci). Ciò implicherebbe dispositivi tecnici di dimensioni enormi (10-100 volte superiori agli attuali).

La combustione turbolenta, assolutamente necessaria per le applicazioni ingegneristiche, è per contro caratterizzata da forti gradienti non stazionari prodotti da vortici di piccolissima scala. Si pensi che la temperatura nel fronte di fiamma subisce incrementi dell'ordine dei 1000-2000 °C in frazioni di millimetro e che in quegli stessi spazi si ha la totale scomparsa di specie chimiche reagenti, con parallela produzione di specie chimiche stabili e non (prodotti di combustione e radicali). Tali gradienti peraltro non sono nemmeno collocabili in maniera spazialmente certa, data la continua produzione, deformazione e distruzione di "scale" turbolente.

Risulta pertanto legittimo il quesito: "si può avere combustione senza fronte di fiamma?". La risposta è sì, ma impone un totale sconvolgimento culturale, facendo ricorso alla combustione MILD o "senza fiamma" (vedi n. 4/2003 *Energia Ambiente e Innovazione*). La combustione MILD (Moderate and Intense Low oxygen Dilution) è stata finora considerata in applicazioni per l'industria dei processi ad alta temperatura (forni industriali per trattamenti termici degli acciai, fusione dei metalli e del vetro, reforming e gassificazione di combustibili fossili) per le sue caratteristiche di alta efficienza e basse emissioni di inquinanti.

L'uniformità del campo di temperatura infatti comporta un flusso termico mediamente più elevato e rende più facilmente controllabile il processo. Per entrare nelle condizioni operative della "MILD Combustion" è necessario che i reagenti siano a temperatura superiore alla soglia di autoignizione della miscela e siano diluiti con inerti e/o fumi poveri di ossigeno in modo che la concentrazione dello stesso nel comburente sia inferiore a quella in aria. A questi fini i sistemi MILD prevedono una sezione di recupero termico in cui si realizza il preriscaldamento dell'aria per scambio termico con i fumi

(scambio recuperativo o rigenerativo) e il ricircolo interno o esterno di parte dei fumi stessi nella camera di combustione.

Le soluzioni tecnologiche che realizzano la combustione "senza fiamma" sono state finora studiate e alcune testate in scala pilota solo per combustibili tradizionali (gas naturale, GPL e carbone). Esse sono fondamentalmente di tre tipi:

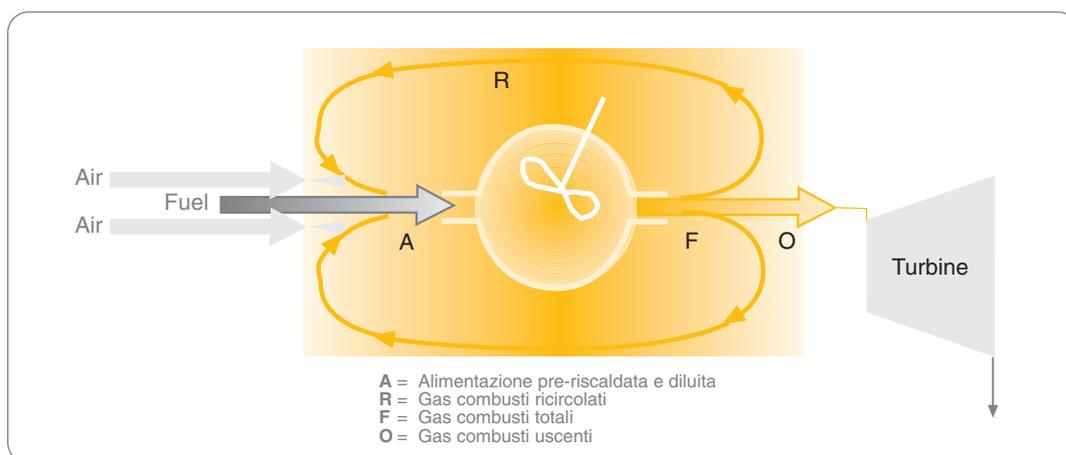
1. bruciatori per forni della giapponese NFK, dotati di due scambiatori rigenerativi che lavorano alternativamente (per tempi di 30-40 s) e consentono di raggiungere temperature di 1200 °C di preriscaldamento dell'aria;
2. bruciatori FLOX<sup>®</sup>, messi a punto dalla tedesca WS all'inizio degli anni 90, che operano con ricircolo interno e possono funzionare in modo di "fiamma" convenzionale nella fase di avviamento;
3. bruciatori *trapped-vortex* in cui il combustibile viene iniettato in corrispondenza di un vortice di prodotti di combustione, stabilizzato aerodinamicamente, in cui si realizza la migliore miscelazione dei flussi e la geometria è ottimizzata per ridurre le perdite di carico.

Quest'ultimo tipo di bruciatori si presenta particolarmente promettente nell'applicazione della combustione MILD per turbine a gas.

In generale le caratteristiche della combustione diluita sono vantaggiose, nel campo della generazione di potenza con turbogas, per i seguenti motivi:

- riduzione degli ossidi di azoto di cui già si è detto;
- stabilità di funzionamento con eliminazione dei problemi legati alle vibrazioni e ampio margine di variabilità del rapporto aria/combustibile;
- smorzamento dei picchi di temperatura che possono danneggiare il *liner* (involucro interno) della camera di combustione o il primo stadio della palettatura di girante, e assenza di stress termici nei punti di iniezione del gas grazie alla delocalizzazione della zona di reazione.

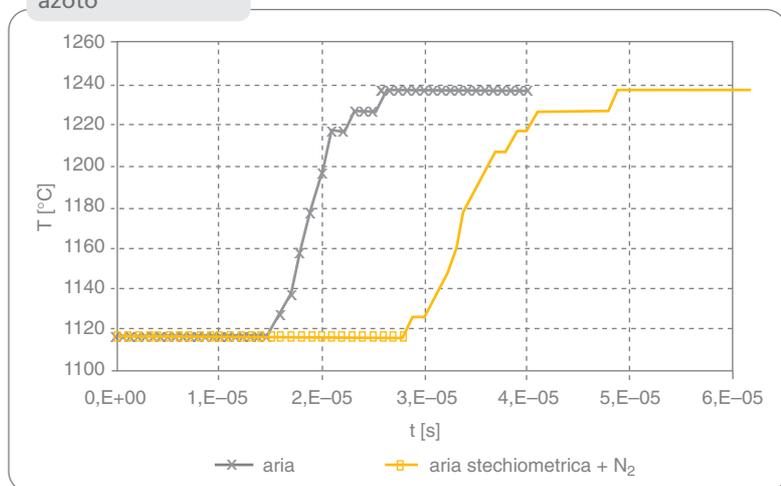
**Figura 4**  
Schema a blocchi di un bruciatore MILD a idrogeno per turbogas



Al momento attuale non si ha notizia di studi sperimentali e/o teorici di combustione MILD con idrogeno. Ma le caratteristiche fisico-chimiche dell'idrogeno (ampio range di infiammabilità in aria e in ossigeno, bassa energia di accensione, elevata velocità di fiamma, elevata diffusività molecolare) fanno sì che la combustione MILD sia la tecnologia più adatta per il suo utilizzo nell'immediato futuro.

In figura 4 è rappresentato lo schema a blocchi di un combustore per idrogeno operante secondo la tecnologia MILD. Ai fini dei bilanci di materia e calore il principio di funzionamento viene mutuato direttamente dalla tecnica dei bruciatori "senza fiamma" per gas naturale. Idrogeno (a 25 °C) e aria (a 400 °C dai compressori) entrano direttamente in camera di combustione e

**Figura 5**  
Andamenti dei ritardi di ignizione per idrogeno in aria ed in aria diluita in azoto



incontrano i prodotti di combustione che riciccolano internamente. In questa zona primaria avviene il mescolamento delle correnti e si produce la miscela a basso tenore di ossigeno (14%) che subisce il processo di combustione, nel nostro caso simulato con il codice ChemKin. Il rapporto di ricircolo è stato scelto pari a 6, poco superiore ai valori usuali dei bruciatori MILD per gas naturale.

La camera di combustione deve essere pre-riscaldata al di sopra della temperatura di autoaccensione della miscela di reagenti freschi. A regime, nella zona primaria si ottiene una miscela ad alta temperatura (1116 °C) per scambio termico diretto tra reagenti e prodotti. Si noti che a differenza dei bruciatori MILD per gas naturale, qui non è necessario lo scambiatore recuperativo tra i fumi caldi in uscita e i reagenti freschi poiché l'aria in uscita dai compressori si trova già a temperatura relativamente alta.

A causa dell'alto tenore di inerte nella miscela che deve reagire, il successivo innalzamento di temperatura dovuto alla combustione è contenuto e non sono necessari dispositivi di asportazione del calore, cosicché i fumi possono essere inviati direttamente in turbina alla temperatura di 1236 °C. Questa è la temperatura adiabatica calcolata dal codice Chemkin per il caso di reattore perfettamente miscelato a pressione costante. È da osservare che non sono stati considerati i fenomeni di irraggiamento che

|                           | H <sub>2</sub>   | Aria | Ricircolo | A<br>Aliment. diluita | F<br>Fumi totali | O<br>Fumi OUT |
|---------------------------|------------------|------|-----------|-----------------------|------------------|---------------|
| Portata [Kg/s]            | 4,04             | 432  | 2616      | 3052                  | 3052             | 436           |
| T [°C]                    | 25               | 400  | 1236      | 1116                  | 1236             | 1236          |
| Frazione molare<br>[%vol] | H <sub>2</sub>   | 100  | 0         | 2                     | 0                | 0             |
|                           | O <sub>2</sub>   |      | 20,9      | 13                    | 13               | 13            |
|                           | N <sub>2</sub>   |      | 79,1      | 74                    | 73               | 74            |
|                           | H <sub>2</sub> O |      |           | 13                    | 11               | 11            |

**Tabella 2**  
Bilanci di massa e termici di un bruciatore MILD a idrogeno per turbogas da 188 MWe

comporteranno una leggera diminuzione di questa temperatura.

In tabella 2 sono riportate le grandezze caratteristiche delle correnti risultanti alla convergenza del calcolo iterativo. I bilanci sono relativi ad una potenza del gruppo turbogas pari a 188 MW, con pressione di esercizio pari a 17 bar e rendimento pari a 0,393. La miscela di reagenti freschi in entrata è molto magra ( $\phi = 0,14$ ).

In figura 5 è rappresentato l'andamento della temperatura per la fase di combustione. Si osserva che il ritardo di ignizione decisamente basso (0,015 ms), diventerebbe leggermente più alto (0,028 ms) se come comburente si usasse una miscela costituita da aria stechiometrica e azoto per raggiungere la massa totale di fumi necessari per la turbina.

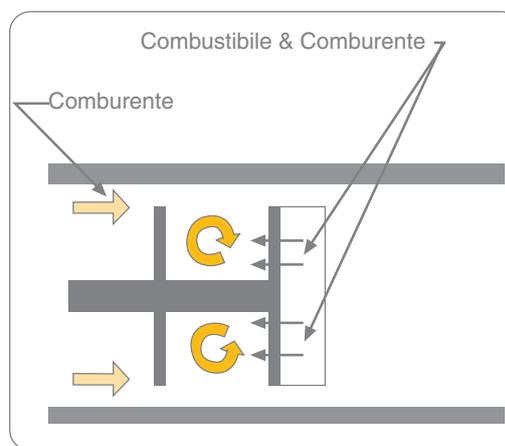
### La tecnologia "Trapped Vortex"

Un bruciatore Trapped Vortex (TVC) consiste in una cavità, all'interno della quale il combustibile e parte dell'ossidante sono iniettati e miscelati nel vortice artificialmente prodotto dalla portata principale di ossidante, la quale è forzata a passare in un canale anulare posto alla sommità della cavità stessa (figura 6).

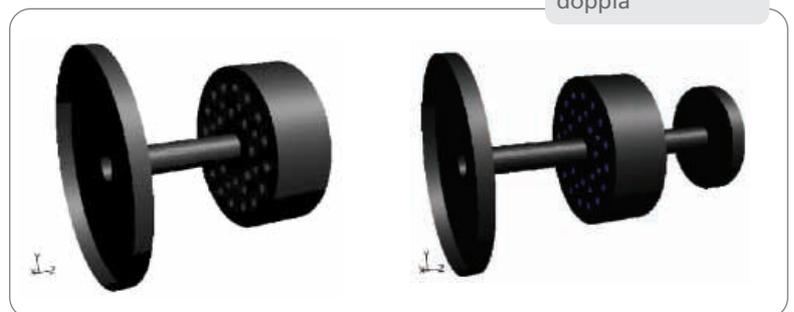
In questo dispositivo i reagenti, iniettati entro la cavità, bruciano con modestissime perdite di pressione. L'ancoraggio della fiamma è dovuto al ricircolo di prodotti di combustione caldi, la cui temperatura è superiore alla temperatura di autoignizione della miscela. Si determinano dunque, in modo naturale, condizioni di combustione MILD, carat-

terizzate da assenza del fronte di fiamma, e quindi minori gradienti di temperatura, basse emissioni ed alta controllabilità del processo.

Tecnicamente il bruciatore può essere realizzato nel modo indicato in figura 7, con struttura a simmetria cilindrica, realizzando, con l'impiego di dischi di dimensioni opportune, una o due cavità poste in serie. In quest'ultimo caso la seconda cavità ha lo scopo di incrementare l'efficienza di combustione, favorendo il completamento del processo che ha avuto inizio nella prima, portando tale efficienza a valori prossimi al 100%.



**Figura 6**  
Principio di funzionamento di un bruciatore TVC



**Figura 7**  
Due possibili geometrie realizzative interne di un bruciatore TVC: a cavità singola o a cavità doppia

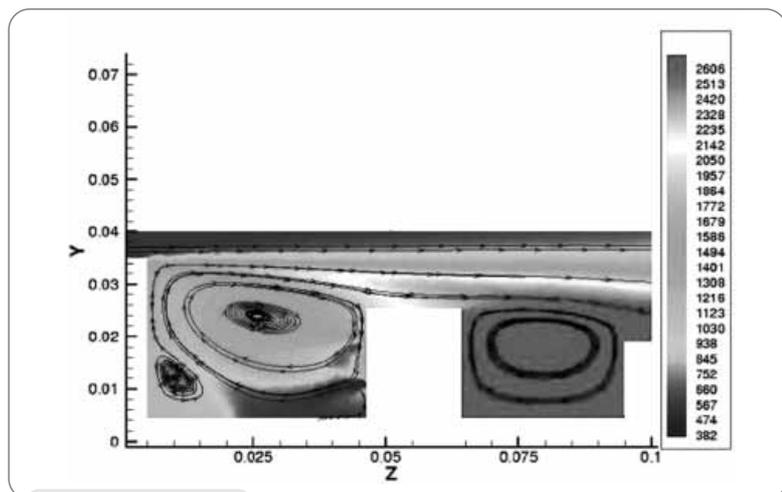


Figura 8

Combustione di idrogeno con aria in un bruciatore TVC a doppia camera. Pressione di esercizio: 10 bar; velocità di ingresso dell'idrogeno: 36 m/s

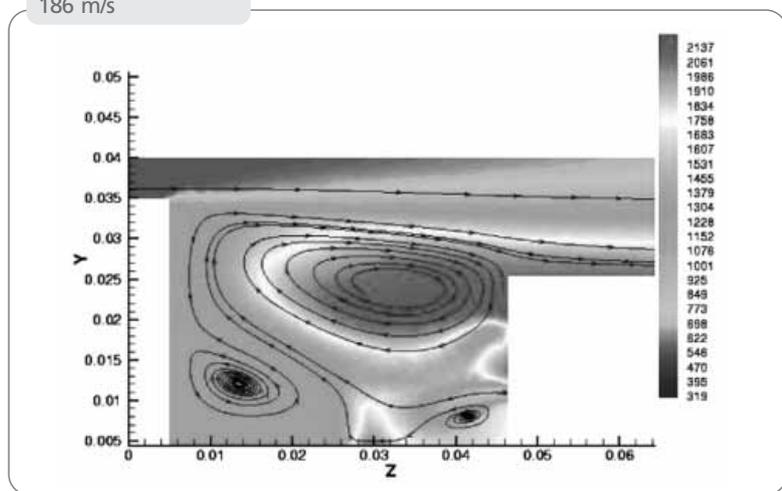
Simulazioni numeriche, condotte con metodi RANS e LES, mostrano valori di perdite di pressione ( $Dp/p$ ) estremamente contenuti (0,4-0,5 %). Le figure 8 e 9, relative a simulazioni numeriche per il caso di interesse pratico di un bruciatore (TVC) per turbina a gas, operante a 10 bar con idrogeno, mettono in luce il ruolo giocato dalla velocità di ingresso del combustibile: una maggiore velocità vincola la reazione ad avvenire nella prima cavità.

Le condizioni per una combustione MILD sono assicurate oltrechè dalla temperatura dei reagenti, superiore a quella di autoinnesco, anche dalla moderata concentrazione di  $O_2$ , dovuta al ricircolo dei prodotti di combustione.

Quindi il bruciatore TVC è un bruciatore

Figura 9

Combustione di idrogeno con aria in un bruciatore TVC. Pressione di esercizio: 10 bar; velocità di ingresso dell'idrogeno: 186 m/s



intrinsecamente MILD dal punto di vista della ricircolazione dei prodotti di combustione (diluizione del comburente fresco), poiché la cavità ricircola circa il 96% dell'intera portata iniettata, mentre valori tipici per bruciatori MILD tradizionali sono dell'ordine del 75%.

Le simulazioni hanno mostrato che la forma e la stabilità del vortice (persistenza del vortice senza *shedding*, cioè espulsione del vortice dalla cavità e suo distacco) sono controllate dal rapporto tra l'energia cinetica della corrente principale e di quella dei getti all'interno della cavità.

## I ferri del mestiere: le tecnologie diagnostiche

Come per qualunque altra tipologia di combustione, lo studio fenomenologico della combustione di idrogeno si basa su un mix di studi teorici, condotti con i più moderni metodi della simulazione numerica, e sperimentazioni mirate, che hanno l'obiettivo di validare le suddette simulazioni, condotte utilizzando prevalentemente tecnologie non invasive, caratterizzate da alta risoluzione spaziale e temporale.

Il processo conoscitivo e di sviluppo progettuale si basa quindi sul circolo virtuoso tra numerica avanzata, modellistica di cinetica chimica e sperimentazione (figura 10).

## Numerica avanzata

L'investigazione sperimentale gioca un ruolo fondamentale nell'analisi dei problemi, ma spesso risulta assai onerosa in termini di tempo e risorse.

I problemi che possono insorgere nell'applicazione di un metodo diagnostico sperimentale sono:

- l'intrusività della tecnica;
- la sua affidabilità e ripetibilità;
- la risoluzione sia spaziale che temporale;
- la maggiore o minore trasferibilità di certe tecniche dal laboratorio all'impianto reale;
- l'estendibilità (scalabilità) di quanto misurato in piccola scala all'impianto reale.

Ciononostante, l'investigazione sperimentale resta l'elemento essenziale per la valutazione dell'efficacia di un progetto.

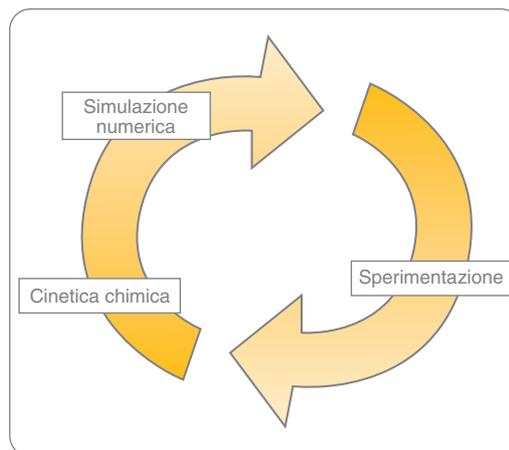
La simulazione numerica, o CFD (Computational Fluid Dynamics), risolvendo numericamente le equazioni di flusso in una griglia discreta di celle di calcolo, offre uno strumento insuperabile per approfondire lo studio della fenomenologia e la messa a punto di un progetto preliminare. Nel passato tuttavia essa è stata a lungo limitata ad analisi di tipo stazionario.

Nel settore della combustione, peraltro, la semplificazione di processi intrinsecamente complessi non è sostenibile oltre determinati limiti. L'accurata conoscenza dei fenomeni è la sola chiave per ottenere consistenti progressi in termini di efficienza e contenimento delle emissioni.

La simulazione numerica offre pertanto un eccellente strumento di indagine, a patto che sia chiaro l'ambito fenomenologico entro il quale si opera, e le informazioni che si vogliono ottenere. La chiarezza degli scopi si traduce infatti nella scelta appropriata del tipo di approccio da adottare.

Molti dei processi fisici coinvolti in combustione sono non stazionari, caratterizzati cioè da instabilità di tipo fluidodinamico e termoacustico, oscillazioni di pressione, intermittenza di fiamma (spegnimenti e riaccensioni). La non stazionarietà dei fenomeni impone pesanti condizionamenti sia in termini di sperimentazione che di simulazioni numeriche.

Il tradizionale approccio RANS (Reynolds Average Navier Stokes) è stato per molti anni il solo applicabile a casi di interesse ingegneristico. Numerosi modelli sono stati sviluppati in tal senso, con risultati più o meno soddisfacenti. Esso tuttavia non è applicabile nei casi di intrinseca non stazionarietà. Il limite intrinseco della RANS è che le equazioni sono mediate nel tempo e tutte le scale di turbolenza sono modellate allo stesso modo. In virtù di tale limitazione, l'approccio RANS può essere limitato a valutazioni di carattere medio sulle modalità di com-



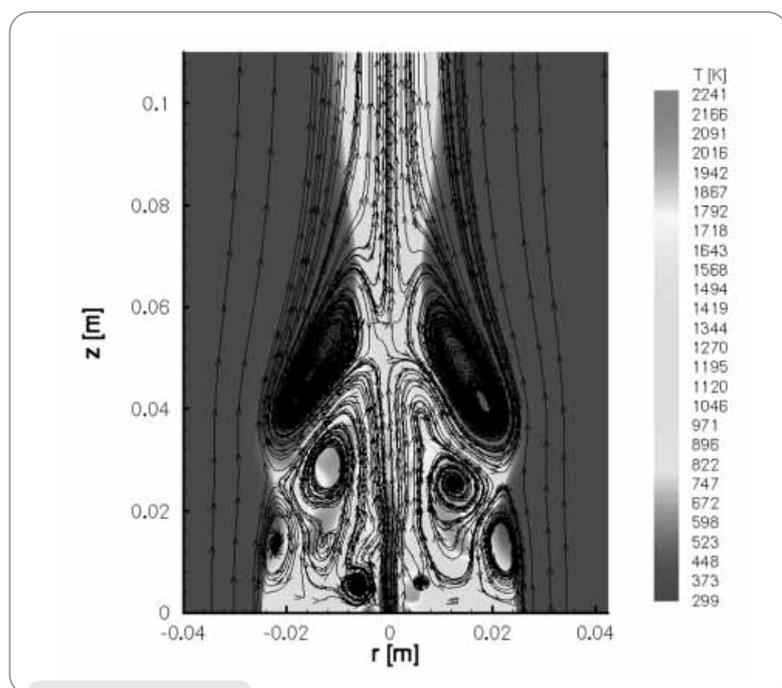
**Figura 10**  
Processo conoscitivo basato sul circolo virtuoso tra numerica avanzata, modellistica di cinetica chimica e sperimentazione

combustione: ogni considerazione circa fenomeni intrinsecamente non stazionari (ad esempio produzione di  $\text{NO}_x$ , instabilità di fiamma ecc.) risulta del tutto arbitraria, quando non fuorviante. Per contro la possibilità di trattare geometrie complesse, rende la tecnica RANS estremamente allettante e di uso *friendly*.

Conservativamente si può affermare che una simulazione di tipo RANS può costituire un passaggio intermedio per simulazioni più accurate da effettuare in zone più ristrette del dominio di interesse.

Con la tecnologia LES (Large Eddy Simulation) le equazioni di Navier-Stokes non sono mediate nel tempo, ma filtrate nello spazio, cioè le scale turbolente più ampie (dimensioni maggiori di quelle della cella di calcolo) sono risolte numericamente, mentre quelle più piccole (sotto le dimensioni della cella) sono stimate tramite modelli di sottogriglia (*Sub Grid Scale Model*). I modelli di sottogriglia implicano una separazione di effetti tra grandi vortici (grandi scale) e piccoli vortici (piccole scale) della turbolenza. Ai grandi vortici compete il massimo contenuto di energia cinetica. Inoltre essi risultano anisotropi, essendo controllati dalla geometria del sistema. Quelli di piccola scala hanno un minor contenuto energetico, sono isotropi, e controllati dalla viscosità molecolare.

La LES dunque coglie integralmente e descrive la fluidodinamica, poiché risolve



**Figura 11**

La simulazione LES di una fiamma di idrogeno in aria (campo di temperatura e linee di isovelocità). Il passo di integrazione temporale è di circa  $10^{-8}$  secondi, in grado cioè di cogliere frequenze caratteristiche di  $5 \times 10^7$  Hz

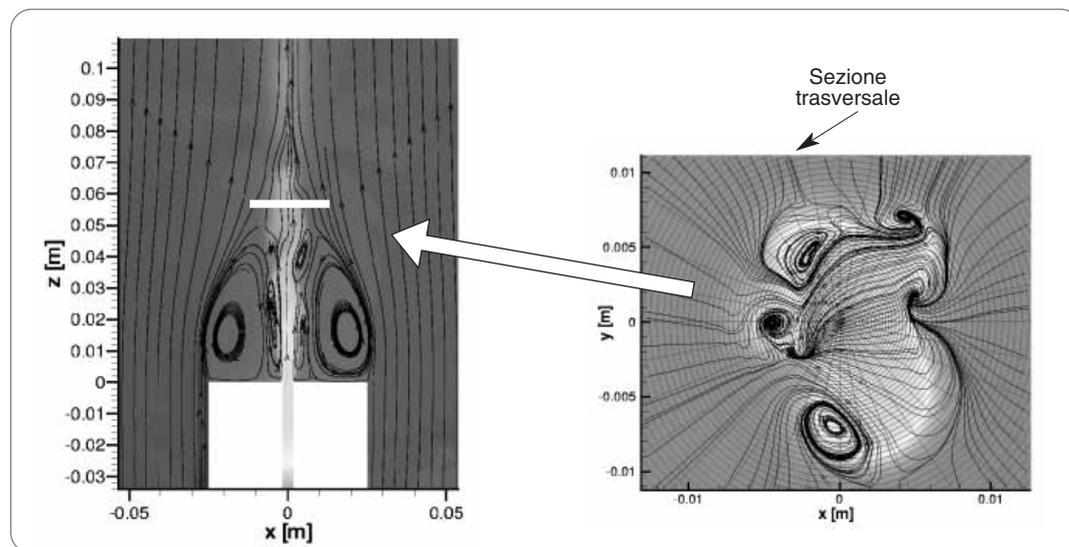
integralmente le larghe scale sia nello spazio che nel tempo (figure 11 e 12).

Comparata con tecniche di simulazione diretta (DNS: Direct Numerical Simulation), enormemente più onerose in termini di calcolo, si ha la perdita della descrizione dettagliata delle piccole scale che tuttavia, grazie alla loro isotropicità, più facilmente possono essere modellate.

La LES è senza dubbio computazionalmente onerosa, ma oggi, grazie anche all'uso di supercalcolatori e di macchine a processore

**Figura 12**

Struttura istantanea dei vortici in una sezione trasversale di un getto di idrogeno in aria



ri paralleli, sta diventando praticabile anche per applicazioni di interesse ingegneristico. Essa appare oggi la risposta più appropriata per la descrizione dei processi turbolenti tipici della combustione anche di idrogeno.

### Modellistica di cinetica chimica

La cinetica chimica è la scienza che studia l'insieme dei cammini di reazione, generalmente molto articolati, che descrivono, in termini di concentrazioni nel tempo, la trasformazione dei reagenti in prodotti finali di reazione. Occorre infatti considerare che una generica reazione di ossidazione è il frutto di numerose reazioni elementari, spesso appartenenti a cammini antagonisti, e che solo semplicisticamente e per comodità questa viene rappresentata come singolo *step*. Pertanto, anche nel caso di ossidazione dell'idrogeno, fondamentale è lo studio dei meccanismi intermedi che portano alla progressiva scomparsa del combustibile con produzione di calore.

#### *Il meccanismo di reazione $H_2/O_2$*

Il sistema  $H_2/O_2$  è stato a lungo studiato in passato. Al momento attuale si può ritenere che il grado di conoscenza della cinetica dell'ossidazione dell'idrogeno abbia raggiunto un livello soddisfacente di precisione. La reazione globale che a partire da  $H_2$

| Reazione elementare                               | A      | n     | Ea    |
|---|--------|-------|-------|
| 1. $H + O_2 \rightleftharpoons O + OH$            | 5.1E16 | -0,82 | 16510 |
| 2. $H_2 + O \rightleftharpoons H + OH$            | 1.8E10 | 1,0   | 8830  |
| 3. $H_2 + OH \rightleftharpoons H_2O + H$         | 1.2E09 | 1,3   | 3630  |
| 4. $OH + OH \rightleftharpoons H_2O + O$          | 6.0E08 | 1,3   | 0,0   |
| 5. $H + OH + M \rightleftharpoons H_2O + M$       | 7.5E23 | -2,6  | 0,0   |
| 6. $O_2 + M \rightleftharpoons O + O + M$         | 1.9E11 | 0,5   | 95560 |
| 7. $H_2 + M \rightleftharpoons H + H + M$         | 2.2E12 | 0,5   | 92600 |
| 8. $H_2 + O_2 \rightleftharpoons OH + OH$         | 1.7E13 | 0,0   | 47780 |
| 9. $H + O_2 + M \rightleftharpoons HO_2 + M$      | 2.1E18 | -1,0  | 0,0   |
| 10. $H + O_2 + O_2 \rightleftharpoons HO_2 + O_2$ | 6.7E19 | -1,42 | 0,0   |
| 11. $H + O_2 + N_2 \rightleftharpoons HO_2 + N_2$ | 6.7E19 | -1,42 | 0,0   |
| 12. $HO_2 + H \rightleftharpoons H_2 + O_2$       | 2.5E13 | 0,0   | 700   |
| 13. $HO_2 + H \rightleftharpoons OH + OH$         | 2.5E14 | 0,0   | 1900  |
| 14. $HO_2 + O \rightleftharpoons OH + O_2$        | 4.8E13 | 0,0   | 1000  |
| 15. $HO_2 + OH \rightleftharpoons H_2O + O_2$     | 5.0E13 | 0,0   | 1000  |
| 16. $HO_2 + HO_2 \rightleftharpoons H_2O_2 + O_2$ | 2.0E12 | 0,0   | 0,0   |
| 17. $H_2O_2 + M \rightleftharpoons OH + OH + M$   | 1.2E17 | 0,0   | 45500 |
| 18. $H_2O_2 + H \rightleftharpoons HO_2 + H_2$    | 1.7E12 | 0,0   | 3750  |
| 19. $H_2O_2 + OH \rightleftharpoons H_2O + HO_2$  | 1.0E13 | 0,0   | 1800  |

Tabella 3

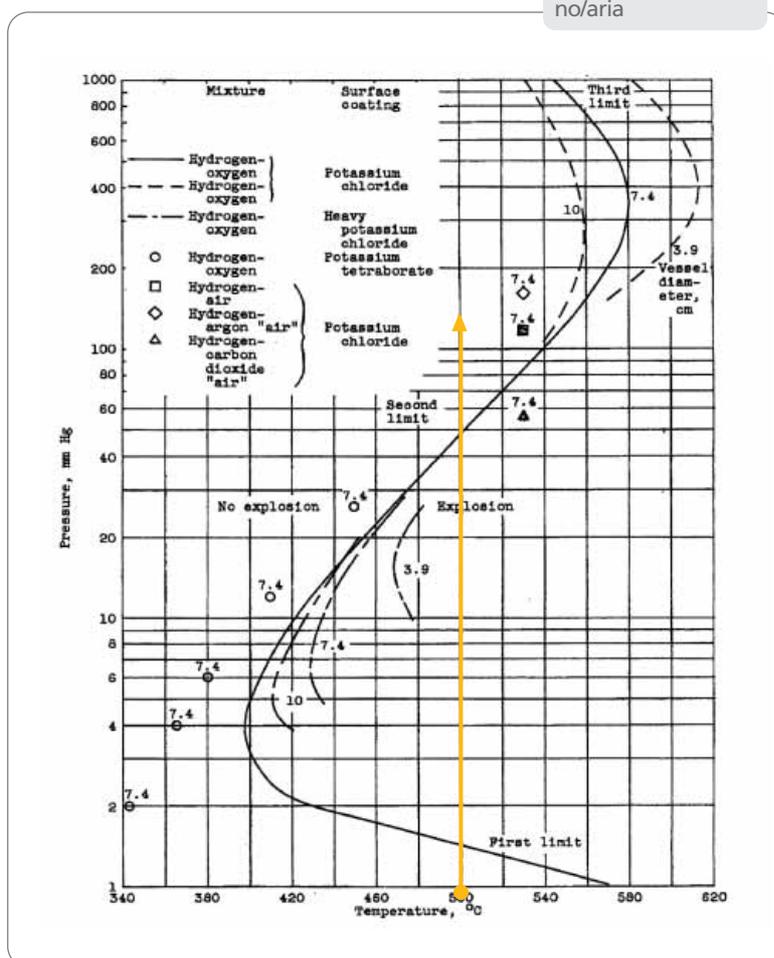
Meccanismo di ossidazione dell'idrogeno. Ciascuna reazione è elementare e reversibile. La velocità della reazione diretta ha costante cinetica,  $k$ , espressa dalla legge di Arrhenius:  $k = A T^n \exp(-E_a/RT)$ , ove  $A$  è il fattore pre-esponenziale,  $n$  è l'esponente del fattore di temperatura ed  $E_a$  è l'energia di attivazione [cal/mol]

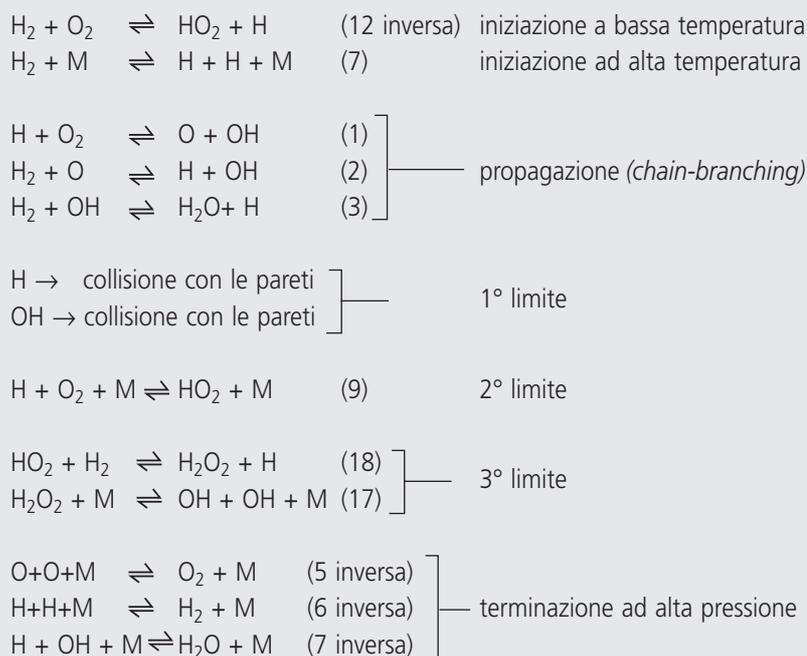
e  $O_2$  produce acqua è in realtà il risultato di una serie di passi elementari che coinvolgono specie radicaliche. In tabella 3 viene riportato un tipico meccanismo di reazione dettagliato in base al quale è possibile spiegare l'andamento dei limiti di esplosività (figura 13) della miscela  $H_2/O_2$ , ed in generale calcolare i parametri di processo (temperatura e concentrazioni) per i combustori. In figura 13 sono dunque riportate le condizioni di temperatura e pressione che, per un dato valore del rapporto idrogeno/aria o idrogeno/ossigeno, permettono di distinguere il regime di reazione lenta (a sinistra della curva) da quello di reazione esplosiva (a destra della curva).

La reazione di ossidazione è resa possibile dalla formazione iniziale di specie radicaliche altamente instabili che propagheranno la catena di reazione attraverso reazioni dette di biforcazione (*chain-branching*). Le misure sperimentali hanno evidenziato che, a bassa temperatura, la reazione (12) di tabella 3, nella direzione inversa, è il più probabile step iniziale, poiché la formazione del radicale  $HO_2$  è relativamente facile rispetto agli altri radicali, mentre ad alta temperatu-

Figura 13

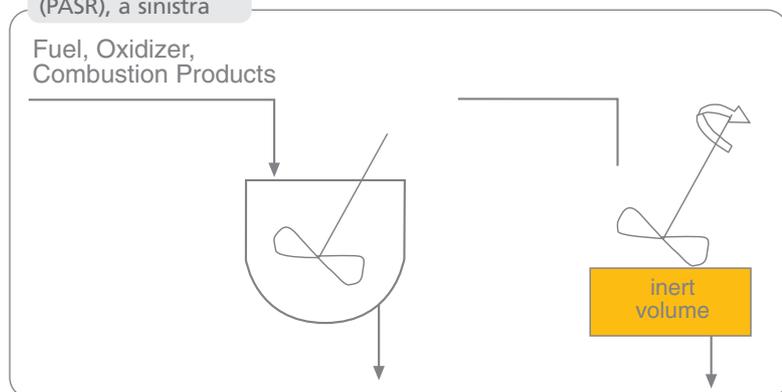
Limiti di esplosività per miscele stechiometriche idrogeno/ossigeno e idrogeno/aria





ra lo *step* più probabile è la reazione (7). Entrambe le reazioni in ogni caso producono radicali idrogeno H che reagiscono successivamente nella reazione (1) generando radicali O e OH, i quali a loro volta reagiranno in (2) e (3). Queste tre reazioni di biforcazione costituiscono i passi principali della propagazione della catena di ossidazione. Partendo ad esempio da una condizione iniziale di 500 °C (punto in colore nella figura 13) questo processo rimane molto lento poiché a bassa pressione gli urti con le pareti sono molto più frequenti delle collisioni in fase gassosa tra le molecole, ed i radicali vengono sottratti alla reazione attraverso la collisione

**Figura 14**  
Schemi di reattori ideali a mescolamento perfetto (PSR), a destra, ed a mescolamento parziale (PASR), a sinistra



con la parete. Su questa considerazione si basa la giustificazione dell'esistenza del primo limite di esplosività. La deduzione è confermata dalla dipendenza della posizione di questo tratto della curva dalle dimensioni del reattore (vedi schema a lato).

