

ENERGIA, AMBIENTE E INNOVAZIONE

ANNO 52

SETTEMBRE-OTTOBRE 2006

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

Finito di stampare nel mese di novembre 2006



ENEA

Direttore responsabile Mauro Basili

Direttore esecutivo Flavio Giovanni Conti

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

Responsabile editoriale Diana Savelli

Coordinamento editoriale Alida La Croce
ENEA-Lungotevere Thaon di Revel 76, 00196 Roma, Tel. 06-36272401,
e-mail: lacroced@sede.enea.it

Collaboratori Antonino Dattola, Giuliano Ghisu

Progetto grafico Bruno Giovannetti

In copertina Sistema di manipolazione remotizzata IVROS per il Tokamak FTU, Centro Ricerche ENEA Frascati (foto: Francesco Paradiso)

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

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

Pubblicità Primaprint srl

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

www.enea.it

www.enea.it

4

EDITORIALE

EDITORIAL

Mauro Basili

6

UN NUOVO "CODICE" PER L'AMBIENTE

REORGANISATION OF ITALY'S ENVIRONMENTAL LEGISLATION

Maurizio Coronidi, Gaia Checcucci, Elio Carlo

Previsto da una legge del 2004, è stato varato nell'aprile scorso un nuovo Codice dell'Ambiente che si prefigge di coordinare, accorpate e integrare le varie disposizioni esistenti

Pursuant to a 2004 law, a new Environment Code was enacted in April to co-ordinate, group and supplement existing legislation

18

L' ENEA E LE TECNOLOGIE PER LA SALUTE

ENE A AND HEALTH-CARE TECHNOLOGIES

Donatella Tirindelli

Ricerca nel settore biomedico e sviluppo di tecnologie per la diagnosi e la terapia sono tra le priorità di questo secolo. Collegare l'offerta di tecnologie e i risultati delle ricerche ENEA con la domanda del mondo ospedaliero e del sistema delle imprese può risultare una sfida vincente

Biomedical research and the development of diagnostic and therapeutic technologies are among this century's priorities. Linking ENEA's technology offering and research results to the demand from hospitals and industry is a challenge that can be won

33

I CENTRI SECONDARI DI TARATURA SIT DELL'ENEA

THE ENEA SECONDARY SIT CALIBRATION CENTRES

La domanda di accuratezza e di affidabilità nei diversi settori di misura è crescente nel tempo e richiede con continuità lo sviluppo di nuovi campioni sempre più accurati e di nuove procedure di taratura. Al Servizio di Taratura in Italia (SIT) fa capo la rete dei centri secondari di taratura nella quale operano tre Centri dell'ENEA nei rispettivi settori di interesse. Presentiamo l'attività dei Centri di Trisaia, Faenza e Casaccia

The demand for precision and reliability in the various measurement sectors is on the rise, and continuously requires the development of new and increasingly precise samples and new calibration procedures. The Italian Calibration Service (SIT) manages a network of secondary calibration centres that includes three ENEA Centres, each operating in its own sectors of interest. We present the activities of the Trisaia, Faenza and Casaccia Centres

34

- Centro SIT 156 ENEA-CR Trisaia

Leonardo Cianciotta, Emanuele Di Palma, Franco Lateana

40

- Il prototipo STASI (Sistema per la Taratura di Accelerometri e Sismometri) del Centro SIT 10 ENEA-CR Casaccia

Renzo Romagnoli, Roberto Silvestro, Aldo Terrusi

51

- Centro SIT 28/IM ENEA-CR Faenza

Marcello Timpanaro

PRIMO PIANO

RIFLETTORE SU

58

I DISTRETTI INDUSTRIALI COME LABORATORI PER POLITICHE DI SOSTENIBILITÀ TERRITORIALE

INDUSTRIAL DISTRICTS AS LABORATORIES FOR TERRITORIAL SUSTAINABILITY POLICIES

Maria Velardi, Flaviano D'Amico

I distretti industriali rappresentano potenziali nuclei dai quali partire per un'azione di sviluppo della sostenibilità su vasta scala. Nel modello ENEA, la componente ecologica costituisce la via prescelta quale punto di accesso alla multidimensionalità/complessità del concetto di sviluppo sostenibile

Industrial districts are potential areas for starting a development action towards sustainability on large scale. In the ENEA model, the ecological component is the chosen point of access to the multidimensionality/complexity of the concept of sustainable development

STUDI & RICERCHE

74

RADIAZIONI IONIZZANTI PER LA RADIOTERAPIA IONIZING RADIATION FOR RADIOTHERAPY

A cura di Emilio Santoro

APPUNTI DI

76

HEIDEGGER, LA TECNICA E LA CRISI AMBIENTALE (I) HEIDEGGER, TECHNICS AND THE ENVIRONMENTAL CRISIS (I)

A cura di Fausto Borrelli

SCIENZA, TECNICA, STORIA & SOCIETÀ

La crisi ambientale sta cominciando a manifestarsi su scala planetaria e può essere compresa nelle sue radici profonde alla luce delle riflessioni sulla tecnica di Martin Heidegger. Questione della tecnica e questione ambientale sono due aspetti inscindibili di un unico problema

The environmental crisis is beginning to reveal itself today on the global scale, and its deep roots can be understood in light of Martin Heidegger's reflections on technics. The technics issue and the environmental issue are two inseparable aspects of a single problem

82

CRONACHE

- dal Mondo
- Piano d'azione per la sicurezza energetica globale **82**
 - A due astrofisici il Nobel per la Fisica **86**

- dall'Unione Europea
- Al bando gli inquinanti chimici persistenti **87**
 - Produrre bioenergia senza danneggiare l'ambiente **87**

- dall'Italia
- Ingresso ENEA in CESI Ricerca **88**
 - Atlante della radiazione solare **88**
 - Robot comunicativi **88**
 - Le sfide dell'energia: Vertice italo-francese **89**

- dall'ENEA
- Graduatorie di concorsi ENEA **90**
 - Distributore di idrogeno per auto al Brasimone **93**

- Incontri
- L'ENEA per lo sviluppo del fotovoltaico **94**

- Lectture
- L'intelligenza artificiale **95**
 - Condizioni per crescere **95**
 - Giallorino, storia dei pigmenti gialli di natura sintetica **96**
 - The revenge of Gaia **96**

La rubrica *Primo Piano* di questo numero è dedicata al nuovo Codice dell'Ambiente ovvero al decreto legislativo, del 3 aprile 2006, relativo alle "Norme in materia ambientale" che si prefigge di accorpate e integrare le varie disposizioni esistenti. Abbiamo discusso, nel Comitato tecnico-scientifico della rivista, sull'opportunità di affrontare una tematica ancora irrisolta nel dibattito politico. Alla posizione di coloro che raccomandavano di trattare l'argomento relativamente ai singoli aspetti tecnici, si contrapponeva quella di alcuni che hanno proposto di non affrontare affatto il tema, aspettando che il dibattito politico si sedimentasse.

Dopo ampia riflessione abbiamo concluso che la sempre doverosa e ricercata distanza dagli aspetti politici dei temi trattati non ci autorizza ad allontanarci dalla necessità di fornire i più basilari elementi informativi sulla struttura tecnico-scientifica di tali temi, in questo caso del Codice ambientale, dove uno dei punti di maggiore controversia rimane il problema della gestione dei rifiuti.

Su questo tema, nel prossimo numero, verranno pubblicati i risultati di un workshop che ENEA e Federambiente hanno organizzato sul recupero energetico da rifiuti. Si tratta di uno dei temi più caldi dell'attualità politica e sociale che ha dimostrato, e purtroppo continua dimostrare in svariate situazioni, la grande difficoltà del Paese nel gestire il problema. Le ragioni di queste difficoltà sono molte, tra queste, anche qui c'è un problema di distanza, quella che separa la società dalle strutture scientifiche pubbliche che hanno il dovere di dare risposte e soluzioni tecniche ai grandi problemi della comunità nazionale, anche quando la ricerca di tali risposte rischia di ravvicinare troppo gli ambiti tecnici a quelli politici della governance.

L'articolo relativo a: "L'ENEA e le tecnologie per la salute" descrive un'attività che ha preso il via numerosi anni fa in relazione con le ricerche istituzionali dell'Ente sulla fisica delle radiazioni e sui loro effetti in campo biologico. Si tratta di un classico caso di fertilizzazione incrociata, ovvero di ricaduta di tecnologie sviluppate per un settore scientifico che trovano applicazioni in un altro

settore limitrofo o tutt'affatto diverso. Nel caso specifico siamo di fronte a risultati di grande rilievo anche per i loro immediati effetti sociali. Come appare evidente dall'articolo presentato, si tratta di ricerche a carattere multidisciplinare che hanno prodotto una profonda innovazione tecnologica in campo biomedico e che impegnano tuttora nell'Ente risorse umane di elevata specializzazione. Anche questo tipo di attività pone un problema di distanza. Quanto lontano può spingersi un ente come l'ENEA nell'affrontare lo sviluppo di tecnologie per la salute? Quanta distanza programmatica può essere posta rispetto ai propri compiti istituzionali? La risposta a tali quesiti risiede nelle concrete condizioni di trasferimento tecnologico che una simile tematica permette. Quando il nuovo si presenta come ricombinazione di quanto già esiste, ovvero come un suo sviluppo più o meno complesso, le azioni di trasferimento tecnologico sono non solo possibili ma necessarie per alimentare uno schema a staffetta che porta dal sistema della ricerca al sistema dell'impresa. I problemi sorgono quando interviene una discontinuità tecnologica che si sovrappone a tecniche e procedure consolidate. È questo il caso più frequente quando tecnologie sviluppate in un certo settore irrompono bruscamente in uno scenario scientifico-tecnico diverso. Nel caso specifico, l'ENEA si trova a dover costituire un quadro connettivo tra scienze biomediche e tecnologie nate per la fisica delle radiazioni che richiede indubbiamente una fase di presidio del campo con importanti ricadute scientifiche non solo per chi opera strutturalmente nel settore della salute ma anche per l'ENEA.

Ma c'è un altro elemento che deve essere preso in considerazione nel rispondere ai precedenti quesiti ed è relativo al quadro di domanda che alimenta simili attività, ovvero ai soggetti che tale domanda esprimono. Quando tale domanda emana da elevati interessi pubblici, come nel caso delle ricerche in campo biomedico, e soprattutto da un'ampia gamma di stakeholder, la spiccata social capability dell'Ente lo obbliga a dare le più opportune risposte così come a fornire attraverso la nostra rivista una doverosa informazione. Torneremo sul tema della social capability dell'ENEA in un prossimo numero, nel quale saranno rappresentate applicazioni alla salvaguardia del patrimonio artistico di tecnologie sviluppate nei settori di impegno istituzionale dell'Ente.

Il Direttore Responsabile
Mauro Basili

energia, ambiente e innovazione

Un nuovo "Codice" per l'ambiente

MAURIZIO CORONIDI*,
GAIA CHECCUCCI**,
ELIO CARLO**

*ENEA

Dipartimento Ambiente,
Cambiamenti Globali
e Sviluppo Sostenibile

**Ministero dell'Ambiente e
della Tutela del Territorio e del Mare

Previsto da una legge del 2004,
è stato varato nell'aprile scorso un nuovo Codice dell'Ambiente
che si prefigge di coordinare, accorpare e integrare
le varie disposizioni esistenti

Reorganisation of Italy's environmental legislation

*Pursuant to a 2004 law, a new Environment Code
was enacted in April to co-ordinate,
group and supplement existing legislation*

primo piano

Sulla *Gazzetta Ufficiale* n. 88 del 14 aprile 2006 -Supplemento Ordinario n. 96-è stato pubblicato il decreto legislativo 3 aprile 2006, n.152, recante “Norme in materia ambientale”, che costituisce il nuovo Codice dell’Ambiente.