L'incremento della pressione operativa consente invece di entrare nel regime di reazione esplosiva fino a che si raggiunge il secondo limite. Esso viene spiegato dalla maggiore influenza della reazione di terzo corpo (9). Pur essendo le collisioni in fase gas più probabili di quelle con le pareti del reattore per questi valori di pressione, gli urti del radicale H con l'ossigeno e un'altra specie gassosa inerte M, producono il radicale perossido, il quale essendo molto meno reattivo degli altri radicali può diffondere alla parete e decadere, sottraendo così globalmente radicali H al meccanismo di propagazione. L'ulteriore aumento di pressione fa diventare nuovamente esplosiva la miscela poiché il radicale  $HO_2$  reagisce secondo la reazione (18) prima di riuscire a collidere con la parete per diffusione, generando H e perossido di idrogeno,  $H_2O_2$ . Entrambe queste specie sono propagatori di catena, il primo attraverso le già viste reazioni (1), (2), (3) e il secondo attraverso la reazione (17). Esistono poi in generale le reazioni di ricombinazione ((5), (6), (7)) dei radicali che sono sempre rilevanti a pressione uguale o superiore all'atmosferica e costituiscono i passi di terminazione del meccanismo.

#### Modelli per il calcolo della cinetica e interazioni tra cinetica e turbolenza

Quando i reagenti sono perfettamente miscelati a livello molecolare la previsione della temperatura di fiamma e della concentrazione delle specie chimiche, tra cui quelle inquinanti come gli ossidi di azoto,  $NO_x$ , può essere fatta utilizzando il modello del reattore continuo a mescolamento perfetto (PSR). All'interno del reattore si assume l'omogeneità spaziale delle grandezze scalari in seguito o alla elevata diffusività di massa o all'elevata velocità di mescolamento turbolento, in modo

che la conversione dei reagenti è controllata solo dai fenomeni cinetici.

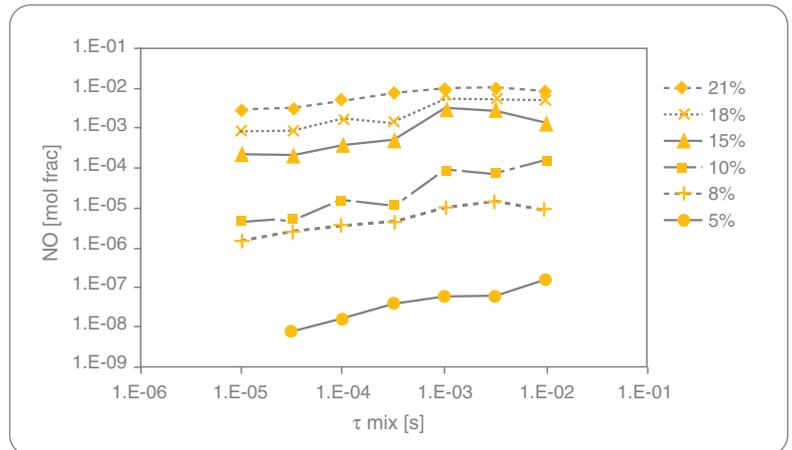
Un altro modello (figura 14) è invece quello del reattore a mescolamento parziale (PASR). Una frazione del volume di questo reattore è considerata zona morta, in cui cioè il fluido non subisce variazioni di temperatura e composizione; il fluido reagisce solo in una parte del volume totale che è rappresentata come PSR. Il valore delle proprietà termo-chimiche viene calcolato come media pesata tra i valori risultanti nella parte reattiva e nella parte inerte del reattore.

Questi due modelli sono utilizzati non solo per calcoli macroscopici nella fase di dimensionamento dei combustori ma anche per calcoli di sottogriglia nei codici che risolvono spazialmente la termo-fluido-dinamica. Sono infine utilizzati nella fase di *post-processing* dei calcoli CFD, in cui ogni cella della griglia di calcolo è rappresentata da un singolo reattore PSR o PASR, che scambia materia ed energia con le celle adiacenti.

La possibilità di utilizzare  $H_2$  per turbine a gas è legata alla realizzazione di combustori che possano funzionare in modo stabile, efficiente e a basse emissioni di  $NO_x$ . L'applicazione della tecnologia MILD alle miscele  $H_2$ /aria,  $H_2/O_2$  sembra particolarmente promettente proprio sulla base dei valori estremamente ridotti degli ossidi di azoto (figura 15) in uscita. La frazione molare di NO è riportata in figura 15 in funzione del tempo caratteristico di mescolamento  $\tau_{mix}$  a livello molecolare, che è rappresentativo del processo di mescolamento tra  $H_2$  e ossidante per effetto della turbolenza.

All'aumentare del grado di diluizione dell'aria comburente con i prodotti di combustione (diminuzione della frazione molare di ossigeno dal 20,9% al 5%) si osserva il netto abbassamento del livello di ossido di azoto. La bassa sensitività delle curve rispetto al tempo di mescolamento è conferma del fatto che nella combustione MILD il fenomeno controllante è quello cinetico e non quello fluido-dinamico.

La diluizione dei reagenti è inoltre un aspet-



**Figura 15**

Effetto della diluizione e del tempo di micro-mescolamento sul valore del monossido di azoto NO prodotto nella combustione diluita di  $H_2$ /aria a pressione atmosferica. Le curve sono parametrizzate rispetto alla frazione molare dell'ossigeno nella corrente ossidante costituita da aria e prodotti di combustione. Il tempo di residenza nel reattore è pari a 100 ms. La curva al 21% di  $O_2$  rappresenta l'aria ambiente senza diluizione

to fondamentale per la stabilità della combustione di idrogeno alle pressioni di interesse per applicazioni in turbine a gas. Le reazioni di terzo corpo, che diventano più influenti all'aumentare della pressione ( $P = 10-20$  atm), sono infatti causa di spegnimenti locali e quindi di instabilità in condizioni di fiamma convenzionale. La tecnica MILD consente invece di ampliare il campo di stabilità della combustione anche per elevati valori della velocità di dissipazione degli scalari, in corrispondenza dei quali le fiamme convenzionali si estinguono.

### La diagnostica sperimentale

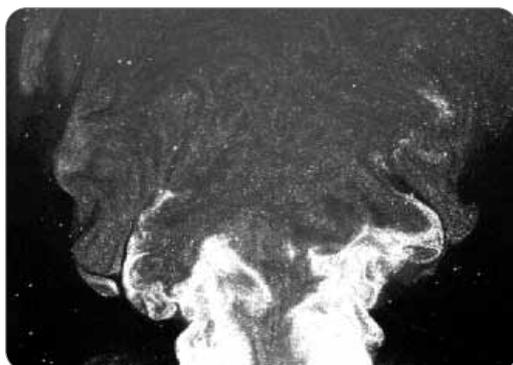
Dal punto di vista diagnostico, lo studio della fluidodinamica entro la camera di combustione è fondamentale al fine di valutare gli aspetti di stabilità, massimizzare gli effetti di miscelamento, minimizzare la produzione di inquinanti, ed ottimizzare i processi di scambio termico.

Le tecniche di velocimetria laser sono, allo stato attuale, quelle di riferimento per le loro caratteristiche di:

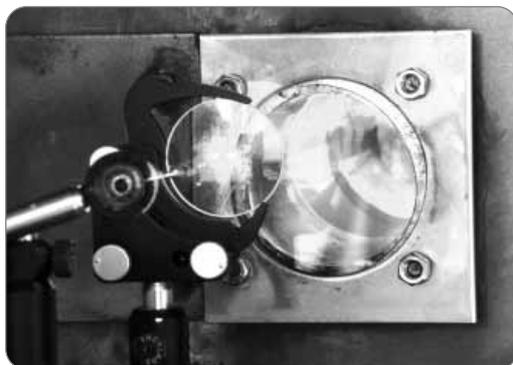
- non intrusività
- elevata precisione
- alta risoluzione spaziale e temporale.

**Figura 16**

Tecnica PIV: immagine di Mie Scattering. Scattering di luce laser pulsata, diffusa da particelle di Allumina, di diametro medio  $3\ \mu\text{m}$ , addizionate al flusso reagente

**Figura 17**

Misure di temperatura in fiamma con tecnica CARS (Coherent Antistokes Raman Scattering)

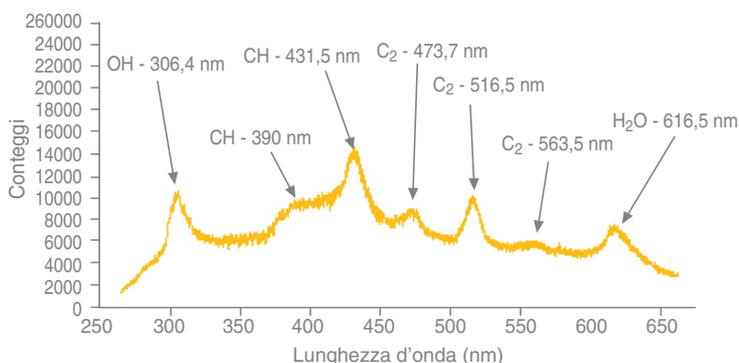


A tal fine sono disponibili e vengono ampiamente utilizzati sistemi di velocimetria laser (LDV: Laser Doppler Velocimetry; PIV: Particle Image Velocimetry) basati sull'impiego di sorgenti laser monocromatiche di tipo continuo o pulsato. Tali metodi sono finalizzati alla misura e caratterizzazione di campi fluidodinamici (velocità, turbolenza ecc), ed allo studio dell'intima interconnessione tra fenomeni fluidodinamici e fenomeni cinetico-chimici.

Spostando l'attenzione sugli aspetti termochimici, le diagnostiche di spettroscopia

**Figura 18**

Spettro in emissione naturale di una fiamma premiscelata  $\text{CH}_4$ -aria. Le righe sono relative ai principali radicali che "marcano" la zona del fronte di fiamma e quella dei prodotti di combustione



molecolare, lineare e non, sulle fiamme consentono misure spazialmente e temporalmente risolte di temperatura e specie chimiche, di tipo non invasivo.

Esse si basano, in taluni casi, sulla capacità di eccitare, mediante luce laser di opportuna potenza e frequenza, transizioni a stati eccitati della specie chimica "bersaglio", e ciò sia che l'obiettivo risulti quello di misurare la concentrazione della specie in questione, sia che risulti, al contrario, quello di misurare una proprietà chimico-fisica legata ad esempio alla temperatura della specie. Appartengono a questa famiglia tecniche quali il CARS (Coherent Antistokes Raman Scattering) per misure prevalentemente di temperatura (figura 17), ma anche di concentrazione in fiamma, la LIF (Laser Induced Fluorescence) per misure di specie chimiche, anche radicali, in basse concentrazioni (ppm), il DFWM (Degenerate Four Wave Mixing) per misure di concentrazione ad alta risoluzione spaziale e temporale.

In altri casi lo studio della emissione spontanea proveniente dalle diseccitazioni delle molecole di talune specie chimiche (tipicamente radicali a vita breve), la cui formazione in stato energeticamente eccitato è conseguente al processo di combustione, permette l'efficace rilevazione dell'abbondanza di tali specie (figura 18), nonché, trattandosi di veri e propri marker della zona reattiva, di determinare la configurazione del fronte di fiamma, ed una mappatura dell'intero processo (zona di diffusione, zona di combustione, zona dei prodotti di combustione). Appartiene a questa tipologia la OES (Optical Emission Spectroscopy).

Data la complessità delle attrezzature in gioco e l'estrema varietà di possibili configurazioni sperimentali, si parla di veri e propri esperimenti di spettroscopia molecolare (figure 19 e 20).

Tutte le tecniche citate risultano non intrusive, di tipo puntuale o per mappature bidimensionali, della temperatura e della com-

posizione delle miscele gassose reagenti o dei prodotti di reazione (figura 21).

Una menzione particolare meritano le metodologie atte a diagnosticare i fenomeni di instabilità di combustione ed eventualmente favorirne il controllo.

Com'è noto la turbolenza in combustione è caratterizzata da frequenze tipiche dell'ordine dei  $10^3$  Hz; per contro la cinetica chimica è invece caratterizzata da costanti di tempo comprese tra  $10^{-3} \div 10^{-7}$  secondi. Qualora, come in combustione premiscelata, prevalgano gli aspetti cinetici, uno strumento diagnostico, perché risulti veramente idoneo a cogliere la dinamicità degli eventi, deve essere caratterizzato da frequenze di campionamento estremamente elevate.

In questo ambito ENEA ha sviluppato ed impiega correntemente una tecnologia basata sull'analisi del segnale di tensione proveniente da un fotodiode, caratterizzato da adeguata risposta in frequenza.

Lo strumento si basa sulla osservazione che "la fluttuazione di luminosità, emessa dal processo di combustione, è fortemente correlata con la fluttuazione del segnale di pressione proprio delle oscillazioni", e che quindi le fluttuazioni del processo di combustione, associate a bruschi aumenti di pressione sono prontamente rilevabili dall'analisi della radiazione emessa (emissione spontanea dei radicali). Il sistema (brevetto ENEA) è stato impiegato per la diagnostica dell'incipiente instabilità di combustione in sistemi premiscelati (figura 22), e per lo sviluppo di un adeguato sistema di controllo (brevetto ENEA in corso) per la reiezione degli effetti di sorgente (figura 23).

### Gli impianti sperimentali

Al fine di determinare grandezze chimico-fisiche necessarie alla messa a punto dei modelli, sviluppare e validare le tecniche ed i metodi sperimentali per la misura, la diagnostica ed il controllo dei processi, valutare sperimentalmente le soluzioni tecnologiche più innovative, ci si avvale di un signifi-

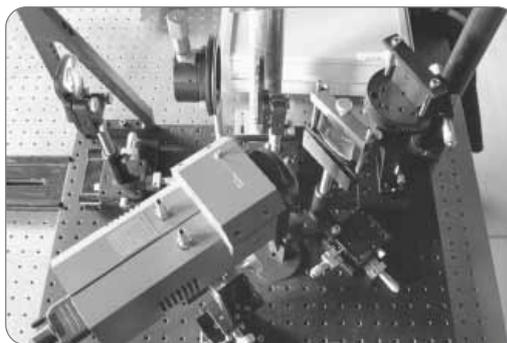


Figura 19  
Spettroscopio "self assembled" per l'analisi di spettri a banda larga

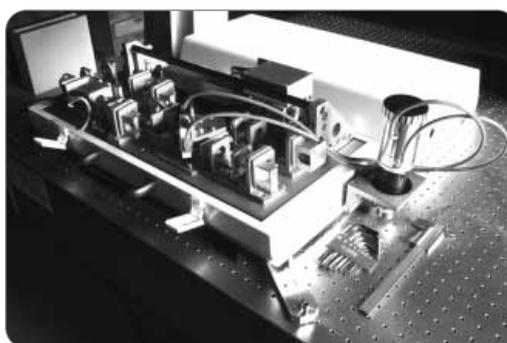
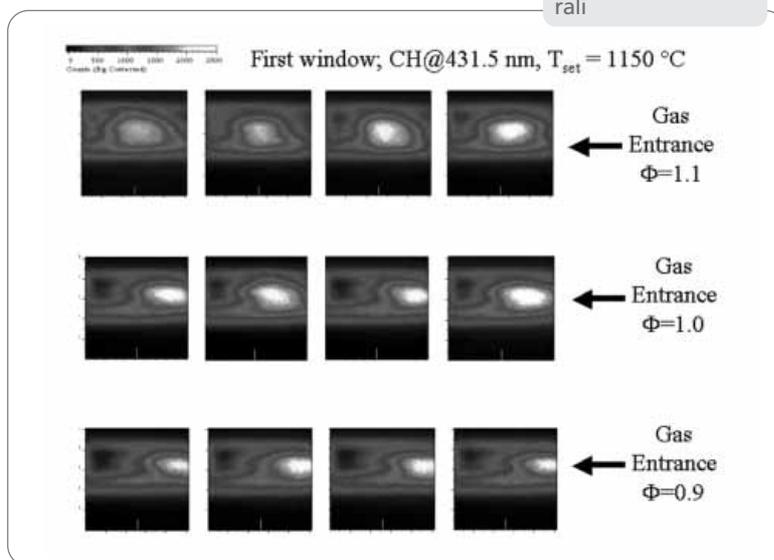


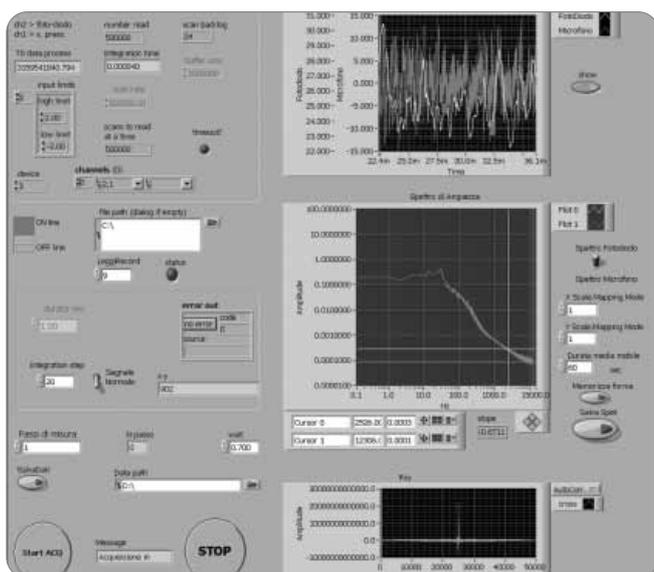
Figura 20  
Sistema integrato laser pulsato NdYAG - laser a colorante a stato solido per sistema CARS portatile "da campo"

ficativo ventaglio di *facility* sperimentali, in generale realizzate con sufficiente versatilità, in modo da soddisfare le molteplici esigenze sperimentali, e sufficientemente strumentate, in modo da ampliare al massimo lo spettro di informazioni specifiche.

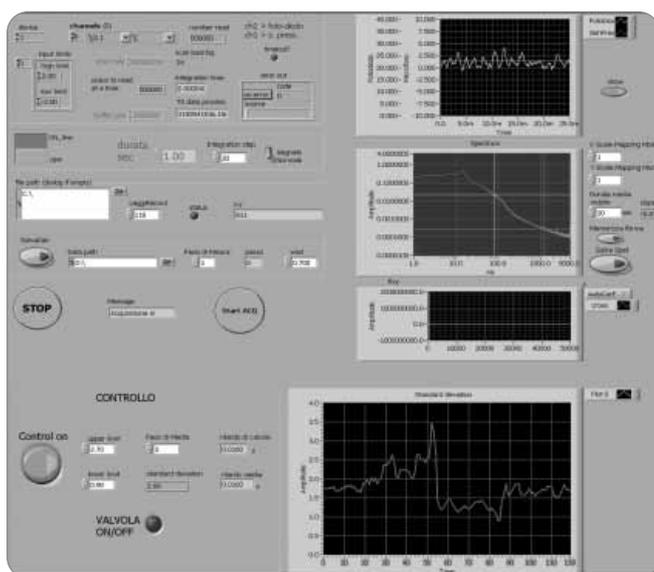
Queste *facility* comprendono gli impianti già operativi: MICOS, BAGIT, ICARO, e quelli i fase di realizzazione COMET-HP ed IDEA.

Figura 21  
Emissioni spontanee di radicale CH in un sistema operante in condizioni MILD. Le tre "stripe" si riferiscono a differenti condizioni di diluizione. Ciascuna di esse mostra quattro distribuzioni del radicale CH in differenti istanti temporali





**Figura 22**  
Pannello di controllo del sistema diagnostico dell'instabilità di combustione, sviluppato in ambiente LabView®



**Figura 23**  
Sistema di controllo (*front panel*) per la reiezione delle instabilità attraverso la modulazione della portata di ossidante. Sistema sviluppato in ambiente LabView®

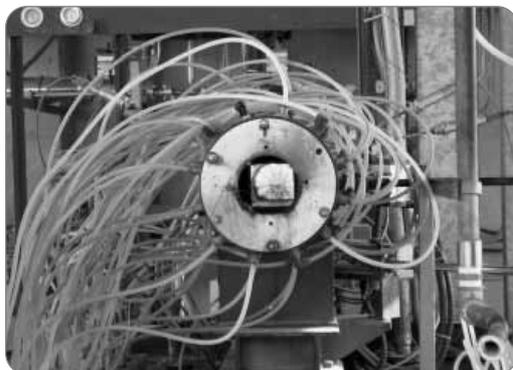
### *Impianto MICOS (Multipurpose Installation for Combustion Studies)*

È un impianto "multifuel", di potenza pari a 300 kWt, operante a pressione atmosferica.

**Figura 24**  
Impianto MICOS



**Figura 25**  
Prove di combustione di idrogeno sull'impianto MICOS



L'impianto è in grado di testare diversi bruciatori (di tipo diffusivo e premiscelato), con soluzioni ingegneristiche innovative, quali la tecnologia Trapped Vortex e la combustione MILD, con miscele di idrogeno fino a idrogeno puro e ossidante costituito da aria, aria arricchita od ossigeno puro.

### *Impianto BAGIT (Biomass and Gas Integrated CHP Technology)*

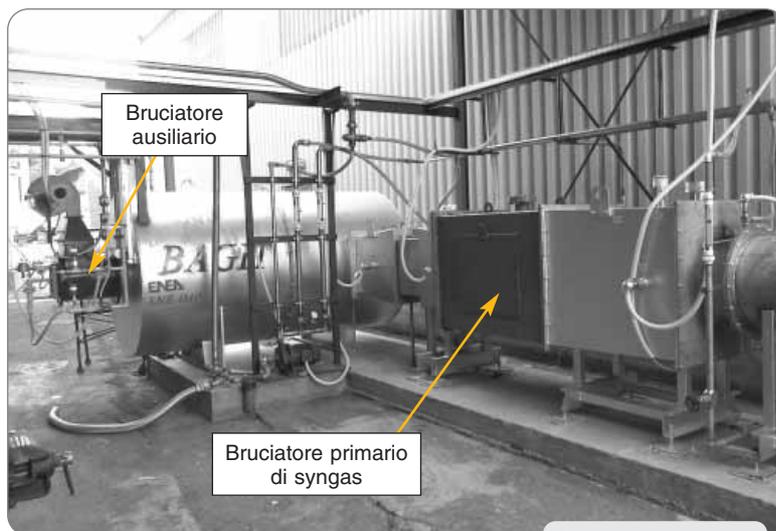
Realizzato per lo studio della combustione di syngas ad elevato contenuto di idrogeno. Il bruciatore primario, oggetto della sperimentazione, può avere una potenza massima di 100 kWt, e può operare anche in configurazione TEG (Turbine Exhaust Gas), utilizzando cioè come comburente aria viziata (a basso tenore di ossigeno) proveniente dal bruciatore ausiliario posto a monte (tipicamente, in sistemi reali, un turbogas). In questo caso la potenza complessiva dell'installazione ammonta a 350 kW. L'impianto BAGIT è particolarmente pensato per lo studio della combustione di syngas ad elevato contenuto di idrogeno, e della combustione MILD con forte diluizione dell'ossidante operata con prodotti di combustione.

### Impianto ICARO

Impianto di cogenerazione per la produzione combinata di energia elettrica e calore (acqua a 140 °C, che alimenta la rete di teleriscaldamento del Centro Ricerche ENEA di Casaccia). La potenza complessiva è pari a 7 MWt, mentre la potenza elettrica della turbina è di 2 MWe (pressione del turbogas pari a 16,6 bar). L'impianto ICARO è in realtà pensato e realizzato come *facility* sperimentale per attività di ricerca nel campo della cogenerazione, ed in questo ambito per studi sulla applicabilità di syngas in mini-impianti turbogas reali.

Sono poi in corso di realizzazione due altri importanti impianti sperimentali:

- *Impianto COMET-HP* (COMbustion Experimental Tests in High Pressure conditions), per la prova di bruciatori per turbogas in condizioni di similitudine (pressione 10 bar, preriscaldamento aria a 450 °C). L'impianto è particolarmente rivolto allo studio della instabilità termoacustica tipica della combustione premiscelata, attraverso lo sviluppo e l'impegno di diagnostica avanzata;
- *Impianto IDEA* per studi di base sulle tecnologie di combustione di idrogeno in bruciatori per turbogas. L'impianto, policomustibile, è rivolto allo studio della combustione di idrogeno (o miscele) in aria, ossigeno o vapore. L'idrogeno è prodotto da un dissociatore elettrolitico, in grado di produrre 40 Nm<sup>3</sup>/h di H<sub>2</sub> e 20 Nm<sup>3</sup>/h di O<sub>2</sub> a 5 bar.



**Figura 26**  
Impianto BAGIT, per lo studio della combustione di syngas ad elevato contenuto di idrogeno

### Conclusioni

La transizione verso un futuro, massiccio impiego di combustibili innovativi, quali l'idrogeno ed, in misura minore, i combustibili idrogenati, pone alcuni significativi problemi di ordine tecnologico, che possono essere risolti solo facendo ricorso al meglio che lo "stato dell'arte" offre in termini di metodi di progettazione, modelli di turbolenza e di cinetica chimica, diagnostica. L'ENEA, in collaborazione con numerosi ed importanti partner nazionali, intende dare un contributo significativo alla risoluzione di tali problematiche, ponendo al servizio della ricerca applicata un ampio ventaglio di metodologie avanzate delle quali, nel presente articolo, si è dato cenno.

# L'*e-learning*: la nuova frontiera della *formazione*

**ANNA MORENO  
SERGIO GRANDE**

**ENEA**

Unità di Agenzia per le Piccole  
e Medie Imprese

Il ruolo della *life-long learning* nei processi di innovazione e dello sviluppo economico delle imprese e del territorio. Nell'articolo viene presentata la piattaforma *e-learning* dell'ENEA, una realtà consolidata con più di 12.000 iscritti e 38 corsi tecnici e scientifici, realizzati per lo più dai ricercatori ENEA, la cui fruizione è gratuita ed aperta a tutti

studi & ricerche

## *e-Learning*: the new frontier of *training*

### **Abstract**

*The article analyses the fundamental role of life-long learning in furthering the innovation and growth of firms and territories in the knowledge-based economy. The first step in instilling an innovative culture in the country is to train human resources to deal with the changes induced by the Net-Economy. This was the need that led to the birth of ENEA's e-learning platform, now a well-established facility with more than 12,000 subscribers.*

*At present the platform offers 38 technical and scientific courses, most of them created by ENEA researchers. Access is unlimited and free of charge*

## La crescita economica nelle *Knowledge-based Economy*

Lo sviluppo dei sistemi economici nazionali e delle imprese nella *New Economy*, è sempre più caratterizzato da confronti competitivi a livello mondiale fra imprese che cooperano, su basi complementari, per conseguire obiettivi convergenti (Vaccà 1996)<sup>(1)</sup>. La crescente diffusione della connettività digitale interattiva e l'esplosione degli standard universali nella comunicazione hanno rivoluzionato i modelli di business, spingendo verso cambiamenti tecnologici sempre più accelerati, con cicli di vita dei prodotti sempre più corti, in mercati globali e prodotti sempre più *Knowledge-based*<sup>(2)</sup>. In uno scenario internazionale così complesso e dinamico, la stessa sopravvivenza delle imprese è strettamente collegata alla loro capacità di saper essere innovative e di gestire la vera risorsa strategica del nuovo millennio: la conoscenza.

Per Peter Drucker, infatti, la conoscenza è "la" piuttosto che "una" risorsa del sistema: "Le attività centrali nella creazione di ricchezza non saranno né l'allocazione dei capitali in impieghi produttivi, né il lavoro ... il valore oggi è creato dalla produttività e dall'innovazione, che sono tutte e due applicazioni della conoscenza al lavoro"<sup>(3)</sup>.

"La conoscenza è oggi considerata il vero motore della produttività e della crescita economica, pertanto è necessario prestare maggiore attenzione al ruolo dell'informazione, della tecnologia e dell'apprendimento per l'analisi e la previsione delle *performance* economiche. Il termine *Knowledge-based Economy* deriva proprio dal riconoscimento del ruolo della conoscenza e della tecnologia nelle moderne economie dei paesi OCSE..."<sup>(4)</sup>.

A Lisbona, nel marzo del 2000, l'Unione Europea si è posta l'ambizioso obiettivo di diventare entro la fine del decennio "l'economia basata sulla conoscenza più competitiva e dinamica del mondo". Il Consiglio Europeo di Lisbona ha identificato l'innovazione come il principale motore per la cre-

scita economica sostenibile e si è posto l'obiettivo di rafforzare la ricerca e lo sviluppo in Europa, portando entro la fine del decennio le spese (pubbliche e private) di R&S al 3% rispetto al PIL prodotto.

La capacità innovativa è ormai ritenuta, una delle priorità strategiche per lo sviluppo e il benessere di un paese, una delle principali determinanti per la competitività internazionale<sup>(5)</sup>.

### Ma cosa si intende per innovazione?

Secondo Hamel "*...innovation is the renewal and enlargement of the range of products and services and the associated markets; the establishment of new methods of production, supply and distribution; the introduction of changes in management, work organization, and the working condition and skills of the workforce*"<sup>(6)</sup>.

Schumpeter fu uno dei primi economisti che, nell'analisi delle dinamiche del cambiamento economico, ha focalizzato l'attenzione sul fattore innovazione. Per innovazione l'economista intendeva diverse forme di cambiamento: l'introduzione di nuovi prodotti, l'innovazione dei processi, l'apertura di nuovi mercati o di nuove fonti di approvvigionamento ed una nuova organizzazione dell'azione strategica aziendale sia interna che esterna.

Schumpeter afferma che "*...the competition from the new commodity, the new technology, the new source of supply, the new type of organization (the largest scale unit of control for instance) competition while commands a decisive cost or quality advantage and which strikes not at the margins of the profits and the output of the existing firms but at their foundations and their very lives*".

L'approccio schumpeteriano di tipo *technology driven*, teorizza l'esistenza di un ciclo virtuoso invenzione-innovazione-diffusione come paradigma del cambiamento economico e dello sviluppo<sup>(7)</sup>.

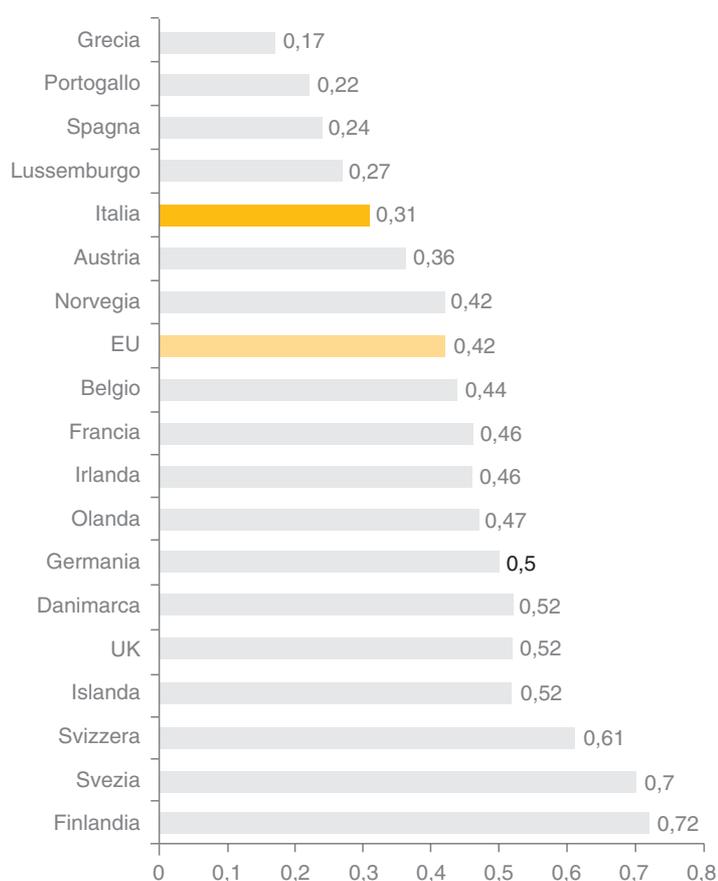
Per Hamel l'impresa innovativa è un "rule breaker", in grado di modificare le regole del gioco competitivo e di ottenere un van-

taggio rispetto ai concorrenti, attraverso una "diversità", che può essere data solo dall'innovazione<sup>(8)</sup>.

## L'innovazione e le piccole e medie imprese

Oggi più di ieri, l'innovazione gioca un ruolo fondamentale nella sfida competitiva mondiale e nello sviluppo economico delle nazioni. I paesi più sviluppati nel mondo sono quelli che più degli altri hanno investito nelle nuove tecnologie dell'informazione e della comunicazione. Le nuove tecnologie digitali rappresentano il vero motore dello sviluppo e della crescita economica in quanto trasformano il modo di fare impresa, di differenziarsi e quindi di essere più competitivi, attivano la circolazione della conoscenza, dell'informazione, dell'accesso alle reti come valore sociale ed economico. L'adozione di

**Figura 1**  
Classifica degli European Innovation Scoreboard (EIS) 2003, il quadro di valutazione dell'innovazione in Europa predisposta dalla Commissione Europea (Direttorato Generale per la Ricerca)



nuove tecnologie ha permesso un incremento della produttività del lavoro nell'Unione Europea del 50% tra il 1995 ed il 2000, mezzo punto di crescita del PIL nell'Unione Europea e un punto negli Stati Uniti.

L'Italia registra un ritardo importante in termini di innovazione nei confronti degli altri paesi industrializzati.

Appare ormai evidente come il *made in Italy* non sia più sufficiente a rendere l'economia italiana competitiva, in un mercato in cui le tecnologie dell'informazione e della comunicazione (TIC) hanno cambiato le regole competitive globali, in cui i beni, le idee, la conoscenza e le informazioni circolano molto più velocemente.

L'investimento italiano nelle TIC è inferiore del 65% rispetto alla media europea e del 40% rispetto agli USA, e ciò ha contribuito indubbiamente al significativo differenziale di crescita del nostro Paese, alla perdita di competitività e di quote significative di mercato a livello mondiale<sup>(9)</sup>.

L'Italia è il "fanalino di coda" nella classifica degli European Innovation Scoreboard (EIS) 2003: il quadro di valutazione dell'innovazione in Europa predisposta dalla Commissione Europea (Direttorato Generale per la Ricerca). La classifica EIS (figura 1) è il frutto della media ponderata di venti indicatori principali, selezionati per sintetizzare i più importanti propulsori dell'innovazione sulle *performance* regionali e nazionali, sui settori più innovativi, sui sistemi nazionali di innovazione e sulla metodologia. Gli indicatori sono suddivisi in quattro gruppi: risorse umane per l'innovazione; creazione di nuova conoscenza; trasferimento e applicazione della conoscenza; finanziamento, prodotti e mercati dell'innovazione<sup>(10)</sup>.

Le economie del Nord Europa, come la Finlandia e la Svezia, sono i paesi più innovativi dell'Unione Europea. A livello mondiale, però l'Europa nel suo complesso registra ritardi rispetto al Giappone ed agli Stati Uniti. Il Giappone supera l'Unione Europea in otto dei dieci indicatori per i quali vi sono dati comparabili, mentre gli Stati Uniti la

superano in sette. La Cina è la nuova realtà economica mondiale. Nella rapida crescita delle esportazioni cinesi, la quota dei prodotti tessili, che era tradizionalmente la più rilevante, nel 2001 è stata raggiunta da quella dei prodotti elettronici, e questa, a fine 2003, è già divenuta tre volte più alta<sup>(11)</sup>.

### Ma quale ruolo ricoprono le imprese nel processo di sviluppo innovativo dei sistemi economici?

Appare sempre più evidente l'intreccio fondamentale tra le scelte maturate all'interno delle imprese e la dinamica evolutiva dei sistemi economici. Il percorso innovativo è la risultante delle sollecitazioni esterne e dell'evolvere dell'impresa stessa nella realtà sistemica nella quale è inserita; le imprese cessano di essere lette unicamente in chiave d'adattamento per divenire momenti propositivi e artefici della propria crescita. Le imprese ed in particolare le piccole e medie imprese (PMI) ricoprono un ruolo fondamentale nella creazione di sviluppo sostenibile in Europa e nel mondo, in termini di crescita, competitività, innovazione ed occupazione.

In Europa su una totalità di 18 milioni di imprese registrate nei 15 paesi membri, escluse quelle appartenenti al settore agricolo, le piccole e medie imprese rappresentano il 99%. Il 93% sono micro imprese (da 1 a 9 addetti) ed impiegano il 67% della forza lavoro complessiva, generando il 60% del valore aggiunto totale<sup>(12)</sup>.

Le PMI rappresentano il cuore della strategia economica dell'Unione Europea, sancita anche al Consiglio di Lisbona del 2000, per cui lo sviluppo sostenibile in Europa non può che dipendere dal successo delle imprese, in particolar modo dalle *performance* delle piccole e medie imprese.

### Il capitale umano nella Learning Economy

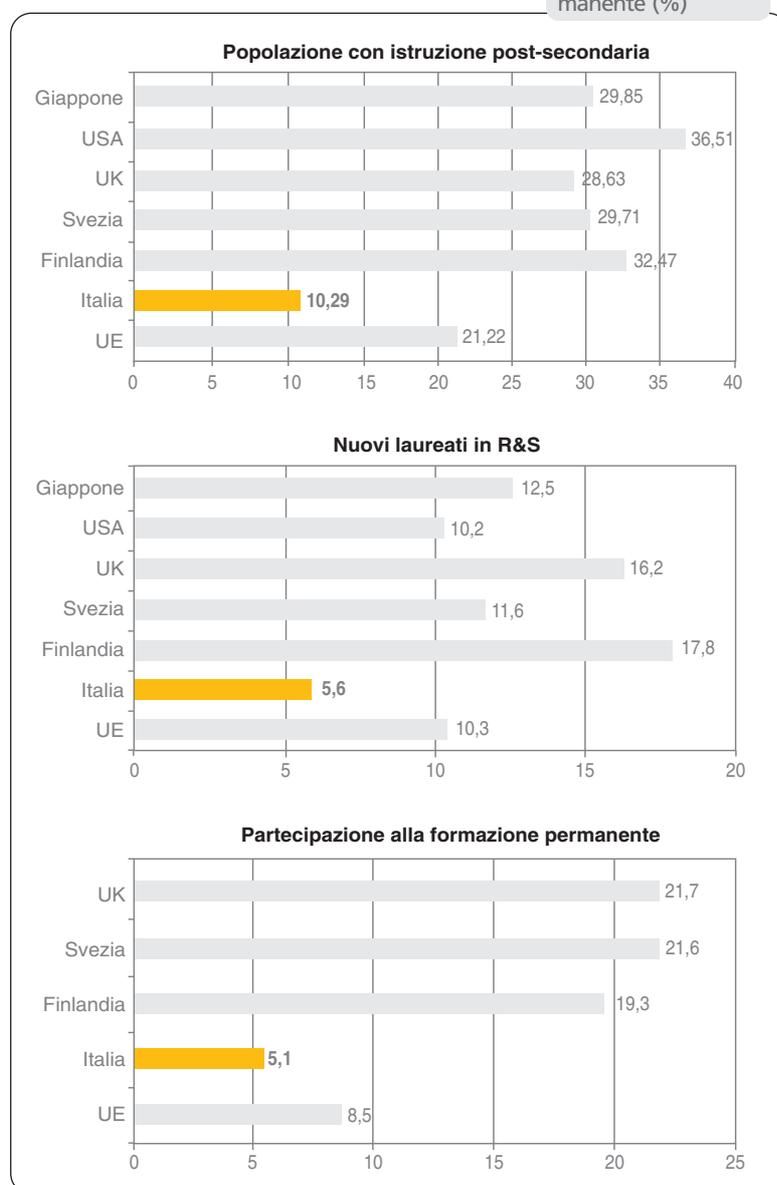
I fattori che influenzano l'innovazione sono molteplici: gli investimenti pubblici e priva-

ti in R&S, il numero di brevetti nei settori *high-tech*, le innovazioni finanziarie, di prodotto e di struttura del mercato, ma il fattore che più di tutti condiziona i processi innovativi è il capitale umano.