Si tratta del testo unico di riordino della legislazione ambientale, previsto dalla legge 15 dicembre 2004, n. 308, che appunto reca la “Delega al Governo per il riordino, il coordinamento e l’integrazione della legislazione in materia ambientale e misure di diretta applicazione”.

La legge 308/04 ha delegato il Governo a adottare uno o più decreti legislativi di riordino, coordinamento e integrazione delle disposizioni legislative, anche mediante la redazione di testi unici, nei seguenti settori e materie:

- a) gestione dei rifiuti e bonifica dei siti contaminati;
- b) tutela delle acque dall’inquinamento e gestione delle risorse idriche;
- c) difesa del suolo e lotta alla desertificazione;
- d) gestione delle aree protette, conservazione e utilizzo sostenibile degli esemplari di specie protette di flora e di fauna;
- e) tutela risarcitoria contro i danni all’ambiente;
- f) procedure per la valutazione di impatto ambientale (VIA), per la valutazione ambientale strategica (VAS) e per l’autorizzazione ambientale integrata (IPPC, Integrated Pollution Prevention and Control);
- g) tutela dell’aria e riduzione delle emissioni in atmosfera.

*rispetto
dei principi
e delle norme
comunitarie*

La predisposizione del Codice è stata curata dalla Commissione istituita dal Ministro dell’Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare ai sensi dell’articolo 1, comma 11, della legge 308/2004, composta da ventiquattro membri scelti tra professori universitari, dirigenti apicali della Pubblica Amministrazione ed esperti di alta qualificazione nei settori e nelle materie oggetto della delega. La Commissione è stata assistita, per l’espletamento dei propri compiti, da una Segreteria tecnica composta da venti unità.

Il Codice dell’Ambiente si conforma, in accordo al mandato conferito dalla legge delega, al rispetto dei principi e delle norme comunitarie, delle competenze per materia delle Amministrazioni Statali, delle attribuzioni delle Regioni e degli Enti Locali. In particolare, ferma restando l’invarianza degli oneri a carico della finanza pubblica, i principi e i criteri direttivi generali del testo unico riguardano:

- la garanzia della salvaguardia, della tutela e del miglioramento della qualità dell’ambiente, della protezione della salute umana, dell’utilizzo razionale delle risorse naturali;
- il conseguimento di una maggiore efficienza e tempestività dei controlli ambientali, nonché la certezza delle sanzioni in caso di violazione delle disposizioni a tutela dell’ambiente;
- lo sviluppo e il coordinamento di misure e interventi che prevedono incentivi e disincentivi volti a sostenere, ai fini della compatibilità ambientale, l’introduzione e l’adozione delle migliori tecnologie disponibili, il risparmio e l’efficienza energetica, la sostenibilità dello sviluppo;
- la piena e coerente attuazione delle direttive comunitarie, al fine di garantire elevati livelli di tutela dell’ambiente e di contribuire in tale modo alla competitività dei siste-

- mi territoriali e delle imprese, evitando fenomeni di distorsione della concorrenza;
- l'affermazione dei principi comunitari di prevenzione, precauzione, correzione e riduzione degli inquinamenti e dei danni ambientali e del principio "chi inquina paga";
- la previsione di misure che assicurino la tempestività e l'efficacia dei piani e dei programmi di tutela ambientale e l'efficacia dei controlli e dei monitoraggi ambientali;
- la garanzia di una più efficace tutela in materia ambientale anche mediante il coordinamento e l'integrazione della disciplina del sistema sanzionatorio, amministrativo e penale;
- la semplificazione delle procedure relative agli obblighi di dichiarazione, di comunicazione, di denuncia o di notificazione in materia ambientale;
- l'adozione di strumenti economici volti a incentivare le piccole e medie imprese a aderire ai sistemi di certificazione ambientale.

I profili strategici adottati per la redazione del Testo Unico sono riconducibili a:

***dal decreto
sono escluse
le norme
sulle aree
protette***

- recepimento di otto direttive comunitarie ancora non entrate nella legislazione italiana nei settori oggetto della delega;
- accorpamento delle disposizioni concernenti settori omogenei di disciplina, in modo da ridurre le ripetizioni;
- integrazione nei vari disposti normativi della pluralità di previsioni precedentemente disseminate in testi eterogenei, riducendo così la stratificazione normativa generatasi per effetto delle innumerevoli norme che si sono nel tempo sovrapposte e predisponendo una serie di articolati aggiornati e coordinati;
- abrogazione espressa delle disposizioni non più in vigore, che ha condotto all'abrogazione di cinque leggi, dieci disposizioni di legge, due decreti legislativi, quattro DPR, tre DPCM e otto decreti ministeriali. Tale risultato va comunque enfatizzato, benché sia noto che la semplificazione normativa non dipende unicamente dalla quantità delle disposizioni formalmente in vigore.

Il Codice dell'Ambiente è stato complessivamente esaminato quattro volte dal Consiglio dei ministri (il 18 novembre 2005, il 19 gennaio, il 10 febbraio e il 29 marzo 2006), mentre i passaggi attraverso le Commissioni parlamentari competenti sono stati due.

Nell'ultimo passaggio in Consiglio dei ministri, conseguente alla richiesta di chiarimenti avanzata dal Presidente della Repubblica, sono state apportate due sole modifiche, all'articolo 267 e all'articolo 318. La modifica all'articolo 318, in particolare, permette alle associazioni ambientaliste di essere titolari di azioni giudiziarie nei procedimenti per danno ambientale. Il mancato coinvolgimento delle associazioni ambientaliste era stata infatti una delle questioni sollevate dal Presidente della Repubblica, unitamente ai rilievi sulla mancata sottoposizione del decreto legislativo all'esame del Consiglio di Stato e sul parere negativo delle Regioni.

Il decreto legislativo è un provvedimento che supera, complessivamente, le 700 pagine, è composto di 318 articoli e 45 allegati, e affronta tutto l'ampio ventaglio di materie previste dalla delega, con l'unica eccezione della normativa sulle aree protette. Come previsto dalla legge delega, il Governo può procedere, entro due anni dall'entrata in vigore del provvedimento, alle modifiche che si rendessero necessarie sulla base dell'applicazione concreta delle norme.

Procedure per la Valutazione Ambientale Strategica, per la Valutazione d'Impatto Ambientale e per l'Autorizzazione Ambientale Integrata

Parte seconda (articoli 4-52)

Le norme in materia di Valutazione Ambientale Strategica (VAS) e di Valutazione d'Impatto Ambientale (VIA) sono volte a garantire il pieno recepimento della direttiva in materia di VAS 2001/42/CE del Parlamento europeo e del Consiglio, del 27 giugno 2001, concernente la valutazione degli effetti di determinati piani e programmi sull'ambiente, e della direttiva in materia di VIA 85/337/CEE del Consiglio, del 27 giugno 1985, concernente la valutazione di impatto ambientale di determinati progetti pubblici e privati, come modificata e integrata con la direttiva 97/11/CE del Consiglio, del 3 marzo 1997 e con la direttiva 2003/35/CE del Parlamento europeo e del Consiglio.

I principi che hanno guidato la predisposizione della norma sono finalizzati, fra l'altro, a:

- contribuire all'integrazione di considerazioni ambientali nelle fasi di elaborazione, di adozione e di approvazione di determinati piani e programmi al fine di promuovere lo sviluppo sostenibile;
- introdurre meccanismi di coordinamento tra la procedura di VIA e quella di VAS e promuovere l'utilizzo della VAS nella stesura dei piani e dei programmi statali, regionali e sovracomunali;
- promuovere l'utilizzo della valutazione ambientale nella stesura dei piani e dei programmi statali, regionali e sovracomunali;
- assicurare che venga comunque effettuata la valutazione ambientale dei piani e programmi che possono avere effetti significativi sull'ambiente;
- semplificare le procedure di valutazione di impatto ambientale, tenendo conto del rapporto costi-benefici del progetto dal punto di vista ambientale, economico e sociale;
- anticipare le procedure di valutazione di impatto ambientale alla prima configurazione sottoponibile a un esame esauriente del progetto di intervento da valutare;
- introdurre un sistema di controlli idoneo ad accertare l'effettivo rispetto delle prescrizioni impartite in sede di valutazione;
- favorire la partecipazione del pubblico nell'elaborazione di piani e programmi in materia ambientale;
- garantire il completamento delle procedure in tempi certi.

Il Codice dell'Ambiente, recependo la direttiva 2001/42/CE, che estende le valutazioni di compatibilità ambientale alla programmazione e alla pianificazione territoriale, prevede che la verifica di compatibilità ambientale sia effettuata anche sui "piani" preliminari e sui programmi di opere, che dovranno dunque essere sottoposti a valutazione ambientale.

Il decreto legislativo modifica inoltre la normativa sulla valutazione ambientale di singole opere, anticipando l'esame al preliminare (così come avviene per la legge obiettivo).

Per quanto riguarda la VAS, l'obiettivo del decreto legislativo è quello di anticipare lo studio degli effetti sull'ambiente al momento in cui si pianifica la trasformazione di un territorio. L'applicazione prevista è decisamente ampia. Alla VAS dovranno essere sottoposti piani e programmi che concernono i settori:

*verifica
sui piani
preliminari e
sui programmi
di opere*

agricolo, forestale, della pesca, energetico, industriale, dei trasporti, della gestione dei rifiuti e delle acque, delle telecomunicazioni, turistico, della pianificazione territoriale o della destinazione dei suoli. L'esame è previsto, però, solo se i piani individuano e definiscono il quadro di riferimento per l'approvazione, la localizzazione o la realizzazione di interventi che richiedono l'effettuazione della procedura di VIA.

La valutazione strategica risulta dunque essere un passaggio imprescindibile per il varo dei piani, poiché la sua assenza li rende nulli. Va peraltro evidenziato che la procedura di valutazione dei piani, che deve essere effettuata durante la fase preparatoria e prima dell'approvazione dei piani stessi, resta comunque indipendente dalla loro messa a punto e dalla loro realizzazione pratica.

I tempi previsti per la VAS sono molto stretti: il giudizio di compatibilità deve arrivare entro sessanta giorni, altrimenti scatta il potere sostitutivo del Consiglio dei ministri, che ha a disposizione altri sessanta giorni. L'assenza di risposta equivale a un giudizio di compatibilità negativo (silenzio-rifiuto).

Per ciò che concerne la valutazione di impatto ambientale, va senz'altro evidenziato che la procedura di VIA non sarà più effettuata sul progetto definitivo, ma su quello preliminare, salvo poi verificare che il definitivo rispetti le condizioni indicate nel giudizio di compatibilità ambientale e che non ci siano differenze rispetto alle aree interessate o alle risorse ambientali coinvolte.

Il verdetto ambientale dovrà essere espresso in novanta giorni. In caso di silenzio, si applica lo stesso meccanismo previsto per la VAS: poteri sostitutivi del Consiglio dei ministri e, dopo sessanta giorni, il silenzio-rifiuto.

Il Codice prevede anche l'adozione di misure di coordinamento tra le procedure di valutazione di impatto ambientale e quelle di prevenzione e riduzione integrate dell'inquinamento (IPPC), ovvero di autorizzazione integrata ambientale (AIA), nel caso di impianti sottoposti ad entrambe le procedure, al fine di evitare duplicazioni e sovrapposizioni.

In particolare, il Codice dispone che per le opere e gli interventi sottoposti a valutazione di impatto ambientale e contemporaneamente rientranti nel campo di applicazione del decreto legislativo 18 febbraio 2005, n. 59, di recepimento della direttiva IPPC, nonché per le modifiche sostanziali di tali opere o interventi, sia facoltà del proponente ottenere che la procedura di valutazione dell'impatto ambientale venga integrata nel procedimento per il rilascio dell'autorizzazione integrata ambientale.

Difesa del suolo e lotta alla desertificazione, tutela delle acque dall'inquinamento e gestione delle risorse idriche

Parte terza (articoli 53-176)

Una strategia integrata per le acque

L'unicità del testo sulle acque corrisponde all'intento di fornire un quadro normativo di riferimento che rappresenti la miglior sintesi fra un'impostazione culturale antropocentrica e uno sviluppo sostenibile del territorio. Rispetto a questo profilo, il Codice costituisce una operazione di riordino sostanziale, che non resta circoscritta a una diversa organizzazione delle norme, ma si estende all'aggiornamento degli istituti, all'adeguamento alla disciplina comunitaria, al superamento delle incertezze interpretative e delle criticità applicative.

Con l'introduzione dei distretti idrografici, la divisione del territorio in distretti e la soppressione delle Autorità regionali ed interregionali, si supera la frammentazione

**verdetto
ambientale
in novanta
giorni**

territoriale esistente, si introduce una pianificazione a scala di distretto e si attua una effettiva semplificazione amministrativa, sfrondando il governo del territorio da enti con competenze spesso duplicate.

Il Codice dettaglia i contenuti del Piano di tutela e del Piano di gestione, quest'ultimo previsto dalla Direttiva 2000/60, che sono volti al perseguimento di specifiche finalità e che, per gli obiettivi che si propongono e per le azioni che individuano, sono parti integranti del piano di Bacino distrettuale, che è lo strumento di pianificazione principale. Ai fini della tutela quali-quantitativa dei corpi idrici, il Codice dispone che le strategie di tutela e risanamento vengano analizzate anche da un punto di vista economico e che esse tengano conto della rinnovata politica di tutela e valorizzazione ambientale, la quale non può prescindere da politiche tariffarie idonee sulla base del principio "chi inquina paga".

La scelta di modelli gestionali europei, scevri da logiche di "condominio" (che livellano verso il basso il sistema nel suo complesso e chiudono le porte alla sinergia con il privato) e inglobanti una forte regolazione pubblica (che dia certezza alle imprese e garantisca il raggiungimento dei diritti del cittadino in termini quali-quantitativi del servizio), rappresenta il punto di equilibrio per coniugare sviluppo e diritti del singolo all'interno del contesto ambientale di riferimento.

Va in generale evidenziato che la riforma del settore "acque" ha come cardini il superamento delle frammentazioni gestionali, l'industrializzazione del sistema e la separazione fra la programmazione e il controllo, da una parte, e la gestione dall'altra, e risiede tutta nell'equilibrio fra interessi e ruoli opposti e in conflitto.

In quest'ottica trova spazio il rafforzamento delle Autorità d'ambito e del loro ruolo di pianificazione e controllo sull'operato del gestore, ma soprattutto l'idea di un'Autorità di regolazione e controllo forte, una vera e propria *Authority* che divenga punto di riferimento centrale, nel rispetto dell'autonomia delle scelte dell'Ente territoriale e degli Enti Locali, ma in grado di interpretare al meglio le funzioni di regolazione e controllo che le sono attribuite.

Difesa del suolo e lotta alla desertificazione

Le disposizioni in materia di difesa del suolo e lotta alla desertificazione sono volte ad assicurare la tutela e il risanamento del suolo e del sottosuolo, il risanamento idrogeologico del territorio tramite la prevenzione dei fenomeni di dissesto, la messa in sicurezza delle situazioni a rischio e la lotta alla desertificazione.

A tal fine il Codice dell'Ambiente:

- individua le competenze del Presidente del Consiglio, del Ministro dell'Ambiente, della Tutela del Territorio e del Mare, della Conferenza Stato-Regioni, dell'APAT, delle Regioni, degli Enti Locali e degli altri soggetti interessati;
- ripartisce l'intero territorio nazionale in sette distretti idrografici (Alpi orientali, distretto idrografico Padano, Appennino settentrionale, distretto idrografico pilota del Serchio, Appennino centrale, Appennino meridionale, Sardegna e Sicilia), ciascuno dei quali suddiviso in uno o più bacini idrografici;
- prevede l'istituzione, in ciascun distretto idrografico, di Autorità di bacino distrettuali, ente pubblico non economico che uniforma la propria attività a criteri di efficienza, efficacia, economicità e pubblicità.

Il Piano di bacino distrettuale è individuato come strumento di pianificazione, ed è lo strumento conoscitivo, normativo e tecnico-operativo mediante il quale sono pia-

**equilibrio
fra interessi
e ruoli
opposti**

nificate e programmate le azioni e le norme d'uso finalizzate alla conservazione, alla difesa e alla valorizzazione del suolo e alla corretta utilizzazione della acque, sulla base delle caratteristiche fisiche e ambientali del territorio interessato.

Tutela delle acque dall'inquinamento

Le disposizioni per la tutela delle acque superficiali, marine e sotterranee perseguono i molteplici obiettivi di prevenire e di ridurre l'inquinamento dei corpi idrici, di attuare il risanamento dei corpi idrici inquinati, di conseguire il miglioramento dello stato delle acque, di perseguire usi sostenibili e durevoli delle risorse idriche, con priorità per quelle potabili, di mitigare gli effetti delle inondazioni e della siccità, di impedire un ulteriore deterioramento, di proteggere e migliorare lo stato degli ecosistemi acquatici, degli ecosistemi terrestri e delle zone umide sotto il profilo del fabbisogno idrico.

A tal fine il decreto provvede al recepimento integrale della direttiva 2000/60/CE in materia di acque, individua gli obiettivi minimi di qualità ambientale per i corpi idrici significativi e gli obiettivi di qualità per specifica destinazione, da garantirsi su tutto il territorio nazionale e fissa le tempistiche per il conseguimento dei suddetti obiettivi, individua le aree sensibili e le zone vulnerabili e disciplina le aree di salvaguardia delle acque destinate al consumo umano.

Sono inoltre disciplinati gli scarichi (sul suolo, nel sottosuolo e nelle acque sotterranee, in acque superficiali e in reti fognarie) e le relative procedure di autorizzazione e di controllo. Come strumenti di tutela della risorsa idrica il Codice dell'Ambiente individua, per ciascun distretto idrografico, il Piano di gestione, che rappresenta una articolazione interna del Piano di bacino distrettuale, di cui costituisce pertanto piano stralcio, ed il Piano di tutela delle acque, che costituisce uno specifico piano di settore e che contiene le misure necessarie alla tutela qualitativa e quantitativa del sistema idrico. In particolare, ai fini della tutela quali-quantitativa dei corpi idrici, il Codice dispone che nei piani di tutela si adottino tutte le misure necessarie ad assicurare l'equilibrio del bilancio idrico e che per tutte le derivazioni di acqua si prevedano adeguati rilasci volti a garantire il minimo deflusso vitale.

Le Autorità di bacino, ai fini della predisposizione dei Piani di gestione, devono garantire la partecipazione di tutti i soggetti istituzionali competenti nello specifico settore.

Gestione delle risorse idriche

La predisposizione della norma in materia di gestione della risorsa idrica è finalizzata, fra l'altro, a dare piena attuazione alla gestione del ciclo idrico integrato, anche mediante semplificazione dei procedimenti, e a promuovere il risparmio idrico, favorendo l'introduzione e la diffusione delle migliori tecnologie per l'uso e il riutilizzo della risorsa idrica stessa.

Le disposizioni contenute nel decreto disciplinano il servizio idrico integrato per i profili che concernono la tutela dell'ambiente e della concorrenza, la determinazione dei livelli essenziali delle prestazioni e l'individuazione delle relative funzioni in capo a comuni, province e città metropolitane.

In particolare, il Codice stabilisce che i servizi idrici siano organizzati sulla base degli ambiti territoriali ottimali, definiti dalle Regioni in attuazione della legge 3/94, e che in ciascun ambito territoriale ottimale sia costituita una "Autorità d'ambito", che è una struttura dotata di personalità giuridica, alla quale gli Enti Locali partecipano obbligatoriamente e alla quale è trasferito l'esercizio delle competenze a essi spettanti in materia di gestione delle risorse idriche, ivi compresa la programmazione delle infrastrutture idriche. L'Autorità d'ambito provvede:

*partecipazione
di tutti
i soggetti
istituzionali
competenti*

- alla predisposizione e/o all'aggiornamento del piano d'ambito, che deve comprendere la ricognizione delle infrastrutture, il programma degli interventi, il modello gestionale e organizzativo e il piano economico finanziario;
- a deliberare la forma di gestione e ad aggiudicare la gestione del servizio idrico integrato mediante gara disciplinata dai principi e dalle disposizioni comunitarie;
- a predisporre le convenzioni con i gestori del servizio idrico integrato.

Il decreto legislativo n. 152/06 dispone anche che il Comitato per la vigilanza sull'uso delle risorse idriche (Co.Vi.R.I.), istituito dalla legge 3/94, assuma la denominazione di "Autorità di vigilanza sulle risorse idriche e sui rifiuti", alla quale è assegnato il compito di assicurare l'osservanza, da parte dei soggetti sia pubblici che privati, dei principi e delle disposizioni inerenti alla gestione delle risorse idriche e dei rifiuti. Per lo svolgimento dei propri compiti, l'Autorità si avvale di un Osservatorio, che svolge funzioni di raccolta, elaborazione e restituzione di dati statistici e conoscitivi formando una banca dati connessa con i vari sistemi informativi delle Amministrazioni centrali e locali.

Gestione dei rifiuti e bonifica dei siti inquinati

Parte quarta (articoli 177-266)

I principi che hanno guidato la predisposizione delle norme in materia di gestione dei rifiuti e di bonifica dei siti inquinati sono volti essenzialmente a:

- assicurare un'efficace azione di prevenzione, intesa come riduzione della quantità e della pericolosità dei rifiuti;
- semplificare e razionalizzare le procedure di gestione dei rifiuti speciali;
- promuovere il riciclaggio e il recupero di energia dai rifiuti;
- razionalizzare il sistema di raccolta e di smaltimento dei rifiuti urbani, mediante il graduale passaggio allo smaltimento secondo forme diverse dalla discarica e la gestione affidata tramite procedure di evidenza pubblica;
- definire termini certi per la durata dei contratti di affidamento delle attività di gestione dei rifiuti urbani;
- assicurare una più razionale definizione della tariffa sui rifiuti urbani;
- incentivare il ricorso a risorse finanziarie private per la bonifica e il riuso anche ai fini produttivi dei siti contaminati;
- promuovere gli interventi di messa in sicurezza e bonifica dei siti contaminati, prevedendo obiettivi di qualità ambientale dei suoli, dei sottosuoli e delle acque sotterranee dei siti inquinati, sulla base della valutazioni dei rischi sanitari e ambientali connessi agli usi previsti per i siti stessi;
- favorire la conclusione di accordi di programma tra i soggetti privati e le amministrazioni interessate per la gestione degli interventi di bonifica e messa in sicurezza.