La ristrutturazione industriale degli anni ottanta e novanta ha portato ad una pressoché unanime rivalutazione del capitale umano come fattore di efficienza e ingrediente necessario per il successo aziendale<sup>(13)</sup>.

Per poter operare in contesti dinamici e complessi e riuscire a creare valore, le imprese devono poter disporre di competenze altamente qualificate, devono saper

**Figura 2**  
Confronto internazionale fra Italia ed altri paesi sulla quota di laureati in generale, su quella di laureati in campo scientifico-ingegneristico e su quella del personale impegnato nella formazione permanente (%)



Fonte: elaborazioni ENEA dati Eurostat 2002

cogliere le opportunità di *business* offerte dai nuovi mercati internazionali e dalla Net-Economy, devono saper gestire la conoscenza interna ed esterna alla propria organizzazione, devono essere innovative.

Il Consiglio Europeo ha enfatizzato molto il concetto di *life-long learning* definendolo come "all purposeful learning activity, whether formal and informal, undertaken on a ongoing basis with the aim of improving knowledge, skills and competence"<sup>(14)</sup>. Per Smith K., la *life-long learning* è una necessità economica per lo sviluppo di un paese, in quanto rappresenta la distribuzione di conoscenza per supportare l'innovazione nelle imprese e nelle istituzioni<sup>(15)</sup>. Un paese che possiede alti livelli di professionalità e competenza è sicuramente in grado di governare meglio di altri i rapidi cambiamenti che caratterizzano le economie moderne.

L'Italia, nel confronto internazionale (figura 2), produce pochi laureati in generale, meno laureati in campo scientifico e meno perso-

nale che fa formazione permanente<sup>(16)</sup>.

L'Italia, non avendo un livello di formazione adeguato, produce purtroppo anche pochissimi brevetti nelle alte tecnologie (figura 3).

### Ma esiste una relazione fra *learning* ed innovazione?

Lundvall considera la *New Economy* come una *Learning Economy*, in cui diventa sempre più importante la relazione tra formazione e cambiamento, e sottolinea come il rapido cambiamento che caratterizza l'economia moderna necessiti di rapidi processi di formazione<sup>(18)</sup>.

La *Learning Economy* si può definire come un'economia in cui l'abilità di imparare è cruciale per il successo economico degli individui, delle imprese, delle regioni e delle economie nazionali<sup>(19)</sup>.

Wolfe A., afferma che "it is the capacity to learn which is critical to the innovation process and essential for developing and maintaining a sustainable competitive advantage"<sup>(20)</sup>.

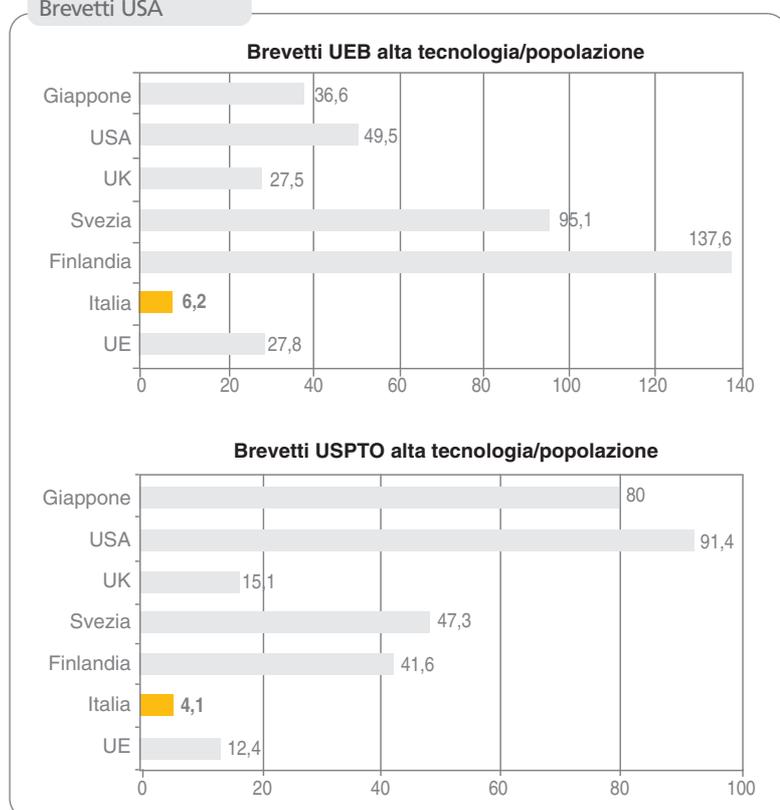
L'Unione Europea ha stilato una classifica dei paesi per la *life-long learning* (Best Performance Index) considerando cinque indicatori: il livello di formazione della forza lavoro, la percentuale di quindicenni che leggono a livello 5, la partecipazione degli adulti alla formazione, gli accessi internet, la percentuale di occupati che svolgono un lavoro relativo alla formazione svolta.

Dalla classifica emerge chiaramente che i paesi più innovativi in Europa, così come risulta dagli European Innovation Scoreboard, sono anche i leader europei nella *life-long learning* come la Svezia, la Danimarca, la Finlandia, il Regno Unito e l'Irlanda, mentre i peggiori paesi sul piano dell'innovazione sono anche quelli che hanno le più basse performance nella *long-life learning*<sup>(21)</sup>.

Appare chiaro quindi che l'innovazione non può prescindere dalla formazione del capitale umano.

Nella *Learning Economy*, quindi, l'approccio schumpeteriano di tipo *technology driven*, con il ciclo invenzione-innovazione-diffu-

**Figura 3**  
Confronto tra la quota dei brevetti italiani nelle alte tecnologie e le quote di altri paesi presentati presso l'Ufficio Europeo Brevetti ed il corrispondente Ufficio Brevetti USA



Fonte: elaborazioni ENEA dati EUROSTAT 2002

sione va rivisto, considerando anche la formazione come fattore abilitante del cambiamento economico e dello sviluppo.

Oggi più che mai occorre innescare all'interno dei sistemi un nuovo ciclo virtuoso (figura 4), Conoscenza-Formazione-Apprendimento-Innovazione, che sia in grado, attraverso i processi di *training* e di apprendimento, di sostenere la distribuzione di conoscenza fra i *business agents*, abilitando così i processi di innovazione e quindi lo sviluppo economico.

### La nuova frontiera della formazione: l'*e-learning*

L'avvento delle TIC nell'economia moderna e la diffusione della rete Internet a livello mondiale ha portato ad una rivoluzione anche nel modo di fare formazione, introducendo una nuova filosofia formativa che è l'*e-learning*. La formazione, infatti, avvalendosi di nuovi strumenti è oggi fruibile da tutti gli individui, in quanto assolutamente svincolata dai fattori spazio e tempo. È possibile ormai formarsi in ogni parte del mondo, purché si abbia la disponibilità di un computer e di un accesso ad Internet, e la scelta di farlo è legata esclusivamente alle personali esigenze temporali di ciascun individuo.

La crescente importanza dell'*e-learning* è stata sancita anche dalla Commissione Europea che, con l'adozione nel maggio 2000 del "eLearning Action Plan", ha lanciato un'iniziativa comunitaria volta a ridisegnare il modo di fare *education* in Europa, sostenendo i processi di *training* mediante l'uso delle nuove tecnologie multimediali e di Internet, al fine di migliorare la qualità dell'apprendimento<sup>(22)</sup>.

#### Ma cos'è l'*e-learning*?

L'*e-learning* si può definire come una metodologia di insegnamento e apprendimento che coinvolge sia il prodotto sia il processo formativo. Per prodotto formativo si intende ogni tipologia di materiale o contenuto mes-

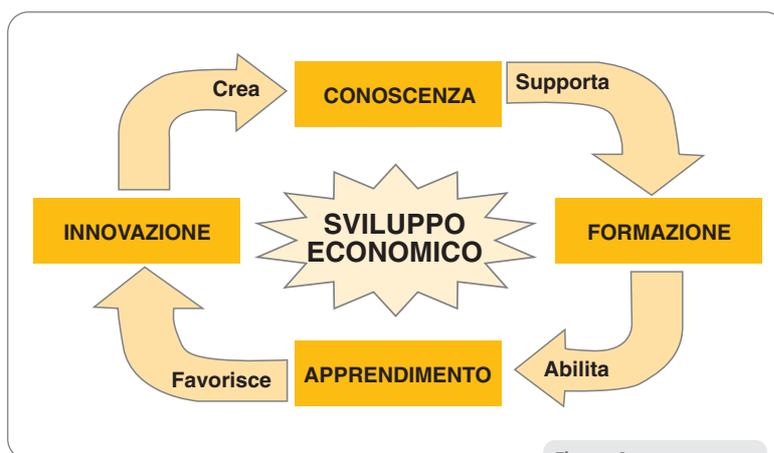


Figura 4  
Il ciclo "Conoscenza-Formazione-Apprendimento-Innovazione"

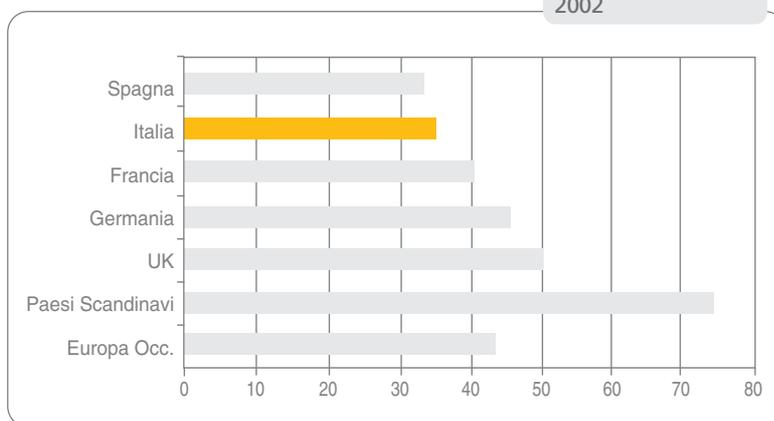
so a disposizione in formato digitale attraverso supporti informatici o di rete. Per processo formativo si intende invece la gestione dell'intero iter didattico che coinvolge gli aspetti di erogazione, fruizione, interazione, valutazione<sup>(23)</sup>.

La diffusione dell'*e-learning* è testimoniata dalla crescita esponenziale del suo mercato nell'ultimo decennio.

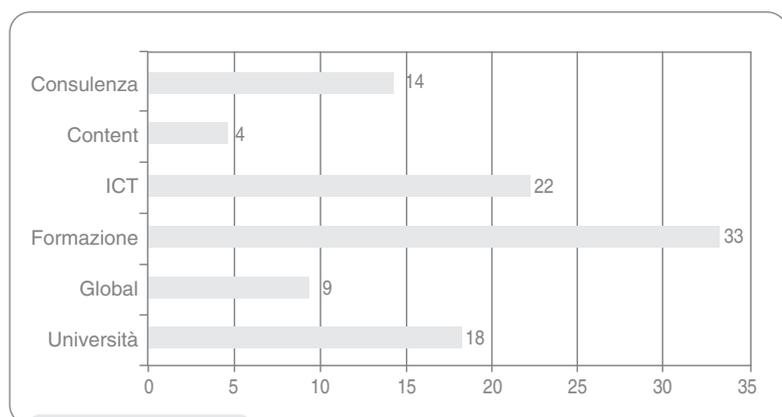
Il mercato mondiale dell'*education* secondo un rapporto IDC è stimato intorno ai 2000 miliardi di dollari mentre nel 2002, il mercato mondiale dell'*e-learning* è stato di 6,6 miliardi, nel 2004 dovrebbe essere superiore ai 23 miliardi per raggiungere nel 2005 i 33 miliardi di dollari.

Gli Stati Uniti dominano il mercato dell'*e-learning*, con una quota che rappresenta i due terzi del mercato globale. Il mercato mondiale dei software, dei prodotti e dei servizi relativi all'*education* sono prevalentemente

Figura 5  
La percentuale di popolazione collegata a Internet nel 2002



Fonte: Assintel 2003



**Figura 6**  
La ripartizione percentuale degli operatori dell'offerta di e-learning

Fonte: Anee 2003

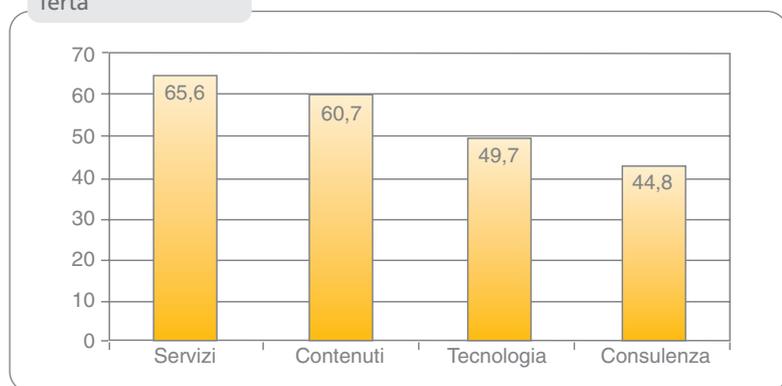
statunitensi, dove già il 50% degli Istituti scolastici superiori offre corsi *on-line* ai propri allievi ed il 90% dei college nel 2003 eroga una parte dei propri corsi in modalità *e-learning*<sup>(24)</sup>.

Il mercato italiano della formazione e dell'*e-learning* è decisamente in ritardo a causa soprattutto di un palese ritardo culturale rispetto all'innovazione; se osserviamo infatti i dati relativi alla diffusione di Internet tra la popolazione, ci possiamo rendere conto di quanto la situazione italiana sia critica da questo punto di vista. L'Italia è uno dei paesi europei con meno accessi ad Internet fra la popolazione.

Lo sviluppo di Internet in Italia nel 2002 è stato solo del 34,8% della popolazione, superando tra i paesi europei solamente la Spagna (figura 5).

Nonostante l'evidente ritardo, il mercato italiano dell'*e-learning* ha comunque enormi potenzialità di crescita.

**Figura 7**  
La penetrazione di contenuti, servizi, tecnologia e consulenza all'interno delle aziende dell'offerta



Fonte: Anee 2003

Per quanto riguarda il mercato aggregato dell'*e-learning* (contenuti, tecnologie e servizi), il valore stimato in Italia nel 2002 è stato di 53,8 milioni di euro e tra il 2001 ed il 2002, la crescita di fatturato del comparto *e-learning* è stata del 102,2%. L'incidenza del mercato *e-learning* in rapporto al valore globale della formazione italiana è stato dell'8,2% nel 2003 con una previsione dell'17,1% nel 2004<sup>(25)</sup>.

### Chi fa e-learning in Italia?

La ripartizione percentuale degli operatori dell'offerta di *e-learning* mostra che ad oggi non esiste in Italia una forte concentrazione dell'offerta almeno dal punto di vista quantitativo (figura 6).

La presenza più importante nell'offerta di *e-learning* è data dalle società di formazione che coprono il 33% degli operatori complessivi e la segmentazione dell'offerta in contenuti, servizi, tecnologie e consulenza, evidenzia il ruolo sempre più strategico dei contenuti e dei servizi per il comparto dell'*e-learning* (figura 7).

### Politiche a sostegno dell'innovazione nella Learning Economy

Appare ormai palese che la strada per lo sviluppo economico ed il benessere passa attraverso la formazione e l'innovazione. La strategia da adottare comunque non è semplice visto che il problema è annoso e complesso. Le politiche nazionali si sono concentrate, nel migliore dei casi, sul potenziamento degli investimenti pubblici e privati in ricerca e sviluppo (R&S). Gli investimenti in R&S sono sicuramente un fattore indispensabile ma non sono sufficienti per far riprendere l'economia, occorre creare e diffondere una nuova cultura innovativa che coinvolga tutti gli *stakeholder* del territorio, pubblici e privati.

Gregersen sostiene che solo un "sistema nazionale di innovazione" può dare risultati concreti di sviluppo.

Le *performance* innovative di un'economia dipendono non solo da come le specifiche organizzazioni operano, ma anche da come queste interagiscono tra di loro e con gli *stakeholder* pubblici nella produzione e distribuzione di *Knowledge*.

Per sostenere lo sviluppo economico, occorre quindi, che tutti gli attori del sistema siano pro-attivi nella creazione e diffusione della conoscenza a supporto dei processi di formazione ed innovazione.

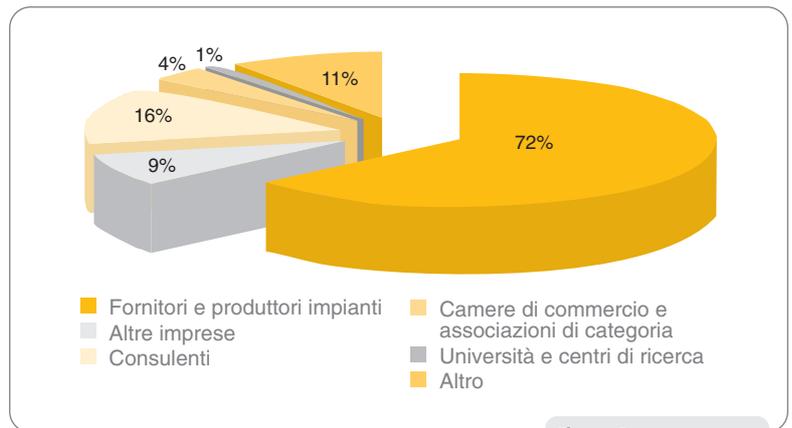
Nell'innovazione del sistema nazionale è l'apprendimento interattivo dato dall'interazione fra i diversi attori del sistema (imprese, organizzazioni, governo, consumatori ecc.), che influenza le performance innovative di una economia nazionale<sup>(26)</sup>.

In Italia non mancano le competenze e la conoscenza, come dimostrano i tanti Istituti di Ricerca e le Università presenti sul territorio, ma manca una cultura collaborativa fra gli *stakeholder* pubblici e privati; viviamo in un sistema in cui la conoscenza creata sul territorio stagna all'interno delle strutture che l'hanno generata.

In questa direzione è il risultato di un'indagine svolta da Unioncamere nel 2003, da cui risulta che le imprese italiane non considerano gli enti pubblici come gli interlocutori privilegiati a cui rivolgersi per realizzare gli investimenti; solo l'1% delle imprese intervistate, intraprende contatti con le Università e i Centri di Ricerca per sostenere investimenti (figura 8).

È evidente come le imprese e la ricerca in Italia viaggino su binari paralleli, con linguaggi e obiettivi spesso divergenti. La mancanza di interazione tra il mondo della ricerca ed i *business agent* impedisce la distribuzione della conoscenza e quindi inibisce i processi di innovazione nel sistema.

Le Università e gli Enti di Ricerca devono cercare di conquistare la fiducia del mondo imprenditoriale e di costruire un "ponte" con le imprese, solo in questo modo il trasferimento tecnologico e la cultura scientifica potranno divenire un canale per lo sviluppo.



Fonte: UnionCamere 2003

**Figura 8**  
Contatti intrapresi dalle imprese italiane per la realizzazione degli investimenti nel 2003

### La piattaforma e-learning dell'ENEA

L'ENEA è un attore privilegiato in Italia, in quanto detentore per definizione di *knowledge* e competenze altamente specialistiche a supporto dell'innovazione. L'Ente si avvale di 1521 laureati e 1239 diplomati che svolgono ricerca di base ed applicata e innovazione tecnologica a tempo pieno.

L'ENEA è da tempo impegnato nei processi di trasferimento di *knowledge* alle imprese e nelle scuole, come dimostrano le tante iniziative di trasferimento tecnologico effettuate sul territorio e le tante collaborazioni con le scuole di ogni ordine e grado. L'Ente si è da sempre fatto promotore infatti della diffusione ed il trasferimento dei risultati della propria ricerca, favorendo la valorizzazione a fini produttivi e sociali, promuovendo, sostenendo e favorendo i processi di innovazione tecnologica del sistema produttivo nazionale, in particolare delle piccole e medie imprese.

Proprio in virtù dell'importanza della formazione nei processi di innovazione nella Learning Economy, l'ENEA ha sviluppato una piattaforma di *e-learning* per far sì che il *knowledge* e le competenze generate all'interno dell'ente fossero trasferite, attraverso la formazione, al maggior numero di individui possibile ed in particolare agli operatori delle piccole e medie imprese. La piattaforma *e-learning* ENEA nasce nel

1996, grazie ad un progetto nazionale ADAPT finanziato dal Fondo Sociale Europeo. L'obiettivo iniziale era la riqualificazione e l'aggiornamento di quei lavoratori che a causa delle precarie competenze professionali, rischiavano di perdere il lavoro. Oggi, la piattaforma *e-learning* dell'ENEA è una realtà consolidata, con più di 12.000 iscritti di cui 5.800 solo nel 2003 e con 38 corsi *on-line* che saranno raddoppiati per la fine del 2004.

La cultura è un bene collettivo e un diritto per tutti, ecco perché l'accesso ai corsi online ENEA è aperto a chiunque ed è gratuito. Un progetto analogo si sta realizzando nel Massachusetts Institute of Technology (MIT) attraverso l'OpenCourse Ware, che prevede nell'arco di dieci anni la pubblicazione integrale di oltre 2000 corsi per un finanziamento di oltre 100 milioni di dollari. Ci si rende conto, quindi, che trarre profitto dalla vendita dei corsi è meno interessante di quanto non lo sia una disseminazione, quanto più estesa possibile, dell'attività intellettuale<sup>(27)</sup>.

La piattaforma *e-learning* dell'ENEA è stata realizzata seguendo, passo dopo passo, i suggerimenti degli utenti stessi, cercando di realizzare uno strumento operativo quanto più vicino possibile alle reali esigenze dei

fruitori dei servizi e dei contenuti della Piattaforma.

La filosofia di formazione *on-line* adottata dall'ENEA è dettata dall'esigenza degli utenti finali, che, essendo fortemente motivati ad apprendere, chiedono una formazione assolutamente libera, sia in termini di tempi che di modalità di fruizione del servizio. L'ENEA offre un sistema che si può considerare quindi di autoformazione della propria utenza, in modo tale che i propri discendenti siano liberi di imparare quello che vogliono, quando lo vogliono e dove lo vogliono. Nel progettare il sistema di formazione online è stato adottato come modello di riferimento lo standard internazionale IEEE P1484 (2001-04-06) "Learning Technology Systems Architecture (LTSA)".

L'architettura della piattaforma *e-learning* è il risultato di anni di lavoro e sperimentazione sul campo di un pool di ricercatori, che ha permesso di realizzare un prodotto riconosciuto e apprezzato a livello internazionale per le sue funzionalità assolutamente innovative. L'Usability Laboratory dell'ENEA ha implementato la IV generazione della piattaforma, supportata da una struttura architettonica chiamata Matrix 3.

Attualmente la piattaforma *e-learning* ENEA, in termini di contenuti, servizi offerti e deli-

Figura 9  
Home page del sito  
*e-learning* dell'ENEA



| Società          | Contenuti |        | Servizi        |           |            | Delivery |                  |
|------------------|-----------|--------|----------------|-----------|------------|----------|------------------|
|                  | IT        | Non IT | Custom Content | Mentoring | Consulting | LMS      | SW collaborativo |
| ACADEMY 365      |           |        |                |           |            |          |                  |
| CENTRA           |           |        |                |           |            |          |                  |
| DOCENT           |           |        |                |           |            |          |                  |
| ELEA             |           |        |                |           |            |          |                  |
| IBM              |           |        |                |           |            |          |                  |
| ISVOR            |           |        |                |           |            |          |                  |
| HP               |           |        |                |           |            |          |                  |
| NETG             |           |        |                |           |            |          |                  |
| SFERA            |           |        |                |           |            |          |                  |
| SDA BOCCONI      |           |        |                |           |            |          |                  |
| SABA             |           |        |                |           |            |          |                  |
| OPERA MULTIMEDIA |           |        |                |           |            |          |                  |
| ENEA             |           |        |                |           |            |          |                  |

Fonte: elaborazioni ENEA dati rapporto ASSINTEL e-learning 2003

**Tabella 1**  
Confronto con alcune delle principali piattaforme e-learning presenti sul mercato

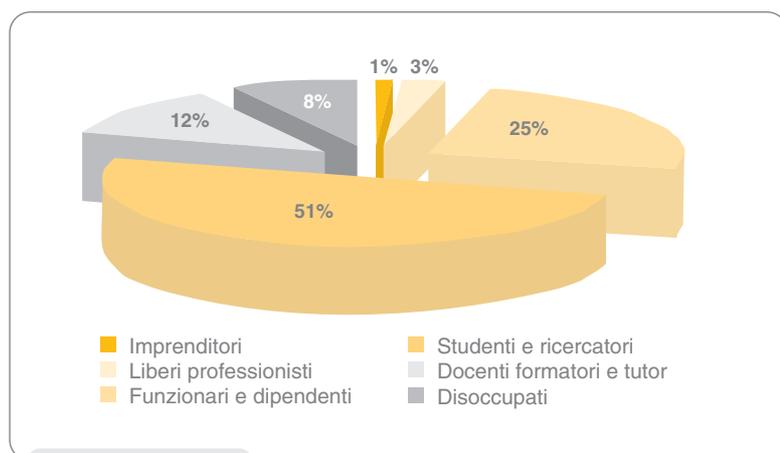
very, è di altissimo livello internazionale, come si evince dal confronto con alcune delle principali piattaforme e-learning presenti sul mercato (tabella 1). Il sito e-learning dell'ENEA è visitabile all'indirizzo web <http://odl.casaccia.enea.it> (figura 9).

Il sito offre diversi servizi volti a facilitare la partecipazione didattica dei discenti; sono

disponibili ad esempio glossari per i termini tecnici utilizzati nei corsi, trailer di presentazione del sito FAD, un Forum per consentire la comunicazione asincrona fra i diversi partecipanti, le statistiche sugli utenti dei corsi ENEA, un servizio documentale con articoli e pubblicazioni sulle tematiche attinenti i corsi e sull'e-learning in generale e



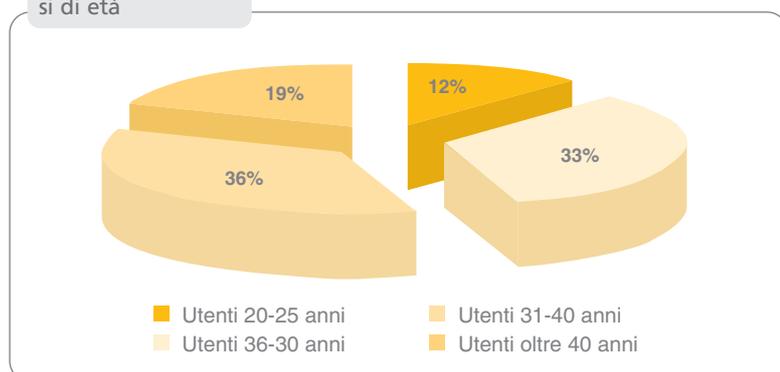
**Figura 10**  
Servizi della piattaforma di e-learning dell'ENEA



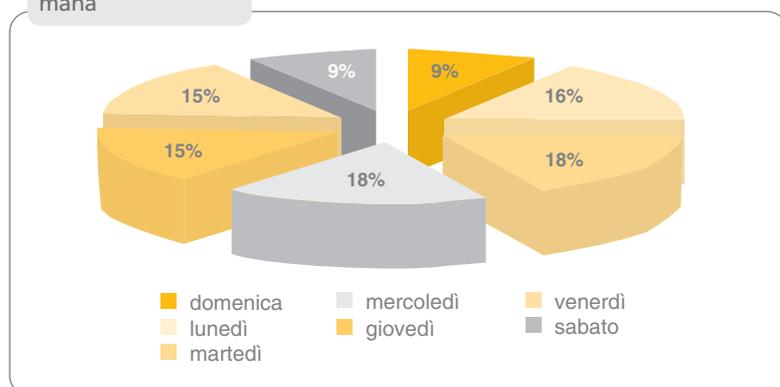
**Figura 11**  
Distribuzione percentuale degli utenti ai corsi FAD per categoria

le *news*, con le indicazioni su eventi, convegni e notizie relative all'*e-learning* (figura 10). Il servizio di Net-Seminar permette di poter effettuare seminari *on-line*, mettendo in collegamento real-time un docente con la sua classe virtuale.

**Figura 12**  
Distribuzione degli utenti FAD per classi di età



**Figura 13**  
Distribuzione percentuale degli accessi FAD da parte degli utenti in relazione ai giorni della settimana



È possibile con Net-Seminar seguire contemporaneamente il video dell'intervento del docente in tempo reale, leggere le sue *slide* e poter interagire con lo stesso attra-

verso una *chat-line*, permettendo in tal modo, in un futuro che si spera non lontano, di avere un trasferimento diretto di conoscenza. La piattaforma *e-learning* ENEA offre anche un servizio di tutoraggio, avente lo scopo di fornire un sostegno didattico e motivazionale agli studenti per tutta la durata del percorso formativo.

I discenti possono contattare i tutor, che spesso sono gli stessi docenti dei corsi, attraverso e-mail, telefono e fax.

La fruizione dei corsi FAD proposti dell'ENEA, avviene esclusivamente in modalità *on-line*.

L'ENEA, al fine di venire incontro all'esigenza di molti di avere un "certificato" delle competenze acquisite piuttosto che un semplice attestato, ha in essere un accordo con il centro CARID, Centro di Ateneo per la Ricerca l'Innovazione Didattica e l'Istruzione a Distanza, dell'Università degli Studi di Ferrara (<http://carid.unife.it>).

Questo accordo prevede che alcuni insegnamenti costituiscano il corso di perfezionamento "Produzione di beni e servizi di qualità: principi, metodologie, tecniche e strumenti", riconosciuto dal CARID dell'Università di Ferrara in termini di 30 crediti formativi. Inoltre gli stessi corsi costituiscono una parte di un master: "Sistemi e tecnologie della comunicazione nelle organizzazioni".

I corsi attualmente disponibili sul sito FAD dell'ENEA sono trenta e attengono a tematiche quali la qualità, l'ambiente, la sicurezza, l'informatica, il marketing, le biotecnologie, l'impiantistica e tante altre ancora. Nel corso del 2004 i corsi *on-line* saranno raddoppiati.

### Chi sono gli utenti FAD dell'ENEA?

Dalle statistiche realizzate grazie all'elaborazione dei questionari compilati dagli stessi discenti dei corsi *on-line* ENEA, emerge che la maggior parte di loro sono funzionari, dipendenti e liberi professionisti (76%) (figura 11), di età compresa per lo più tra i 26 e i 40 anni (69%) (figura 12).

Molto interessante risulta l'analisi delle modalità di fruizione dei corsi FAD ENEA da parte dei discenti; il 18% dei discenti segue i corsi on-line anche il sabato e la domenica (figura 13) ed il 49% di loro (figura 14) lo fa fuori dalle fasce orarie lavorative (dalle ore 16:00 alle ore 08:00).

Il livello di soddisfazione dei discenti per i contenuti ed i servizi offerti dalla Piattaforma *e-learning* ENEA è estremamente elevato (figura 15), considerando che il 92% di loro è più che soddisfatto.

## Conclusioni

In Italia l'*e-learning* dell'ENEA è un caso unico nel suo genere.

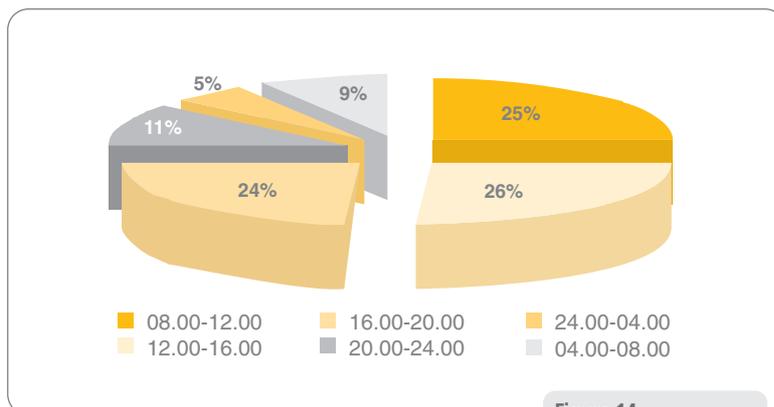
Il sistema di formazione a distanza dell'ENEA, oltre che rappresentare un eccezionale "catalizzatore" di *knowledge* verso il sistema impresa, è un vero e proprio "ponte" tra la ricerca italiana e le imprese.

Attraverso la formazione, l'Ente tenta di instaurare un rapporto privilegiato e di fiducia con i propri discenti che spesso sono imprenditori, funzionari e *decision maker*. Il consolidamento di questo rapporto di fiducia non può che favorire la collaborazione e conseguentemente l'avvio di percorsi comuni che creano sviluppo.

Le *performance* innovative di un'economia dipendono essenzialmente da come gli *stakeholder* di un territorio interagiscono tra di loro nella produzione e distribuzione della conoscenza.

L'ENEA come ente di ricerca garantisce al sistema la creazione di un elevato livello di conoscenza e, grazie alla formazione a distanza, sostiene la distribuzione della conoscenza creata, permettendo l'innalzamento del livello di competenza del sistema nazionale e quindi contribuendo al potenziale aumento delle *performance* innovative dell'economia.

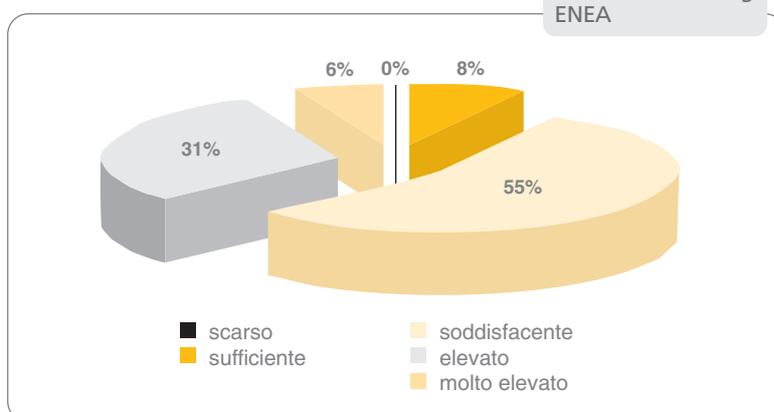
La piattaforma *e-learning* ENEA rafforza il



**Figura 14**  
Distribuzione percentuale degli accessi ai corsi FAD d parte degli utenti in relazione alle fasce orarie

ciclo virtuoso, Conoscenza-Formazione-Apprendimento-Innovazione, in quanto la formazione a distanza accelera i processi di formazione e di apprendimento del sistema. Attualmente i corsi FAD ENEA sono solo in lingua italiana, ma l'obiettivo è quello di tradurli anche in altre lingue per renderli fruibili a livello internazionale.

La piattaforma *e-learning* dell'ENEA rappresenta un passo avanti verso una nuova cultura innovativa del Paese, sicuramente da solo non basta per cambiare il sistema, ma comunque è un successo, come testimoniano le tante lettere di ringraziamento che ci giungono ogni giorno da coloro che hanno seguito i corsi *on-line* e che grazie a questi, hanno trovato un posto di lavoro, sono cresciuti professionalmente o che semplicemente si sono riqualificati.



**Figura 15**  
Grado di soddisfazione delle aspettative dell'utente per contenuti e servizi offerti dalla piattaforma *e-learning* ENEA

## Note

- (1) VACCÀ S. (1996), *L'internazionalizzazione del capitalismo occidentale e lo sviluppo delle economie emergenti dell'estremo oriente*, Economia e Politica Industriale, n. 91, settembre.
- (2) LUNDVALL B.A. (1994), *The Learning Economy: challenges to Economic Theory and Policy*. Pubblicazione presentata alla "EAEPE Conference". Copenhagen.
- (3) DRUCKER P.F. (1996), *Il grande cambiamento Imprese e manager nell'età dell'istruzione*, Sperling & Kupfer, Milano.
- (4) OECD (1996), *The Knowledge based Economy*, Parigi.
- (5) COM(2003), *Innovation policy: updating the Union's approach in the context of the Lisbon strategy*, 11 marzo 2003.
- (6) COM (1995), 688.
- (7) SCHUMPETER J. (1939), *Business Cycles: Theoretical Historical and Statistical Analysis of the capitalist process*, New York; Mac Graw-Hill.
- (8) HAMEL G., PRAHALAD C.K. (1994), *Competing for the future*, Harvard Business School Press, Boston, Mass.
- (9) *Rapporto innovazione e tecnologie digitali in Italia*, Ministero per l'Innovazione e le Tecnologie (2003).
- (10) SEC(2002) 1349, *Quadro di valutazione dell'innovazione in Europa 2002*, Bruxelles 9 dicembre 2002.
- (11) OVI A. (2004), *L'ingegneria nella competizione globale*, Technology Review, gennaio 2004.
- (12) COM(2003) 26 final (2003), *Thinking small in a enlarging Europe*, Bruxelles, 21 gennaio 2003.
- (13) MORENO A. (2003), *La difficoltà del trasferimento tecnologico e la formazione a distanza promossa dall'ENEA*, Argomenti, settembre 2003.
- (14) Consiglio Europeo di Colonia (1999), giugno 1999.
- (15) SMITH K. (2002), *What's the knowledge economy? Knowledge intensity and distributed knowledge bases*. UN/INTECH discussion paper, Maastricht.
- (16) Elaborazioni ENEA dati Eurostat 2002.
- (17) Elaborazioni ENEA dati Eurostat 2002.
- (18) LUNDVALL B.Å., (1996), *The Social Dimension of the Learning Economy*, DRUID Working Paper, No 1, April, Department of Business Studies, Aalborg University.
- (19) GREGENSEN B. (2001), *Learning Economy, Innovation Systems and Development*, Department of Business Studies Aalborg University.
- (20) MERIC S. GERTLER (2001), DAVID A. WOLFE, *Innovation and social learning: institutional adaption in an era of technological change*.
- (21) *Thematic innovation scoreboard – life long learning for innovation*, Technical paper n. 5 EIS 2002.
- (22) *The eLearning Action Plan – Designing tomorrow's education – COM(2001) 172 final*, Bruxelles 28 marzo 2001.
- (23) Anee 2003.
- (24) Rapporto Assintel 2003 sull'e-learning.
- (25) Osservatorio Anee ((2001), *eLearning. Stato dell'arte e prospettive di sviluppo*, APOGEO 2004.
- (26) GREGENSEN B. (2001), *Learning Economy, Innovation Systems and Development*, Department of Business Studies Aalborg University.
- (27) COSTA M. (2002), *L'economia della formazione*, UTET Torino.