Il Codice dell'Ambiente ridefinisce le priorità nella gestione dei rifiuti, fissa obiettivi di raccolta differenziata da conseguirsi per ambito territoriale ottimale, amplia le competenze dell'Albo nazionale gestori ambientali (che assume, ampliandole, le competenze dell'Albo nazionale delle imprese che effettuano la gestione dei rifiuti), e istituisce, come detto, una "Autorità di vigilanza sulle risorse idriche e sui rifiuti",

*banca dati
interconnessa
con
Amministrazioni
centrali
e locali*

la cui "Sezione per la vigilanza sui rifiuti" prende il posto, anch'essa incrementandone le competenze, dell'Osservatorio Nazionale dei Rifiuti (ONR).

Sono inoltre specificamente normate alcune tipologie di rifiuti che rivestono particolare interesse per qualità e/o quantità dei flussi prodotti: si tratta dei rifiuti elettrici ed elettronici, dei rifiuti sanitari, dei prodotti contenenti amianto, dei pneumatici fuori uso, del combustibile da rifiuti (di qualità "normale", CDR, e di qualità "elevata", CDR-Q), dei rifiuti derivanti da attività di manutenzione delle infrastrutture, dei veicoli fuori uso (laddove non disciplinati dal decreto legislativo 24 giugno 2003, n. 209), dei rifiuti prodotti dalle navi e residui di carico, degli oli e dei grassi vegetali e animali esausti, dei rifiuti di beni in polietilene, delle batterie al piombo esauste e dei rifiuti piombosi, degli oli minerali usati.

Di particolare interesse per le imprese sono le disposizioni che prevedono:

- la concessione in via prioritaria delle agevolazioni gravanti sul Fondo speciale rotativo per l'innovazione tecnologica, previste dalla legge n. 4/82, alle imprese che intendono modificare i propri cicli produttivi al fine di ridurre la quantità e la pericolosità dei rifiuti prodotti ovvero di favorire il recupero di materiali;
- la promozione e la stipula di accordi e contratti di programma fra le Pubbliche Amministrazioni e i soggetti economici interessati, al fine di favorire il riutilizzo, il reimpiego, il riciclaggio e le altre forme di recupero dei rifiuti, nonché l'utilizzo di materie prime secondarie, di combustibili o di prodotti ottenuti dal recupero dei rifiuti provenienti dalla raccolta differenziata.

vanno definite le modalità e i tempi di esecuzione delle bonifiche

Per quanto attiene alle bonifiche, sono sostanzialmente confermati i parametri in vigore per la definizione di "sito inquinato", mentre per quanto riguarda gli interventi di bonifica il Codice prevede che i soggetti obbligati definiscano modalità e tempi di esecuzione degli interventi suddetti mediante appositi accordi di programma stipulati con le amministrazioni competenti. Il Codice definisce in dettaglio la procedura da attuare per la bonifica dei siti, fissandone anche le relative tempistiche. In particolare, il decreto stabilisce che il responsabile dell'inquinamento (o comunque il soggetto che individua contaminazioni storiche) svolga una indagine preliminare sui parametri oggetto dell'inquinamento e, ove accerti l'avvenuto superamento delle concentrazioni soglia di contaminazione (CSC), presenti il piano di caratterizzazione. Sulla base delle risultanze della caratterizzazione, al sito è applicata la procedura di analisi del rischio "sito-specifica" per la determinazione delle concentrazioni soglia di rischio (CSR). Nel caso di superamento delle CSR, il soggetto responsabile è tenuto a predisporre il progetto operativo degli interventi di bonifica o di messa in sicurezza, operativa o permanente, e, ove necessario, le ulteriori misure di riparazione e di ripristino ambientale, al fine di minimizzare e ricondurre ad accettabilità il rischio derivante dallo stato di contaminazione presente nel sito. Il Codice individua anche i criteri per la selezione e l'esecuzione degli interventi di bonifica e ripristino ambientale, di messa in sicurezza operativa o permanente, nonché per l'individuazione delle migliori tecniche di intervento a costi sostenibili (BATNEEC, "Best available technologies not entailing excessive costs").

Tutela dell'aria e riduzione delle emissioni in atmosfera

Parte quinta (articoli 267-298)

La parte quinta del decreto legislativo n. 152/2006, che detta le norme per la riduzione delle emissioni in atmosfera e la tutela dell'aria, costituisce un aggiornamen-

to e una riorganizzazione organica e razionale delle norme previgenti nel settore delle emissioni in atmosfera, che si sono succedute in modo non sempre coordinato dal 1966 a oggi.

Il riordino e il coordinamento delle misure concernenti la tutela dell'aria, attuate mediante azioni di prevenzione e di riduzione dell'inquinamento e delle emissioni, prevede maggiori impegni sulle fonti rinnovabili, con priorità nel dispacciamento e interventi finanziari per incentivare l'energia da fonti rinnovabili nel Meridione e, soprattutto, per raggiungere gli obiettivi previsti dal Protocollo di Kyoto. Altri punti qualificanti riguardano la promozione del ricorso alle migliori tecniche disponibili e l'introduzione di una durata fissa per l'autorizzazione degli impianti pari a 15 anni. È opportuno ricordare che la tematica della tutela dell'aria e della riduzione delle emissioni in atmosfera, seppure non inserita nell'impianto originario della delega, è stata legittimamente introdotta dal Parlamento in quanto strettamente connessa alle materie affrontate con i decreti delegati, e più specificamente alla materia del danno ambientale. L'attuazione della delega si è sostanziata nel coordinamento e nella razionalizzazione delle disposizioni riguardanti tutte le attività e tutti gli impianti rilevanti in materia di tutela dell'aria, al fine della definizione e regolamentazione esplicita di tutti i relativi aspetti.

Entrando più nel dettaglio, il Titolo I detta le norme generali relative agli impianti e alle attività in grado di produrre emissioni in atmosfera, compresi gli impianti termici civili al disopra di determinate soglie di potenza. Le principali riguardano:

- *il campo di applicazione*: sono incluse tutte le attività e gli impianti in grado di produrre emissioni in atmosfera; inclusi quindi gli allevamenti, le attività agricole e altre attività svolte anche in assenza di un impianto. Sono invece esplicitamente esclusi gli inceneritori e i co-inceneritori che, pertanto, dovranno essere autorizzati esclusivamente ai sensi delle norme vigenti in materia di rifiuti;
- *l'introduzione o la precisazione delle definizioni*:
 - di impianto, volta a eliminare i problemi interpretativi connessi alle differenti formulazioni contenute nel DPR 203/88 e negli atti successivi da esso derivati;
 - di migliore tecnica disponibile, mutuata dal decreto n. 59 del 2005;
 - di emissione diffusa, emissione convogliata e emissione tecnicamente convogliabile, nonché di alcune definizioni in merito alle attività che utilizzano composti organici volatili, precedentemente disciplinate dal DM 44/2004, e agli impianti di combustione;
- *l'autorizzazione*: è stato introdotto un termine alla durata delle autorizzazioni pari a 15 anni, è stato riorganizzato il procedimento per il rilascio delle stesse, con l'introduzione di una conferenza di servizi, e sono stati assoggettati anche gli impianti termici ad uso civile con potenza termica superiore a determinate soglie;
- *il convogliamento delle emissioni*: è stato introdotto il principio che ad ogni impianto deve corrispondere un solo punto di emissione. A tal proposito per "impianto", diversamente dal DPR 203/88, si deve intendere non il sito o lo stabilimento, ma il dispositivo o l'insieme di dispositivi destinati a una precisa operazione e dotati di autonomia funzionale;
- *le emissioni di composti organici volatili*: il DM 44/2004 è stato integralmente riscritto, risolvendo alcune problematiche, quali la non completa coincidenza tra il campo di applicazione del decreto e quello della direttiva 1999/13/CE.

*maggiori
impegni
sulle fonti
rinnovabili*

Il Titolo I provvede anche al recepimento della direttiva comunitaria 2001/80/CE concernente la limitazione delle emissioni nell'atmosfera dai grandi impianti di combustione.

Il Titolo II detta le norme relative agli impianti termici civili di potenza superiore a 35 kW e, pur non introducendo molte novità rispetto alla normativa previgente (legge 615/66 e DPR 1391/70) prevede;

- la sostituzione della richiesta di autorizzazione, prevista dalle norme previgenti che sul punto sono state largamente disattese, con una più semplice denuncia di installazione;
- la fissazione di valori limite di emissione e requisiti costruttivi;
- l'istituzione di un regime di controlli e di sanzioni più coerente con quello attualmente vigente in materia di efficienza energetica.

Il Titolo III, infine, disciplina le caratteristiche merceologiche, le condizioni di utilizzo, comprese le prescrizioni finalizzate a ottimizzare il rendimento di combustione, e i metodi di misura dei combustibili che possono essere utilizzati negli impianti di cui ai Titoli I e II, inclusi gli impianti termici civili di potenza termica inferiore al valore di soglia, e le caratteristiche merceologiche del gasolio marino. Si tratta della riscrittura del DPCM 8 marzo 2002, con alcune integrazioni, in particolare delle sanzioni, prima del tutto assenti, e aggiornamenti.

Sotto il profilo della semplificazione, va senz'altro segnalato che il Codice provvede:

- ad assicurare una maggior flessibilità delle procedure, anche considerando che le norme tecniche sono contenute negli allegati al testo normativo e sono, pertanto, costantemente adeguabili e aggiornabili mediante decreti ministeriali;
- a garantire una maggiore stabilità e sicurezza degli investimenti, introducendo la durata fissa di 15 anni per le autorizzazioni;
- a semplificare, prevedendo solo un obbligo di denuncia, gli adempimenti amministrativi connessi alla gestione di impianti termici civili sotto le soglie stabilite, che diversamente resterebbero sottoposti al rigido regime di autorizzazione e di controllo previsto per gli impianti e le attività che superano tali soglie.

Va anche sottolineato che per promuovere l'utilizzo di *combustibili meno inquinanti* si è preferito, anziché individuare forme e misure di agevolazione e/o di incentivazione economica, introdurre *agevolazioni e semplificazioni* del regime autorizzatorio, inducendo in tal modo considerevoli vantaggi per la finanza pubblica.

Tutela risarcitoria contro i danni all'ambiente

Parte sesta (articoli 299-318)

Il decreto legislativo. 152/06 definisce come “danno ambientale” qualsiasi deterioramento significativo e misurabile, diretto o indiretto, di una risorsa naturale o dell'utilità assicurata da quest'ultima, con riferimento alle specie e agli *habitat* naturali protetti dalla normativa nazionale e comunitaria, alle acque interne, alle acque costiere e a quelle ricomprese nel mare territoriale, al terreno.

Al verificarsi di un danno ambientale, l'operatore ha l'obbligo di adottare immediatamente tutte le iniziative praticabili per controllare, circoscrivere, eliminare o gestire in altro modo qualsiasi fattore di danno, nonché di attuare le necessarie misure di ripristino.

**semplificazione
delle
autorizzazioni
per promuovere
combustibili
meno
inquinanti**

Il Codice assegna al Ministro dell'Ambiente, della Tutela del Territorio e del Mare la facoltà di adottare misure di prevenzione che risultino proporzionali rispetto al livello di protezione che s'intende raggiungere, non discriminatorie nella loro applicazione e coerenti con misure analoghe già adottate, basate sull'esame dei potenziali vantaggi e oneri e aggiornabili alla luce di nuovi dati scientifici.

Il Ministro dell'Ambiente, della Tutela del Territorio e del Mare agisce, inoltre, anche esercitando l'azione civile in sede penale, per il risarcimento del danno ambientale in forma specifica e, se necessario, per equivalente patrimoniale. Il decreto stabilisce, infatti, che chiunque arrechi danno all'ambiente, alterandolo, deteriorandolo o distruggendolo in tutto o in parte, è obbligato al ripristino della precedente situazione e, in mancanza, al risarcimento nei confronti dello Stato per equivalente patrimoniale, alla cui quantificazione si provvede in applicazione dei criteri fissati dal decreto stesso.

Per informazioni:

maurizio.coronidi@casaccia.enea.it

Modifiche in corso al Codice Ambientale

In attuazione della legge delega per l'adozione di disposizioni correttive e integrative dell'originario decreto entro due anni dalla sua emanazione, il 12 ottobre scorso il Consiglio dei ministri, su proposta del Ministro dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare, ha approvato uno schema di decreto legislativo che modifica diverse disposizioni, in materia di disciplina dei rifiuti, delle parti Terza e Quarta del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152 (Codice dell'Ambiente).

Si tratta di interventi tesi a recepire alcuni indirizzi in materia emersi nelle sedi delle Commissioni parlamentari, della Conferenza Unificata ovvero provenienti dalla Comunità Europea, con l'immediato obiettivo di chiudere numerose procedure di infrazione pendenti contro l'Italia.

Gli interventi correttivi messi a punto affrontano pertanto, tra gli altri, i problemi riguardanti le terre e rocce da scavo, attualmente escluse dall'applicazione della disciplina dei rifiuti; quelli relativi alla nozione di "scarico diretto", con il fine di evitare la compromissione delle risorse idriche sotterranee; riscrivono le definizioni in materia di rifiuti (la nozione prevista dal codice è stata censurata in sede comunitaria) con l'introduzione delle nozioni di "sottoprodotto" e "materia prima secondaria" maggiormente aderenti al dettato europeo e più coerenti con un livello elevato di tutela ambientale.

Sul provvedimento, che è stato approvato in via preliminare, il Governo acquisirà il parere della Conferenza Unificata e delle Commissioni parlamentari in duplice lettura.

L' ENEA e le tecnologie per la salute

DONATELLA TIRINDELLI*

*con la collaborazione
di Elena Fantuzzi,
Gian Piero Gallerano,
Antonella Lai, Carmela Marino,
Elisabetta Nava, Luigi Picardi,
Antioco Francesco Sedda

ENEA
Dipartimento
Biotecnologie, Agroindustria
e Protezione della Salute

primo piano

Ricerca nel settore biomedico e sviluppo di tecnologie per la diagnosi e la terapia sono tra le priorità di questo secolo. Collegare l'offerta di tecnologie e i risultati delle ricerche ENEA con la domanda del mondo ospedaliero e del sistema delle imprese può risultare una sfida vincente

ENEA and health-care technologies

Biomedical research and the development of diagnostic and therapeutic technologies are among this century's priorities. Linking ENEA's technology offering and research results to the demand from hospitals and industry is a challenge that can be won

I piani di ricerca a livello nazionale e internazionale indicano i temi della salute fra le priorità di ricerca e sviluppo tecnologico. Il VII Programma Quadro dell'Unione Europea pone una speciale attenzione "all'integrazione orizzontale" delle aree scientifiche prioritarie, privilegiando, quindi, quelle che intersecano temi diversi, e viene incoraggiato un approccio multidisciplinare.

Il tema salute dell'uomo è il primo dei dieci punti strategici del Piano Nazionale della Ricerca (PNR) 2005-2007, mentre al secondo e terzo punto sono indicati il rilancio dell'industria farmaceutica e nuove applicazioni dell'industria biomedicale. Anche il PNR sottolinea i temi dell'internazionalizzazione, della multidisciplinarietà e della collaborazione pubblico-privato.

La specificità dell'offerta dell'ENEA nel campo della salute risiede principalmente nella ricerca e nelle applicazioni delle radiazioni ionizzanti e non-ionizzanti, presenti nell'Ente fin dalla sua costituzione, sia dal punto di vista fisico-ingegneristico, sia da quello biologico. È opinione diffusa che la competenza e le attività dell'Ente nel campo delle radiazioni costituiscano una potenzialità unica nel Paese sia per completezza di approcci (produzione, utilizzo, effetti sull'uomo in termini dosimetrici e biologici) che per numerosità e tipologie di infrastrutture disponibili, potendo quindi rispondere alla richiesta di multidisciplinarietà nella ricerca e sviluppo tecnologico.

D'altro canto, le competenze relative all'utilizzo di materiali innovativi e nanotecnologie, e allo sviluppo di tecnologie e biotecnologie vegetali, sono state già in alcuni casi indirizzate ad attività in campo biomedico.

È utile, quindi, fornire un quadro conoscitivo della situazione attuale e delineare le prospettive future dell'ENEA, che intende mettere a disposizione del mondo medico, istituzionale e industriale le proprie competenze e tecnologie per le attività che concernono il tema della Salute.

*la salute
dell'uomo
al primo
punto
del Piano
Nazionale
della Ricerca*

Ricerca e applicazioni delle radiazioni ionizzanti per la radioterapia e la medicina nucleare

Quadro di riferimento

Il PNR 2005-2007 al primo punto cita, nell'ambito della salute dell'uomo, lo studio e il trattamento dei tumori e delle malattie degenerative con nuovi approcci derivati dalla conoscenza del genoma umano.

Per quanto attiene i tumori una delle modalità terapeutiche ormai consolidate è la *radioterapia*.

La ricerca e l'innovazione tecnologica hanno potenziato tale terapia e hanno permesso la realizzazione, l'ottimizzazione e l'utilizzazione delle attuali complesse facilities di irraggiamento (terapia conformazionale tridimensionale, radioterapia a intensità modulata (IMRT), radioterapia intraoperatoria (IORT) ecc.) e dei relativi piani di trattamento.

Alla radioterapia convenzionale, che usa elettroni o raggi gamma, si affianca l'adroterapia che utilizza fasci di protoni, di neutroni e di ioni carbonio.

La protonterapia, nella quale sono impiegati sia protoni che ioni, è usata ormai in modo routinario nei paesi più industrializzati per alcune patologie specifiche (melanoma uveale e tumori della base cranica), ma presenta riconosciuti vantaggi anche in numerosi altri casi (come i tumori della prostata), in cui la malattia è ben definita e prossima ad organi critici.

**promuovere
la costruzione
di impianti di
protonterapia
in Italia**

Nei paesi industrializzati negli ultimi anni sono stati costruiti vari centri di protonte-
rapia e di adroterapia, e sono sinora stati trattati circa 30.000 pazienti con risultati
superiori ad altre metodiche più convenzionali. Infatti, la terapia con fasci di proto-
ni di energia compresa tra 60-70 MeV (per tumori poco profondi) e 100-200 MeV
(per tumori profondi) costituisce la metodica in linea di principio ottimale per con-
centrare la dose somministrata nei volumi tumorali, mantenendo i valori delle dosi
impartite ai tessuti normali circostanti sotto i livelli di tolleranza. Oggi funzionano diver-
si centri negli USA, in Giappone, in Russia, in Europa e in Cina, e altri saranno rea-
lizzati entro il 2007.

Secondo un recente studio dell'AIRO (Associazione Italiana Radioterapia Oncologica)
il bacino d'utenza stimato in Italia è pari a 16.000 pazienti l'anno, il 13% del bacino
di utenza della radioterapia. In Italia, attualmente, la protonterapia è praticata a
Catania presso un Centro INFN per il solo melanoma oculare con un utilizzo molto
limitato dalle ricerche di fisica di base, e sono in costruzione il centro CNAO a Pavia
e il centro dell'Azienda Provinciale per la Protonterapia (ATreP) a Trento. Le instal-
lazioni con possibilità di trattare tumori di tutti i tipi hanno una potenzialità media di
circa 1.000 pazienti l'anno. Da questi numeri si può stimare ad oggi per l'Italia una
richiesta di impianti di protonterapia superiore alla decina.

Un ostacolo alla diffusione della protonterapia è il costo decisamente elevato delle
facilities di irraggiamento. A livello mondiale finora solo quattro ditte hanno già rea-
lizzato almeno un impianto completo per protonterapia: IBA (Ion Beam Accelerators),
Mitsubishi (Giappone), Hitachi (Giappone) ACCEL (Germania). Ci sono alcune indu-
strie italiane interessate ad implementare attività di ricerca e sviluppo in tema di pro-
tonterapia: ANSALDO superconduttori, aziende di componentistica chimica (ZANON)
ed elettronica (OCEM), di componentistica meccanica di alta precisione, robotica,
automazione (CECOM).

Un'altra tecnica di radioterapia non convenzionale alla quale l'ENEA può dare un
contributo è la Boron Neutron Capture Therapy (BNCT). Si tratta di una tecnica tera-
peutica, ancora in fase sperimentale, che sfrutta l'interazione di un campo di neu-
troni termici con l'isotopo ^{10}B somministrato al paziente (mediante farmaci oppor-
tuni che si concentrano prevalentemente nelle cellule tumorali). La reazione $^{10}\text{B}(n,\alpha)^7\text{Li}$
produce due frammenti ad alto LET e corto *range* (paragonabile alle dimensioni
cellulari) che causano un danno significativo alla cellula tumorale in cui sono state
prodotte.

La BNCT può essere utile per la cura di tumori localmente avanzati che, oltre alla massa
tumorale principale, presentano microscopiche infiltrazioni nella profondità dei tessuti sani.
Attualmente gli studi sono dedicati al glioma di alto grado (tumore del sistema nervoso
centrale), al melanoma cutaneo e, più recentemente, al fegato espianato. Le prime appli-
cazioni cliniche sono state fatte negli USA e in Giappone, e sono poi state avviate anche in
Europa (Olanda, Svezia, Finlandia e Repubblica Ceca). Nell'ambito dell'EORTC (European
Organisation for Research and Treatment of Cancer) è stato insediato un gruppo di lavo-
ro, coordinato dall'Università di Essen, dedicato alla BNCT. Esistono ampi margini di miglio-
ramento per questa terapia particolarmente complessa contenente variabili ancora da otti-
mizzare (sistemi molecolari come veicoli del boro, farmacocinetica e biodistribuzione di
tali molecole). I reattori nucleari di ricerca sono attualmente le sorgenti neutroniche utiliz-
zate per produrre flussi di neutroni sufficientemente intensi tali da rendere i tempi di irrag-
giamento ragionevoli. Da alcuni anni, il reattore veloce TAPIRO (localizzato presso il Centro
Ricerche ENEA della Casaccia) è utilizzato per la ricerca sulla BNCT.

segue a pag. 22

L'Workshop "ENEA per la salute"

In questo secolo un terzo delle risorse dei paesi avanzati verrà investito nella biomedicina e l'enorme progresso che ne deriverà sarà basato sullo sviluppo tecnologico orientato dalla ricerca di base.

Le competenze ENEA nel settore della salute sono diversificate, e costituiscono una potenzialità unica nel Paese per completezza di approcci e per tipologie di facilities disponibili. Il Workshop "ENEA per la salute", che si è svolto presso la Sede dell'ENEA il 1° giugno, ha presentato le attività dell'Ente nel settore della salute ed ha esplorato le possibilità di iniziative comuni con le istituzioni scientifiche e sanitarie del Paese, in particolare a livello territoriale, per contribuire attivamente allo sviluppo delle scienze biomediche e della innovazione in tema di diagnosi e cura.

Il Prof. Luigi Paganetto, nell'aprire i lavori del Workshop, ha sottolineato che la tradizione dell'ENEA nel nucleare consente di contare oggi su competenze e apparecchiature in qualche caso uniche, come i reattori TRIGA e TAPIRO, con i quali si possono sperimentare trattamenti radioterapici innovativi. Nella diagnostica per immagini, come in quella della produzione di biofarmaci, l'Ente vanta tecnologie e brevetti. Collegare l'offerta di tecnologie ed i risultati delle ricerche ENEA con le esigenze e con la domanda di competenze tecniche e di apparecchiature che viene dagli utilizzatori, cioè dal mondo ospedaliero e medico e dal sistema delle imprese, è una sfida che si pone oggi e che può essere vinta.