## Bibliografia

- Anee (2004), *eLearning. Stato dell'arte e prospettive di sviluppo*, APOGEO.
- Assintel, Rapporto 2003 sull'e-learning.
- COM(2003), *Innovation policy: updating the Union's approach in the context of the Lisbon strategy*, 2003.
- COM (1995), 688.
- COM (2003) 26 final, *Thinking small in a enlarging Europe*, Bruxelles, 2003.
- COM(2001) 172 final, *The eLearning Action Plan – Designing tomorrow's education*, Bruxelles, 2001.
- COSTA M., *L'economia della formazione*, UTET Torino, 2002.
- DRUCKER P.F. (1996), *Il grande cambiamento Imprese e manager nell'età dell'istruzione*, Sperling & Kupfer, Milano.
- EIS (2002), *Thematic innovation scoreboard – life long learning for innovation* - Technical paper n. 5.
- Eurostat (2003).
- FONTANA F. (2003), *An advanced platform to provide network services for cooperative-works and e-learning: Active Web MATRIX*, World Conference on Educational Multimedia, Hypermedia and Telecommunications (EDMEDIA).
- GREGENSEN B. (2001), *Learning Economy, Innovation Systems and Development*, Department of Business Studies Aalborg University
- HAMEL G., PRAHALAD C.K. (1994), *Competing for the future*, Harvard Business School Press, Boston, Mass., <http://odl.casaccia.enea.it> .
- LUNDVALL B.A. (1994), *The Learning Economy: challenges to Economic Theory and Policy*. Pubblicazione alla "EAEPE Conference". Copenhagen.
- LUNDVALL B.A. (1996), *The Social Dimension of the Learning Economy*, Druid Working Paper, No 1, April, Department of Business Studies, Aalborg University.
- MINISTERO PER L'INNOVAZIONE E LE TECNOLOGIE, *Rapporto innovazione e tecnologie digitali in Italia* (2003).
- MORENO A. (2003), *La difficoltà del trasferimento tecnologico e la formazione a distanza promossa dall'ENEA*, Argomenti n. 9, settembre 2003.
- OECD (1996), *The Knowledge based Economy*, Parigi.
- OVI A., *L'ingegneria nella competizione globale*, Technology Review, gennaio 2004.
- SCHUMPETER J. (1939), *Business Cycles: Theoretical Historical and Statistical Analysis of the capitalist process*, New York; Mac Graw-Hill.
- SEC (2002) 1349 (2002), *Quadro di valutazione dell'innovazione in Europa 2002*, Bruxelles 9 dicembre 2002.
- SMITH K. *What's the knowledge economy? Knowledge intensity and distributed knowledge bases*. UN/INTECH discussion paper, Maastricht 2002.
- UNIONCAMERE (2003), *Azienda Italia, Quali strategie per lo sviluppo della competitività*, dossier.
- VACCÀ S. (1996), *L'internazionalizzazione del capitalismo occidentale e lo sviluppo delle economie emergenti dell'estremo oriente*, Economia e Politica Industriale, n. 91, settembre.
- WOLFE DAVID A., GERTLER MERIC S. (2001), *Innovation and social learning: institutional adaption in an era of technological change*.

# La **comunicazione scientifica** *on-line*

**LAURA MASSOLI**  
**ENEA**  
Relazioni Esterne

I modelli e le strategie di presentazione e comunicazione degli enti di ricerca italiani analizzati attraverso i loro siti web

studi & ricerche

## *On-line* **scientific communication**

### **Abstract**

*Internet has changed the communication models and strategies adopted by government agencies. Websites are now among the principal interfaces they use to present information and to contact and interact with their agencies. This study investigated the quality of Italian public research agencies' websites and the communication and positioning strategies implemented through them. More than 40 sites were analysed in terms of five indicators (home page content and organisation, functionality and interactivity, scientific characterisation, usability and accessibility). The salient feature they share is that they present the organisation's activities, structures and projects, rather than offer services to users. The study was made by students from the Communication Science Faculty of "La Sapienza" University of Rome, in a group project co-ordinated by Laura Massoli for Prof. Franca Faccioli's course on Public Communication*

La rilevazione sui siti analizzati è stata effettuata da studenti universitari della Facoltà di Scienze della Comunicazione dell'Università "La Sapienza" di Roma, nell'ambito di un lavoro di gruppo, coordinato da Laura Massoli, svolto durante il Corso di Comunicazione Pubblica della prof. Franca Faccioli.

Gli studenti coinvolti sono i seguenti: Angela Biondillo, Elisa Calò, Liano Capicotto, Luisa Chiellino, Antonio Colozzi, Paolo Germanotta, Nicole Gelfusa, Barbara Gigliotti, Erminia Grippo, Francesca Innocente, Serena La Manna, Maria Luisa Mazzucco, Francesca Mercurio, Francesco Miano, Marco Molinari, Valentina Novelli, Laura Manuela Maria Portesi, Marco Riviello, Giuseppina Tenore, Marina Tenore, Laura Turco, Iacopo Virgili, Alice Zaratti.

e numerose ricerche<sup>1</sup> svolte in Italia negli ultimi anni sulla presenza in rete delle amministrazioni pubbliche, testimoniano da un lato un crescente interesse per il fenomeno della *web-communication*, dall'altro la consapevolezza e necessità, avvertita dalla sfera pubblica, di riposizionarsi e porre in atto una serie di strategie di comunicazione innovativa verso i propri pubblici di riferimento. Dal punto di vista della nuova "consapevolezza comunicativa", la pubblica amministrazione ha iniziato un percorso di rinnovamento a partire dai primi anni 90, con le leggi 142 e 241 che sanciscono i diritti di partecipazione e accesso ai procedimenti e alle strutture, nonché di trasparenza dell'azione amministrativa stessa.

Tale percorso culmina con la legge 150/2000, che riconosce, legittima e fa diventare obbligatoria l'attività di informazione e di comunicazione nelle istituzioni pubbliche e individua strumenti e professionalità specifiche ad essa dedicate.

Per quanto concerne invece il ruolo delle nuove tecnologie come volano nei processi di comunicazione pubblica, vale la pena citare Chris Freeman che, nel saggio *Lavoro per tutti o disoccupazione di massa?*, dopo aver ricordato le teorie di Schumpeter a proposito del ruolo determinante delle innovazioni tecniche e della loro diffusione, evidenzia il parallelismo storico che si può stabilire tra effetti economici dell'elettrificazione e penetrazione delle tecnologie dell'informazione e della comunicazione (ICT). Al pari dell'energia elettrica, le ICT costituiscono tecnologie completamente nuove che riguardano tutti i settori, tutte le produzioni, l'intera società.

Il processo di rinnovamento mediato e veicolato dalle nuove tecnologie risulta particolarmente evidente nel caso delle Amministrazioni locali dello Stato, quelle cioè a più diretto contatto con il cittadino, nell'interazione e/o nell'erogazione del servizio. Dall'ultimo rapporto RUR-Censis "Città Digitali" emergono infatti dati quantitativi abbastanza positivi, per cui "tutte le Regioni

e le Province hanno un sito internet" (...), ed è "aumentata rispetto agli anni passati la capacità di tenere i siti aggiornati". Da un punto di vista più qualitativo, nel rapporto, si mette in evidenza come le amministrazioni pubbliche telematiche stiano attraversando un percorso che, dalla fase pionieristica delle reti civiche, passi per quella intermedia dell'istituzionalizzazione, in cui "il sito internet diventa uno dei canali principali di comunicazione istituzionale", fino a quella finale, ancora intrapresa solo in parte, della professionalizzazione dei servizi, per cui il sito web è lo strumento per promuovere servizi avanzati alle famiglie e alle aziende<sup>2</sup>. A questo proposito il Ministro per l'Innovazione e le Tecnologie ricorda ancora che l'utilizzo dei siti web istituzionali "rappresenta lo strumento più immediato a disposizione delle amministrazioni per lo sviluppo dei servizi in rete".

Ad ulteriore supporto di quanto detto, ci sono i dati di un'indagine AIPA<sup>3</sup> del 2002, che prende in considerazione anche le amministrazioni centrali e da cui emerge che i 465 siti censiti (163 di amministrazioni centrali, 302 di enti pubblici non economici) sviluppano un totale di circa 90 milioni di visite annuali<sup>4</sup>.

Si tratta di dati significativi che danno un'idea delle dimensioni dell'interesse al contatto *on-line* con la Pubblica Amministrazione da parte dei cittadini e delle imprese.

Dal lato della domanda di innovazione telematica, e quindi dal lato dei cittadini-utenti riportiamo altri dati interessanti:

- la crescita degli utenti internet, che si attesta a quasi 22 milioni nel 1° semestre 2003<sup>5</sup>;
- la maggiore disponibilità di collegamenti internet: da 920.000 nel 1999 a 6.410.000 nel 1° semestre 2003<sup>6</sup>.
- la sempre maggiore diffusione delle piattaforme tecnologiche nelle famiglie, che appare così distribuita: cellulare personale 86% (+9,2% rispetto al 2002); PC 51% (+14,2); internet 34% (+19,1%); ricezione satellitare 24% (+16,1%)<sup>7</sup>.

| Miglioramento PA<br>tramite Internet | Livello di istruzione  |      |                    |      |                    |      |            |      |            |      |
|--------------------------------------|------------------------|------|--------------------|------|--------------------|------|------------|------|------------|------|
|                                      | Nessuno/<br>Elementare |      | Media<br>inferiore |      | Media<br>superiore |      | Laurea     |      | Totale     |      |
|                                      | 2000                   | 2003 | 2000               | 2003 | 2000               | 2003 | 2000       | 2003 | 2000       | 2003 |
| Molto                                | 28,1                   | 43,0 | 44,9               | 52,5 | 53,5               | 54,7 | 56,9       | 69,4 | 45,6       | 52,6 |
| Abbastanza                           | 33,0                   | 34,5 | 33,0               | 37,2 | 36,6               | 37,3 | 36,7       | 28,1 | 34,7       | 36,0 |
| Poco                                 | 11,7                   | 13,3 | 8,1                | 8,1  | 5,7                | 6,3  | 5,1        | 1,9  | 7,7        | 8,1  |
| Non so                               | 27,2                   | 9,2  | 14,0               | 2,2  | 4,2                | 1,7  | 1,3        | 0,6  | 12,0       | 3,3  |
| <b>Totale</b>                        | <b>100</b>             |      | <b>100</b>         |      | <b>100</b>         |      | <b>100</b> |      | <b>100</b> |      |

Tabella 1

Internet può migliorare la qualità dei servizi della PA? Valutazione per titolo di studio (valore in %)

Fonte: Censis e Forum PA, *Cittadini digitali*, 2003

- una percezione positiva del ruolo dell'innovazione tecnologica (in particolare internet e la rete web) come strumento per migliorare la qualità dei servizi nella pubblica amministrazione (tabella 1).

Nel voler brevemente commentare questi dati va detto che esiste una convergenza tra la spinta, da parte delle amministrazioni pubbliche, di servirsi della rete come strumento di comunicazione con gli utenti e di promozione del proprio (interno) rinnovamento, e l'interesse effettivo da parte dei cittadini verso tali modalità innovative di comunicazione e di fruizione di servizi.

Tale tendenza di fondo pone quindi l'accento sul ruolo che internet sta guadagnando all'interno della pubblica amministrazione, il quale da semplice strumento facilitatore di processi, si sta ormai affermando anche come nuovo modello organizzativo<sup>8</sup>, che tende ad incidere sulla struttura stessa e sul modo in cui tale struttura si relaziona all'esterno.

## Presentazione della ricerca

### Perché un'analisi sui siti web di enti di ricerca italiani

Nel contesto di riferimento appena delineato, l'indagine sviluppata ha inteso indagare la qualità dei siti web di un "sotto-gruppo" di enti all'interno della pubblica amministrazione centrale, quello degli enti di ricerca, e le strategie di comunicazione e di posizionamento messe in atto attraverso i propri siti.

L'universo di indagine prescelto si pre-

senta significativo e peculiare per alcune ragioni:

- non esistono tuttora studi o ricerche specifiche sulla comunicazione web di tali enti<sup>9</sup>, se non inseriti in maniera frammentata ed in contesti di indagine più ampi e dunque meno attenti alle peculiarità che li caratterizzano;
- gli enti di ricerca si contraddistinguono per un modello comunicativo abbastanza particolare, poiché non rientrano di fatto nei cosiddetti "enti di prestazione", quelli che cioè offrono dei servizi specifici ai propri utenti (quali per esempio gli enti previdenziali o quelli locali). Questa peculiarità incide certamente sul modello comunicativo prescelto dall'ente che non ha un contatto diretto con i propri utenti. Gregorio Arena, a tal proposito, sottolinea come "la migliore forma di comunicazione che un'amministrazione pubblica possa attuare passa attraverso il proprio comportamento durante l'erogazione del servizio, purché quest'ultimo sia un comportamento consapevole del suo essere anche comunicazione"<sup>10</sup>. Questo non vuol dire chiaramente che gli enti di ricerca non offrano in alcun modo servizi, ma più semplicemente che il ruolo del servizio si caratterizza in maniera diversa: da un lato attraverso l'individuazione di un pubblico di riferimento più di nicchia, dall'altro attraverso un'offerta di consulenza maggiormente rivolta ad altri soggetti pubblici o privati (imprese od altre amministrazioni), più che a singoli cittadini;
- le peculiarità della comunicazione scientifica nel contesto della comunicazione

pubblica. Il discorso sulla comunicazione attraverso internet, si lega infatti, nel caso degli enti pubblici di ricerca, irrimediabilmente, con quello sulla comunicazione scientifica. Cartesio diceva, "La scienza è come una donna: se rimane fedele al marito è onorata, se diventa pubblica si avvilisce". Questa convinzione ha lungamente caratterizzato (e per molti aspetti caratterizza ancora) l'approccio scientifico alla comunicazione, per cui divulgare era considerato quasi come disperdere la propria conoscenza. Oggi tale convinzione sta cambiando, anche grazie al nuovo ruolo delle tecnologie della comunicazione, che ampliano a dismisura la circolazione di informazione e ridimensionano le distanze spaziali e temporali. In questo senso il sito internet, che rappresenta un'importante interfaccia comunicativa dell'ente di ricerca, assolve la duplice funzione di strumento di comunicazione pubblica e di divulgazione scientifica. Particolarmente interessante è quindi (e rientra senz'altro tra i fini dell'indagine proposta) studiare come e se, viene strutturata e proposta questa duplice funzione comunicativa.

### Obiettivi e struttura della ricerca

Come esplicitato nel paragrafo precedente, l'indagine intende prendere in esame il modo in cui si posizionano sul web i siti degli enti di ricerca, tenendo in considerazione, da un lato i modelli comunicativi attivati, dall'altro le peculiarità di caratterizzazione scientifica. L'indagine è stata strutturata sulla base di un questionario costituito da una sezione qualitativa e da una quantitativa. La parte qualitativa prende in esame:

- *gli obiettivi del sito*, dichiarati direttamente, oppure rilevati in base ai servizi/informazioni offerti. Tale puntualizzazione permette di capire, anche valutandola assieme ad alcuni dati desunti dalla sezione quantitativa, quale approccio (di servizio, di promozione, di istituzionalizzazione) si attua nel sito dell'amministrazione;

- *la struttura del sito*. Riguarda l'organizzazione logica del sito<sup>11</sup>. Riprendendo una tripartizione proposta nel 7° Rapporto "Le città digitali in Italia", tra "sito nucleare, sito patriarcale, sito esteso"<sup>12</sup>, si è cercato di analizzare il modello di organizzazione del sito in termini di struttura del contenuto proposta;
- *il contenuto informativo* del sito: si sono analizzate le informazioni e i servizi presenti nei siti in termini di:
  - presenza di informazione scientifica
  - presenza di servizi di comunicazione bidirezionale tra ente e utente
  - servizi interattivi *on-line*<sup>13</sup>.

Tale tripartizione si è resa necessaria per poter valutare il contenuto informativo di questa tipologia dei siti web senza mettere in secondo piano le peculiarità che li contraddistinguono. Attraverso la griglia è infatti possibile rilevare, da un lato la presenza di sezioni su tematiche (scientifiche) coerenti con la *mission* di tali enti, da un altro la capacità di relazionarsi, eventualmente anche in maniera interattiva con i propri pubblici di riferimento.

La parte quantitativa si basa invece su una griglia di rilevazione, che prevede una serie di indicatori (56) organizzati in 5 aree settoriali. La griglia è stata applicata attraverso una rilevazione diretta dei siti degli enti di ricerca italiani. Nella messa a punto degli indici settoriali si è tentato, a partire dalle già citate indagini italiane simili, di introdurre elementi innovativi che tenessero conto delle particolari caratteristiche e peculiarità di un ente di ricerca (che pure è un ente pubblico) rispetto alle Amministrazioni centrali o locali dello Stato.

Gli indici settoriali proposti sono i seguenti:

- valutazione della *home page*;
- contenuto e organizzazione della *home page*;
- funzionalità ed interattività;
- caratterizzazione scientifica;
- usabilità ed accessibilità.

Rispetto all'indagine Censis-Atenea, "Rapporto di valutazione della PA centrale on

line", che per universo di analisi è probabilmente quella più vicina alla nostra<sup>14</sup>, gli aspetti di affinità valgono per i seguenti tipi di indicatori:

- indicatori relativi a caratteristiche tecniche che rimandano ad aspetti di usabilità ed accessibilità; si tratta infatti di aspetti la cui importanza è universalmente riconosciuta nel contesto generale della Pubblica Amministrazione<sup>15</sup>;
- indicatori relativi alla presenza di forme di interazione e di comunicazione tra ente e utente su contenuti ed informazioni specifiche alla tipologia di attività dell'ente di riferimento;
- indicatori relativi alla presenza di strutture specifiche destinate ad attività di informazione e comunicazione (Ufficio Relazioni per il Pubblico, Ufficio Stampa) e su eventuali servizi da queste offerti. Tali indicatori risultano particolarmente significativi, da un lato per capire come, nel panorama anche legislativo di applicazione della legge 150/2000, si posizionano gli enti pubblici di ricerca, dall'altro per cogliere eventuali particolarità riscontrabili nelle attività di tali strutture e nei servizi svolti;
- indicatori relativi alla caratterizzazione istituzionale dell'ente, che si riferiscono in particolar modo all'organizzazione dell'*home page* e alle modalità relazionali rispetto ad altri soggetti istituzionali o (nel caso specifico) appartenenti al contesto della ricerca.

Nel voler poi qualificare in modo peculiare l'analisi, è stato introdotto l'indice settoriale "Caratterizzazione Scientifica", che contiene una serie di indicatori relativi all'approccio scientifico proposto dall'ente nel proprio sito internet. Gli indicatori analizzano:

- la presenza di contenuti scientifici specifici (es.: informazioni su progetti di ricerca, informazioni su eventuali istituti e dipartimenti);
- l'approfondimento dimostrato nelle tematiche di competenza (rilevato attraverso l'organizzazione di convegni, di seminari, la presenza di pubblicazioni ecc.);

- la padronanza rispetto ai temi trattati (presenza di informazioni scientifiche aggiornate, pubblicazioni su riviste scientifiche);
- la presenza di *output* scientifici (pubblicazioni, brevetti ecc.);
- la disponibilità di strumenti di aggiornamento scientifico (biblioteca, banche dati, catalogo editoriale);
- il *networking* con altri istituti/enti di ricerca (banche dati collegate, percorsi di approfondimento scientifico).

### L'universo di indagine

Sono stati presi in esame i siti degli enti di ricerca italiani, per un totale di 41 siti analizzati.

La scelta dell'universo di indagine è stata così costruita:

- analisi di tutti i siti degli enti di ricerca vigilati dal MIUR<sup>16</sup>, tranne quello dell'Istituto Italiano di Studi Germanici, ancora in allestimento;
- analisi dei siti degli enti di ricerca vigilati dal Ministero della Salute (Istituto Superiore Sanità, Istituto Superiore per la Prevenzione e la Sicurezza del Lavoro, Istituto Italiano di Medicina Sociale);
- analisi dei siti degli enti vigilati del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio (Istituto Centrale per la Ricerca Scientifica e Tecnologica Applicata al Mare, Agenzia per la Protezione dell'Ambiente e i Servizi Tecnici);
- analisi dei siti degli enti vigilati dal Ministero della Difesa (Istituto Nazionale per Studi ed Esperienze di Architettura Navale);
- analisi dei siti degli Istituti centrali del Ministero dei Beni Culturali (Istituto Centrale di Patologia del Libro, Istituto Centrale del Restauro, Opificio delle Pietre Dure, Istituto Centrale per gli Archivi, Istituto Centrale per il Catalogo e la Documentazione);
- analisi dei siti degli enti vigilati dal Ministero per le Politiche Agricole e Forestali (Consiglio per la Ricerca e la Sperimentazione in Agricoltura, Ente

Nazionale delle Sementi Elette, Istituto Nazionale di Ricerca per gli Alimenti e la Nutrizione, Istituto Nazionale di Economia Agraria) e di 2 dei siti degli Istituti e strutture di ricerca afferenti al CRA (Istituto Sperimentale per la Nutrizione delle Piante, Istituto Sperimentale per la Meccanizzazione Agricola), così come previsto nel decreto legislativo 454/99<sup>17</sup>;

- analisi di altri siti di enti ed istituti di ricerca: Istituto per lo Sviluppo della Formazione professionale dei Lavoratori, Istituto di Studi politici, Economici e Sociali, ENEA, Istituto Nazionale di Statistica, Istituto di Studi e Analisi Economica, Fondazione "Ugo Bordoni").

La rilevazione è stata svolta nel periodo 30 dicembre 2003-30 gennaio 2004, per cui non tiene conto di eventuali modifiche ai siti in oggetto proposte in un periodo successivo.

## Presentazione degli indici settoriali

### Valutazione della *home page*

I siti analizzati dimostrano quasi nella totalità una buona riconoscibilità istituzionale grazie alla presenza del logo in *home page* e del titolo del sito (tabella 2); in particolare la totalità dei siti analizzati utilizza in *home page* un titolo specifico, che richiama direttamente il nome stesso dell'istituto/ente di ricerca o il suo acronimo.

**Tabella 2**

Logo istituzionale e titolo del sito in *home page* (valore assoluto)

|                          | Presente | Assente |
|--------------------------|----------|---------|
| Logo in <i>home page</i> | 38       | 3       |
| Titolo per il sito       | 41       | 0       |

Anche per quanto concerne la URL del sito, nell'88% dei casi, gli enti hanno scelto indirizzi semplici da ricordare, che contengono direttamente il nome stesso dell'ente. Fanno eccezione il sito dell'Erbario tropicale di Firenze (<http://www.unifi.it/unifi/erbtrop>) e quello dell'Istituto Nazionale di Alta

Matematica (<http://indam.mat.uniroma1.it>).

Dal punto di vista dell'organizzazione dell'informazione in *home page*, quasi il 44% dei siti analizzati non dispone di una barra di navigazione distinta dal menu di contenuto.

In termini di usabilità questo dato è abbastanza significativo poiché evidenzia la tendenza a non distinguere modalità di navigazione e di contenuti diversi (da un lato l'accesso ai contenuti scientifici del sito, dall'altro la messa a disposizione di strumenti per facilitare la navigazione all'interno del sito, ad esempio la mappa, il motore di ricerca). Fanno comunque eccezione alcuni siti, che non presentano affatto la barra di navigazione, come il sito dell'INDAM, quello dell'ISAE o dell'INRM, che addirittura non riportano un menu nelle pagine interne e quindi per la navigazione è sempre necessario ritornare alla *home page*.

Un altro dato relativo all'usabilità della *home page* riguarda l'eventuale presenza di una finestra e/o banner di apertura, a precedere la *home page* stessa.

Solo 8 siti su 41 (il 19,5%) utilizzano tale modello di navigazione, alcuni come opzione di scelta della lingua, come tutti e tre gli istituti centrali del Ministero dei Beni Culturali (Opificio delle Pietre Dure e Laboratori di Restauro, Istituto Centrale per il Restauro, Istituto Centrale di Patologia del Libro), quasi a voler indicare una scelta stilistica comune di fondo, mentre altri, questo è il caso del CIRA (Centro Italiano Ricerche Aerospaziali), si caratterizzano per la presenza di una pagina introduttiva a caricamento automatico che si reindirizza automaticamente alla *home page*.

Tali scelte risultano tuttavia abbastanza superate e penalizzanti sul fronte dell'usabilità, poiché impongono all'utente un passaggio ulteriore nell'accesso al contenuto, senza prevedere informazione aggiuntiva.

Sul versante delle *news* (figura 1) il 78% dei siti prevede tale tipologia di informazione e oltre la metà (il 56% dei siti analizzati), le dedica uno spazio in *home page*.

## Contenuto e organizzazione della home page

Il secondo indice settoriale riguarda l'analisi del contenuto offerto nei siti, considerandone in particolare gli obiettivi, le tipologie di informazioni presenti, l'eventuale profilazione per argomenti o utenti, l'aggiornamento dei contenuti offerti.

Dall'insieme dei siti analizzati è emersa una prevalenza netta (40/41), tra gli obiettivi dei siti stessi, della presentazione delle proprie linee di ricerca e attività, seguita dalla promozione della propria immagine istituzionale (28/41); risulta invece meno prioritario presentare la propria struttura interna (20/41); solo 19 siti offrono infine opportunità di formazione a studenti (tabella 3).

Trattandosi di istituti di ricerca è positivo riscontrare la tendenza alla presentazione delle proprie linee di ricerca e attività agli utenti garantendo oggettività e specificità dei contenuti; mentre il dato relativo all'offerta di formazione sembra evidenziare la poca apertura all'esterno degli enti stessi.

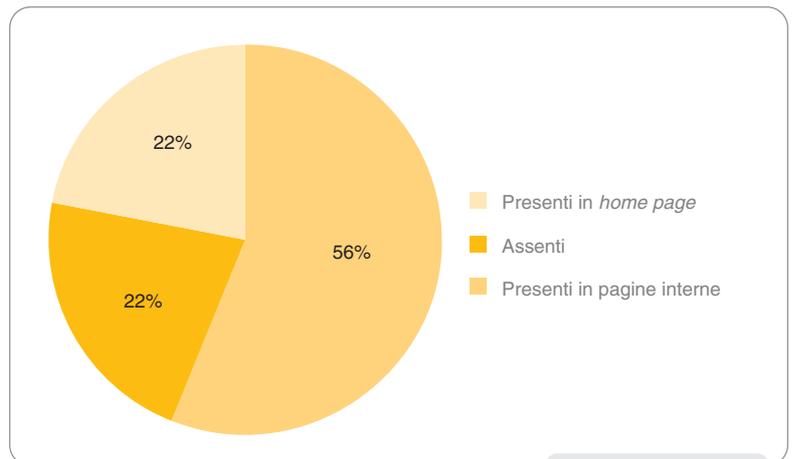
Il sito si caratterizza comunque come uno strumento ottimale di presentazione delle proprie attività, che risultano, in 26 casi su 41, facilmente comprensibili fin dalla *home page*. Tale aspetto qualifica quindi i siti degli enti di ricerca più come "siti vetrina" che tendono dunque a utilizzare web per informare e presentare le proprie attività/progetti/linee di ricerca.

### Aspetti relativi all'organizzazione dei contenuti

Nel valutare in maniera più specifica l'organizzazione dei contenuti all'interno del sito sono stati presi in considerazione due ulteriori aspetti:

- a livello di usabilità, il numero di *link* necessari per accedere ad una linea di attività dell'ente;
- a livello di riconoscibilità semantica i titoli delle pagine interne.

Questi due aspetti sono sembrati particolarmente significativi: il primo perché dà



**Figura 1**  
News in *home page* o in pagine interne (valore in %)

conto della complessità dei contenuti del sito e dell'eventuale difficoltà nell'arrivare ai temi specifici di interesse (le linee dell'attività di ricerca); il secondo in quanto permette di leggere che tipo di attenzione è stata dedicata nell'organizzazione dei contenuti. Rispetto al primo punto, come si evince dalla tabella 4, si nota una buona capacità, da parte dei siti degli enti di ricerca, nell'organizzare i contenuti, poiché in oltre il 50% dei casi sono necessari 1-2 *link* per accedere direttamente ad una delle linee di attività dell'ente. Il risultato è complessivamente buono, se si pensa che per un altro 36,5% i *link* necessari sono al massimo 3.

Anche relativamente al secondo aspetto considerato, cioè la presenza di titoli specifici per le pagine interne, e quindi diversi da quello proposto in *home page*, il dato risulta positivo (tabella 5). L'attenzione riservata al titolo, quale primo elemento che si legge nella pagina web (che si trova in alto a sinistra, nella finestra del *browser*)<sup>18</sup> evidenzia la capacità e la scelta a tematizzare i contenuti in maniera specifica a seconda

**Tabella 3**  
Obiettivi prevalenti del sito (valore assoluto e in %)

|                 | Promuovere la propria immagine istituzionale | Presentare le proprie linee di ricerca/attività | Dare opportunità di formazione a studenti | Presentare la propria struttura interna | Altro |
|-----------------|--|---|---|---|-------|
| Valore assoluto | 28   | 40  | 19  | 20                                      | 1     |
| Valore %*       | 68,3   | 97,5  | 46,3                                      | 48,7                                    | 2,4   |

\* Le percentuali sono superiori al 100 perché la domanda prevedeva più risposte

**Tabella 4**

Numero di *link* necessari per accedere ad una linea di attività dell'ente (valore assoluto e in %)

|                    | Fino a<br>2 <i>link</i> | 3 <i>link</i> | Oltre<br>3 <i>link</i> |
|--------------------|-------------------------|---------------|------------------------|
| Valore assoluto    | 22                      | 15            | 4                      |
| Valore percentuale | 53,7                    | 36,5          | 9,8                    |

**Tabella 5**

Titoli delle pagine interne (valore assoluto e in %)

|                    | Titoli specifici | Riportano lo stesso titolo che in <i>home page</i> | Assenza di un titolo |
|--------------------|------------------|--|----------------------|
| Valore assoluto    | 21               | 20   | 0                    |
| Valore percentuale | 51,2             | 48,8   | /                    |

dell'argomento, fornendo anche una sorta di indicazione e di aiuto al lettore/utente.

Un ulteriore dato relativo ai contenuti è quello che riguarda la presenza di versioni in altre lingue. In questo caso, se pur oltre la metà dei siti analizzati ha una versione inglese (oltre a quella italiana), il dato non può non essere letto come negativo, in quanto nel contesto internazionale della ricerca la lingua di riferimento è certamente quella anglosassone.

Il sito della Stazione Zoologica "Anton Dohrn" presenta invece, come unico caso, solo la versione inglese. Le altre lingue (francese e tedesco), sono del tutto assenti (tabella 6),

**Tabella 6**

Presenza di versioni del sito in altre lingue (valore assoluto)\*

| Lingua      | Inglese | Francese | Tedesco | Solo italiano | Solo inglese | Altro |
|-------------|---------|----------|---------|---------------|--------------|-------|
| Numero siti | 26      | /        | /       | 14            | 1            | 1     |

\* L'indicatore prevedeva più risposte

mentre si rileva la presenza, nel caso del sito dell'Istituto Elettrotecnico Nazionale "Galileo Ferraris", di una sezione dedicata al museo degli strumenti elettrici in greco.

Infine, nell'ambito della valutazione sull'organizzazione del contenuto, sono stati presi in esame la presenza e il livello di aggiornamento del sito.

Tale indicatore ha una duplice funzione: da un lato la presenza o meno di un'indicazio-

ne sull'aggiornamento del sito (a prescindere da dove sia riportata) è un indicatore di trasparenza amministrativa, poiché è un segnale dello sforzo a mantenere aggiornati i contenuti; da un altro la presenza di un'indicazione sull'aggiornamento, non solo in *home page*, ma anche in modo specifico per i diversi contenuti, è un elemento di credibilità poiché "segnala" la preparazione e l'aggiornamento dell'ente rispetto alle singole tematiche riportate.

Entrambi gli aspetti appaiono abbastanza trascurati nel nostro campione di indagine, dove nella metà dei casi la data non è riportata affatto e solo in 7 casi su 41 è riportata in maniera specifica in base ai diversi contenuti. Tale dato appare decisamente negativo se si pensa che sia l'aspetto di trasparenza che quello di credibilità dovrebbero essere una sorta di "diritto-dovere" per tali siti i quali, oltre che essere pubblici, sono anche a contenuto altamente scientifico e costituiscono, nella maggior parte dei casi, il riferimento italiano nel campo della ricerca.

#### L'offerta di servizi

Il dato aggregato relativo all'offerta di servizi risulta positivo (36 casi su 41, circa l'88%); essa appare comunque connotata, nell'ambito della formazione, verso un target post-universitario (assegni di ricerca, corsi di formazione, borse di studio, tabella 7) più che universitario. A riprova di questo, solo in 5 casi gli enti esaminati offrono la possibilità di svolgere tesi di laurea: di questi, alcuni si limitano a riportare solo l'indicazione della disponibilità ad ospitare tesi, mentre altri, l'ENEA e l'IEN (Istituto Elettrotecnico Nazionale) mettono *on-line* l'elenco completo delle tesi con l'indicazione dei tutor e delle informazioni per il contatto.

Tra gli altri servizi offerti, compaiono in for-

**Tabella 7**

Offerta di servizi (valore assoluto)\*

|         | Borse di studio | Tesi di laurea | Concorsi | Assegni di ricerca | Gare e appalti | Corsi di formazione | Altro |
|---------|-----------------|----------------|----------|--------------------|----------------|---------------------|-------|
| Servizi | 14              | 5              | 17       | 16                 | 16             | 18                  | 17    |

\* L'indicatore prevedeva più risposte

ma minore: visite al museo (8/41); stage/tirocini (7/41); offerta incarichi di collaborazione (4/41); consulenza e ricerca (6/41); dottorati (3/41); servizio civile sostitutivo (1/41); borse di studio per figli di dipendenti (1/41). Si tratta in ogni caso di servizi di tipo informativo, rivolti a target specifici (studenti, ricercatori, mondo della formazione e scuola in genere) e difatti meno sviluppata appare l'offerta di servizi di consulenza ad altre pubbliche amministrazioni e/o aziende. Tale aspetto sembra confermare, da un lato l'approccio scelto di utilizzare il sito internet più che mai come "vetrina", dall'altro la difficoltà da parte del "sistema ricerca" a connotarsi anche come "ente di servizio".

L'altra dimensione analizzata, rispetto ai servizi offerti *on-line*, al fine di valutarne l'effettiva qualità, si riferisce al grado di interattività in base a cui i servizi vengono erogati.

A livello europeo, il piano eEurope 2002 definisce una scala di interattività dei servizi a quattro livelli, per cui, più alto è il grado di interattività, maggiore è il livello di sofisticazione e di innovazione del servizio offerto<sup>19</sup>. Tale modello è stato, ai fini di questa analisi, ripreso ma adattato alle peculiarità dei servizi presenti nei siti esaminati, individuando quattro step:

- informazione generale disponibile *on-line*;
- disponibilità di un form/e-mail per chiedere informazioni;
- possibilità di scaricare moduli;

- possibilità di compilare direttamente moduli *on-line* e di inviarli.

In questo senso, rispetto al modello eEurope, non è stato considerato il livello 4 di transazione (quello che prevede l'eventuale pagamento) e si è preferito approfondire in 2 livelli l'aspetto dell'interazione *one-way*. Il grado di interattività dei servizi offerti nei siti degli enti di ricerca si dimostra in linea con quanto emerso in studi analoghi per siti di amministrazioni pubbliche locali o centrali. La disponibilità di informazioni *on line*, rispetto ai servizi offerti, risulta infatti alta, ma già al livello di presenza di una e-mail per richiedere informazioni, il dato si abbassa sensibilmente, fino ad arrivare a valori molto bassi nel caso del livello di massima interattività previsto nel nostro modello, quello cioè inerente la possibilità di scaricare moduli (tabella 8). A questo proposito emerge abbastanza chiaramente come il sito internet sia utilizzato quasi esclusivamente come strumento di interazione unidirezionale (ente-utente), per dare semplici informazioni. Dalla tabella 8 emerge comunque un altro aspetto interessante: il livello 3 (scaricare moduli) si dimostra, sia complessivamente che nelle singole voci, più alto del livello 2 (possibilità di chiedere informazioni attraverso una e-mail dedicata). Tale dato, apparentemente in controtendenza, sembra in realtà evidenziare la difficoltà da parte degli enti di individuare dei referenti specifici per i servizi offerti.

|                     | Presenza di informazioni generali | Possibilità di chiedere informazioni tramite un <i>form</i> o e-mail dedicata | Possibilità di scaricare moduli | Possibilità di compilare moduli <i>on-line</i> e rinviarli |
|---------------------|-----------------------------------|---|---------------------------------|--|
| Borse di studio     | 14                                | 5   | 10                              | 3  |
| Tesi di laurea      | 5                                 | 4   | 2                               | 0  |
| Concorsi            | 17                                | 7   | 12                              | 2  |
| Assegni di ricerca  | 16                                | 7   | 14                              | 1  |
| Gare ad appalti     | 16                                | 6   | 16                              | 1  |
| Corsi di formazione | 18                                | 9   | 11                              | 4  |
| Altro               | 17                                | 10  | 10                              | 4  |

\* L'indicatore prevedeva più risposte

**Tabella 8**  
Livello di interattività dei servizi offerti (valore assoluto)\*

### La profilazione dei contenuti

Per profilazione dei contenuti si intende la loro organizzazione in base a segmenti di *target* specifici. All'interno di un sito internet un modello di profilazione di contenuti permette dunque un accesso facilitato ed una navigazione più agevolata. I punti di riferimento in un modello di profilazione sono essenzialmente due: da un lato i segmenti di utenti in base a cui i contenuti possono essere profilati, dall'altro i temi, ossia gli argomenti risultanti. Il valore aggiunto nell'adozione di un modello di profilazione è quello di oltrepassare l'autoreferenzialità della comunicazione, tentando di organizzare i contenuti secondo i bisogni informativi degli utenti potenziali.

Nell'analisi dei siti degli enti di ricerca questo aspetto è sembrato particolarmente rilevante proprio per la specificità dei temi trattati e per la conseguente necessità di utilizzare un'architettura dell'informazione e delle etichette linguistiche quanto più comprensibili per i *target* di riferimento.