L'ENEA intende contribuire alla ricerca e sviluppo di tecnologie avanzate per la diagnosi e cura di patologie a elevata incidenza collaborando con il sistema delle istituzioni scientifiche e sanitarie, in particolare provinciali e regionali, promuovendo una più sistematica integrazione con iniziative comuni che diano valore aggiunto agli sforzi condotti dai diversi soggetti sul territorio che svolgono ricerca di base e sviluppo tecnologico, industrie farmaceutiche e strutture ospedaliere. Aprire i propri laboratori alla collaborazione sul territorio e promuovere fin dall'inizio l'orientamento delle attività di ricerca e sviluppo ai fini della loro applicazione clinica sul malato ("ricerca traslazionale") sono gli obiettivi che si pone l'ENEA.

Al Workshop, del quale pubblichiamo una sintesi del documento di apertura di Donatella Tirindelli (ENEA), hanno partecipato, presentando le loro esperienze: per la diagnostica per immagini, Giovanni Simonetti (Università di Tor Vergata); per la radioterapia, Giorgio Arcangeli (Istituto Regina Elena) e Riccardo Santoni (Università di Tor Vergata); per i vaccini biotecnologici, Antonio Cassone (Istituto Superiore di Sanità) e Aldo Tagliabue (Novartis); per i farmaci innovativi, Riccardo Cortese (Presidente Istituto di Ricerche di Biologia Molecolare P. Angeletti).

Una tavola rotonda ha concluso il Workshop, con la partecipazione del Direttore Generale del Policlinico di Tor Vergata, Enrico Bollero; del Delegato alla Ricerca di Giunta Farmindustria, Francesco De Santis, del Pro-Rettore dell'Università di Roma La Sapienza, Luigi Frati; del Preside della Facoltà di Medicina dell'Università di Roma Tor Vergata, Renato Lauro; del Preside della Facoltà di Medicina e Chirurgia dell'Università Cattolica del Sacro Cuore, Paolo Magistrelli; del Presidente dell'Istituto Superiore di Sanità, Enrico Garaci; del Presidente del Comitato Nazionale per la Biosicurezza e le Biotecnologie della Presidenza del Consiglio, Leonardo Santi; del Senatore della Repubblica, Antonio Tommasini. Serafino Zucchelli, Sottosegretario di Stato del Ministero della Salute, ha concluso i lavori.

Nel campo della *medicina nucleare*, la diagnostica ha un mercato mondiale consolidato di un miliardo di dollari all'anno, mentre la terapia con radiofarmaci rappresenta un mercato ancora in fase di pieno sviluppo.

Nel 1997 negli USA solo quattro radiofarmaci terapeutici, per un mercato annuale di 48 milioni di dollari, erano commercializzati: ^{131}I per tumori follicolari tiroidei, ^{89}Sr e ^{153}Sm per palliazione del dolore da metastasi ossee, e ^{32}P per la policitemia rubra (fonte: Frost & Sullivan per Battelle National Laboratory, vd. J Nucl Med 1998,39(7)). Fino al 2000, prodotti come $^{186}\text{Re-EDTMP}$, $^{117\text{m}}\text{Sn-DTPA}$ e $^{153}\text{Sm-Quadramet}$ per la palliazione del dolore, il monoclonale CC49 (^{90}Y) per il tumore del colon, il prodotto per brachiterapia Therasphere (^{90}Y), il Biostent (^{188}Re) per la restenosi coronarica e lo ^{125}I per la brachiterapia del tumore prostatico hanno fatto salire il mercato del 35%, mentre la crescita ipotizzata, sempre dalla stessa fonte sopra citata, dal 2001 al 2010 supererà ampiamente il mercato della diagnostica, arrivando a 1,6 miliardi di dollari nei soli USA.

A tutto ciò vanno aggiunti gli sviluppi prodotti dalla ricerca, che soprattutto negli USA è floridissima da parte dei centri di ricerca universitari e federali, ma anche da un numero sempre crescente di istituzioni private.

sviluppo di nuove e sofisticate tecnologie d'irradiazione

Il motivo di tale sviluppo della medicina nucleare terapeutica ha una duplice spiegazione: l'efficacia medica attualmente non sostituibile, in quanto mirata direttamente al bersaglio, e la concreta possibilità di ridurre sensibilmente i costi complessivi del sistema sanitario in oncologia, cardiologia, reumatologia.

Presso il Reattore TRIGA del Centro Ricerche Casaccia esistono da vari anni competenze, facilities e un impegno operativo nel campo della sintesi, caratterizzazione e sperimentazione di nuovi radiofarmaci e radiodiagnostici.

Nell'ambito di un progetto integrato sulla radioterapia, l'ENEA può svolgere un ruolo catalizzante in tema di *ricerca radiobiologica traslazionale*.

Il termine ricerca traslazionale è sempre più spesso utilizzato per indicare un'attività di ricerca dettagliata sui fattori che influenzano la progressione tumorale allo scopo di migliorare i risultati terapeutici in base alla trasposizione dei dati di laboratorio in un protocollo clinico. Purtroppo, il boom della ricerca biomedica degli ultimi 20 anni non si è tradotto in miglioramenti sostanziali nel settore della radioterapia. Il principale motivo risiede nel fatto che il trasferimento della conoscenza di base all'applicazione clinica non è sufficientemente diretto e richiede una ricerca continua sia in laboratorio che in clinica.

L'identificazione di molecole e processi che regolano la risposta alle radiazioni sia del tumore che dei tessuti normali può permettere non soltanto di stabilire un nesso tra una data molecola e la radiosensibilità, ma anche di utilizzare quella molecola come bersaglio per una strategia terapeutica di radiosensibilizzazione. Gli studi clinici devono poter disporre di un forte *background* biologico per evitare insuccessi o effetti collaterali che avrebbero potuto essere previsti. Inoltre, dato che terapie geniche e biofarmaci saranno sempre più utilizzati per il trattamento del cancro in combinazione con le radiazioni ionizzanti, molti quesiti dovranno ancora essere affrontati e risolti utilizzando metodologie innovative accanto a quelle più tradizionali.

Occorre inoltre considerare che lo sviluppo delle nuove sofisticate tecnologie di irradiazione, che permettono una elevata conformazione della dose con conseguente impiego di dosi di radiazioni più elevate e ipofrazionate, pone nuovi interrogativi di tipo radiobiologico per la corretta valutazione del danno ai tessuti sani e per l'identificazione di pazienti con elevato rischio di recidiva locoregionale. Per sfruttare appieno queste nuove tecnologie, in termini di costo-efficacia e di guadagno

segue da pag. 20

terapeutico per i pazienti, è indispensabile migliorare le conoscenze biologiche e isto-patologiche del tumore nel singolo paziente attraverso nuove modalità di genomica, proteomica e imaging funzionale, integrando questi risultati con il decorso clinico della malattia.

La radiobiologia classica riveste ancora la sua importanza nello studio di nuove terapie, degli effetti sui tessuti normali e delle interazioni radiochemioterapiche, ma necessita di una implementazione con le conoscenze derivanti dall'enorme sviluppo della biologia molecolare e di focalizzazione allo scopo di disporre di laboratori dedicati in stretta collaborazione con i reparti clinici di radioterapia.

Infatti, i recenti risultati ottenuti dalla ricerca traslazionale nella comprensione delle vie biologiche intra ed extra cellulari e l'incremento della comprensione del genoma umano sono l'elemento fondante per lo sviluppo e il futuro ruolo della radioterapia oncologica.

In campo internazionale sono operanti vari gruppi di lavoro e associazioni che promuovono gli obiettivi della ricerca traslazionale, con enfasi anche sulle attività di formazione multidisciplinare.

Competenze, strutture e attività: le proposte ENEA

Le competenze presenti in ENEA nel settore delle radiazioni ionizzanti costituiscono un insieme multidisciplinare per la ricerca e per potenziali applicazioni innovative in radioterapia e radiodiagnostica.

Le competenze e le strumentazioni attualmente impiegate sono principalmente quelle afferenti alle Unità che si occupano di acceleratori (Frascati), ai reattori TRI-GA e TAPIRO (Casaccia), ai laboratori di biologia (Casaccia) e alle attività modellistiche di supporto (Bologna):

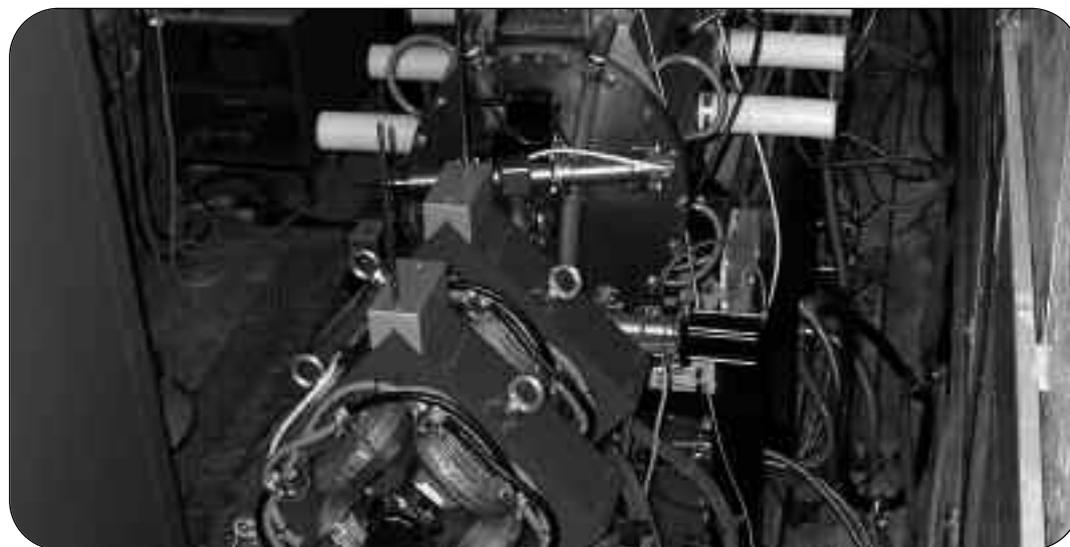
- *fisica delle radiazioni*: produzione di radiazioni con facilities sperimentali, quali acceleratori di elettroni, di protoni, generatori di neutroni, campioni di metrologia delle radiazioni ionizzanti, nonché reattori di ricerca;
- *radiobiologia*: meccanismi ed effetti delle radiazioni sull'uomo e sui tessuti biologici (biologia cellulare, biologia molecolare, cancerogenesi, radioprotezione, epidemiologia);
- *radiochimica*: sintesi, caratterizzazione e sperimentazione clinica di nuove molecole marcate da utilizzare come radiofarmaci e radiodiagnostici;
- *radioprotezione e modellistica*: applicazioni di calcolo con metodo Monte Carlo per la progettazione di facilities, studi dosimetrici e piani di trattamento su fantocci antropomorfi complessi (voxel);
- *utilizzo di radiazioni per tecniche diagnostiche di stato solido*.