**Tabella 9**  
Profilazione dei contenuti in *home page* (valore assoluto e in %)

|  | V.A. | %  |
|--|------|----|
| Per gruppi di utenti (studenti, ricercatori) | 1    | 2  |
| Per aree tematiche                           | 14   | 34 |

In particolare l'analisi sulla profilazione dei contenuti consente di comprendere se esiste un modello strutturato di divulgazione scientifica all'interno dei siti. Tuttavia i siti si dimostrano abbastanza lacunosi in questo ambito (tabella 9). In particolare solo un sito adotta un sistema di profilazione dei contenuti per gruppi di utenti: è il caso del sito dell'ISTAT, che in *home page* presenta un sistema di etichettatura con voci come "per gli utenti", "per gli studenti", proponendo quindi una propria classificazione di contenuti per segmenti di *target* che è di aiu-

**Tabella 10**  
Presenza mappa del sito e motore di ricerca (valore assoluto e in %)

|                   | V.A. | %  |
|-------------------|------|----|
| Mappa del sito    | 17   | 41 |
| Motore di ricerca | 20   | 49 |

to all'utenza nell'accesso stesso all'informazione.

Per quanto concerne la profilazione per aree tematiche, il dato, se pur superiore (14 siti su 41), è comunque ancora insufficiente. Dall'analisi emerge come la modalità più usuale di organizzazione dei contenuti nei siti presi in esame sia quella per struttura interna, basata più che altro sull'autopresentazione.

### Funzionalità ed interattività

Per funzionalità si intende la capacità di un sito di offrire ai diversi utenti ausili alla navigazione, quali per esempio la mappa del sito o il motore di ricerca; mentre l'interattività si può considerare come l'insieme di strumenti di comunicazione, che facilitino e garantiscano un contatto, sia interpersonale che su temi scientifici, tra gli utenti e il sito dell'ente stesso.

#### Gli ausili alla navigazione

L'analisi ha evidenziato un'insufficiente attenzione riguardo la presenza di strumenti di aiuto per la navigazione e l'orientamento all'interno dei siti. Rientrano in questo ambito gli indicatori che misurano la presenza di un motore di ricerca, di una mappa del sito ed infine la sezione dedicata alle FAQ (Frequently Asked Questions). La tabella 10 mostra come neanche la metà dei siti analizzati dispongano di un motore o di una mappa. Se il dato sul motore di ricerca può risultare in un certo modo comprensibile, per la difficoltà nella realizzazione ed implementazione dello stesso (possibile solo in base ad una corretta indicizzazione delle pagine), il valore relativo alla mappa (addirittura inferiore al primo) risulta meno spiegabile, poiché la sua predisposizione non è subordinata in genere a particolari competenze tecniche, ma solo alla capacità di organizzare e definire i contenuti e le relazioni fra le pagine in modo chiaro.

Dal punto di vista della funzionalità offerte da tali strumenti, si evince che il motore di ricerca è strutturato soprattutto per garan-

ture all'utente una ricerca a campo libero (tutti i siti che hanno un motore presentano questo tipo di modalità di ricerca); meno presente è il ricorso a modalità di ricerca per aree tematiche, per tipo documento, per indice o per anno (tabella 11). Anche in questo caso il sito tende a privilegiare quindi il modello di motore di ricerca più semplice da realizzare, ma anche più complesso da utilizzare per un utente (soprattutto non esperto e non conoscitore del sito) non implementando forme di ausilio al motore di ricerca (ad esempio aree tematiche predefinite). Per quanto concerne l'utilizzo delle FAQ, esso appare in genere poco sfruttato: solo il 17% dei siti ne fa ricorso (7 su 41), di cui il 7% per dare informazioni a carattere scientifico e il 10% di tipo storico-logistico.

Anche in questo caso il mancato utilizzo di tale strumento sembra più attribuibile alla poca conoscenza del mezzo stesso e delle sue potenzialità, più che ad effettive impossibilità tecniche. Le FAQ infatti si possono senz'altro considerare un utile strumento di informazione all'interno del sito, per presentare in maniera integrata argomenti utili, disseminati magari in diverse parti del sito.

#### L'informazione scientifica per l'utente-navigatore

Andando ad analizzare l'esistenza di una relazione con l'utente su temi scientifici, mediata dal sito web, emerge come quest'ultimo venga utilizzato in maniera molto tradizionale come "contenitore di informazioni", altrimenti fruibili anche in altro modo, senza sfruttare le potenzialità interattive della rete web fino in fondo. Anzi proprio nell'offerta di funzioni di comunicazione interattiva i siti degli enti di ricerca risultano particolarmente carenti.

Dal punto di vista dell'offerta di informazioni riscontriamo che (tabella 12):

- il 68% dei siti offre la possibilità di scaricare articoli e pubblicazioni dal sito (e nel 51% si tratta di documenti scaricabili gratuitamente);
- il 46% dei siti rende disponibili ed acces-

|  | Libera | Per aree tematiche predefinite | Entrambe | Altro: per indice | Altro: per anno |
|--|--------|--------------------------------|----------|-------------------|-----------------|
| Tipologia di ricerca in presenza di motore | 17     | 15                             | 2        | 1                 | 2               |

\* L'indicatore prevedeva più risposte

**Tabella 11**  
Presenza di un motore di ricerca: tipologia di ricerca garantita (valore assoluto)\*

- sibili a tutti (senza registrazione) le riviste *on-line* pubblicate dall'ente;
- nel 78% dei casi vi è una sezione dedicata ai link di altri istituti scientifici/di ricerca strutturata per aree tematiche.

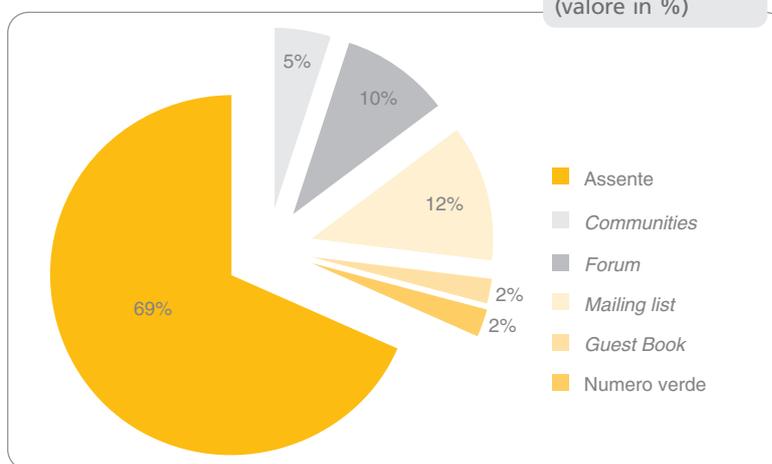
Nell'analizzare la presenza di forme di interazione su tematiche a carattere scientifiche, quali *community*, *forum*, *mailing list* od altro, le percentuali sono invece bassissime (figura 2), ribadendo dunque un approccio tra-

**Tabella 12**  
Presenza di informazione scientifica (valore assoluto e in %)

|   | V.A. | %  |
|---|------|----|
| Possibilità di scaricare articoli/pubblicazioni dal sito          | 28   | 68 |
| Riviste <i>on-line</i> pubblicate dall'ente (senza registrazione) | 19   | 46 |
| Sezione dedicata ai <i>link</i>                                   | 32   | 78 |

dizionale e per nulla innovativo all'utilizzo della rete, in linea con la funzione esplicitata in precedenza di sito vetrina. In questo senso è significativo osservare come il 69% dei siti non offra alcuna forma di interazione; fanno eccezione in particolare il sito dell'Istituto Superiore per la Prevenzione e la Sicurezza del Lavoro e dell'Istituto Nazionale di Ricerca per gli Alimenti e la

**Figura 2**  
Forme di interazione su tematiche a carattere scientifico (valore in %)



Nutrizione, che dispongono sia di una *mailing list* sia di un *forum* di discussione su tematiche scientifiche, mentre l'Istituto Superiore di Sanità ha un numero verde per l'AIDS.

#### La credibilità dell'informazione

La necessità di indicare, nei siti internet, i riferimenti delle persone da contattare è importante a diversi livelli: per gli aspetti di gestione web, per le responsabilità dei contenuti presentati su internet ed infine, in particolare modo nel caso degli enti di ricerca, per l'attendibilità dei temi scientifici trattati e proposti. Tale aspetto, nel caso della pubblica amministrazione italiana, si lega alle questioni della trasparenza e del diritto di accesso (richiamando quindi le leggi 142 e 241 del 1990), ma rimanda anche alla questione della credibilità dei siti e in particolare modo di quelli istituzionali e, specificamente, scientifici.

**Tabella 13**

Forme di contatto con l'utenza (valore assoluto e %)

|  | V.A. | %  |
|--|------|----|
| E-mail per richiedere informazioni generiche   | 33   | 80 |
| Indicazione del <i>webmaster</i>   | 22   | 54 |
| Indicazione del responsabile redazionale   | 6    | 15 |
| Riferimenti, nelle diverse sezioni, dei referenti della specifiche attività scientifiche | 28   | 68 |

Michele Visciola, nel libro *Usabilità dei siti web*, distingue tra diverse forme di credibilità, quella presunta dall'utente, quella da impatto, quella da reputazione e, infine, quella da esperienza e sottolinea come ognuna di queste abbia un ruolo nell'evoluzione della relazione sito-utenti<sup>20</sup>.

A partire da tali riflessioni è sembrato importante rilevare la presenza, nei siti analizzati, di forme di contatto con l'utenza, diverse a seconda del tipo di informazione voluta:

**Tabella 14**

Referenti scientifici: forme di contatto (valore assoluto)\*

| Riferimenti referenti scientifici | Num. telefono | Fax | Indirizzo postale | E-mail |
|-----------------------------------|---------------|-----|-------------------|--------|
|                                   | 25            | 18  | 11                | 26     |

\*L'indicatore prevedeva più risposte

generica, tecnica sul sito, di contenuto, scientifica (tabella 13). I dati che emergono danno una doppia indicazione: da un lato dimostrano l'attenzione nel garantire almeno una e-mail di contatto generico (nell'80% dei casi) e l'indicazione del *webmaster*, come referente tecnico del sito (nel 54% dei casi); dall'altro risulta invece un'evidente incapacità di individuare un responsabile dei contenuti del sito (presente solo nel 15% dei casi). In riferimento ad un'utenza esterna (quale è quella di un sito internet) la presenza dell'indicazione del responsabile redazionale sarebbe senz'altro più significativa e più utile di quella del *webmaster* (quale responsabile tecnico).

L'assenza del responsabile redazionale evidenzia la mancanza di una struttura di redazione dietro la gestione dei siti analizzati e connota un approccio al web abbastanza obsoleto, per cui la realizzazione di un sito web si risolve nella sua implementazione tecnica (l'esperto di HTML che realizza le pagine web, trasformando contenuti cartacei), ponendo in secondo piano gli aspetti legati alla gestione di un sito come redazione complessa che produce informazione, crea e struttura contenuti, dà notizie).

Un approfondimento specifico sui riferimenti dei referenti scientifici dà come dato aggregato una buona riconoscibilità da parte dei ricercatori (i cui riferimenti sono presenti nel 68% dei casi). Uno studio della Stanford University sulla Web Credibility<sup>21</sup> evidenzia come due indicatori importanti della stessa siano rispettivamente il mostrare che esiste una organizzazione reale dietro il proprio sito e la facilità con cui è possibile entrare in contatto con tale organizzazione. La presenza di nomi, di referenti e dei loro indirizzi per eventuali contatti risponde quindi a tali fattori, riuscendo a garantire una sorta di "paternità", di riconoscibilità ai contenuti che vengono proposti. Ciò è particolarmente importante nel caso di siti di enti di ricerca, laddove l'indicazione dello specifico referente scientifico permette all'utente un contatto diretto su temi, pubblica-

zioni, progetti di ricerca, per un approfondimento/chiarimento rispetto a ciò che il sito propone. Dal punto di vista delle forme di contatto (tabella 14), nei siti analizzati si vede come il ricorso alla e-mail abbia ormai raggiunto e superato il telefono per la praticità, l'immediatezza, ma anche per la possibilità di allegare materiale. Meno utilizzati sono invece il fax e l'indirizzo postale.

#### *L'informazione e la comunicazione on-line: l'Ufficio Relazioni per il Pubblico e l'Ufficio Stampa*

L'attivazione dell'Ufficio Relazioni con il Pubblico (URP), prevista già dal decreto 29/93 e ribadita ulteriormente dalla legge 150/2000, si dimostra, in base ai siti analizzati, assai minima. La presenza dell'URP, che secondo la normativa dovrebbe "garantire i diritti di informazione accesso e partecipazione", "agevolare l'utilizzazione dei servizi", "verificarne la qualità e il gradimento da parte degli utenti", risulta nel caso dei siti degli enti di ricerca, assai esigua. Solo 6 siti su 41 hanno una sezione dedicata all'URP, da cui si accede tramite un *link* in *home page*. È il caso dell'INFM, del CNR, dell'APAT, dell'ISPESL, dell'ISFOL, dell'ICRAM. Di questi solo il CNR ha un apposito sito web dedicato specificamente all'URP ([www.urp.cnr.it](http://www.urp.cnr.it)), gli altri cinque hanno semplicemente una sezione informativa con i riferimenti dei responsabili e, brevemente, le attività. Un caso intermedio è quello dell'ISTAT, che presenta una breve sezione riepilogativa dei cosiddetti "Centri regionali di informazione statistica" con funzioni di servizi agli utenti (tabella 15). Un altro caso anomalo è quello del sito dell'Istituto Centrale per il Catalogo e la Documentazione che, pur non avendo una sezione specificamente dedicata all'URP, ne riporta una in *home page* denominata "Servizi al pubblico", nella quale vi sono servizi a disposizione dei differenti utenti<sup>22</sup>.

Il dato relativo all'URP risulta particolarmente esiguo soprattutto se confrontato con quello della "II indagine nazionale sullo sta-

|                                     | Presente |    | In allestimento |   |
|-------------------------------------|----------|----|-----------------|---|
|                                     | V.A.     | %  | V.A.            | % |
| Sezione dedicata all'URP            | 6        | 15 | 1               | 2 |
| Sezione dedicata all'Ufficio stampa | 19       | 46 | /               | / |

**Tabella 15**  
Presenza di pagine e/o sezioni dedicate all'URP e all'Ufficio Stampa (valore assoluto)

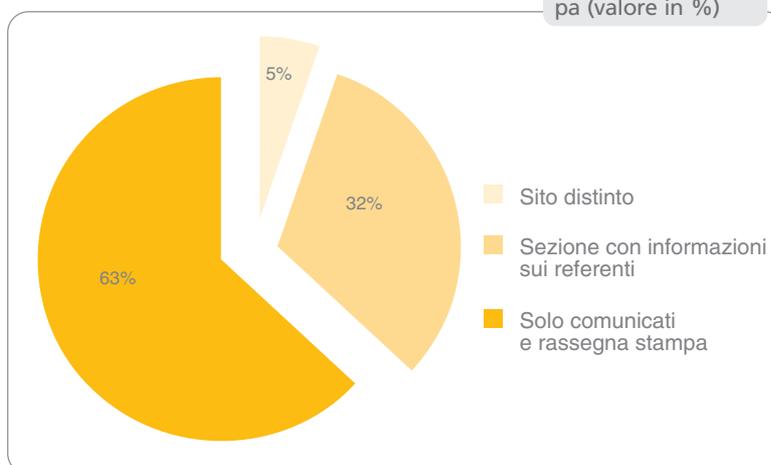
to di attuazione della legge 150/2000<sup>23</sup> da cui, su un campione di 895 casi (per la maggior parte Enti locali ed ASL) risultava che per oltre l'85% dei casi l'URP era stato regolarmente attivato. Si evince quindi come il ruolo dell'URP non sia particolarmente considerato nel caso degli enti di ricerca che, se pur nella maggior parte dei casi non offrono servizi e/o prestazioni direttamente ai cittadini, potrebbero comunque utilizzarlo come luogo di accesso e di conoscenza delle proprie attività, di offerta di servizi specifici ai propri pubblici (studenti, imprese, amministrazioni ecc.) e come strumento di raccordo-contatto tra la struttura scientifica e l'utenza.

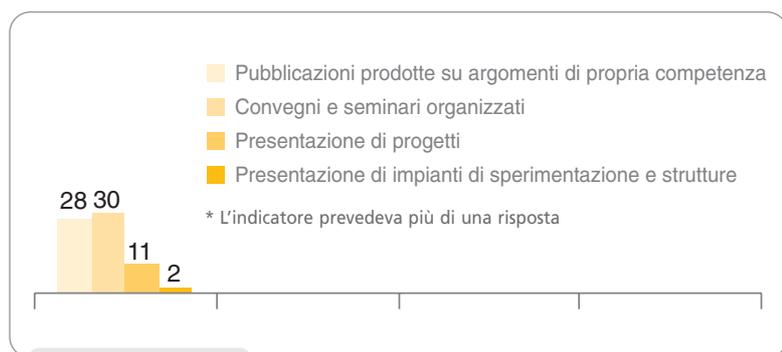
Dal punto di vista dei servizi offerti dalla sezione *on-line* dell'URP, si tratta in tutti i casi di servizi prettamente di informazione, sulla struttura dell'ente, sulle possibilità di formazione, sui progetti e le attività, sulle news, sui compiti istituzionali dell'URP.

Interessante a questo proposito l'approccio dell'INFM, che propone un accesso ai contenuti per target di utenti (<http://www.infm.it/It/Novita/URP/index.html>).

Il dato aggregato relativo all'Ufficio Stampa, come si evince dalla tabella 15, attesta una

**Figura 3**  
Sezione *on-line* dedicata all'Ufficio Stampa (valore in %)

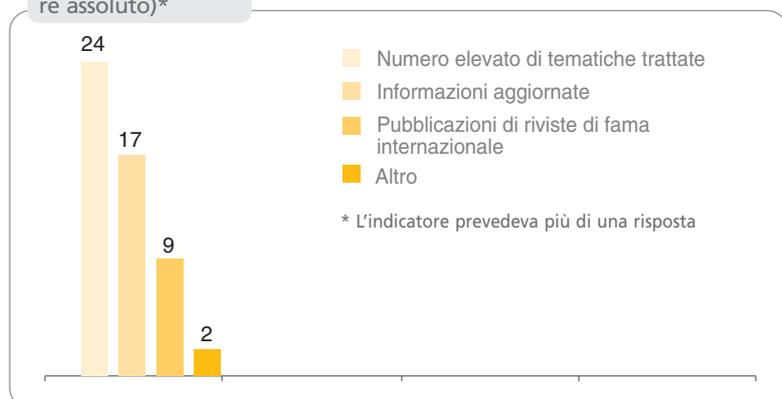




**Figura 4**  
Approfondimento dimostrato nelle proprie linee di ricerca (valore assoluto)\*

maggiore presenza nei siti degli enti di ricerca della struttura dell'Ufficio Stampa. Tale dato comunque è coerente con quello relativo all'URP, ufficio la cui attivazione dipende da una normativa e da un contesto istituzionale relativamente recente. In questo senso la maggiore presenza di sezioni dedicate all'Ufficio Stampa sta a testimoniare un cambiamento ed un rinnovamento ancora in *progress*, in cui le strutture tradizionalmente dedicate alla comunicazione ed ai rapporti

**Figura 5**  
Padronanza dimostrata nelle proprie linee di ricerca (valore assoluto)\*



con i media stanno, in maniera graduale, transitando verso un nuovo assetto con compiti, funzioni e target distinti.

Volendo analizzare nello specifico la tipologia di sezione *on-line* che caratterizza l'Ufficio Stampa (figura 3), emerge come, facendo eccezione anche in questo caso per il CNR, che ha un proprio sito per l'Ufficio Stampa ([www.stampa.cnr.it](http://www.stampa.cnr.it)) con una mailing list e la pubblicazione di due periodici (di cui uno *on-line*), la maggior parte degli altri siti hanno una sezione spesso etichettata con "Rassegna" o "Comunicati Stampa" e si limi-

tano ad offrire questo tipo di servizi tradizionali, senza riportare i riferimenti del Capo Ufficio Stampa e degli addetti stampa. Tra i due estremi abbiamo i casi di altri enti (INAF, ISFOL, ISTAT, INFN, ISS, INFN) che presentano comunque una sezione nel sito specifica e abbastanza ben strutturata dedicata all'Ufficio Stampa e raggiungibile dall'*home page*. In particolare, va citato il caso dell'ISTAT che ha in *home page* una sezione "Sala Stampa" con informazioni, comunicati e *news* specificamente dedicata ai giornalisti.

### La caratterizzazione scientifica

L'indice settoriale relativo alla caratterizzazione scientifica è sicuramente il più peculiare e strategico nell'ambito di questa analisi. Esso infatti propone indicatori specifici per il contesto della ricerca, che intendono analizzare proprio la capacità di questi enti di caratterizzarsi, attraverso le potenzialità della rete, sì come enti pubblici, ma in particolare modo come enti pubblici di ricerca.

Nell'analizzare la caratterizzazione scientifica, dimensione di per sé assai complessa, si sono voluti considerare, in particolare tre aspetti: l'autorità, la trasparenza e i servizi di tipo prettamente scientifico. In tal modo tale indice settoriale diviene peculiare nell'analisi di come la dimensione scientifica è comunicata e presentata attraverso il sito web.

#### L'autorità scientifica

Il concetto di autorità a ha che fare con l'insieme di competenze e di professionalità che un ente (in questo caso) detiene e dimostra<sup>24</sup>. In particolare si può evincere da indicatori, quali:

- approfondimento dimostrato, rispetto alle proprie linee di ricerca, attraverso pubblicazioni specifiche, organizzazione di convegni, presentazione di propri progetti e di laboratori/impianti;
- padronanza delle proprie tematiche, per esempio tramite informazioni scientifiche aggiornate, presenza di pubblicazioni su riviste internazionali, specificità di temi trattati.

In base a tali indicatori l'autorità scientifica degli enti analizzati è risultata medio-alta (figure 4-5)<sup>25</sup>. In particolare, per quanto concerne l'approfondimento nella presentazione delle proprie tematiche, spiccano i valori relativi alla presenza di pubblicazioni su temi di propria competenza e i seminari/convegni organizzati. Sul lato della padronanza, i dati più elevati riguardano la presenza di informazioni aggiornate e la quantità delle tematiche trattate rilevate.

Meno incisiva risulta invece la presenza di pubblicazioni su riviste di fama internazionale. In generale si osserva la tendenza, da parte dei siti, a presentare quegli elementi che in maniera generale diano segnale di autorità e competenza scientifica (convegni e seminari organizzati, informazioni aggiornate ecc.), mentre la presentazione di aspetti specifici legati al contesto peculiare della ricerca (quali, ad esempio le pubblicazioni su riviste di fama riconosciuta o la presentazione di propri laboratori) risultano ancora un po' carenti.

Questo aspetto sembra inoltre abbastanza in linea con l'idea (ormai certamente obsoleta, anche grazie alle innovazioni del web) per cui i risultati e gli strumenti della ricerca (appunto le pubblicazioni importanti e i laboratori) siano informazioni da destinare esclusivamente a gruppi specifici.

#### *La trasparenza dell'attività scientifica*

L'idea di trasparenza scientifica è legata alla capacità che l'ente di ricerca ha di presentare in maniera chiara le caratteristiche e i risultati della propria attività scientifica. Come già detto in precedenza, lo strumento web, per le sue peculiarità, rompe totalmente la tradizione di "non pubblicizzare l'informazione" (quasi che la comunicazione intorno alla scienza limitasse o riducesse la scienza stessa) e suggerisce anche un nuovo modo di comunicare e divulgare la ricerca, al di là di vecchie barriere spazio-temporali.

In questo senso è sembrato interessante indagare se e come gli enti di ricerca italiani affrontassero questa innovazione e que-

|  | %  |
|--|----|
| Informazioni su istituti, dipartimenti, centri di ricerca  | 71 |
| Informazioni su progetti di ricerca a cui l'ente partecipa | 85 |
| Elenco delle pubblicazioni prodotte                        | 73 |

\* L'indicatore prevedeva più di una risposta

**Tabella 16**

Presenza di informazioni sull'attività scientifica (valore in %)\*

sto cambiamento di approccio. I risultati (tabella 16) rilevati sono certamente positivi, evidenziando una capacità ed una consapevolezza diffusa nel proporre informazioni nel proprio sito sulle attività progettuali, sui propri dipartimenti e sulle pubblicazioni prodotte dai propri ricercatori.

A proposito dell'attività progettuale nei siti, oltre ai dettagli su sigle e fonti di finanziamento, in oltre il 70% dei casi sono proposte informazioni specifiche sulle attività e sulle finalità del progetto, dimostrando uno sforzo importante in termini di trasparenza. La tabella 17 offre una lettura sul contesto dell'attività di ricerca, per tipologia di progetto, presentato attraverso il sito internet. Come si vede, dominano presentazioni ed informazioni su progetti italiani, mentre quelli di livello internazionale sono i meno presenti.

Sul fronte della produttività scientifica, le informazioni relative sono molto più ridotte, come evidenziato in tabella 18. Eccezione fatta per quelle sull'organizzazione di congressi e seminari, per cui spesso il sito serve più che altro da veicolo promotore dell'evento, osserviamo in tutti gli altri casi valori bassi, a testimonianza della difficoltà ad una quantificazione dei risultati dell'attività di ricerca. Emerge anche sul web dunque il retaggio nel considerare l'attività scientifica "non giudicabile"; ne è la prova, ad esempio la scarsa presenza di informazioni sui brevetti, sui rapporti interni, sulle pub-

|                         | %  |
|-------------------------|----|
| Progetti nazionali      | 80 |
| Progetti europei        | 56 |
| Progetti internazionali | 44 |

\* L'indicatore prevedeva più di una risposta

**Tabella 17**

Progetti presentati nel sito internet (valore in %)\*

**Tabella 18**

Presenza di informazioni sulla produttività scientifica (valore in %)\*

|  | %  |
|--|----|
| Numero pubblicazioni per anno                    | 29 |
| Tipo di riviste in cui i ricercatori pubblicano  | 17 |
| Numero rapporti interni                          | 20 |
| Brevetti ottenuti                                | 14 |
| Docenze esterne                                  | /  |
| Organizzazione di congressi e seminari           | 66 |
| Interventi a congressi e seminari internazionali | 29 |
| Volumi o riviste pubblicate per anno             | 7  |

\* L'indicatore prevedeva più di una risposta

**Tabella 19**

Presenza di informazioni *on-line* per la consultazione di una pubblicazione (valore in %)\*

|  | %   |
|--|-----|
| Prendere visione dei riferimenti           | 46  |
| Scaricare l'abstract                       | 27  |
| Contattare l'autore                        | 24  |
| scaricare la pubblicazione                 | 17  |
| Richiedere <i>on-line</i> la pubblicazione | 2,4 |

\* L'indicatore prevedeva più di una risposta

**Tabella 20**

Catalogo editoriale: informazioni e presenza (valore in %)\*

|                                     | %  |
|-------------------------------------|----|
| Si può richiedere in forma cartacea | 15 |
| È consultabile <i>on-line</i>       | 44 |
| Non vi è un catalogo editoriale     | 49 |

\* L'indicatore prevedeva più di una risposta

blicazioni per anno o per rivista.

Altri dati non particolarmente positivi (e in linea comunque con questi appena presentati) sono quelli relativi alle informazioni disponibili *on-line* per consultare o richiedere una particolare pubblicazione. Nel 46% dei casi è possibile unicamente leggere i riferimenti (anno, rivista ecc.), mentre il dato relativo alla possibilità di richiedere *on-line* la pubblicazione stessa è bassissimo (appena il 2,4%), il che sta a dimostrare come il sito web venga utilizzato ancora una volta più come vetrina generale, come presentazione, replicando le stesse informazioni che si

**Tabella 21**

Biblioteca dell'ente: informazioni e presenza (valore in %)\*

|  | %  |
|--|----|
| Informazioni sugli orari di apertura anche per gli esterni | 34 |
| Vi è una sezione <i>on-line</i>                            | 36 |
| Non vi è una biblioteca dell'ente                          | 44 |

\* L'indicatore prevedeva più di una risposta

presentano magari su un catalogo o su una rivista cartacea, senza sfruttarne ed utilizzarne le potenzialità interattive (tabella 19).

### *I servizi scientifici*

Il tema dei servizi, già trattato a proposito del contenuto generale del sito, viene ripreso e analizzato in maniera specifica soffermandosi sui servizi a carattere particolarmente scientifico messi a disposizione. Sono stati considerati: la presenza di un catalogo editoriale; di una biblioteca; di una banca dati di pubblicazioni e, infine, la presenza di informazioni o la possibilità di accedere ad altre banche dati a carattere scientifico.

I dati mostrano come l'offerta di servizi *on-line* sia abbastanza consistente; in particolare la possibilità di consultare un catalogo *on-line* di pubblicazioni è maggiore della presenza delle informazioni relative al poterne far richiesta in forma cartacea (tabella 20), o ancora oltre un terzo degli enti analizzati dispone di una sezione *on-line* per le biblioteche la cui presenza è segnalata fin dalla *home page*, ne sono indicati i responsabili ed è prevista la possibilità di ricerche multiple (tabelle 21 e 22).

### **Usabilità ed accessibilità**

La pubblicazione di informazioni *on-line* richiede, oltre la valutazione della qualità dei contenuti, l'analisi delle caratteristiche legate alla fruibilità dei contenuti stessi. In questo senso vengono in aiuto i concetti di usabilità ed accessibilità.

Per usabilità si intende "il grado in cui un prodotto può essere usato da particolari utenti per raggiungere certi obiettivi con efficacia, efficienza e soddisfazione in uno specifico contesto d'uso"<sup>26</sup>, mentre l'accessibilità attiene agli aspetti più tecnici e va intesa come "la proprietà dei sistemi informatici di essere fruibili senza discriminazioni derivanti da disabilità"<sup>27</sup>.

### *L'utilizzabilità del sito*

A partire dalla definizione data di usabilità si comprende come tale concetto sia lega-

to alla facilità d'uso del sito per raggiungere velocemente l'informazione cercata soddisfacendo quindi l'obiettivo dell'utente ed eliminando al massimo i potenziali errori. Anche in base alle indicazioni proposte nella circolare del ministro della Funzione Pubblica (circ. n. 3 del 13.03.2001) si è tentato di analizzare da un lato la presenza di elementi di orientamento alla navigazione, dall'altro come l'informazione venisse, in generale, organizzata e presentata.

I risultati sono sostanzialmente molto buoni (tabella 23 e figura 6) dimostrando una grande attenzione da parte dei siti degli enti di ricerca agli aspetti della fruizione e dell'utilizzabilità. In genere i siti analizzati presentano strutture molto semplici, talvolta anche superate da un punto di vista grafico, ma che hanno senz'altro il pregio di organizzare l'informazione in modo chiaro, garantendo la presenza di ausili alla navigazione.

L'eccezione è costituita dalla bassa presenza di *help* in linea o pagine informative sulla struttura del sito, che di solito denotano la presenza di una struttura di riferimento per il sito web abbastanza organizzata.

Anche dal punto di vista della fruibilità dei testi (lunghezza e caratteristiche dei caratteri) i dati raccolti dimostrano una certa attenzione in termini di brevità, accortezza nell'impaginazione e nell'impostazione (tabella 24).

Sempre in riferimento a quanto espresso nella circolare AIPA, si è valutato come venivano gestiti i siti organizzati in maniera decentrata, e cioè attraverso "sottositi" al proprio interno. Tale aspetto è abbastanza ricorrente nel caso di siti di enti di ricerca, che per la presenza di strutture decentrate sul territorio (dipartimenti, gruppi, centri di ricerca) presentano un'organizzazione strutturale del sito di tipo patriarcale o di tipo esteso. È il caso, ad esempio, del sito dell'ENEA o di quello del CNR. In questo senso diviene fondamentale, anche per garantire una navigazione coerente, capire come la gestione decentrata viene affrontata. In figura 7 emerge come la presenza di sottositi caratteriz-

|   | %  |
|---|----|
| Banca dati delle pubblicazioni  | 34 |
| Possibilità di accedere dal sito ad altre banche dati a carattere scientifico | 54 |

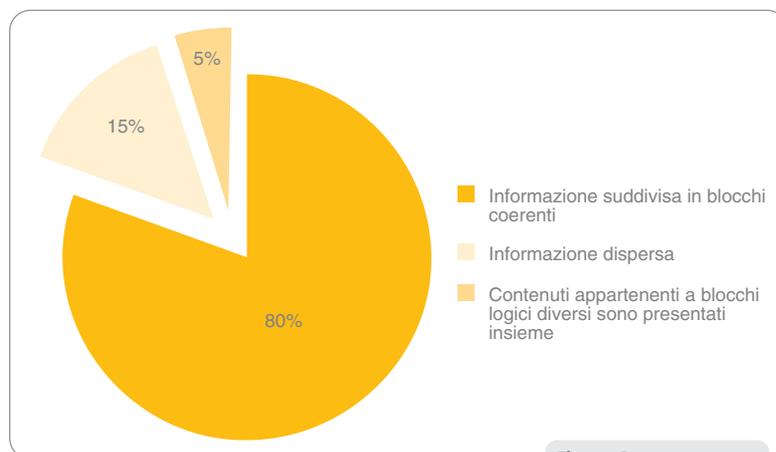
**Tabella 22**  
Presenza di altri servizi scientifici *on-line* (valore in %)

zi il 39% del campione analizzato e in più della metà di questi casi l'orientamento dell'utente sia comunque garantito, anche nel passaggio ai sottositi, attraverso il mantenimento di una struttura coerente e di una riconoscibilità grafica.

**Tabella 23**  
Usabilità: indicatori di orientamento (valore in %)

|   | %  |
|---|----|
| Presenza di elementi ricorrenti nella <i>home page</i> e nelle pagine interne ( <i>logo</i> , barra di navigazione) | 80 |
| Presenza di <i>breadcrumbs</i> o comunque forme di indicazione del percorso e di dove ci si trova                   | 44 |
| Riconoscibilità dei <i>link</i>   | 95 |
| Presenza di <i>help</i> o pagine di ausilio alla navigazione  | 22 |
| Etichette dei <i>link</i> pertinenti rispetto all'argomento*  | 85 |

\* Nel valutare tale indicatore sono state considerate le etichette dei *link* del menu contenuto dell'*home page* di ciascun sito

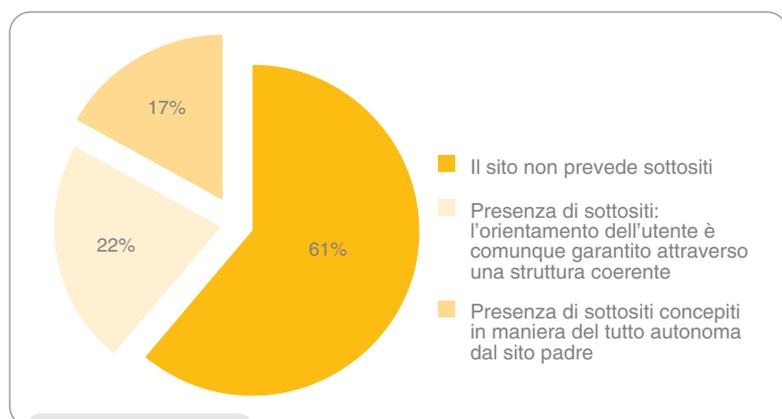


**Figura 6**  
Struttura della *home page* (valore in %)

|   | %  |
|---|----|
| Testi sintetici                                 | 46 |
| Testo suddiviso in titoli/sottotitoli/paragrafi | 44 |
| Carattere ridimensionabile                      | 65 |
| Impaginazione su due colonne                    | 70 |

\* L'indicatore prevedeva più di una risposta

**Tabella 24**  
Usabilità: fruibilità dei testi (valore in %)



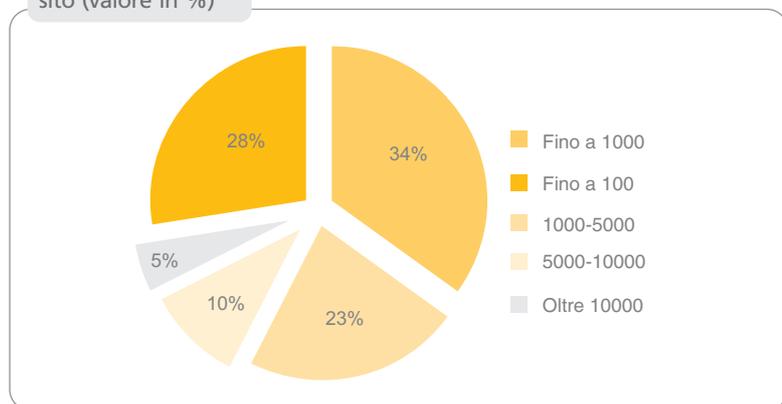
**Figura 7**  
Organizzazione del sito in sottositi (valore in %)

#### La referenzialità del sito

L'idea di referenzialità è legata con quella di visibilità del sito stesso e dunque con la facilità di trovarlo, navigando nella rete, anche magari in siti con argomenti simili. Tale aspetto è sembrato particolarmente importante nel caso di siti di enti di ricerca, che comunque appartengono ad un *network* abbastanza definito e in cui si procede molto per riferimenti successivi, per esempio nell'approfondimento di una particolare attività o nella ricerca di una pubblicazione o di un autore specifico. Così questo dato è sembrato più interessante, rispetto all'universo di indagine considerato, della semplice rintracciabilità di un sito tramite motore di ricerca.

Un valore oggettivo della referenzialità si ottiene attraverso il motore di ricerca Altavista ([www.altavista.com](http://www.altavista.com)): per sapere da quanti siti esterni è "linkato" il sito in analisi, basta digitare nello spazio che accoglie le chiavi

**Figura 8**  
Referenzialità del sito (valore in %)



di ricerca "*link: dominio.com*". Tale opzione delimita la ricerca alle sole pagine contenenti la dicitura dominio.com nell'*host name* del *web server* e restituirà come risultato il numero di pagine trovate e i loro indirizzi.

I dati evidenziano come i siti degli enti di ricerca abbiano una visibilità abbastanza bassa, come si evince dalla figura 8, fatta eccezione per 2 siti che sono oltre i 10.000 riferimenti (il sito del CNR e quello dell'INEA). Va detto che nel 62% dei casi i valori si attestano sotto i mille riferimenti e di questi ben il 28% è sotto i 100.

Emerge così che il *network* della ricerca si caratterizza per essere abbastanza chiuso e ristretto: è sensato infatti ipotizzare che i siti si "citino" tra loro, anche perché molti di essi prevedono tra le proprie pagine una sezione dedicata all'insieme dei *link* degli altri enti di ricerca.