A Frascati, ambito culturale storicamente comune con INFN, sono presenti competenze consolidate in trent'anni di attività, in frequente collaborazione con INFN, CERN, ISS, Progetto TERA, e l'industria biomedicale. Le competenze spaziano da quelle teoriche-progettuali (modellistica di acceleratori di elettroni e protoni dalla sorgente al *beam delivery*, con particolare esperienza degli acceleratori per uso medicale) a quelle sperimentali (sintonia strutture acceleranti e misure RF, impianti da ultra alto vuoto, diagnostiche e sicurezze). Le ricerche negli anni 80 e 90 hanno portato alla realizzazione della macchina Novac 7 per la Radioterapia Intraoperatoria (IORT) con un buon

**laboratori
dedicati
in collaborazione
con i reparti
clinici**

esempio di trasferimento tecnologico verso la ditta Hitesys (oggi Info&Tech) che ha fornito 20 macchine IORT operative attualmente presso altrettanti ospedali italiani. Per quel che riguarda gli acceleratori di elettroni, ne sono attualmente operativi 3, due linac e un microtrone, dedicati all'alimentazione di due impianti prototipi di FEL – THz e ad attività di irraggiamento materiali con elettroni e gamma. L'attività effettuata nella progettazione e sviluppo di impianti di protonterapia ha portato all'installazione di un linac per protoni da 7 MeV (l'iniettore del TOP Linac) attualmente utilizzato per produzione (limitata dalle condizioni del bunker) di F-18 e per irraggiamenti a bassa intensità. Inoltre sono sotto test due sezioni acceleranti della successiva parte dell'acceleratore TOP. Le competenze acquisite possono essere utilizzate per la progettazione di un impianto importante, in particolare per i protoni, che sia operativo e quindi con un output

Figura 1
Acceleratore TOP
(CR ENEA Frascati)



medicale, ma anche traino per ulteriori sviluppi tecnologici nei campi della radio-terapia, radiobiologia, radiochimica, radiodiagnostica.

Presso il CR ENEA di Bologna (in collaborazione con il CR Casaccia) sono svolte da alcuni anni delle attività di studio e progettazione (con tecniche Monte Carlo) finalizzate all'impiego del reattore veloce TAPIRO (CR Casaccia) come sorgente di neutroni per la BNCT. Presso l'impianto TAPIRO sono state quindi realizzate tre *facilities* sperimentali di irraggiamento con caratteristiche peculiari:

1. La *facility* "HYTHOR" (progettata e costruita dall'INFN di Legnaro) fornisce un fascio neutronico termico ed è utilizzata per irraggiare colture cellulari e animali da laboratorio per la sperimentazione di composti del boro per il melanoma cutaneo (in collaborazione con l'Università di Padova e i laboratori di biologia CR ENEA Casaccia), e per testare strumentazioni per studi di microdosimetria neutronica (in collaborazione con l'INFN di Legnaro).
2. La *facility* "EPIX" (progettata e costruita dall'ENEA in collaborazione con l'Università di Pisa) fornisce un fascio neutronico epitermico (con capacità di penetrazione maggiore rispetto ai neutroni termici) ed è utilizzata per esperimenti con modelli animali di glioblastoma e per testare metodi di dosimetria su fantocci antropomorfi (in collaborazione con l'Università di Milano).
3. La *facility* "EPIMED" (progettata e costruita dall'ENEA in collaborazione con l'Università di Pisa, usufruendo anche di finanziamenti da parte dell'INFN e del

Comitato EUROSEA di Torino) fornisce un fascio neutronico epitermico finalizzato alla sperimentazione clinica su alcuni tumori non superficiali (per esempio alcuni tumori cerebrali come i glioblastomi). A differenza delle *facilities* "HYTHOR" ed "EPIX", in "EPIMED" la posizione di irraggiamento è esterna al reattore.

L'utilizzo potrà essere eventualmente esteso anche alla sperimentazione su altri organi (fegato, polmone). Attualmente sono a disposizione due aperture del fascio di irraggiamento ($12 \div 12 \text{ cm}^2$ e $20 \div 20 \text{ cm}^2$). Entro il 2006 saranno effettuate le misure di caratterizzazione del fascio di irraggiamento (in collaborazione con altri Centri di ricerca) al fine di verificare i parametri calcolati in fase di progettazione. I risultati sperimentali saranno poi confrontati con quelli delle *facilities* europee attualmente impegnate nella BNCT.



Figura 2
Facility "EPIMED"
(TAPIRO, CR ENEA
Casaccia)

Presso il Reattore TRIGA del CR Casaccia esistono da vari anni competenze, *facilities* e un impegno operativo nei seguenti campi: sintesi, caratterizzazione e sperimentazione di nuovi radiofarmaci e radiodiagnostica; produzione di radiofarmaci per applicazioni di radioterapia metabolica, brachiterapia iniettiva e noniniettiva; sperimentazione di molecole con azione farmacologica in patologie neurodegenerative; sintesi di molecole con azione antiangiogenica su tumori solidi; messa a punto di nuovi protocolli per la brachiterapia vascolare post-angioplastica; sviluppo di dispositivi scintigrafici, studi di farmaco-cinetica *in vivo* e *in vitro*, per applicazioni di medicina nucleare e imaging medicale.

Le attività, svolte in collaborazione con alcuni ospedali (Policlinico Gemelli, Ospedale S. Eugenio, Policlinico Tor Vergata), dove è anche effettuata la sperimentazione clinica e i trattamenti sui pazienti, con Fondazioni (Beat ALS) e con aziende (IDI Farmaceutici, CELLTECH), hanno portato al deposito di cinque brevetti italiani e due europei.

Sempre nel CR Casaccia sono presenti laboratori di biologia cellulare e molecolare attigui a una apparecchiatura per l'irraggiamento di piccoli animali e colture cellulari e a uno stabulario convenzionale per roditori di standard medio-alto rispetto ad analoghi impianti di enti pubblici.

Le attività sono finalizzate all'obiettivo di sviluppare metodologie, modelli e tecnologie innovativi per la valutazione degli effetti di agenti nocivi fisici e chimici sulla salute umana a seguito di esposizioni ambientali, occupazionali o terapeutiche.

Le competenze di radiobiologia sono inoltre applicate alla caratterizzazione biologica (radio-sensibilità) dei tessuti sani e tumorali da utilizzare nei protocolli e piani di trattamento.

Nell'ottica di un ulteriore sviluppo delle applicazioni in radioterapia e in medicina nucleare, si possono individuare i seguenti temi:

- utilizzo di facilities di irraggiamento ENEA per tecniche di radioterapia non convenzionali già attuate all'estero (BNCT al TAPIRO, adroterapia con TOP); studio di fattibilità di una nuova facility per la ricerca sulla FNT (*Fast Neutron Therapy*) e BNCEFNT (*Boron Neutron Capture Enhanced Fast Neutron Therapy*, terapia con neutroni veloci potenziata con la BNCT);
- caratterizzazione "biologica" dei tessuti umani nel trattamento radioterapico con le attuali tecniche conformazionali convenzionali (fotoni ed elettroni), o con tecniche non convenzionali, quali BNCT o adroterapia (terapia con protoni o ioni). Le attività finalizzate allo sviluppo di metodologie, di modelli e tecnologie innovative per la valutazione degli effetti di agenti fisici e chimici per esposizioni cliniche di tipo diagnostico e/o terapeutico, possono fornire il necessario supporto per la sperimentazione preclinica per la definizione dei protocolli di trattamento previsti dalle nuove tecnologie di irraggiamento;
- utilizzo di codici di calcolo Monte Carlo su fantocci voxel per applicazioni dosimetriche. Infatti l'applicazione dei codici di trasporto delle radiazioni su fantocci numerici antropomorfi complessi, ricavati con tecniche tomografiche (CT e MR) e pertanto in grado di riprodurre con grande fedeltà le caratteristiche morfologiche, permettono valutazioni dosimetriche e di radioprotezione per il paziente e per il personale sanitario ben più puntuali e precise di quanto ottenibile con fantocci analitici (ADAM-MIRD) tradizionalmente utilizzati. Inoltre i fantocci voxel costituiscono un potenziale di sviluppo notevole anche nel caso di simulazioni di piani di trattamento per terapie innovative e sperimentali.

**integrazione
di conoscenze
fra settori
diversi
finalizzata
alla
diagnostica
medica**

Ricerca e applicazioni delle tecnologie fisiche e dei materiali per la diagnostica medica

Quadro di riferimento

Il grande sviluppo delle tecnologie biomediche e della diagnostica è avvenuto in un arco di tempo relativamente breve, nel corso del quale la ricerca scientifica ha permesso di mettere a frutto in campo medico tutte le scoperte e le innovazioni tecnologiche disponibili (dalla meccanica all'elettronica, dalla chimica alla biologia, dall'informatica alla scienza dei materiali).

Grazie a queste intelligenti integrazioni di conoscenze tra settori diversi, sono stati realizzati moltissimi prodotti: dalle siringhe agli organi artificiali, dal filo per suture alle protesi impiantabili, dai reagenti per la diagnostica biochimica basati sull'ingegneria genetica, alle attrezzature chirurgiche ecc.

Per quanto riguarda l'industria biomedicale in Italia, si tratta di un settore caratterizzato dalla presenza prevalente di piccole industrie. Anche se in alcuni casi si presentano realtà con alto contenuto tecnologico, in generale le dimensioni non consentono investimenti significativi e necessari per lo studio e la realizzazione di nuovi prodotti tecnologicamente avanzati nella diagnostica per immagini in grado di entrare con successo sul mercato nazionale e internazionale.

Competenze, strutture e attività: le proposte ENEA

Dispositivi scintigrafici per diagnostica

L'esperienza nel campo dei dispositivi scintigrafici nasce essenzialmente come collaborazione con l'INFN e l'Università "La Sapienza" di Roma per lo sviluppo

di sistemi di imaging dedicati alla diagnosi precoce del tumore al seno. L'ENEA ha messo in campo l'esperienza consolidata nell'uso dei codici di trasporto di particelle nucleari e nel settore delle misure nucleari. Attualmente, esistono competenze per la realizzazione di sensori scintigrafici miniaturizzati per la rivelazione di raggi gamma. Si tratta sostanzialmente di rivelatori scintigrafici di elevato rapporto d'aspetto, in cui la miniaturizzazione è spinta al massimo, tramite la sostituzione dei rivelatori a fototubo con altri a stato solido. Al momento i rivelatori utilizzati sono commerciali, ma esiste una intesa per lo sviluppo di rivelatori ad hoc con un partner italiano. I sensori brevettati potranno essere inseriti singolarmente in cateteri usa-e-getta, o assemblati insieme in rivelatori compatti dedicati alla ispezione di piccoli organi (ad esempio tiroide), o utilizzati per l'imaging di piccoli animali durante la sperimentazione pre-clinica. In questi anni si è acquisita esperienza nello sviluppo di teste di misura basate su matrici di cristalli scintillanti da utilizzare per la realizzazione di immagini planari. Il ciclo di sviluppo ha interessato la progettazione di collimatori, il dimensionamento dei cristalli, il loro assemblaggio e integrazione con foto-tubi, l'elettronica di acquisizione del segnale, la conversione ADC e i software di rendering di immagini planari.

Sempre nel campo dei rivelatori, vengono realizzati sensori di luminescenza di campioni puntuali (spots) di materiali biologici, destinati ad analisi genomiche o proteomiche sulla base del concetto dei *DNA-chips*, esempio di collaborazione multidisciplinare tra diversi gruppi ENEA: il rivelatore, una matrice di fotodiodi di silicio amorfo integrata con i relativi transistori di pilotaggio, viene realizzato nelle "camere pulite" del CR ENEA di Portici e la deposizione localizzata dei materiali biologici viene realizzata da fisici e biologi del CR Casaccia.