#### L'accessibilità web

La questione sull'accessibilità è divenuta sempre più centrale per i siti delle Pubbliche Amministrazioni, a partire dalla circolare della Funzione Pubblica del marzo 2001, fino alla recente legge Stanca (legge 4/2004 "Disposizioni per favorire l'accesso dei soggetti disabili agli strumenti informatici"). Il provvedimento sull'accessibilità si pone tra gli obiettivi quello di rendere accessibili i siti internet (solo il 3% in Italia è attualmente fruibile da parte dei disabili) consentendo l'abbattimento delle barriere digitali nell'accesso alla rete.

La rilevazione, che ha interessato il periodo di uscita della legge (di cui però si attende ancora il decreto attuativo con le specifiche risoluzioni), prende in considerazione solo alcuni indicatori relativi all'accessibilità, ripresi dall'allegato A alla circolare della Funzione Pubblica n. 3/2001, e rileva in maniera generale l'approccio attualmente seguito, in una fase di transizione, rispetto alla questione dell'accessibilità.

Il dato generale, come si evince in tabella 25, fotografa una situazione di grande "inac-

cessibilità" dei siti web, anche perché la soluzione di dotarsi di una versione accessibile complementare (adottata da 3 siti su 41) è disapprovata sia nelle linee guida del W<sub>3</sub>C, che costituiscono il riferimento internazionale in tema di accessibilità, sia dalla stessa circolare AIPA del settembre 2001 che definisce "sconsigliabile il ricorso a versioni parallele".

Solo 9 siti su 41 hanno dunque una versione che può definirsi accessibile, almeno rispetto al livello di conformità A (il più basso) delle "linee guida per l'accessibilità dei contenuti web"<sup>28</sup>. Tale validazione è stata effettuata in maniera diretta grazie a BoBBy (<http://bobby.watchfire.com/bobby/html/en/index.jsp>) che, semplicemente inserendo l'URL della pagina da valutare, restituisce un'analisi puntuale con il livello di conformità raggiunto ed evidenziando gli errori per singolo livello.

Tale analisi è stata condotta per tutte le 41 *home page* dei siti presi in esame.

L'esame sull'accessibilità ha poi preso in esame due aspetti più specifici che sono da considerare due degli indicatori di livello base dell'accessibilità. La loro applicazione non richiede in sostanza competenze tecniche particolari, ma solo una certa attenzione ed una sensibilità per la questione stessa dell'accessibilità.

Tale scelta è stata motivata dalla volontà di capire l'approccio nei confronti dell'accessibilità web, nel caso di indicatori che non richiedessero investimenti tecnico-economici ingenti.

L'analisi ha rivelato una situazione sostanzialmente di bassa sensibilità, se si pensa che solo il 27% dei siti (11 su 41) mettono la descrizione del "tag alt" delle immagini, elemento che di per sé non richiede alcuna competenza informatica, ma solo la conoscenza dell'indicazione (tabella 26).

## Conclusioni

L'insieme dei dati raccolti sui siti degli enti di ricerca italiani offre una fotografia abba-

|                                    | %  |
|------------------------------------|----|
| Versione accessibile complementare | 7  |
| Versione accessibile solo testo    | 0  |
| Sito accessibile                   | 22 |
| Non vi è una versione accessibile  | 71 |

**Tabella 25**  
Accessibilità dei siti web  
(valore in %)

|                             | %  |
|-----------------------------|----|
| Assenza di <i>frame</i>     | 37 |
| Attributo alt alle immagini | 27 |

**Tabella 26**  
Accessibilità dei siti web: alcuni indicatori  
(valore in %)

stanza completa sull'approccio comunicativo veicolato attraverso il web dai siti degli enti di ricerca.

Essi appaiono sostanzialmente in quella che all'inizio di questo lavoro è stata definita la fase di "istituzionalizzazione" in cui i siti web sono strumenti di presentazione delle proprie attività più che canali di promozione di servizi a gruppi di utenti o *target* specifici.

In questo senso la struttura ricorrente, nei siti web analizzati, si basa sulla presentazione generale delle proprie attività, della propria struttura, dei propri progetti. Il sito è la vetrina istituzionale dell'ente, così come lo è, in altri contesti e con altri approfondimenti, la *brochure* istituzionale.

Il sito risponde così, sia ad un'esigenza generale di comunicazione pubblica che ad una più specifica e settoriale di divulgazione scientifica, senza però abbracciare o approfondire in maniera peculiare nessuna delle due. Si è ancora quindi in una fase di transizione e sviluppo, in cui gli enti hanno sì capito la forza strategica della rete, ma in cui devono ancora riconoscersi in un proprio modello che coniughi scienza e divulgazione.

Manca, nel caso degli enti di ricerca, la forza costruttiva che viene dal contatto, dal confronto diretto con il cittadino-utente, ma è plausibile pensare che il riferimento, nell'organizzazione dei contenuti e dei servizi sia sempre da ricercare nell'interazione con i propri target, seppure più specifici e di nicchia.

## Note

1. A partire dal 1996 RUR-Censis pubblica l'indagine "Città Digitali" (giunta ormai alla VII edizione), un'analisi sui siti della pubblica amministrazione locale. Il rapporto indaga la realtà dei siti web in base a diverse dimensioni ritenute rilevanti in un contesto istituzionale: dalla capacità di comunicare l'attività dell'istituzione, all'offerta di servizi interattivi; dalla facilità di accesso e fruizione del sito alla qualità tecnologica della sua realizzazione. Tutti questi aspetti definiscono un sito istituzionale locale di qualità. Lo stesso metodo è stato poi utilizzato in un'indagine sui siti delle amministrazioni centrali, pubblicata nel 2001 dal Censis in collaborazione con Atenea dal titolo "Il pentagono della qualità-Rapporto di valutazione della PA centrale on-line".
2. Cfr. Rur-Censis, 2003, *Le città digitali in Italia*, VII Rapporto, 2003, pp 1 ss.
3. Attualmente CNIPA – "Centro Nazionale per l'Informatica nella Pubblica Amministrazione"; opera presso la Presidenza del Consiglio dei Ministri ed è stato istituito con le norme contenute nell'articolo 176 del decreto legislativo n. 196 del 30.06.2003. Con tale decreto, l'Autorità per l'informatica nella pubblica amministrazione è stata trasformata in Centro Nazionale per l'Informatica nella Pubblica Amministrazione <http://www.cnipa.gov.it>.
4. Tali dati si riferiscono all'anno 2002.
5. Tali dati emergono dal Rapporto *Osservatorio della società dell'Informazione*, 2003 realizzato da Federcomin in collaborazione con Il DIT-Dipartimento per l'Innovazione e le Tecnologie. Nel rapporto si opera la distinzione tra utenti internet "unici", che sono per il 1° semestre del 2003 circa 21,35 milioni, e utenti attivi (quelli che si collegano a Internet almeno una volta alla settimana), che nel rapporto vengono stimati in circa 13,7 milioni.
6. I dati sono ricavati dal Rapporto Federcomin-ANIE, "E-family 2003".
7. Vedi nota 6.
8. Si pensi a questo proposito per esempio alla recente "Direttiva del Ministro per l'Innovazione e le Tecnologie per l'impiego della posta elettronica nelle Pubbliche Amministrazioni" del 27.11.2003; essa non va considerata semplicemente come uno nuovo e aggiuntivo strumento di lavoro a disposizione dei dipendenti pubblici, in quanto "consente e facilita quel anche quel cambiamento culturale ed organizzativo della pubblica amministrazione che risponde alle attese del Paese ed alle sfide della competitività".
9. Un'eccezione (oltre la già citata indagine RUR-Censis ARPA-C) è costituita da un quaderno AIPA *I servizi in rete offerti sui siti web dell'amministrazione centrale italiana* del 2001, che nel dominio di indagine considera anche 4 siti di enti di ricerca (CNR, INEA, ENEA ed ASI).
10. G. ARENA, *La comunicazione di interesse generale*, il Mulino, 1995.
11. A questo proposito uno strumento che è stato utilizzato nel corso dell'analisi è stato Astra SiteManager, un software *freeware* scaricabile al sito [www.mercuryinteractive.com](http://www.mercuryinteractive.com). Tale software scandisce ogni singolo sito e ne crea una mappa evidenziando: i "broken links" (quadrati rossi), i link esterni (quadrati grigi); i link interni (quadrati blu). Attraverso la mappa grafica di AstraSiteManager è inoltre possibile analizzare le diverse sezioni in cui è organizzato il sito, comprendendo quali aree siano le più complesse in termini di quantità di pagine e di informazioni. Tale visualizzazione permette quindi di leggere in maniera immediata come è "bilanciata" la struttura del sito e dal dato quantitativo (il numero di link a pagine interne per esempio) è possibile passare a quello qualitativo (maggiore attenzione su una sezione tematica piuttosto che un'altra).
12. Cfr. RUR-Censis, 2003, *Le città digitali in Italia*, VII Rapporto, 2003", pag. 44.
13. Tale classificazione fa riferimento a quella dell'Unione Europea (servizi informativi, servizi per la comunicazione, servizi di transazione) proposta in *Green paper on public sector information in the Information Society*, COM (98) del 20.01.1999.
14. Atenea e la Fondazione Censis hanno effettuato nel 2001 un'analisi dei siti della pubblica amministrazione centrale, facendo ricorso all'indice ARPA-C, una metodologia messa a punto nell'ambito delle indagini Censis-Assinform-RUR sugli enti locali in rete e per la prima volta applicata ai siti delle istituzioni centrali. Sono stati analizzati 32 siti dei Ministeri e di altri enti pubblici di rilevanza nazionale. Cfr. Censis-Atenea, *Rapporto di valutazione della PA centrale on-line*, 2001.
15. In particolare si ricordi la recente legge Stanca *Disposizioni per favorire l'accesso dei soggetti disabili agli strumenti informatici* (legge 4/2004), con cui si tutela il diritto di accesso ai servizi informatici e telematici della pubblica amministrazione e ai servizi di pubblica utilità da parte delle persone disabili, in ottemperanza al principio di uguaglianza ai sensi dell'articolo 3 della Costituzione.
16. Per l'elenco vedi [http://www.miur.it/0003Ricerca/0173Enti\\_d/0174ElencoIndex\\_cf3.htm](http://www.miur.it/0003Ricerca/0173Enti_d/0174ElencoIndex_cf3.htm).
17. Il decreto legislativo 454/99 *Riorganizzazione del settore della ricerca in agricoltura, a norma dell'articolo 11 della legge 15.3.1997, n. 59*, istituisce il CRA, Consiglio per la Ricerca e Sperimentazione in Agricoltura, quale ente nazionale di ricerca e sperimentazione con competenza scientifica generale nel settore agricolo, agroindustriale, ittico e forestale e con istituti distribuiti sul territorio.
18. Recenti studi di ergonomia ed usabilità, condotti da User Interface Engineering relativi al percorso che la pupilla effettua nella lettura di una pagina web, hanno evidenziato come le aree dello schermo che vengono guardate per prime siano quelle in alto a sinistra e quelle centrali. Per un approfondimento vedi il sito internet <http://iue.com>.
19. I livelli previsti nel Piano eEurope 2002 sono:
  - Livello 1.* Informazione, sono disponibili on-line solo informazioni utili per avviare la procedura di erogazione del servizio;
  - Livello 2.* Interazione one way, è possibile fare il download della modulistica necessaria ad avviare la procedura;
  - Livello 3.* Interazione two way, è possibile avviare on-line la procedura di erogazione del servizio ad esempio compilando un modulo elettronico gra-

zie all'esistenza di un meccanismo di autenticazione dell'utente;

*Livello 4.* Transazione, è possibile eseguire on-line l'intera procedura di erogazione, compresi l'eventuale pagamento, la notifica e la consegna, associati all'erogazione del servizio.

*L'ultimo livello di interattività*, costituisce il massimo grado di innovazione poiché consente il totale svolgimento della procedura on-line in assenza di spostamenti fisici da parte del fruitore e l'eliminazione della necessità di produrre moduli e/o documenti cartacei.

20. M. VISCIOLA, Usabilità dei siti web, Apogeo, Milano, 2000, pp. 127-133.
21. Il gruppo della Stanford University ha portato avanti una serie di ricerche sulla credibilità dei siti web americani, fino a stilare una lista di linee guida. Per approfondimenti: <http://www.webcredibility.org>.
22. In particolare nel sito dell'Istituto Centrale per il Catalogo e la Documentazione, nella sezione "Servizi al pubblico", è possibile individuare una vera e propria profilazione dei servizi per gruppi di utenti:
- per l'utente esterno è stato realizzato un corso di formazione on-line sul sistema informativo generale del Catalogo dell'Istituto, per dar modo all'utente di poter consultare on-line tutte le banche dati dell'ente di ricerca;
  - per l'utente inesperto è a disposizione un "browser d'interpretazione" che consente di accedere alle informazioni attraverso un'interfaccia semplificata, questo perché proposito dell'ente è quello di offrire a tutti le stesse possibilità di accesso ai dati, anche a coloro che hanno una scarsa competenza tecnologica;
  - per l'utente professionale è in fase di realizzazione il progetto "Aquarelle" che consiste in una rete informativa sul patrimonio culturale per utenti professionali, responsabili di musei, amministratori pubblici, editori e ricercatori il cui obiettivo è quello di promuovere la condivisione di informazioni culturali. (Queste informazioni sono state riprese dalla tesina svolta da un gruppo di studenti della facoltà di Scienze della Comunicazione, Corso di Comunicazione Pubblica sull'Interattività e Funzionalità dei siti web degli Enti pubblici di ricerca).
23. Dipartimento Funzione Pubblica, Scuola Superiore per la Pubblica Amministrazione, Associazione Comunicazione Pubblica, Indagine nazionale sullo stato di attuazione della legge 150/2000, 2003.
24. Nella definizione di autorità ci si è rifatti a quanto espresso nello studio sulla Web Credibility dal gruppo della Stanford University. Per approfondimenti: [www.webcredibility.org](http://www.webcredibility.org).
25. I grafici delle figure 4 e 5 sono stati ripresi e rielaborati dalla tesina svolta da un gruppo di studenti del facoltà di Scienze della Comunicazione, Corso di Comunicazione Pubblica sulla Caratterizzazione Scientifica dei siti web degli enti pubblici di ricerca.
26. La definizione è presa dalla norma ISO 9241.
27. La definizione è presa dalla circolare AIPA/CR/32 del 6.9.2001 "Criteri e strumenti per migliorare l'accessibilità dei siti web e delle applicazioni informatiche a persone disabili".
28. Le linee guida per l'accessibilità dei contenuti web sono un documento in 14 punti che fissa i vari criteri per rendere fruibili i contenuti web in termini di accessibilità. Le linee guida sono organizzate in punti di controllo, ciascuno con un proprio livello di priorità (1-2-3). Ai livelli di priorità corrispondono i cosiddetti livelli di conformità (rispettivamente A, AA, AAA) che segnalano a quale livello di accessibilità il sito si attesta. Per un approfondimento vedi: <http://www.aib.it/aib/cwai/WAI-trad.htm>.

# ENERGIA, AMBIENTE E INNOVAZIONE

# Alle radici della **coscienza ambientale** contemporanea

**ORietta CASALI\***  
**MICHELE CARDAROPOLI\*\***

**ENEA**

\*Progetto Speciale Clima Globale

\*\*Facoltà di Filosofia,  
Università di Cagliari



Dal pensiero greco e la tradizione giudaico-cristiana,  
a Wordsworth, Thoreau, Leopold  
fino alla coscienza archetipica di Hillman

scienza, tecnica,  
storia & società

At the roots of **contemporary  
consciousness** of the environment

*From the Greek philosophers and the Judeo-Christian  
tradition to Wordsworth, Thoreau, Leopold,  
and Hillman's archetypal consciousness*

## La formazione della coscienza ecologica: un tratto caratteristico dell'età contemporanea

L'età contemporanea è caratterizzata dalla formazione di una coscienza ecologica, l'interesse per le questioni ambientali e il costituirsi di movimenti ecologisti. Grazie al contributo delle scienze ecologiche e sociali, ma anche di tutte le altre discipline che convergono sulle questioni ambientali, si presenta alla coscienza umana la consapevolezza dei rischi che lo sviluppo umano implica su scala mondiale. Alla specie umana non è più riconosciuto il diritto di sfruttare e manipolare indiscriminatamente l'ambiente naturale; le è richiesto un atteggiamento responsabile e rispettoso. Le riflessioni sulle crisi ambientali globali spaziano sui fronti più vari, a partire da quello scientifico e storico, per continuare sul piano politico e sociologico, per terminare con quello etico-filosofico e giuridico.

Le ideologie ambientaliste enfatizzano la posizione di reciprocità che l'uomo deve avere nell'ecosistema globale di cui è parte, di mantenimento dell'equilibrio e d'attenta sorveglianza dei meccanismi omeostatici dell'intera biosfera. Hanno generalmente un orientamento di tipo olistico e considerano gli individui come parte di un insieme, come membri di una specie, di ecosistemi, dell'intera biosfera; l'orientamento olistico si differenzia sostanzialmente dalle altre forme di biocentrismo, come quelle teorizzate dai sostenitori dei diritti animali, che sono essenzialmente individualistiche. Per fare un esempio, l'approccio olistico è interessato al topo come specie, come nodo di una maglia della rete alimentare ed energetica che contribuisce al mantenimento dell'omeostasi del suo ecosistema, mentre i sostenitori dei diritti degli animali ritengono fondamentale salvaguardare la vita del singolo topo. Sebbene entrambi i movimenti abbiano il comune interesse di allargare le considerazioni etiche al di fuori dell'uomo, in questo caso il topo, le differenze sono sostanziali; per esempio, mentre i primi giustificano la sperimentazione animale, i secondi tendono a rifiutarla.

## Dominio, compartecipazione, custodia: tre diversi modi di intendere il rapporto uomo-natura

Le riflessioni sulla relazione esistente tra uomo e ambiente naturale possono ritrovarsi fin dall'antichità, anche nella tradizione del pensiero occidentale. In un suo articolo Ian G. Barbour ha raccolto sotto tre tipologie queste modalità di relazione: *Dominio dell'uomo sulla natura*; *Uomo come partecipe della natura*; *L'uomo come custode della natura*. Sulla prima tipologia di tale relazione, bisogna osservare che la tesi dell'influenza della tradizione giudaico-cristiana relativamente al rapporto di dominio dell'uomo nei confronti della natura, è largamente accolta; tuttavia le fonti esterne a questa tradizione sono numerose e altrettanto importanti. John Passmore, nella sua celebre opera *Man's Responsibility for Nature*, sostiene che se è vero che il cristianesimo ha incoraggiato l'uomo a considerarsi il padrone assoluto della natura, ciò è derivato dalla tradizione greca, che ha portato la teologia cristiana a svincolare il rapporto dell'uomo con la natura da ogni forma di censura morale, non dall'insegnamento della religione ebraica. L'Antico Testamento insiste sul fatto che il mondo era già ottimo prima della venuta dell'uomo, e che la funzione principale della natura è di rendere gloria a Dio e non di essere di utilità all'uomo. In seguito, scrive Passmore, Aristotele sosteneva che le piante esistevano per il beneficio degli animali, e questi a beneficio dell'uomo; stoici e cristiani pensavano che la natura fosse stata creata per il bene dell'uomo e Lucrezio, epicureo, intuì che non soltanto l'uomo usa, ma anche è usato dagli altri esseri viventi in quanto inserito in una rete di relazioni con essi (quello che oggi noi chiamiamo "ecosistema") e addirittura, sempre a parere di Passmore, abbozzò una teoria della selezione della specie anticipando la dottrina di Darwin. Dagli stoici, passando per S. Agostino, S. Tommaso d'Aquino fino a Kant, la natura non è considerata altro che un mezzo per sostenere l'uomo. Si parla pertanto correttamente d'arroganza greco-cristiana.

stiana, piuttosto che giudaico-cristiana. Anche la seconda tipologia proposta da Barbour, la cosiddetta "tradizione minoritaria", ha molteplici radici religiose rintracciabili nel Taoismo e nel Buddismo Zen, ma anche nelle antiche religioni pagane delle culture contadine e della cultura greca e anche nelle pratiche di San Francesco. Vedremo che la bellezza, il sublime e le potenzialità formative e purificatrici della natura saranno esaltate da poeti e filosofi del XIX secolo, molti dei quali saranno diretti ispiratori dei movimenti preservazionisti. L'uomo "partecipe della natura" non è un atteggiamento storicamente introvabile, seppure occorra ammettere che la categoria dell'uomo despota abbia notevolmente prevalso nel corso degli eventi storici. L'ultima tipologia, quella dell'uomo custode della natura, è indicata da Barbour come in posizione intermedia tra le due esaminate. L'uomo cooperatore e custode è stato ben descritto da Passmore sempre nell'opera *La nostra responsabilità per la natura*, dove sono riportati alcuni passi del Vecchio Testamento che ne dimostrano la plausibilità, ad esempio: "e Dio mandò Adamo nel Giardino dell'Eden perché lo coltivasse e lo custodisse" (*Genesi*, 2.15).

### La cultura occidentale alla ricerca di un nuovo paradigma del rapporto uomo-ambiente

Come si diceva, è innegabile che la tipologia dell'uomo despota ha caratterizzato il rapporto con la natura del mondo occidentale. È inutile cercare una motivazione unica in grado di giustificare questo processo storico; alla base dello sfruttamento dell'ambiente vi è un'ideologia scaturita dalla convergenza di idee giunte dalle più disparate discipline nel corso dei secoli, che hanno costruito lentamente il paradigma della modernità. Meccanicismo, riduzionismo, individualismo, razionalismo, soggettivismo e dualismo uomo-natura, sono le caratteristiche del paradigma in questione. Se a questo si aggiungono il consumismo ed il falso

ideale di un'illimitata crescita economica, la continua crescita demografica e gli squilibri dovuti al cambiamento climatico, il passaggio dallo sfruttamento circoscritto di alcune risorse alla crisi ambientale globale può definirsi compiuto. F. Capra sostiene l'importanza di un radicale cambiamento culturale, della sostituzione del vecchio paradigma:

Ciò di cui abbiamo bisogno, [...] è un profondo riesame dei principali presupposti e valori della nostra cultura, un rifiuto di quei modelli concettuali che sono sopravvissuti alla loro utilità, e un nuovo riconoscimento di alcuni fra i valori che abbiamo abbandonato nei periodi precedenti della nostra storia culturale. Un mutamento così profondo nella mentalità della cultura occidentale deve essere accompagnato da una profonda modificazione della maggior parte dei rapporti sociali e delle forme di organizzazione sociale, da mutamenti che vadano oltre le misure superficiali di riaggiustamento economico e politico che vengono presi in considerazione dai capi politici oggi.

Per Capra se la presa di coscienza del singolo è un passo importante e realizzabile, ciò che è indispensabile e al tempo stesso assai arduo, è il passaggio dal singolo alla società e alle istituzioni. Tale cambiamento è previsto lento e poco efficace se non è guidato e supportato da organizzazioni ed istituzioni politiche forti. La soluzione delle crisi ambientali globali risiede nel lavoro concertato delle istituzioni e delle forze politiche e culturali in un clima di collaborazione fra stati. A questo livello il "problema ambientale" è un problema politico giacché è un problema della *polis* e non del singolo; il governo della *polis*, nell'era della globalizzazione, oltrepassa i confini classici per coincidere con l'intera ecosfera. Il profondo cambiamento di paradigma auspicato da Capra deve essere il risultato di un diverso approccio ai principali ambiti in grado di influire in tempi brevi sui comportamenti distruttivi degli uomini: l'etica, la politica, il diritto. È da sot-

tolineare che il grande cambiamento deve avvenire primieramente a livello della riflessione etica, poiché gli strumenti politici e giuridici non sono altro che mezzi utili ad accelerare e controllare il processo. La scelta etica soggettiva, per quanto forte e determinata, non è sufficiente per operare dei cambiamenti radicali; il processo richiede un'attuazione a livello globale. In tal senso i movimenti ecologisti, se fossero meno frammentati e avessero maggior presa nelle coscienze ed un più rilevante peso politico, potrebbero contribuire ad avviarlo.

### Dall'idea di natura nel romanticismo inglese all'Etica della Terra

Le radici dell'ambientalismo contemporaneo devono essere ricercate nel XVIII e XIX secolo. Per certi aspetti il movimento romantico appare come il "predecessore" del movimento ecologista a noi contemporaneo anche se gli iniziatori e fondatori dell'ecologia avevano intuito di condividere, e di essere i successori, di un'antica sensibilità che si può far risalire all'antico culto pagano delle culture contadine mediterranee legate ai cicli stagionali e alla classicità greco-romana, caratterizzate da un rapporto privilegiato e da una sorta d'empatia con la natura. Prima ancora che l'ecologia acquisisca lo statuto di scienza sono già evidenti considerazioni e atteggiamenti definibili "ecologici"; come afferma Worster: "L'idea d'ecologia è nata molto prima del nome", proposto, pare, per la prima volta nel 1866 dal biologo tedesco Ernst Haeckel. È però difficile individuare un evento, un singolo personaggio o una nazione che ne indichi con chiarezza l'inizio, e lo stesso sviluppo del movimento è irregolare. È importante rilevare come questo cambiamento si sia sviluppato proprio in concomitanza e nei paesi, in particolar modo l'Inghilterra, dove avvenne la Rivoluzione industriale. L'enorme crescita economica unitamente ai mutamenti di natura sociale e culturale e allo sviluppo della cultura urbanistica-industriale, trova

una certa opposizione da parte dei sostenitori dei tradizionali valori rurali e della vita di campagna. Non è un caso che il rappresentante di spicco di questa tradizione sia un romantico inglese, William Wordsworth, il quale esprime con la sua poesia un'intima affinità con la natura, l'esaltazione dello stile di vita rurale e rifiuto di quello urbano e industriale. Altri poeti inglesi di quel periodo contribuirono alla diffusione di questa sensibilità nei confronti della natura, ma fra gli altri è doveroso citare John Ruskin, il primo ad impegnarsi in una campagna politica opponendosi, nel 1876, alla costruzione di una linea ferroviaria che avrebbe dovuto passare all'interno del Lake District e che avrebbe rappresentato un grave rischio per l'ambiente naturale.

In quest'ambiente ideologico, spinti dal desiderio di contemplazione della natura, si elabora negli Stati Uniti il principio di conservazione della natura e si sviluppa l'idea del "parco nazionale"; vedono la luce le prime associazioni ambientali: nel 1865 la *Commons Preservation Society*, con lo scopo di limitare l'espansione dei centri urbani a scapito dei boschi; nel 1883 la *Lake District Society*, figlia delle battaglie di Ruskin; nel 1898 la *Coal Smoke Abatement Society*, per rinforzare il controllo delle emissioni inquinanti. Negli Stati Uniti d'America Gifford Pinchot, nominato consulente ambientale dal presidente Roosevelt, elaborò il concetto di "conservazione" per limitare l'utilizzo delle risorse naturali. Furono istituite le *Forest Reserves* (ora *National Forests*) dove, a differenza dei *National Parks* dove la natura è preservata (lasciata intatta), l'uomo poteva utilizzare, ma con criterio, le risorse naturali. Sulla base di questo principio furono sterminati puma, coyote, orsi grigi e lupi, predatori di alcune specie d'erbivori ai quali i cacciatori amavano sparare. Un esempio d'utilizzo "sostenibile" delle risorse. Tuttavia Pinchot, se era riuscito a porre un limite allo sfruttamento scriteriato dei beni naturali, d'altro canto considerava che la conservazione era più rivolta alla tutela dell'economia che non alla protezione dell'ambiente. Il con-

cetto di conservazione è indiscutibilmente antropocentrico e considera i prodotti naturali come risorse da sfruttare secondo il principio della sostenibilità; le risorse hanno un valore strumentale e devono essere usate in modo saggio e oculato affinché possano rigenerarsi o, nel caso delle risorse non rinnovabili, durare il più a lungo possibile. La preservazione si distingue sia nell'atto pratico sia nel principio fondante, perché impone che l'uomo lasci indisturbata la natura. I movimenti di preservazione della natura selvaggia si affiancano a quelli che lottano contro l'eccessivo sviluppo della società industriale, portatrice di falsi valori e destabilizzante per l'ordine morale e sociale sano della tradizionale vita rurale. È doveroso citare Henry D. Thoreau, ecologista *ante litteram*, propugnatore della disobbedienza civile, e autore di un'opera che ebbe grande diffusione ed ascendente per le future generazioni di ambientalisti. Thoreau è un uomo che vuole verificare cosa vuol dire essere sulla Terra e vivere/abitare in relazione con la natura. Scrive nel suo celebre *Walden, ovvero vita nei boschi*:

Andai nei boschi perché desideravo vivere con saggezza, per affrontare solo i fatti essenziali della vita, e per vedere se non fossi capace di imparare quanto essa aveva da insegnarmi, e per non scoprire, in punto di morte, che non ero vissuto.[...]Volevo vivere profondamente, e succhiare tutto il midollo di essa, vivere da gagliardo spartano, tanto da distruggere tutto ciò che non fosse vita.

Sceglie di vivere in una capanna da lui stesso costruita nel bosco lungo le sponde del lago Walden, perché crede fermamente che possa trovare in una vita parca e a stretto contatto con la natura, il significato ultimo della vita; al contrario ritiene che lo stile di vita della nuova società urbana, eccessivamente ed irragionevolmente dispendioso, e le relazioni sociali segnate dall'incertezza e dalla contraddittorietà, allontanano dalla natura e dalla vita. Il bosco come desiderio e ricerca di realtà, lontano dal mondo uma-

no che sembra de-realizzarsi nella mercificazione e nel denaro.

Teme lo sradicamento dalla vita e, con la sua filosofia, vuole solo aiutare a risolvere l'enigma dell'esistenza quotidiana: come vivere e avere il meglio dalla vita. Il pensiero e l'atteggiamento di rifiuto dello scrittore/agrimensore, ammiratore e seguace del pensiero del filosofo Emerson è, dopo un secolo e mezzo, ancora attuale ed il distacco dalla vita, da lui temuto e rifuggito, enormemente accentuato. L'uomo contemporaneo è indiscutibilmente in tensione con l'ambiente, e la dottrina della semplicità proposta da Thoreau va letta come base di una filosofia d'umiltà ambientale e d'autolimitazione. Thoreau rifiutava, come altri romantici, l'idea occidentale che l'uomo fosse al centro dell'universo: l'unica religione che riteneva degna di rispetto era quella della partecipazione umile ed egalitaria alla comunità rurale.

Fu Aldo Leopold ad elaborare l'*etica della terra*, una visione della natura che supera la diffusa visione antropocentrica del rapporto uomo-natura; prese a "pensare come una montagna", come scrive in *A sand County Almanac*. Nessuno, prima di lui, aveva pensato ad un'etica che contemplasse dei diritti che non fossero attribuibili al singolo individuo, umano e non umano, ma che operasse a livello di specie, habitat e processi ecosistemici. Il rispetto per la natura nasce dalla consapevolezza di far parte di questa comunità biotica, la cui stabilità dipende dall'equilibrio dinamico tra le diverse parti.

### Dal rapporto uomo-natura del romanticismo dell'Europa continentale fino all'"Ipotesi di Gaia" di Lovelock

L'Europa continentale non rimane insensibile alla nuova visione della natura e alla critica della società industriale. Soprattutto in Germania e in Francia il sentimento romantico contribuisce a dar corpo ad una visione idealizzata della natura, con Rousseau, Hugo e Chateaubriand. Talvolta l'esaltazione della

natura ha avuto il fine di creare dei simboli d'identità nazionale. Nei primi decenni del Novecento anche il nazismo elaborò una sua concezione della natura e del paesaggio, funzionale all'ideologia e alle politiche di regime. La Germania già in precedenza, in virtù della tradizionale trasfigurazione del bosco come simbolo dell'identità germanica, aveva emanato delle leggi a protezione delle foreste, ma il regime nazista adoperò tutti gli strumenti di propaganda per diffondere il tema della foresta come simbolo dell'identità tedesca. Nell'estate del 1941 ebbe inizio il "piano paesaggistico totale", col quale il regime si proponeva di "germanizzare" il paesaggio di quelle regioni dell'Europa orientale che avrebbero dovuto aderire ai canoni estetici della tradizione tedesca.

Fino alla prima metà del Novecento le preoccupazioni ecologiche interessarono solo l'élite accademica d'intellettuali, letterati e scienziati, tuttavia, in breve tempo l'interesse diventò, oltre che filosofico e politico, anche scientifico. Il passaggio da un'ideologia per pochi ad una di massa, avvenne intorno agli anni Sessanta. Alla generazione che, dopo l'orrore e le miserie della seconda guerra mondiale, iniziava a conoscere l'agio e il benessere economico, si profilavano diverse contraddizioni: la pace raggiunta e la minaccia di una guerra nucleare mondiale; le enormi discrepanze nella distribuzione della ricchezza e l'assenza di equità economiche, politiche e dei diritti civili tra i diversi popoli del mondo; il rapporto diretto tra lo sviluppo economico ed il degrado ambientale.

Negli anni Sessanta, come conseguenza delle lotte giovanili, nacquero i primi movimenti ambientalisti come il WWF, Greenpeace, Earth First!, ed alcune riviste come *Environmental Ethics*, *Ecophilosophy*, *The Deep Ecologist*. La rivolta studentesca di quegli anni mostrava motivi ideologici romantici, d'esaltazione della natura selvaggia e del valore formativo del diretto contatto con l'ambiente naturale, presenti peraltro anche nell'opera di Thoreau. Anche la progressiva diffusione d'alcune pratiche

sociali come il turismo nei parchi, l'escursionismo, l'alpinismo, avvicinava sempre più persone alle questioni ecologiche.

A cavallo degli anni 1960-70 si diffusero nell'opinione pubblica la preoccupazione sulle conseguenze deleterie derivanti dagli errati modelli di sviluppo tecnologico e industriale. Così, Prima del "rapporto Meadow" del Club di Roma sui limiti dello sviluppo del 1972, due importanti libri avevano contribuito a destare l'attenzione del grande pubblico su questioni ambientali: *Primavera silenziosa* di Rachel Carson del 1962 e *Il cerchio da chiudere* di Barry Commoner nel 1971, denunciando, rispettivamente, i rischi insiti nell'utilizzo di sostanze (come il DDT) non selettive in grado di causare gravi squilibri negli ecosistemi, e l'errore da parte dell'uomo, in quanto elemento della frazione vivente della biosfera, di sottrarsi con i suoi stili di vita e di sviluppo errati, ai naturali equilibri che regolano il suo corretto ed armonico funzionamento. Fu anche il celebre e già citato *I limiti della crescita* del Club di Roma, a sensibilizzare frange sempre più ampie dell'opinione pubblica e a risvegliare le coscienze delle persone, dando fondamento scientifico al movimento ambientalista.

Nacque e si diffuse, soprattutto a partire dagli anni Ottanta, un movimento culturale chiamato *New Age*. Sotto la definizione di questo movimento si può ritrovare una tale varietà d'atteggiamenti, pratiche ed ideologie che rende difficile darne un'interpretazione univoca. È un fenomeno ampio ed eterogeneo nel quale sono presenti, oltre ad una certa sensibilità ambientalista, varie forme di culto neopagano, pratiche d'occultismo, parapsicologia, antroposofia, pratiche terapeutiche non convenzionali, vegetariani, anarchici e seguaci dell'alienismo. Sono numerosi i gruppi, movimenti o sette, che possono rientrare nell'ambito di tale movimento, ma mentre alcuni si fondano su solide basi scientifiche, altri sono più fantasiosi e meno razionali.

Negli ultimi anni ha riscosso un notevole successo l'*Ipotesi Gaia* dello scienziato britannico James Lovelock. Gaia è il nome del-

la Terra come super-organismo, è l'insieme complesso e interdipendente dei rapporti tra le specie viventi, l'ambiente e l'atmosfera; un modello capace di spiegare la relazione tra fattori biotici ed abiotici ed i processi di mutamento che avvengono nel pianeta, facendo interagire l'ambiente e la società. Il successo di tale teoria nell'ideologia ambientalista appare motivato perché sposta l'uomo dalla sua posizione privilegiata, riportandolo in seno alla natura come parte della vita sulla Terra e restituendo a questa la sua centralità.

### L'ambiente nella psicologia archetipica di James Hillman

Anche la psicoanalisi contemporanea ha rivolto la sua attenzione all'ambiente e alle crisi ambientali in generale, operando una rivoluzione copernicana nel modo di intendere le patologie mentali. Esponente principale di questo nuovo modo di vedere il rapporto uomo-ambiente è lo psicoanalista americano James Hillman che lancia, all'interno della psicoanalisi junghiana, un movimento rivolto all'immaginazione della cultura, avente lo scopo di fare uscire la terapia dal chiuso dello studio dell'analista fino ad includere nella sua cura i disordini più ampi della collettività e dell'ambiente. Questo movimento di pensiero è denominato psicologia archetipica, in contrasto con la psicoanalisi e la psicologia analitica il cui scopo era soprattutto personalistico e clinico. La psicologia archetipica considera l'esistenza umana all'interno di alcuni, ben riconoscibili schemi. Madri, padri, eroi, amanti, mariti, mogli e altre figure rappresentano dei ruoli, degli schemi nell'ambito dei quali si muove l'esistenza umana, ognuno con un suo comportamento e un suo modo di pensare. Si tratta di modi archetipici di essere nel mondo. L'uomo non può non essere in un ruolo o nell'altro, può solo spostarsi dall'uno all'altro. Gli esseri umani possono scegliere di vivere per un periodo di tempo sotto l'immagine tutelare dell'archetipo "madre" o "padre" e in quanto madri o padri pos-

sono condividere molte caratteristiche comuni con tutte le madri e i padri. Tuttavia non si tratta di copie esatte in quanto non ci sono madri o padri identici. Solo in questo senso esiste la libertà dall'archetipo. Per quanto originale possa essere il comportamento del singolo, le radici del modo di essere non sono proprie dell'individuo. Su di esso la storia (e l'ambiente) pesa molto di più della storia personale ed ogni essere umano è sempre qualcosa in più che essere solo se stesso.

Siamo di fronte ad una psicologia non più intra-soggettiva, o inter-personale dove la realtà psichica è confinata nel mondo soggettivo e il mondo rimane esterno, materiale, morto. Per Hillman il mondo esterno non è non-soggettivo, rifiutando in tal modo la classificazione della realtà distinta in due tipi: la realtà pubblica, oggettiva, sociale, fisica dalla realtà psichica, priva di estensione nello spazio, la sfera dell'esperienza privata, che è interiore e caratterizzata dal desiderio e dalla fantasia. In questa visione l'anima è senza mondo, il mondo senza anima e di conseguenza l'indagine psicologica è rivolta solo al soggetto, il quale deve trovare solo in se stesso la possibilità di uscire dalla patologia psichica.

Per Hillman, il mondo rivela segni di una immensa sofferenza e la nevrosi si estende all'ambiente, alle comunità. Parole un tempo riservate solo a descrivere la patologia umana, quali crollo, collasso, stagnazione, valgono oggi più che mai anche per i sistemi oggettivi, pubblici, e per le cose che vi fanno parte.

Rielabora l'antico concetto di *Anima Mundi*, un concetto che intende abbracciare tutta la realtà, quella soggettiva e quella oggettiva:

...quella particolare scintilla d'anima, quella immagine germinale, che si offre in trasparenza in ogni cosa nella sua forma visibile [...] Non solo animali e piante infusi d'anima, come nella visione dei romantici, ma l'anima data con tutte le cose, le cose della natura, date da Dio, e le cose della strada, fatte dall'uomo.

Da tale premessa non può non discendere un urgente cambiamento nel modo di rapportarsi all'ambiente esterno, ma ne discende anche che la salute mentale (e fisica) del singolo non è solo un fatto privato. Un mondo fatto solo di dati oggettivi, privo di immaginazione non può fornire un habitat sano. Hillman propone una "risposta estetica al mondo", dove l'anima individuale è legata all'anima del mondo, per ricostruire uno stato di equilibrio degli elementi. Qualsiasi alterazione della psiche umana riecheggia un cambiamento nella psiche del mondo.

### Il pensiero del cuore per comprendere e curare l'ambiente

Hillman reintroduce il concetto di pensiero del cuore. Per chiarirne il significato, si avvale dell'antica concezione della fisiologia umana, quella precedente a Harvey e a Cartesio, quando il cuore non era ancora considerato un semplice meccanismo, ma si riteneva essere l'organo dell'immaginazione. La risposta estetica va intesa tenendo presente il senso della funzione un tempo attribuita al cuore da pensatori tipo Marsilio Ficino per i quali lo spirito del cuore riceveva e trasmetteva le impressioni dei sensi, cioè l'atto di percepire il mondo sia con i sensi che con l'immaginazione.

Per esempio, la diffusione delle patologie cardiache si spiegherebbe anche in questa ottica. Vivere in un mondo dall'anima malata, porta alla sofferenza dell'organo che quotidianamente, per primo e in modo diretto, attraverso l'*aisthesis*, incontra questa anima malata. "Le cose brutte, vuote, sbagliate, prive di un cosmo capace di dare loro senso" si riflettono sulla salute umana.

Per spiegare questo concetto ricorre al mitologico dio Pan, cioè a dire l'archetipo della natura incontaminata e istintuale. Pan era anche il dio delle malattie mentali, dove l'istinto represso trova la possibilità di esprimersi producendo comportamenti esasperati. Le patologie del mondo inquinato e deturpato rivelano, allo stesso modo delle psicopatologie individuali, che c'è un dio trascurato che vuole

manifestarsi, che vuole essere tenuto in considerazione. L'Anima del mondo reclama attenzione e cure su di sé. Attraverso rivelazioni patologizzate, attraverso l'angoscia e la sofferenza, la coscienza psicologica progredisce. "Le nostre paure ecologiche segnalano che è nelle cose che l'anima reclama oggi attenzione psicologica".

Percepire il valore delle cose e le virtù in esse presenti significa, secondo Hillman, restituire ad esse le cosiddette qualità secondarie: colori, sapori, qualità tattili.

Questo comporta la riscoperta di modelli di produzione nuovi, dove al posto della quantità va dato il giusto peso anche alla qualità e all'immaginazione e un rapporto meno consumistico con gli oggetti. I cosiddetti "valori affettivi" sono la testimonianza della necessità e della capacità umana di instaurare rapporti speciali e, spesso, misteriosi con le cose naturali o artificiali. Gli oggetti rispondono con il loro linguaggio, inviano messaggi, proteggono, consolano e sfidano il tempo, rimanendo in vita più a lungo.

Hillman tenta di offrire un paradigma alternativo all'organizzazione produttiva sociale occidentale e in particolare a quella americana. Vuole porre in un posto più dignitoso il concetto di manutenzione e di servizio e contemporaneamente mettere in primo piano forme di potere diverse rispetto a quelle tradizionali, basate sulla crescita illimitata e sulla subordinazione, sulla sopraffazione dell'uno sugli altri. La sfida è superare l'antica opposizione potere/amore, tramite il passaggio dal singolare al plurale, perseguendo valori che danno forme di potere più sottili. Per esempio pluralizzando il profitto, cioè a dire passare dal profitto esclusivo per i soci e per gli azionisti ad altre forme di proficuità. È proficuo ciò che giova il più possibile a tutta la comunità, incluse le generazioni future, contribuisce alla bellezza del bene comune e dello spirito. Il perseguimento del potere nasce dall'esigenza del soggetto di esprimersi, di dare un segno della sua presenza nel mondo, ma le forme di potere più sottili di cui parla Hillman, sono di tipo strategico, in quanto travalica-

no l'immediato perseguimento di fini egoistici, spesso di breve durata e circoscritti alla sfera personale

### Recuperare e curare il rapporto bi-direzionale uomo/mondo

L'avvicinamento della dimensione soggettiva a quella oggettiva ha mostrato l'importanza di recuperare e curare il rapporto bi-direzionale uomo/mondo.

Considerare l'ambiente naturale e artificiale come una creatura vivente, che reagisce con forme di patologie perché ha le nostre stesse esigenze di amore, valorizzazione, rispetto e protezione non è certo un atteggiamento facile da adottare. Sul piano pratico significa rivedere tutta l'impostazione dei nostri sistemi produttivi, degli stili di vita e degli obiettivi esistenziali. Che si tratta tuttavia di una esigenza forte e sentita non vi è dubbio. Ne sono la prova le grandi dichiarazioni di intenti delle Convenzioni globali sullo sviluppo sostenibile, sulla protezione dell'ambiente da vari pericoli, quali il buco dell'ozono, il *global warming*, la perdita della biodiversità e il rischio di desertificazione.

L'idea della "dematerializzazione" presente nel dibattito sullo sviluppo sostenibile va nella stessa direzione di Hillman quando si riferisce alla valorizzazione del concetto di servizio e di manutenzione. La "dematerializzazione" dei sistemi di produzione ha l'obiettivo di ridurre nel lungo periodo il prelievo complessivo di risorse naturali. Le economie dei paesi industrializzati sono basate sulla messa in moto di enormi flussi di materia ed energia che generano innumerevoli interazioni negative con l'ecosistema. La dematerializzazione mira a ridurre questi flussi, sia con sistemi tecnologici alternativi che con un rapporto nuovo con la materia basato sulla cura e sulla preservazione. Una economia in cui il servizio e la manutenzione hanno un ruolo più importante, è un sistema che fa meno ricorso alla materia e che

trova, a volte ritrova, valori alternativi in beni a minor carico ambientale, o nella cura e nel mantenimento della materia utilizzata.

Proporre cambiamenti nello stile di vita è tutt'altro che semplice e non senza implicazioni. Basta pensare che si è appena combattuto una guerra il cui scopo ultimo è assicurare un sistema di vita basato sui grandi consumi, con un massiccio utilizzo della "materia", delle risorse naturali e di un tipo di combustibile che si è dimostrato essere responsabile di grandi catastrofi ambientali.

### Bibliografia

- BARBOUR I.G., *Environment and Man*, in Warren Reich, *The Encyclopedia of Bioethics*, The Free Press, New York.
- BORRELLI G., FRANCESE R., MARCHETTI A., ROMANO D., *Cambiamento climatico – Glossario*, ENEA, Roma, 1997.
- CAPRA F., *The Turning Point*, New York, 1982 (trad. it. Il punto di svolta, Feltrinelli, Milano, 1984, 2000).
- CARSON R., *Primavera silenziosa*, Feltrinelli, Milano, 1999, traduzione di Gastecchi C.
- COMMONER B., *Il cerchio da chiudere*, Garzanti, Milano, 1972.
- HILLMAN J., *L'Anima del mondo e il pensiero del cuore*, Adelphi., 2002.
- HILLMAN J., *Saggio su Pan*, Adelphi, 2001.
- HILLMAN J., *Il Potere*, Rizzoli, Milano 2002.
- LAI F., *Antropologia del paesaggio*, Carocci Editore, Roma, 2000.
- LEOPOLD A., *A sand County Almanac*, trad. it. a cura di G. Arca e M. Maglietti, Almanacco di un mondo semplice, Red Edizioni, Como, 1997).
- LOVELOCK J., *Gaia, nuove idee sull'ecologia*, trad. it. a cura di V. Bassan Landucci, Bollati Boringhieri, Torino, 1996.
- NASH R.F., *The Right of Nature*, The University of Wisconsin Press, Madison, Wisconsin, 1989.
- PAGANO P., *Filosofia Ambientale*, Mattioli 1885, Fidenza, 2002.
- PASSMORE J., *Man's Responsibility for Nature*, Duckworth & Co. Ltd, London, 1980 (trad. it., La nostra responsabilità per la natura, Feltrinelli, Milano, 1991).
- SCHAMA S., *Paesaggio e memoria*, Arnoldo Mondadori Editore, Milano, 1997.
- TALLACCHINI M., *Ambiente e uomo*, in *Etiche della terra*, Vita e Pensiero, Milano, 1998.
- THOREAU H.D., *Walden, ovvero vita nei boschi*, Rizzoli, Milano, 1998.
- WORSTER D., *Nature's Economy. A History of Ecological Ideas*, Cambridge, 1985 (trad. it. Storia delle idee ecologiche, Il Mulino, Bologna, 1994).



## Aviato il progetto BRITA per il recupero energetico di edifici pubblici

MARCO CITTERIO

ENEA, UTS Fonti Rinnovabili e Cicli Energetici Innovativi

La maggior parte dei consumi energetici per riscaldamento, acqua calda per usi domestici, condizionamento, illuminazione e ventilazione degli edifici europei è imputabile per il 95% agli edifici costruiti prima del 1980. Per contribuire al raggiungimento degli obiettivi del Protocollo di Kyoto, è necessario migliorare le prestazioni energetiche di questi edifici.

L'ENEA, il Politecnico di Milano e l'Università di Palermo, con altri 20 partners europei rappresentanti pubbliche amministrazioni, enti di ricerca ed università, società di consulenza e progettisti, hanno presentato la proposta di progetto "Bringing Retrofit Innovation to Application in Public Buildings - BRITA in PuBs" nell'ambito del 6° Programma Quadro della Unione Europea. La proposta è stata accolta a metà dell'anno scorso, essendo risultata tra i pochi progetti integrati

approvati nel bando sugli Eco-buildings. Dopo la negoziazione, il progetto è potuto partire il 1° maggio 2004. La durata prevista è di 4 anni.

Il progetto BRITA in PuBs ambisce a migliorare la penetrazione sul mercato di soluzioni efficaci ed innovative per il retrofit degli edifici, con l'intento di migliorare l'efficienza energetica e incentivare l'impiego di energie rinnovabili, a costi addizionali contenuti.

L'obiettivo verrà realizzato attraverso il retrofit esemplare di 9 edifici pubblici dimostrativi localizzati nelle quattro regioni europee che partecipano al progetto (Nord, Sud, Centro ed Est).

Gli edifici pubblici su cui sperimentare le soluzioni di retrofit sono di diverso tipo (college, centri culturali, centri di assistenza, case per studenti, chiese ecc.), per sensibilizzare sulla conservazione dell'energia gruppi di

persone di diverse età ed estrazione sociale. Le misure di retrofit energetico sono state finanziate al 35% dalla UE. Il Progetto è strutturato in otto *work packages* di ricerca che comprendono ricerche di carattere socioeconomico, come l'identificazione delle reali necessità di pianificazione, progettazione e di strategie di finanziamento, la valutazione delle linee guida per la progettazione, lo sviluppo di uno strumento per la valutazione delle misure di retrofit, uno strumento per il controllo della qualità per assicurare buone prestazioni a lungo termine sia dell'edificio che dei sistemi.

Altro punto importante del progetto BRITA in PuBs è la diffusione dell'informazione, da un lato attraverso presentazioni della ricerca e dei risultati ottenuti con gli interventi a diversi gruppi di interesse e, dall'altro con l'addestramento degli utenti e del personale addetto alla manutenzione del sistema edilizio. È prevista una campagna mirata di PR e l'utilizzo di networks locali, nazionali e internazionali, quali Energie-Citès, Internet e altri media, nonché l'organizzazione e la partecipazione a seminari e conferenze.

Il Progetto, coordinato dal Fraunhofer Institute of Building Physics in Germania, coinvolge dunque i proprietari degli edifici pubblici, i *team* di ricercatori, architetti e ingegneri e i networks per la diffusione. La figura 1 mostra la struttura del progetto e le attività previste.

Le applicazioni tecnologiche includono sia misure a livello di involucro edilizio, come il miglioramento dell'isolamento termico e l'impiego di finestre ad alta efficienza, sia interventi impiantistici quali principi avanzati di ventilazione, come i sistemi ibridi, tecnologie di integrazione della

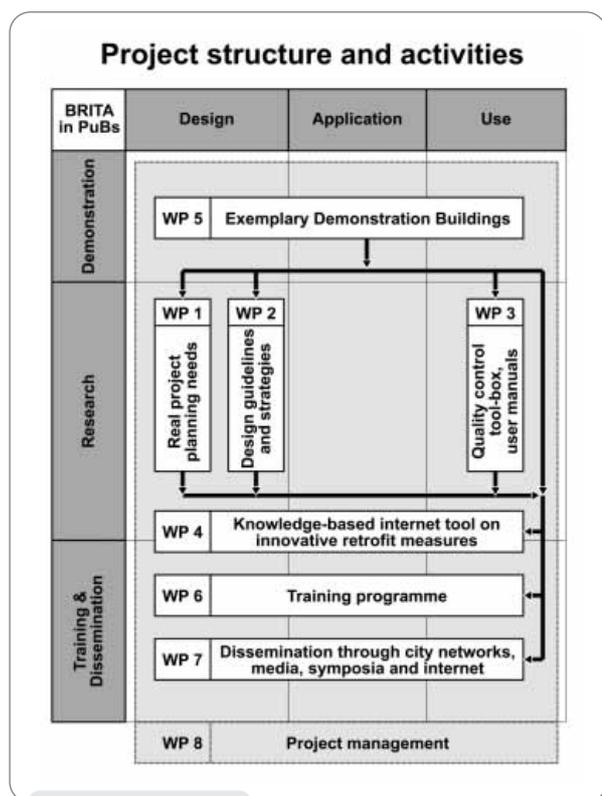


Figura 1  
Struttura del progetto BRITA in Pubs

fornitura energetica, come i sistemi di cogenerazione, sistemi di illuminazione energeticamente efficiente e applicazioni solari. L'obiettivo generale del retrofit sui 9 edifici dimostrativi è la diminuzione della richiesta di energia primaria per riscaldamento, condizionamento, ventilazione, acqua calda e illuminazione per almeno il 50%. In alcuni casi sono previste riduzioni anche maggiori. Inoltre è previsto che siano migliorate le condizioni di comfort negli edifici, cosicché la percentuale degli utenti insoddisfatti (rilevata attraverso questionari *ad hoc* sottoposti prima e dopo il *retrofit*) venga dimezzata. Le soluzioni di *retrofit* di tutti gli edifici verranno valutate mediante un monitoraggio di almeno un anno a partire dal completamento dell'intervento.

L'ENEA partecipa a BRITA come subcoordinatore del progetto avendo assunto la responsabilità del WP5 sui Demonstration Buildings ed è anche inserito nel WP3 (Quality Control Tool Box) all'interno del quale verranno sviluppate delle metodologie avanzate di controllo del funzionamento degli edifici. Queste metodologie verranno applicate nell'ambito del WP5 e quindi anche sull'edificio dimostrativo italiano. L'edificio dimostrativo italiano è un albergo per studenti del Politecnico di Milano.

Il progetto di riqualificazione energetica contempla diverse azioni di *retrofit* con utilizzo di tecnologie efficienti e strategie di controllo e di gestione energetica avanzate. Gli interventi sul-

l'edificio prevedono l'isolamento dell'involucro opaco e l'adozione di finestre equipaggiate con vetrate bassoemissive.

Dal punto di vista impiantistico un sistema di tri-generazione consentirà di produrre elettricità e di fornire calore e freddo, con gruppi ad assorbimento, all'utenza. Sono previste strategie di controllo della radiazione solare e di attivazione della luce artificiale tramite sensori di *daylighting*; sensori di presenza garantiranno la gestione delle condizioni di comfort termico con la rapida attivazione dei sistemi radianti a soffitto.

Il sistema BEMS gestirà il cogeneratore anche in ragione delle diverse esigenze di interconnessione con la rete elettrica.

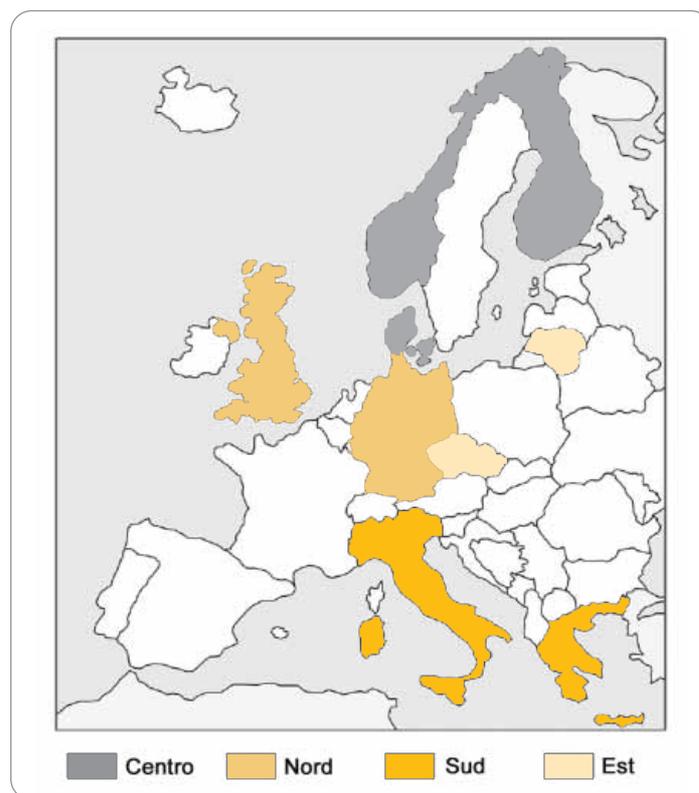


Figura 2  
Paesi partecipanti al progetto BRITA in PuBs



## Il riutilizzo delle acque di scarico di cartiera

MASSIMO PIZZICHINI, CLAUDIO RUSSO, CHIARA DI MEO

ENEA, UTS, Biotecnologie della Salute e degli Ecosistemi

Lo studio coinvolge un settore produttivo importante, come quello cartario, che consuma ingenti volumi d'acqua e genera conseguentemente un impatto ambientale tutt'altro che trascurabile. Le attività di laboratorio sono iniziate nell'estate 2003, come possibile risposta alla forte stagione siccitosa che ha coinvolto l'intera Europa.

Tutte le attività sperimentali sono state eseguite presso il Centro Ricerche della Casaccia, utilizzando gli effluenti reali della Cartiera Lucchese.

L'industria cartaria italiana, con 162 aziende, rappresenta circa il 10% della produzione europea di carta e cartoni, con circa 9 milioni di ton anno<sup>-1</sup> e un fatturato di circa 6 milioni di euro.

I processi industriali di trasformazione consistono nel ridurre il tessuto fibroso della matrice legno in fibre elementari, eliminando lo strato di sostanze inco-

stanti che tengono unite le fibre fra loro.

Questi processi sono essenzialmente di due tipi: meccanico o chimico.

Tutte le materie fibrose, per essere trasformate in carta, devono essere opportunamente lavorate e mescolate con sostanze ausiliari e additivi, che conferiscono alla carta le caratteristiche volute.

Sono ormai diversi anni che la materia prima più importante in Italia per la produzione della carta è rappresentata dal macero, cioè dalla carta già usata. Il riutilizzo di questo materiale comporta la salvaguardia del patrimonio boschivo e riduce fortemente i materiali di scarto. Almeno il 30% dei Residui Solidi Urbani è costituito da materiali cellulosici. Per arrivare a questi risultati la materia prima (macero) è sottoposta ad un processo lungo e complesso le cui fasi principali sono: spapolamento, depu-

razione grossolana, diluizione, disinchiostrazione, depurazione fine, lavaggio, addensamento, trattamento a caldo, sbianca. Durante tutte queste operazioni vengono impiegate quantità importanti d'acqua perché le fibre cellulosiche sono tenute in sospensione ad una concentrazione che varia dall'1 al 30% circa.

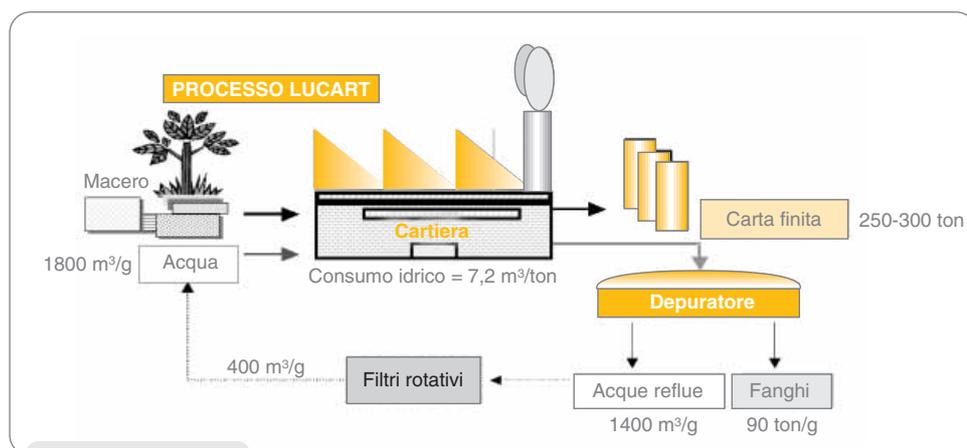
In figura 1 sono mostrati i quantitativi di carta prodotta e d'acqua consumata nello stabilimento di Porcari della Cartiera Lucchese (Lucart). In questa industria si producono carte monolucide per imballaggio flessibile e carta tissue. La produzione è di 250-300 t/giorno la maggior parte delle quali è ottenuta da carta da macero disinchiostata.

### Ciclo di depurazione tradizionale della Cartiera Lucart

Tutti gli effluenti liquidi provenienti dal complesso ciclo di lavorazione cartario, si raccolgono nella vasca di equalizzazione, quindi passano attraverso filtri rotativi al fine di rimuovere le particelle solide grossolane (plastica, sedimenti, vetro ecc).

Gli effluenti totali della cartiera, compresi quelli del disinchiostaggio, passano quindi nel flottatore ad aria, che separa ulteriormente il particellato che affiora (fanghi).

Separati i fanghi, rimane un effluente liquido che viene inviato al processo biologico a fanghi attivi, in cui i microrganismi aerobici mineralizzano le sostanze presenti nella matrice. Al termine del processo biologico l'effluente viene sedimentato generando un refluo con un COD di circa 400-600 ppm di O<sub>2</sub>. Una frazione di circa il 10% di questa acqua (300/400 m<sup>3</sup> giorno<sup>-1</sup>) viene riutilizzata nel ciclo delle acque di cartiera. Il resto è sca-



**Figura 1**  
Linea di produzione  
e consumo idrico nell'industria cartaria

ricato come effluente finale al consorzio di depurazione che, teoricamente, dovrebbe ridurlo ai valori previsti dalla normativa (legge 125/99).

Nel processo si generano fanghi di cartiera che vengono essiccati e quindi smaltiti secondo le modalità previste dalla normativa vigente.

### Il nuovo processo a membrana

Le prime prove di purificazione, con tecnologie di membrana, sono state eseguite sulle acque finali, che escono dal depuratore a fanghi attivi della Cartiera. Nonostante gli sforzi condotti dall'ENEA che ha impegnato anche membrane di nuova generazione, i risultati sono stati modesti, soprattutto in termini di abbat-

timento del COD, che si attestava intorno ai 200 ppm di O<sub>2</sub>, anche dopo il trattamento con osmosi inversa (OI).

Ciò è da mettere in relazione alla contaminazione della matrice da parte del metabolismo microbico, anche endogeno, che porta alla formazione di sostanze organiche, come proteine e peptidi a basso peso molecolare, difficilmente eliminabili anche con tecniche di osmosi inversa.

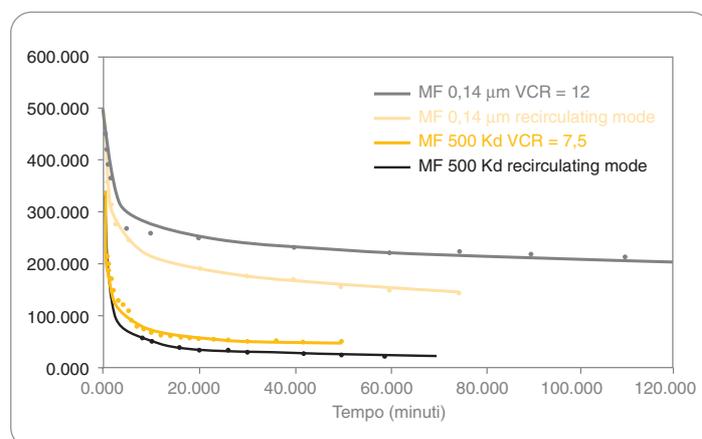
Dall'analisi chimica dei reflui industriali e dalle prove di filtrazione in scala laboratorio, si è evidenziato che il processo separativo ottimale avrebbe dovuto rimuovere prima i solidi sospesi, costituiti dalle microfibre di cellulosa, quindi il contenuto salino, in modo da consentire un riutilizzo dell'acqua depurata a ciclo chiuso.

Sono state provate diverse membrane e moduli per mettere a punto lo stadio di microfiltrazioni (MF) e ultrafiltrazioni (UF). L'osmosi inversa (OI) effettuata sui precedenti permeati, con un SDI inferiore a 2, non ha creato problemi particolari. In UF-MF sono state provate membrane polimeriche a spirale avvolta con taglio molecolare di 500 kD, e membrane ceramiche di allumina con *coating* di zirconia, della Tami. La messa a punto del processo depurativo è stata ottenuta operando con impianti pilota, di MF ceramica, di MF-UF per moduli polimerici, e di OI con membrane a fibre cave, impiegando quantitativi di effluente reale provenienti dalla Cartiera Lucart, di alcune centinaia di litri. Per ogni tipo di modulo impiegato sono state ricercate e messe a punto le variabili di processo (temperatura, pressione d'esercizio, idrodinamica di filtrazione, rapporto volumetrico di concentrazione (VCR), e condizioni di lavaggio del modulo impiegato).

La MF ceramica con *cut-off* 0,14 µm, ha operato ad una pressione di 2,5 bar, una temperatura di 27 °C, con una portata di alimento di 4.000 L ora<sup>-1</sup>. La MF polimerica ha operato ad una pressione di 2,9 bar, una temperatura di 29 °C, con una portata di alimentazione di 4.100 L ora<sup>-1</sup>. Il flusso di permeato nel tempo delle due prove di MF 0,14 µm e di MF 500 kD, sia a ricircolo totale che a concentrare, è riportato in figura 2, in cui si evidenzia la maggiore produttività delle membrane ceramiche.

I permeati di MF 0,14 µm e di MF 500 kD sono stati trattati in OI, operando ad una pressione di esercizio di 20 bar, che genera un flusso di permeato stabile, di circa 20-25 L m<sup>-2</sup> ora<sup>-1</sup>. La composizione chimica del refluo tal

**Figura 2**  
Produttività di alcune membrane a confronto



quale e delle frazioni separate in MF 500 kD ed in OI è riportata in tabella 1.

La MF abbate il COD del 35% ed il TOC di circa il 20%. L'OI eseguita sul permeato di MF produce un'acqua particolarmente pura, come si vede dalla tabella 1.

Il permeato di OI è costituito da un'acqua di particolare purezza con una conducibilità di 70  $\mu\text{S cm}^{-1}$ , un COD di 25 ppm di  $\text{O}_2$  ed un TOC di 1 ppm. L'OI mostra una reiezione agli ioni compresa tra 96% e 99,9%.

### Conclusioni

Lo studio dell'ENEA, che ha portato alla definizione di un brevetto assieme alla Cartiera Lucart (deposito n. RM2003 A 000603, del 29.12.2003), consente di avanzare uno schema di trattamento dei reflui di cartiera, che potrebbe essere applicato a livello industriale. L'effluente subisce un trattamento con processi a membrana, prima del processo biologico. Le acque uscenti dal flottatore sono sottoposte al processo di microfiltrazione con membrane ceramiche.

Da questo stadio si generano due correnti fluide: il concentrato che viene inviato al depuratore biologico, e il permeato che viene ulteriormente trattato in osmosi inversa. Anche il retentato di OI viene inviato al depuratore a fanghi attivi.

Considerando un volume giornaliero di reflui di 1.800  $\text{m}^3$  giorno<sup>-1</sup> ed un VCR di 8, si produrranno circa 1.200  $\text{m}^3$  giorno<sup>-1</sup> di

| Parametro                               | Permeato MF | Permeato OI | Reiezione dell'OI (%) |
|---|-------------|-------------|-----------------------|
| pH                                      | 7,14        | 7,98        |                       |
| Conducibilità ( $\mu\text{S cm}^{-1}$ ) | 2.800       | 68          |                       |
| COD (ppm)                               | 860         | 24          | 99,9                  |
| TOC (ppm)                               | 396         | 0,99        | 99,7                  |
| Residuo secco 180 °C (ppm)              | 2.365       | 10          | 99,6                  |
| Solidi sospesi (ppm)                    | assenti     | assenti     | assenti               |
| Fluoruri (ppm)                          | 102,11      | assenti     | assenti               |
| Cloruri (ppm)                           | 740,24      | 9,50        | 98,8                  |
| Nitrati (ppm)                           | 40,03       | 0,11        | 99,7                  |
| Solfati (ppm)                           | 178,37      | 0,71        | 99,7                  |
| Sodio (ppm)                             | 308,85      | 10,58       | 97,0                  |
| Potassio (ppm)                          | 7,76        | 0,34        | 95,6                  |
| Magnesio (ppm)                          | 31,77       | 0,08        | 99,7                  |
| Calcio (ppm)                            | 258,88      | 0,33        | 99,9                  |

**Tabella 1**  
Composizione dell'alimento e delle frazioni separate in MF ceramica ed OI

permeato di osmosi, riciclabile nel ciclo produttivo di stabilimento. Al depuratore a fanghi attivi giungeranno circa 421  $\text{m}^3$  giorno<sup>-1</sup> di effluenti, con un COD medio stimato di circa 3.700 ppm di  $\text{O}_2$ . Sarebbe ragionevole aspettarsi, ma occorre verificare, che il depuratore operi con una maggiore efficienza, se alimentato da un volume ridotto del 75% di effluenti, con un carico organico più alto. La verifica deve riguardare soprattutto la presenza di sostanze tossiche (es. tensioattivi) che sono concentrate dalla membrana osmotica.

I benefici di natura socio-economica derivanti dall'applicazione del brevetto sarebbero rilevanti: fra questi c'è la possibilità di destinare la risorsa idrica ad usi civili, come quello potabile. In questo caso, l'acqua non prelevata dalla cartiera potrebbe soddisfare circa 6.000 persone/ giorno.

Le valutazioni economiche del nuovo processo sono buone, ma lo saranno sempre più in prospettiva, al crescere del prezzo della tariffa idrica.

Sono in corso sperimentazioni presso la Cartiera con impianto pilota da 10  $\text{m}^3$  giorno<sup>-1</sup>, che sarà esercito per almeno sei mesi, in modo da trasferire i risultati ad una scala impiantistica superiore. In sintesi l'invenzione dovrebbe consentire di:

- recuperare e riciclare l'acqua nello stesso ciclo produttivo;
- semplificare e standardizzare il trattamento depurativo evitando le fluttuazioni di carico ;
- adeguarsi alle nuove normative europee come la IPPC;
- restituire risorse idriche importanti all'uso civile;
- sviluppare sul territorio una corretta politica di gestione della risorsa idrica.



## Impianto MICROBO per esperimenti di ebollizione in microgravità

GIAN PIERO CELATA

ENEA, UTS Fonti Rinnovabili  
e Cicli Energetici Innovativi

ENEA ha realizzato l'impianto MICROBO (MICROgravity BOiling) per l'esecuzione di prove sperimentali sull'ebollizione in convezione forzata in condizioni di microgravità. L'impianto è stato realizzato grazie ad un finanziamento ASI (Agenzia Spaziale Italiana), ed è operativo per l'esecuzione delle prove a terra che rappresentano la base di riferimento per il confronto con i dati in condizione di microgravità.

Le prove in condizioni di microgravità verranno eseguite mediante voli parabolici a bordo di un aereo Airbus A300 (gestito dalla società Francese Novespace e finanziato dall'ESA, Agenzia Spaziale Europea), dove saranno presenti anche tecnici ENEA.

Una campagna sperimentale prevede tre giornate di volo con trenta parabole al giorno, per un totale di novanta condizioni sperimentali. Nell'ambito di una parabola si realizzano circa 22 secon-

di di condizioni in cui la forza di gravità è bilanciata da altre forze annullandone l'effetto sui fenomeni in studio.

Lo scopo della sperimentazione è quello di verificare l'influenza della microgravità sui fenomeni di ebollizione in convezione forzata, andando a definire anche le condizioni di soglia (in termini fondamentalmente di velocità del fluido refrigerante) oltre le quali la riduzione della gravità (fino a  $10^{-2}$  g nel volo parabolico) non provoca alcun effetto sul processo dell'ebollizione.

Verranno utilizzate sezioni di prova tubolari da 6 mm di diametro interno, realizzate in pirex e riscaldate elettricamente, che consentiranno di definire, oltre all'analisi quantitativa del trasferimento del calore, anche le differenze nel *flow pattern* dovute all'effetto della riduzione della gravità sulla dimensione delle bolle, sul loro distacco dalla pare-

te scaldante ecc.

L'aumento crescente delle potenze da asportare nella satellistica spaziale spinge i progettisti termoidraulici ad utilizzare l'ebollizione in convezione forzata, in grado di asportare quantità di calore maggiori di quanto non sia possibile ottenere con il raffreddamento con liquido.

D'altro canto, tale necessità si scontra con la totale mancanza di riferimenti sperimentali in condizioni di gravità ridotta e con la richiesta di sperimentazione dedicata. Inoltre, la conoscenza delle fenomenologie dell'ebollizione in convezione forzata anche in condizioni di gravità ridotta ha grande importanza nella gestione di transitori accidentali che trasformerebbero un raffreddamento in monofase liquido in un fluido in ebollizione.

Il fluido utilizzato è FC-72 (fluoro-inerte bassobollente a marchio 3M) che viene spesso utilizzato nelle applicazioni spaziali.

La prima campagna sperimentale verrà condotta dal 26 al 28 Ottobre 2004, presso l'aeroporto di Bordeaux.

La ricerca viene condotta anche per conto della Snecma Moteurs, Industria Aerospaziale Francese, specializzata nella propulsione spaziale (produttrice tra l'altro dei razzi vettori del progetto Ariane), che ha sponsorizzato la campagna sperimentale, ritenendo le prove da eseguire di grande interesse per le problematiche di ebollizione dei propellenti criogenici da loro utilizzati nel motore aerospaziale denominato VINCI, utilizzato anche per il progetto ARIANE. Successivamente alla prima campagna sperimentale di Ottobre 2004, continuerà la sperimentazione nell'ambito di un progetto triennale (a partire dall'inizio del 2005) finanziato dall'ESA e dalla Snecma Moteurs.

dal **MONDO****Australia, energia da rocce viventi****Aumento delle spese per la ricerca in Germania****VIII Pirelli International Award****AUSTRALIA, ENERGIA DA ROCCE ROVENTI**

La Compagnia di energia geotermica Geodynamics, di Brisbane, sta realizzando il progetto di estrarre energia dalle rocce roventi nel sottosuolo a 4400 metri di profondità, dove le temperature superano i 250 gradi.

Il processo prevede l'immissione di acqua in una colonna di iniezione. L'acqua surriscaldata dalle rocce del sottosuolo viene recuperata attraverso una o più colonne di produzione e mantenuta sotto pressione per impedire che si trasformi in vapore. Viene poi passata attraverso uno scambiatore, che estrae in massima parte il calore e lo trasferisce alla centrale elettrica, generando elettricità in una turbina.

L'acqua raffreddata ritorna quin-

di nella colonna d'iniezione.

L'energia "hot rock" è fra le nuove tecnologie che il governo australiano ha individuato come idonee a ricevere finanziamenti dal Fondo per la tecnologia a basse emissioni, per cui sarà stanziato l'equivalente di 300 milioni di euro. L'idea si è originata negli USA 30 anni fa, ma non esiste finora al mondo un impianto funzionante. L'Australia è particolarmente adatta a questo approccio perché le sollecitazioni geologiche sulla crosta del continente sono tali che quando l'acqua viene pompata giù verso il granito caldo, tende a diffondersi orizzontalmente attraverso piccole crepe nella roccia, formando così la necessaria area sotterranea di scambio di calore. Il granito in profondità, in questa ed in altre regioni d'Australia, genera molto calore anche perché è sovrastato da uno strato di carbone o di roccia sedimentaria non conduttrice di calore dello spessore di tre-quattro chilometri.

**AUMENTO DELLE SPESE PER LA RICERCA IN GERMANIA**

Il governo tedesco sta programmando per il 2005, nonostante le difficoltà di bilancio, un incremento di investimenti nel settore della ricerca pari a 296 milioni di euro, il 3% delle spese complessive per la ricerca, che nel 2005 ammontano a 9,9 miliardi di euro. Lo ha reso noto lo scorso giugno il ministro della Ricerca Edelgard Bulmahn.

È attualmente in corso una riforma degli enti di ricerca per aumentare la loro efficienza, la produttività e la cooperazione tra ricerca universitaria e non. Il ministro ha auspicato che anche i Länder finanzino maggiormente le università e che nel 2010 la Germania raggiunga il 3% del PIL in spese per la ricerca.

Le priorità tedesche saranno le scienze alimentari, le nanotecnologie, le tecnologie delle infor-

mazioni e le comunicazioni, che secondo il ministro saranno i settori che genereranno maggiore occupazione.

**VIII PIRELLI INTERNATIONAL AWARD**

La consegna dei premi del Pirelli International Award, il primo concorso internazionale multimediale gestito internamente su Internet ([www.pirelliaward.com](http://www.pirelliaward.com)) si è svolta a Roma il 27 maggio. Dopo aver valutato oltre 1700 candidature, la Giuria internazionale presieduta dal prof. Umberto Colombo, ha assegnato i 25.000 euro del "Top Pirelli Prize" alle case di produzione statunitensi David Grubin Productions a Thirteen/WNET, per la realizzazione di *The Secret Life of the Brain*, una suggestiva presentazione multimediale sul cervello dell'uomo. All'interno della categoria Didattica Multimediale è stato premiato con 15.000 euro il progetto *Hyperstaffs*, realizzato da un gruppo di studenti universitari e designer inglesi. La categoria Ambiente ha visto vincitori la NASA, con il progetto *NASA's Sun-Earth Viewer*, sull'interazione tra sole e terra, e un consorzio pubblico-privato di Melbourne per il lavoro multimediale *Home Water Investigator*. Il premio ICT (20.000 euro offerti da Telecom Italia) è andato all'azienda rumena Advanced Technology Systems per il progetto di e-government *Atlas*.

Il Premio Generazione Alice, offerto da Telecom Italia e riservato a progetti di autori italiani, è stata vinta ex aequo dall'Istituto Nazionale per la Fisica della Materia, per il progetto *L'energia e le sue trasformazioni* e da un gruppo universitario milanese per la mostra interattiva *Matemilano, percorsi matematici in città*.

Nella categoria junior, si è distinto l'Istituto nautico Nino Bixio, di Piano di Sorrento, con il progetto *L'acqua: universo delle alghe*.



### UNA STRATEGIA PER LA NANOELETRONICA

I Commissari per la Ricerca e le Imprese e la Società dell'Informazione Philippe Busquin e Erkki Liikanen hanno accolto con soddisfazione il documento redatto dal gruppo ad alto livello, che stabilisce la futura strategia per la nanoelettronica in Europa.

Con la tendenza a dispositivi sempre più piccoli e più veloci, la nanoelettronica è considerata da molti esperti la chiave che schiuderà la tecnologia del futuro.

Il documento *Vision 2020: nanoelectronics at the centre of change*, presentato il 29 giugno offre un quadro di quello che i prossimi 15 anni apporteranno in quest'area della tecnologia, e indica i

requisiti chiave necessari all'Europa per raggiungere una posizione di leadership mondiale.

Per permettere all'industria, istituti di ricerca, autorità governative e organismi finanziari di integrare in un ampio spazio temporale, la Commissione ha formato un comitato direttivo iniziale, presieduto da Pasquale Pistorio, presidente della STMicroelectronics.

Il successo dell'iniziativa europea sarà misurato in termini di efficacia nell'incrementare l'occupazione globale e i livelli di produttività, migliorando la posizione dell'Europa nel mondo in termini di quote di mercato e incentivazione dell'investimento pubblico e privato nella ricerca, e accrescendo il numero di studenti nei campi legati alla nanoelettronica.

### MOBILITÀ E FUGA DEI CERVELLI

La nozione di "fuga dei cervelli" è un'esagerazione, hanno dichiarato i partecipanti alla conferenza internazionale intitolata "Brain drain, brain gain, main challenges", tenutasi a Parigi il 30 giugno.

La mobilità, che in campo scientifico è essenziale, è vantaggiosa per i ricercatori in termini di conoscenza e apertura mentale: è stato questo il messaggio lanciato dalla conferenza.

Ma i partecipanti hanno anche insistito sul bisogno, per i paesi europei di offrire prospettive di carriera attraenti, in modo da garantirsi che i giovani ricercatori ritornino in Europa.

Attualmente le misure nazionali ed europee destinate ad aiutare i giovani ricercatori nelle loro scelte di carriera sono concentrare su tre assi: opportunità di

mobilità durante l'intero arco della vita; ricercatori dei paesi terzi; rientro in patria e reintegrazione dei ricercatori nati nell'Unione Europea.

Lo scopo della conferenza era discutere come sviluppare programmi attraenti di rientro in patria e reti sull'espatrio per gli scienziati europei che lavorano fuori dai confini dell'Unione Europea.

Il rimpatrio deve comportare non solo incentivi finanziari, ma anche maggiori responsabilità per i ricercatori.

Quello di cui soffre l'Europa è la mancanza di prospettive di carriera. Non vi sono abbastanza corsi di specializzazione, e solo un numero limitato di programmi post aurea strutturati, e spesso mancano, o non sono insufficienti, le attività offshore.

Il problema dell'Europa, ha aggiunto il Commissario europeo per la Ricerca Philippe Busquin, è l'assenza di mobilità intersettoriale.

Questa compartimentazione della nostra struttura è una minaccia per la nostra economia. L'Europa deve allargare la sua visione, dare ai ricercatori un'immagine più positiva.

C'è poi il bisogno di creare una rete scientifica e globale: il programma "Serve the Nation" del governo cinese è stato preso ad esempio del valore delle reti virtuali di ricercatori espatriati. In effetti l'Associazione dei biologi cinesi negli Stati Uniti è stata il perno della crescita della nanotecnologia in Cina.

Se ci concentreremo sulla creatività, renderemo l'Europa più competitiva e daremo all'Unione Europea l'opportunità di conseguire una vera leadership, ha concluso Mauro Ferrari, professore della Ohio State University.

dall'ITALIA

Ulteriore passo avanti  
nel settore eolico  
in Italia

Rapporto sullo stato  
dell'economia

#### ULTERIORE PASSO AVANTI NEL SETTORE EOLICO IN ITALIA

ENEL spa ha stretto un accordo con GE Energy, una delle aziende leader a livello mondiale nella tecnologia per la generazione di energia, per l'acquisto di 71 turbine eoliche GE da 1,5 megawatt entro il biennio 2004-2005. L'accordo segna l'ingresso della GE sul mercato italiano e consentirà di fornire una capacità totale di oltre 100 megawatt di energia eolica con la fornitura di: 38 generatori eolici che saranno destinati nel 2004 al progetto Littigheddu, in Sardegna, per farlo diventare una delle più grosse installazioni di questo tipo in Italia; 5 generatori eolici per ripotenziare il progetto Collarmente

in Abruzzo nel 2005, che sostituiranno le vecchie turbine eoliche di più piccole dimensioni, con i nuovi modelli più grossi ed efficienti; 28 generatori che saranno destinati a progetti futuri.

Questo accordo si colloca nella linea di supportare lo sviluppo di energia rinnovabile come parte dell'impegno nazionale sia nei confronti del Protocollo di Kyoto, che verso l'obiettivo europeo di produrre entro il 2010 il 22% dell'elettricità da fonti rinnovabili: una buona parte di questa energia dovrebbe essere ricavata dal vento.

Secondo un recente studio pubblicato dall'Istituto tedesco per l'energia eolica, l'Italia sarà uno dei cinque più importanti mercati futuri per lo sviluppo dell'energia del vento; alla fine del 2003 erano installati nel nostro Paese generatori per 922 megawatt, con un obiettivo di oltre 2400 megawatt entro la fine del 2008.

#### RAPPORTO SULLO STATO DELL'ECONOMIA

Il consueto appuntamento che Confindustria riserva all'analisi e alla valutazione del quadro dell'economia italiana, tenuto a Roma il 23 giugno, ha evidenziato come i segnali di ripresa del contesto internazionale vedano l'Europa ancora in affanno e non ancora capace di assumere quel ruolo di traino che le circostanze di un assestamento delle economie a più forte sviluppo, Stati Uniti e Cina *in primis*, potrebbero richiedere in tempi non lunghi.

L'Italia, dal canto suo, manifesta una reattività alla ripresa più modesta e, soprattutto, gravata da condizioni strutturali che imbrigliano la sua capacità di sviluppo.

Assai esile è risultato negli ultimi anni l'apporto alla domanda

del sistema economico da parte di investimenti privati e delle esportazioni, mentre si è registrata una sostanziale tenuta dei consumi nonostante la stagnazione di fine millennio.

Produttività in calo e spinte inflazionistiche sostenute da uno zoccolo duro rispetto agli andamenti dei prezzi relativi alla media europea accentuano un "volare basso e stentato dell'attività produttiva, sempre in bilico rispetto al rischio di atterraggi bruschi".

Ulteriore tensione proviene infine dai conti pubblici rispetto ai quali l'Italia non mostra di possedere rispetto agli altri paesi europei la capacità di sostenere la formazione di deficit temporanei di bilancio.

I timidi segnali di ripresa registrati per l'Italia debbono dunque tradursi in una rinnovata occasione di sviluppo in cui sia individuato il giusto equilibrio tra esigenze della finanza pubblica e richieste di intervento per il rilancio degli investimenti e della competitività del Paese, quest'ultima fortemente penalizzata da una crisi dell'*export* che rimanda alla despecializzazione in settori produttivi ad alto contenuto tecnologico.

Si tratta quindi di ampliare l'obiettivo della ripresa puntando sulla qualità della ripresa e in base a questo assegnare un ruolo nuovo ed importante alla politica industriale.

La condivisione di un obiettivo di lungo periodo per l'economia italiana, deve essere perseguita con politiche di innovazione e sviluppo che, nelle parole del Presidente di Confindustria Montezemolo, rappresentano il cardine attorno al quale far ruotare qualsiasi revisione del sistema economico italiano e delle sue modalità di funzionamento.

(Daniela Palma)

cronache



dall'ENEA

Nuova cella per il FV  
a concentrazione

Workshop IEAC  
sui biosensori

### NUOVA CELLA PER IL FV A CONCENTRAZIONE

Presso i laboratori fotovoltaici ENEA è stata messa a punto la prima cella solare per sistemi a concentrazione che mostra un'efficienza del 20% a 40 soli. Questo risultato preliminare è stato sviluppato nell'ambito del progetto PHOCUS (Photovoltaic Concentrators to Utility Scale), in corso di svolgimento presso i laboratori dell'Ente, finalizzato a dimostrare l'economicità, per determinate fasce di mercato, degli impianti a concentrazione con inseguimento a doppio asse, rispetto ai tradizionali sistemi fotovoltaici piani. La cella Phocus, progettata per ottenere valori di efficienza di oltre 20% a 100 soli, è basata sulla tecnologia del silicio cristallino ed ha una struttura convenzionale ad

emitter frontale. Gli interessanti valori di efficienza di conversione sono stati ricercati attraverso l'utilizzo di materiali di elevata qualità (*electronic grade*) e di tecnologie sofisticate messe in atto in ambienti depolverizzati (*clean room*). In particolare la cella fotovoltaica prodotta in ENEA è stata realizzata a partire da un substrato (*wafer*) di silicio cristallino ad elevata purezza (*Floating Zone*) ed alto drogaggio di tipo *p*, in modo da migliorare sia la capacità di fotogenerazione, sia le proprietà di trasporto di carica. Su di esso è stata realizzata una giunzione superficiale (*n/p*) mediante processo di diffusione di drogante di tipo *n* da sorgente gassosa ( $\text{POCl}_3$ ). Il contatto posteriore è un semplice contatto elettrico, esteso a tutta l'area del dispositivo, ottenuto mediante evaporazione e *sintering* di alluminio. Il contatto frontale, a forma di griglia per consentire il passaggio della luce, è stato realizzato mediante ripetuti passaggi di fotolitografia e di *lift-off* a partire da un film metallico costituito da tre strati evaporati di Ti Pd e Ag: i primi due di spessore submicrometrico ed il terzo di elevato spessore per garantire una completa raccolta delle cariche fotogenerate in condizione di alta concentrazione di luce incidente sul dispositivo. La presenza di un ossido di silicio superficiale garantisce la passivazione della superficie del silicio cristallino non coperto dalla griglia frontale. Infine un doppio strato di ossidi trasparenti ( $\text{ZnS}$  e  $\text{MgF}_2$ ), ottenuti ancora per evaporazione, consente di ridurre ad un valore inferiore all'8% la riflettanza del silicio cristallino nei confronti dello spettro di radiazione solare incidente.

La cella fotovoltaica è poi isolata dal resto del *wafer* di silicio su cui è stata costruita mediante la realizzazione di una incisione (*mesa*) lungo tutto il perimetro del dispositivo stesso. I primi disposi-

tivi realizzati, della dimensione di  $1,21 \text{ cm}^2$ , hanno mostrato un'efficienza a un sole di oltre 18% ed un buon comportamento sotto concentrazione: 19,5% ad una concentrazione equivalente a 60 soli. I risultati ottenuti sono in linea con quelli previsti dal modello utilizzato per la progettazione del dispositivo.

Efficienze più elevate sono attese attraverso un affinamento del processo di produzione della cella e dalla sua integrale implementazione in *clean room*.

### WORKSHOP IEAC SUI BIOSENSORI

Si svolgerà presso il Centro Casaccia, dall'8 al 12 ottobre, la sesta edizione del Workshop patrocinato dall'IEAC, su "Biosensors and BioAnalytical u-Techniques in Environmental and Clinical Analysis". Questa edizione, organizzata dall'ENEA, dall'Università di Roma "La Sapienza" e dall'Università di Teramo, rappresenta un cambiamento sostanziale rispetto alle precedenti per l'attenzione alle nanotecnologie, alla biologia molecolare e a tutti gli aspetti dell'ambiente inteso in un senso più ampio che nel passato. La multidisciplinarietà tra chimica, scienza dei materiali, biochimica, biologia molecolare, fisica dello stato solido, microelettronica, nanotecnologie ed ingegneria ha dato impulso recentemente a nuove importanti idee ed applicazioni in numerosi campi di ricerca, tra i quali quello dei biosensori, conducendo ad importanti risultati per migliorare la qualità della vita nel nostro pianeta. Sono attese circa 120 comunicazioni scientifiche da circa 40 paesi, articolate in 7 sessioni scientifiche: Biosensori a DNA, Biosensori Enzimatici, Immunosensori, Applicazioni ambientali, Applicazioni alimentari, Applicazioni mediche, Microsistemi e Nanotecnologie. [www.biosensing.net/iaeac/workshop.html](http://www.biosensing.net/iaeac/workshop.html)

## INCONTRI

Un progetto culturale  
per l'energia

Energia verde  
dalle biomasse

Roma, le città  
e la scienza

### UN PROGETTO CULTURALE PER L'ENERGIA

Cosa è stata l'energia per gli uomini attraverso i secoli e come si è evoluta ed è stata rappresentata dai grandi maestri della storia dell'arte: è questo lo strumento di comunicazione scelto dal GRTN con il progetto Art Energy per illustrare la centralità dell'energia e delle sue fonti nel progresso dell'umanità.

Cuore del progetto, elaborato da Emanuela Varano Pinzari e presentato il 12 luglio a Roma, è stato un percorso studiato sull'iconografia dell'energia nella storia dell'arte, attraverso un itinerario nei più preziosi musei romani: Palazzo Altemps, Galleria Borghese, Galleria Corsini, Galleria Spada, Galleria Nazionale d'Arte Moderna. Mentre Claudio Strinati,

Soprintendente al Polo Museale Romano, ha approfondito il percorso di artisti e scienziati nello sforzo di far conoscere le loro idee che costruiranno la cultura di quella società, Carlo Rubbia, presidente dell'ENEA, ha enfatizzato la stretta relazione tra arte e scienza, due attività, legate allo stesso atto creativo e trascendente, che affondano radici nella cultura passata per trarre l'intuizione ad innovare: ne sono esempio gli specchi di Archimede alla base di un'innovativo progetto ENEA-ENEL per ottenere energia dal sole.

E in un momento come questo, particolarmente difficile per l'energia – ha commentato Carlo Andrea Bollino, Presidente del GRTN – stimolare la ricerca, la creatività e la riflessione dei giovani è ciò del quale abbiamo bisogno per ripensare in toto la gestione energetica.

L'energia è un bene che ha attraversato, arricchendola, la vita dell'uomo: nel riscoprire le nostre radici culturali possiamo guardare all'energia in un'ottica nuova.

### ENERGIA VERDE DALLE BIOMASSE

Il 5 giugno scorso si è svolto a Napoli, presso la Mostra d'Oltre Mare, il convegno "L'Agricoltura nel XXI secolo: innovazione tecnologica e sviluppo sostenibile". Il convegno si è tenuto nell'ambito di TEKNA, "Mostra Mediterranea delle Tecnologie Innovative per l'Energia e l'Ambiente".

Intervenendo all'incontro, Sanzio Baldini, presidente di ITABIA, ha sostenuto che dall'utilizzo di biomasse forestali potrebbero essere prodotte oltre 4 milioni di tonnellate equivalenti di petrolio (Mtep).

È stato inoltre ribadito che in Italia l'utilizzo energetico del legno, inteso come residuo a valle delle lavorazioni primarie e

secondarie degli assortimenti boschivi, e come prodotto ottenuto da coltivazioni arboree dedicate, ha buone prospettive, ma è necessario stimare con precisione la quantità di biomassa ritraibile per ogni area geografica considerata, oltre alla effettiva disponibilità di terreni ex-agricoli con le caratteristiche adatte alle coltivazioni arboree da biomassa (Short Rotation Forestry).

Oltre alle metodologie per raggiungere l'obiettivo dei 4 Mtep, sono state evidenziate varie tipologie di biomasse per diversi utilizzi (biodiesel, pellets combustibili, stoffe ottenute da fibre vegetali, materiali per bio-edilizia).

### ROMA, LE CITTÀ E LA SCIENZA

La popolazione urbanizzata mondiale ha superato quella rurale: degli oltre 6 miliardi di abitanti della Terra, più del 50 per cento oggi abita le città. Se l'incremento dell'urbanizzazione continua con il ritmo attuale, è prevedibile che in pochi decenni la popolazione urbana raggiunga valori medi elevati (70-80 per cento). Ma qual è la qualità della vita dei "cittadini" nelle metropoli e in particolare nella nostra capitale?

Geologi, esperti di vegetazione e di disagio urbano, archeologi, demografi, docenti e ricercatori si sono posti questo e altri interrogativi sui problemi legati all'urbanizzazione nel convegno "Ecosistema Roma", che si è svolto dal 14 al 16 aprile.

Tra le iniziative che la Commissione per i Musei Naturalistici e i Musei della Scienza dell'Accademia dei Lincei sta sostenendo da oltre 30 anni, vi è, inoltre, il progetto della "Città della Scienza" che sorgerà intorno al gazometro dell'Ostiense e che diventerà il simbolo del nuovo polo formativo per le scuole e i cittadini.

## LETTURE

## Il grande buio

## L'energia ed i Poteri

## Demand Responsive Transport Services: towards the Flexible Mobility Agency

stione energetica al centro dell'attenzione del Governo, dei decisori politici e delle Istituzioni coinvolte, al fine di trovare possibili soluzioni, in un momento in cui le quotazioni del greggio, in termini reali, sono tornate ai livelli di fine 2000 e i prezzi risentono delle accresciute tensioni politiche in Medio Oriente e pone una serie di domande sul sistema della "trascuratezza delle infrastrutture" pubbliche che ha rallentato investimenti necessari in nome di profitti rapidi.

L'ultimo paragrafo, dedicato al tema della comunicazione tra sistema politico, economico e opinione pubblica, suggerisce di coinvolgere di più e meglio la comunità scientifica, al fine di avere un servizio pubblico serio "garante per il cittadino" quando questi fruisce del suo diritto all'informazione.

#### L'ENERGIA ED I POTERI Il mercato libero dell'energia elettrica tra realtà e apparenze

Alfonso Percuoco  
FrancoAngeli, aprile 2004  
euro 16,50

Tre saggi, con un comune *leit motiv*: il condizionamento che i "Poteri" eserciterebbero sul mondo dell'energia.

Il primo saggio sulla liberalizzazione dell'energia elettrica in Italia e in alcuni paesi dell'Unione, a seguito del recepimento della direttiva europea 96192/CE, ne evidenzia le conseguenze della liberalizzazione, i limiti dovuti sia alle ambiguità della direttiva UE, che legittima e favorisce i vecchi monopoli e oligopoli, sia alle modalità con cui i paesi europei interpretano ed attuano la liberalizzazione.

Il secondo saggio inquadra alcu-

ni aspetti delle relazioni tra energia politica e società, facendo leva su avvenimenti reali e su dati di fatto con resoconti ed analisi di situazioni significative.

Il terzo saggio percorre le tappe dello sviluppo scientifico, tecnologico e sociale dell'energia, dall'emergere del concetto fino alle lotte tra grandi interessi economici ed industriali, alle prevaricazioni sulle piccole realtà, alle "avventure" cruenti dei Poteri.

#### DEMAND RESPONSIVE TRANSPORT SERVICES: TOWARDS THE FLEXIBLE MOBILITY AGENCY

A cura di G. Ambrosino,  
J.D. Nelson, M. Romanazzo  
ENEA, marzo 2004  
pagine 328, gratuito

Il volume è la versione aggiornata e in lingua inglese della pubblicazione del 2002 dal titolo *I servizi flessibili di trasporto per una mobilità sostenibile*. Vi è un arricchimento di analisi e contributi da altri paesi europei impegnati nella sperimentazione di servizi di trasporto collettivo a domanda, che concilino i vantaggi del taxi, flessibile e riservato ma costoso, e quelli del bus, economico ma rigido e promiscuo.

L'organizzazione di questi servizi di trasporto richiede un sistema di supporto ben funzionante: infatti le prenotazioni e l'ottimizzazione in tempo reale sono i due aspetti che differenziano il servizio flessibile da quello tradizionale, con orario e percorso già programmato.

La costituzione di una Agenzia per la Mobilità Flessibile è il passaggio fondamentale per l'attuazione di una tale modalità di trasporto più sostenibile, come dimostrano le esperienze internazionali esaminate nel volume.

## IL GRANDE BUIO

Mauro Miccio  
ETAS, maggio 2004  
pagine 96, euro 8,00

Il volume, formato tascabile, ripropone l'attuale e complicato tema energetico, prendendo spunto dal *black-out* che il 28 settembre 2003 ha "spento" l'Italia. Il tema energetico, afferma l'autore, è solitamente preso in considerazione dagli addetti ai lavori in modo sporadico e il dibattito si riaccende solo in occasione di qualche evento straordinario, per poi scomparire al momento di decidere sulle tante questioni che influenzano la politica energetica italiana.

Il libro vuole rimettere la que-

# INDICE 2003

Il numero romano tra parentesi indica il fascicolo della rivista, il secondo la pagina

Altamura V., (V) 31  
 Andriola L., (IV) 68  
 Attura F., (II) 78  
 Baldacchini G., (IV) 83  
 Benzi V., (II) 64  
 Biancifiori M.A., (V) 31  
 Bommarito C., (II) 78  
 Bordoni L., (VI) 54  
 Borrelli A., (I) 71, (II) 68, (III) 75, (IV) 78, (V) 70, (VI) 63  
 Caiaffa E., (II) 85  
 Capobianco L., (II) 38  
 Cappelletti F., (VI) 71  
 Cardellini F., (III) 87  
 Carrabba P., (I) 23, (II) 15  
 Cassani S., (II) 78, (III) 94  
 Corti A., (III) 94  
 Castellazzi L., (II) 51  
 Cavallini F., (IV) 25  
 Citterio M., (III) 47  
 Cleri F., (III) 57  
 Coletta G., (V) 47, (VI) 20  
 Conte M., (I) 33  
 Commissione delle Comunità Europee, (II) 4  
 Commissione Europea, (IV) 13  
 Costanzo E., (II) 88  
 Daffinà R., (V) 83  
 Dell'Erba R., (I) 81, (IV) 25  
 De Marco A., (V) 83  
 Desantis M., (III) 36  
 De Stefanis P., (IV) 54  
 Di Giovanni B., (II) 15  
 Di Mario F., (I) 33  
 Fabbrini F., (IV) 68  
 Ferrara V., (I) 14, (V) 15  
 Flaminio G., (II) 81  
 Frassinetti L., (III) 94  
 Gagliardi S., (IV) 83  
 Galletti M., (VI) 74  
 Gambino S., (IV) 83  
 Giammartini S., (IV) 32  
 Giorgi R., (I) 79  
 Girardi G., (IV) 32  
 Gnes A., (III) 90  
 Graditi G., (IV) 41  
 Grande Progetto Solare Termodinamico, (III) 21  
 Guarracino M., (VI) 48  
 Guidi G. F., (III) 87  
 Iaboni V., (IV) 54  
 Iacobazzi A., (I) 33

Infusino R., (I) 33  
 Introcaso F., (V) 31  
 Lamanna R., (V) 31  
 Landolfo P.G., (II) 78  
 Lattanzi V., (VI) 71  
 Leanza G., (II) 81  
 Letardi A., (III) 36  
 Loreti S., (IV) 83  
 Maffei D., (IV) 25  
 Marullo S., (VI) 48  
 Mattucci A., (I) 33  
 Mauro F., (I) 23  
 Miglietta M.L., (V) 31  
 Milani A., (IV) 32  
 Monforti F., (VI) 31  
 Monteleone F., (II) 78  
 Montereali R.M., (IV) 83  
 Moriconi C., (I) 81  
 Nardini E., (VI) 31  
 Narcisi B., (VI) 74  
 Nobili A., (III) 12  
 Petruzzella D., (III) 36  
 Pierdominici F., (III) 87  
 Presidenza italiana del Consiglio dell'Unione  
 Europea, (IV) 4  
 Padovani L., (I) 23, (II) 15  
 Pace A., (IV) 83  
 Palma D., (V) 47, (VI) 20  
 Pellegrino M., (II) 81  
 Piscioneri I., (V) 31  
 Privato C., (II) 81  
 Raso E., (III) 36  
 Ronchetti M., (I) 33  
 Rosada A., (II) 38  
 Rubbia C., (III) 4  
 Santoro E., (II) 38  
 Sarto F., (II) 38  
 Scaglione S., (III) 12  
 Scognamiglio A., (II) 81, (III) 47, (V) 61  
 Sigliuzzo C., (III) 36  
 Tomassetti G., (II) 51  
 Ufficio Studi del Ministro per l'Innovazione e le  
 Tecnologie, (VI) 7  
 Unità di Agenzia – Advisor, (I) 4  
 Vellone E., (I) 33  
 Vincenzi D., (III) 90  
 Violante V., (II) 38  
 Vivoli F.P., (II) 51, (IV) 41, (V) 61  
 Zanini G., (VI) 31  
 Zini A., (V) 47, (VI) 20

## AUTORI

**PRIMO PIANO** *Il Rapporto Energia Ambiente 2002: la situazione energetica nazionale e regionale*, Unità di Agenzia – Advisor, (I) 4

*Quadro dell'innovazione in Europa 2002*, Commissione delle Comunità Europee, (II) 4

*Universalità e dimensione internazionale della scienza*, C. Rubbia, (III) 4

*Ambiente come opportunità*, Presidenza italiana del Consiglio dell'Unione Europea, (IV) 4

*Il riordino della disciplina dell'ENEA*, (V) 4

*Sviluppo e innovazione*, Ufficio Studi del Ministro per l'Innovazione e le Tecnologie, (VI) 7

**SPAZIO APERTO** *Evoluzione del clima ed impatti dei cambiamenti climatici in Italia*, V. Ferrara, (I) 14

*Da Rio a Johannesburg: verso lo sviluppo sostenibile*, L. Padovani, P. Carrabba, B. Di Giovanni, (II) 15

*La nanotecnologia: premessa per una nuova rivoluzione scientifica?*, A. Nobili, S. Scaglione, (III) 12

*L'economia a idrogeno: un ponte verso l'energia sostenibile*, Commissione Europea, (IV) 13

*Il clima prossimo venturo. Evoluzione del clima ed impatti dei cambiamenti climatici in Italia*, V. Ferrara, (V) 15

*Effetti del cambiamento tecnologico sullo sviluppo economico: un'analisi econometrica "panel" sui sei maggiori Paesi OCSE*, D. Palma, G. Coletta A. Zini, (VI) 20

**STUDI & RICERCHE** *L'approccio ecosistemico: una proposta innovativa per la gestione della biodiversità e del territorio*, L. Padovani, P. Carrabba, F. Mauro, (I) 23

*Veicoli a idrogeno: stato attuale e prospettive di sviluppo*, M. Conte, F. Di Mario, A. Iacobazzi, R. Infusino, A. Mattucci, M. Ronchetti, E. Vellone, (I) 33

*Introduzione ai processi nucleari a bassa energia nella materia condensata*, V. Violante, E. Santoro, F. Sarto, L. Capobianco, A. Rosada, (II) 38

*Biomasse: dal legno "calore sostenibile"*, G. Tomasetti, L. Castellazzi, F. Vivoli, (II) 51

*Un combustibile nucleare "esotico" per l'economia dell'idrogeno*, V. Benzi, (II) 64

*Calore ad alta temperatura dall'energia solare*, ENEA – Grande Progetto Solare Termodinamico, (III) 21

*Protocolli di sperimentazione per la produzione biologica in aziende pilota delle regioni meridionali*, D. Petruzzella, E. Raso, M. Desantis, C. Sigliuzzo, A. Letardi, (III) 36

*Il Parco dell'Energia: mostra delle tecnologie energetiche rinnovabili*, A. Scognamiglio, M. Citterio, (III) 47

*Calcolatori quantistici*, F. Cleri, (III) 57

*Una boa per conoscere il Mar Mediterraneo*, F. Cavallini, R. Dell'Erba, D. Maffei, (IV) 25

*La combustione "senza fiamma": una nuova tecnologia energetica*, S. Giammartini, G. Girardi, A. Milani, (IV) 32

*Generazione energetica localizzata: energia sostenibile e stimolo alle rinnovabili*, F. P. Vivoli, G. Graditi, (IV) 41

*La valorizzazione delle scorie di combustione dei rifiuti urbani*, V. Iaboni, P. De Stefanis, (IV) 54

*Le banche e gli strumenti volontari di gestione ambientale*, L. Andriola, F. Fabbrini, (IV) 68

*La risonanza magnetica nella caratterizzazione chimica di materiali di riferimento*, V. Altamura, M.A. Biancifiori, F. Introcaso, R. Lamanna, M.L. Miglietta, I. Piscioneri, (V) 31

*Sviluppo tecnologico e dinamiche economiche nei Paesi industrializzati*, D. Palma, G. Coletta, A. Zini, (V) 47

*Il solare fotovoltaico per una architettura sostenibile*, F. P. Vivoli, A. Scognamiglio, (V) 61

*Una modellistica dell'inquinamento da traffico veicolare in area urbana*, G. Zanini, F. Monforti, E. Nardini, (VI) 31

*L'anomalia termica del 2003 nel mar mediterraneo osservata da satellite*, S. Marullo, M. Guarracino, (VI) 48

*Beni culturali e intelligenza artificiale: un dialogo possibile*, L. Bordon, (VI) 54

*La forza misurabile*, A. Borrelli, (I) 71  
*Blob cervello*, F. Borrelli, (II) 68  
*Blob cervello (2)*, F. Borrelli, (III) 75  
*Einstein: scienza, tecnologia e futuro dell'umanità*, F. Borrelli, (IV) 78

*Teologia della tecnica: Romano Guardini*, F. Borrelli, (V) 70

*Mito e tecnoscienza: la strana coppia*, F. Borrelli, (VI) 63

## SCIENZA, TECNICA, STORIA E SOCIETÀ

*La tecnologia HF-CVD per la sintesi di diamante e nanotubi di carbonio*, R. Giorgi, (I) 79

*L'ENEA e la robotica: tre eventi presso il Centro Ricerche di Frascati*, R. Dell'Erba, C. Moriconi, (I) 81

*Specificità delle isole minori nella gestione dei rifiuti*, F. Attura, S. Cassani, P.G. Landolfo, C. Bommarito, F. Monteleone, (II) 78

*Aspetti estetici e funzionali del fotovoltaico integrato in architettura*, M. Pellegrino, G. Flaminio, G. Leanza, C. Privato, A. Scognamiglio, (II) 81

*Una società basata sulla conoscenza con il GIS*, E. Caiaffa, (II) 85

*Indicatori di compatibilità ambientale e durabilità negli edifici*, E. Costanzo, (II) 88

*Colonnine e plutei in stucco provenienti da Sutri*, F. Cardellini, G. F. Guidi, F. Pierdominici, (III) 87

*Studio idrogeologico per la definizione di una rete di monitoraggio delle acque e di indicatori per la certificazione ecologica*, D. Vincenzi, A. Gnes, (III) 90

*Campagna sperimentale di termovalorizzazione dei rifiuti urbani*, S. Cassani, A. Corti, L. Frassinetti, (III) 94

*Diodi organici luminescenti*, G. Baldacchini, S. Gagliardi, S. Gambino, S. Loreti, R.M. Montereali, A. Pace, (IV) 83

*Metalli pesanti nei suoli italiani: un'analisi dei carichi critici*, R. Daffinà, A. De Marco, (V) 83

*La certificazione energetica degli edifici nelle raccomandazioni UNI-CTI*, V. Lattanzi, F. Cappelletti, (VI) 71

*Le ceneri vulcaniche affioranti sull'isola di Lampedusa*, M. Galletti, B. Narcisi, (VI) 74

## NOTE TECNICHE

## NOTIZIE DAL MONDO

*Diminuisce il prezzo del gas*, (I) 84

*Come cambia il clima*, (I) 84

*Buco dell'ozono: sottostimate le emissioni di cloro*, (I) 84

*I costi ambientali del traffico aereo*, (I) 85

*Diminuisce nel mondo l'elettricità da fonti rinnovabili*, (II) 91

*Raccomandazioni per lo sviluppo dell'idrogeno*, (II) 91

*Bus a motore ibrido*, (II) 91

*Nuova macchina per la fusione nucleare*, (III) 98

*Case a consumo zero*, (III) 98

*Foreste tropicali e CO<sub>2</sub>*, (III) 98

*Possibili danni ecologici dall'acquicoltura*, (IV) 85

*Programmi USA per le fonti rinnovabili*, (IV) 85

*Energia elettrica dalle maree*, (IV) 85

*Stazione di rifornimento per auto a idrogeno in Islanda*, (V) 86

*Alluvioni e cambiamenti climatici*, 86(V)

*Accordo USA-Italia sull'ambiente*, (V) 86

*La Finlandia è l'economia più competitiva*, (VI) 77

*Trasporto di polveri e clima*, (VI) 77

*Sole ed ecosistemi sub-polari*, (VI) 77

## CRONACHE

## NOTIZIE DALL'UNIONE EUROPEA

*Le donne sono sottorappresentate nella ricerca industriale*, (I) 86

*Obiettivi di Lisbona: investire in R&S*, (I) 86

*Il ruolo del brevetto nel processo d'innovazione*, (II) 92

*L'occupazione nei paesi candidati*, (II) 92

*Nuova direttiva sui biocombustibili*, (II) 92

*Emissioni di gas di serra in Europa*, (III) 99

*Carbone e sviluppo energetico*, (III) 99

*Europa in diretta*, (IV) 86

*Aumento di richieste di brevetti nelle TIC*, (IV) 86

*Reti transeuropee e progetti di R&S*, (IV) 86

*Mobilità sostenibile*, (V) 87

*Istruzione, ricerca e innovazione*, (V) 87

*Energia intelligente*, (V) 87

*Spazio euromediterraneo di istruzione*, (VI) 78

*Settimana Europea S&T*, (VI) 78

*Premio Cartesio 2003*, (VI) 78

#### NOTIZIE DALL'ITALIA

*La riforma degli enti di ricerca*, (I) 87

*Esame in ambiente per l'Italia*, (I) 87

*Rete di ricerca sempre più veloce*, (II) 93

*Stato di emergenza rifiuti radioattivi*, (II) 93

*Treno verde 2003*, (II) 93

*Progetti di mobilità sostenibile*, (III) 100

*XIII Settimana della Cultura Scientifica e Tecnologica*, (III) 100

*Consorzio per l'attuazione del PNRA*, (III) 100

*Misurata l'intensità del campo magnetico di una stella di neutroni*, (IV) 87

*Nomina del Commissario al CNR*, (IV) 87

*Al via il "Tecnopolo Tiburtino"*, (IV) 87

*La politica economica 2004-2007*, (V) 88

*Nuovo rivelatore di onde gravitazionali*, (V) 88

*Archimede in Sicilia*, (VI) 79

*Fondo per l'innovazione tecnologica*, (VI) 79

*Zucchelli, benemerito della cultura*, (VI) 79

*Accordo Italia-USA sull'ambiente*, (VI) 79

#### NOTIZIE DALL'ENEA

*Graduatorie di concorsi ENEA*, (I) 88

*Rifinanziato il Progetto Solare Termodinamico*, (I) 94

*Cambiamenti climatici. Quali costi per l'Italia?*, (I) 94

*Progetto Anvimar*, (I) 94

*Tecnologie marine: accordo con Southampton*, (II) 94

*Certificazione ambientale per i parchi italiani*, (II) 94

*Varato il decreto di riforma dell'ENEA*, (II) 94

*Mitigazione della desertificazione in Sicilia*, (III) 101

*Adeguamento sismico degli edifici*, (III) 101

*Graduatorie assegni di ricerca ENEA*, (IV) 88

*Ricerca e innovazione nel settore delle auto*, (IV) 93

*In Sardegna nuovo parco scientifico*, (IV) 94

*Nuove risorse umane per l'ENEA*, (IV) 94

*Premio Sapio per energia e trasporti*, (IV) 94

*Graduatorie di concorsi ENEA*, (V) 89

*Collaborazione per la sicurezza dei rifiuti radioattivi*, (V) 94

*Modellistica nella dosimetria delle radiazioni*, (V) 94

*Graduatorie di concorsi ENEA*, (VI) 80

*Operativo l'impianto PCS*, (VI) 88

#### INCONTRI

*Valutazione strategica di impatto ambientale*, (I) 95

*Il fotovoltaico va in treno*, (I) 95

*Regolazione dell'energia*, (I) 95

*Coordinamento per l'energia fra Italia e Russia*, (I) 95

*Salone dell'idrogeno*, (II) 95

*Un istituto virtuale per analisi più affidabili*, (II) 95

*Produzione e riciclo del vetro*, (III) 102

*Premio "Oscar Masi" 2002*, (III) 102

*Giornata mondiale dell'acqua*, (III) 102

*Greenweek 2003: modificare il nostro comportamento*, (IV) 95

*Nanomateriali e nanotecnologie*, (IV) 95

*Monumenti e terremoti*, (V) 95

*Come si costruisce la casa intelligente*, (V) 95

*Un percorso didattico sul clima*, (V) 95

*Telerilevamento e sue ricadute*, (V) 95

*Ambiente e tessile a Ecomondo*, (VI) 89

*Materiali e tecnologie per reattori ibridi*, (VI) 89

*Scuola di microscopia elettronica*, (VI) 89

*Sinergy 2003*, (VI) 90

*Problema desertificazione*, (VI) 90

*H<sub>2</sub> Roma 2003*, (VI) 90

#### LETTURE

*ECO-ECONOMY: una nuova economia per la Terra*, (I) 96

*Fluorescenza X*, (II) 96

*Vademecum per l'ambiente*, (II) 96

*Antartide: ai confini del mondo*, (III) 103

*Combustibili legnosi*, (III) 103

*World Energy, Technology and Climate Policy Outlook*, (III) 103

*Pianificazione e controllo di gestione*, (III) 104

*Artemisia 2*, (IV) 96

*Dizionario dell'inquinamento*, (V) 96

*Energy from the desert. Feasibility of very large scale Photovoltaic Power Generation Systems*, (V) 96

*Analisi e gestione ambientale di comparti produttivi emettenti composti organici volatili*, (V) 96

*Bilancio Terra*, (VI) 91

*Nuclear plants decommissioning*, (VI) 91

*Solar installations*, (VI) 92

*La scienza che verrà*, (VI) 92

#### INDICE 2002, (VI) 93