Diagnostica per immagini alle frequenze del Terahertz (THz)

L'attività di diagnostica nella regione del THz è stata sviluppata nell'ambito del progetto Europeo THz-BRIDGE, coordinato dall'ENEA e dedicato allo studio dell'interazione della radiazione THz con i sistemi biologici, anche al fine di valutarne gli effetti e contribuire alla definizione di limiti d'esposizione.

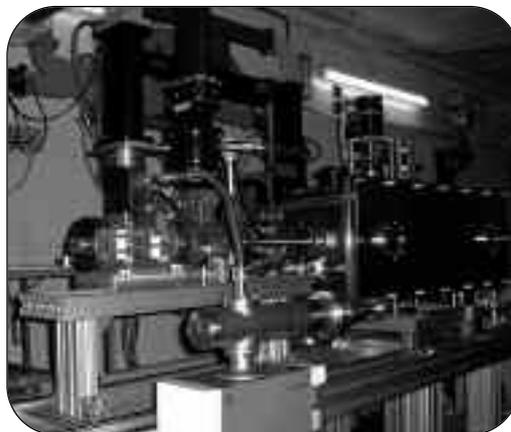
Presso il CR ENEA di Frascati sono in funzione due sorgenti laser ad elettroni liberi (FEL) nella regione spettrale del THz, con caratteristiche uniche in termini di potenza e campo elettrico di picco nonché di accordabilità spettrale.

Le sorgenti trovano impiego nello studio dell'interazione con i sistemi biologici e nella diagnostica per immagini. Possono essere inserite utilmente in diversi progetti che includono: l'irraggiamento di sistemi biologici (DNA, membrane, cellule, tessuti, meccanismi d'interazione, dosimetria e standard d'esposizione); l'applicazione in tecniche di rilascio selettivo e controllato di farmaci e il *THz sensing and imaging* attraverso tecniche di acquisizione d'immagini, rivelazione a distanza, *Near Field Microscopy*, sistemi "label free" di analisi del DNA, analisi non invasiva dei tessuti ossei e cartilaginei e integrazione con tecniche complementari di imaging biomedico, quali risonanza magnetica nucleare ed ecografia.

L'attività di ricerca di base sullo sviluppo delle sorgenti THz, insieme allo sviluppo di materiali avanzati per componenti e rivelatori a frequenze del THz, costituisce la base per la realizzazione di sistemi di imaging per le applicazioni in campo biomedico, consentendo il confronto e la validazione con altre tecniche consolidate di diagnostica per immagini.

*collaborazione
multidisciplinare
fra Centri
ENEA*

Figura 3
FEL-CATS (Compact
Advanced THz Source)
ENEA Frascati)



Diagnostica laser non distruttiva

Nell'ambito più generale delle competenze di tecnologie fisiche nel settore della laseristica, un'applicazione particolare riguarda l'impiego di metodologie laser non invasive per il dosaggio di traccianti non radioattivi. È stato progettato e costruito un apparato di spettroscopia di assorbimento IR con diodo laser a 4,33 micron (TDLAS) per la determinazione del ^{13}C nella diagnosi di patologie gastriche e metaboliche e per la ricerca nell'espriato umano di marker patologici di provenienza endogena per il monitoraggio dello stato di stress ossidativi.

È stato inoltre progettato e costruito un sistema di spettroscopia fotoacustica con laser a CO_2 (sensibilità attuale 0,2 ppb) per la ricerca nell'espriato umano di marker patologici di provenienza endogena (rivelazione di tracce di $\text{CH}_2=\text{CH}_2$ e di CH_3-CH_3) per il monitoraggio dello stato di stress ossidativo e l'analisi del CH_4 nel tumore del colon.

In tema di metodologie diagnostiche, esiste anche una attività per l'individuazione di nuovi marker molecolari di patologie, basata sulla spettroscopia di fluorescenza dei tessuti, che sfrutta la differente intensità relativa delle bande di fluorescenza emesse da tessuti sani e tumorali.

Materiali innovativi

Nel settore dei materiali innovativi, ENEA può fornire una serie di competenze di tipo generale da applicare a tematiche relative alla salute con interventi relativi a:

- prove meccaniche, funzionali e non distruttive dei materiali interessati per la fabbricazione di macchinari e sensori;
- realizzazione di mezzi di contrasto in forma di nanomateriali a partire da nanoparticelle a base di silicio prodotte via laser;
- applicazione del microscopio elettronico in teleoperazione di Brindisi a campagne organizzate di ispezione di materiali e campioni di interesse biomedico.

Nel CR Casaccia sono disponibili varie attrezzature, di norma utilizzate per analisi non distruttive su materiali speciali inorganici. In particolare, alcune analisi ad alta risoluzione nel settore della radiografia e degli ultrasuoni appaiono fortemente connesse alla tematica della salute, e precisamente: radiografia microfuoco e microtomografia, ultrasuoni a bassa frequenza, alta frequenza e microscopia ultrasonora.

Radiografia microfuoco e microtomografia

Apparecchi radiografici microfuoco, avendo uno spot di emissione di circa 10 μm o inferiore, permettono la rivelazione di oggetti dell'ordine di 8÷20 μm con una risoluzione di 500 nm. Si ritiene quindi fondamentale avere simili sistemi di indagine possibilmente accoppiati a micro tomografi. È possibile anche utilizzare metodi complementari, quali la laminografia: l'immagine viene ottenuta muovendo in maniera sincrona la sorgente X e il rivelatore e ponendo l'oggetto da ispezionare con angoli predeterminati. I punti del *piano focale*, ad esempio il piano dell'oggetto includente il punto di intersezione dell'asse di rotazione e l'asse del fascio di Rx, sono in genere sullo stesso punto del rivelatore. Le immagini dei punti dell'oggetto fuori da questo piano risultano "mosse" durante la rotazione del rivelatore e della sorgente e quindi possono essere facilmente rimosse dall'immagine risultante dall'area del piano focale. Questo metodo risulta particolarmente utile quando si devono ispezionare aree di interfaccia: contatto bioprotesi/osso. Altre applicazioni possibili della microtomografia nel settore biomedico sono: analisi puntuale delle microcalcificazioni a livello coronarico o del cuore; analisi di microstrutture venose; analisi di ministumenti diagnostici o chirurgici.

Ultrasuoni

Nel CR ENEA di Brindisi gli ultrasuoni sono impiegati, tra l'altro, per la misura della velocità di propagazione per il controllo del modulo di elasticità (esami in bassa frequenza 0.5÷4 MHz). Tale tecnica è applicabile ai processi di ispezione dei materiali. Il modulo di elasticità dei materiali (modulo di Young) è correlato alla velocità di trasmissione degli ultrasuoni, ed è quindi possibile monitorare tramite questo parametro le caratteristiche fisiche/meccaniche di materiali per il settore biomedico ed il loro eventuale degrado.

Biotecnologie e tecnologie per la salute

Quadro di riferimento

Il recente sviluppo delle conoscenze nel campo della biologia cellulare e molecolare ha profondamente modificato l'approccio alla valutazione della nocività di agenti fisici e chimici di rilevanza ambientale, occupazionale e terapeutica. Da una tossicologia di carattere descrittivo, seppure basata su metodi sensibili e specifici e solidi dati quantitativi, si è passati a un approccio che mira a integrare quei dati con conoscenze sui meccanismi d'azione a livello molecolare e cellulare. Questo processo richiede lo sviluppo di modelli sperimentali, metodologie innovative, diverse competenze che traducano le nuove conoscenze in strumenti di ricerca e prodotti finali con impatto sulla protezione della salute. Secondo l'OCSE, le biotecnologie si caratterizzano come l'applicazione di principi scientifici e di ingegneria per la produzione di materiali a partire da agenti biologici, utilizzando conoscenze derivanti dalla biologia, dalla biochimica, dalla genetica, dalla microbiologia, dalla ingegneria biochimica, dalla chimica combinatoria e dai processi di separazione. Le biotecnologie rappresentano l'esempio più caratteristico dell'industria ad alta tecnologia. Sono altamente *science based* e i loro prodotti incorporano una elevata quantità di ricerca e sviluppo avanzati che possono essere utilizzati in molti settori di attività: farmaceutico, agricolo, alimentare, ambientale.

È opinione universalmente condivisa che lo sviluppo del settore biotec rappresenti uno dei principali fattori di successo per l'economia e l'industria mondiale. In Italia la ricerca nel settore delle biotecnologie è avanzata, e rappresenta, oltre che un'opportunità di sviluppo, una necessità strategica per rilanciare la competitività del sistema industriale italiano.

le biotecnologie
sono
altamente
science based

Da un confronto fra USA ed Europa risulta che le imprese specializzate in USA tendono a focalizzarsi più dei partner europei sul tema della salute, mentre le imprese europee sono distribuite tra settore della salute, settore agricolo e settore chimico-ambientale.

Competenze, strutture e attività: le proposte ENEA

Meccanismi ed effetti di agenti fisici e chimici sulla salute umana

In ENEA, le competenze presenti nei settori della cancerogenesi, citogenetica, citologia analitica, radiobiologia, tossicologia, oncologia molecolare e sperimentale, immunologia, epidemiologia si articolano in:

- studi su modelli murini con inattivazione di singoli geni (knock-out) ottenuti per ricombinazione omologa, che mimano il danno indotto da radiazioni ionizzanti e sostanze chimiche per la comprensione di meccanismi di cancerogenesi e differenziamento cellulare mediati da tali geni;
- studi dell'espressione e dei meccanismi di attivazione, attraverso saggi dell'attività chinasi di complessi DNA-enzima e dello stato funzionale mediante saggi di legame (binding) proteina-DNA, di singoli componenti di complessi proteici implicati nelle prime fasi della riparazione delle rotture a doppia elica del DNA su sistemi sperimentali *in vivo* e *in vitro* prima e dopo esposizione a radiazioni ionizzanti e sostanze chimiche;
- studi di meccanismi di attivazione di *pathway* apoptotici in linee cellulari geneticamente modificate e modelli animali sensibili e resistenti al danno attraverso l'immissione di sostanze modulanti o peptidi specifici per l'individuazione e studio di nuovi bersagli molecolari per la cura dei tumori. A questo riguardo, è necessario sviluppare piattaforme per *highthroughput screening* mirato alla identificazione di molecole di potenziale interesse terapeutico/radiosensibilizzante;
- studi per l'individuazione di meccanismi molecolari e degli effetti sinergici tra radiazioni ionizzanti, composti chimici e modulazione della risposta immunitaria;
- sviluppo, standardizzazione e valutazione di nuove tecniche per la misura dell'integrità genomica e riproduttiva, e della suscettibilità individuale, con particolare riferimento a metodi di citologia analitica per la misura delle rotture nel DNA a livello di singole cellule e di fenomeni apoptotici (citometria a flusso, COMET, TUNEL), metodi di citogenetica molecolare per la misura di alterazioni cromosomiche di rilevanza nella cancerogenesi (FISH, painting), metodi basati su amplificazione (RT-PCR quantitativa), determinazione di SNPs e sequenziamento del DNA, analisi proteomiche per la valutazione dello stato funzionale recettoriale; sviluppo di piattaforme per *highthroughput screening* mirato alla identificazione di molecole di potenziale interesse terapeutico/radiosensibilizzante.

Nella valutazione del rischio per la salute umana derivante da agenti nocivi di interesse ambientale, è necessario identificare nuovi biomarcatori di esposizione, effetto e suscettibilità ad agenti tossici di rilevanza ambientale ed elaborare modelli per la stima del rischio mediante valutazioni tossicologiche integrate. I dati ottenuti su biomarcatori a breve termine vengono correlati con le stime di effetti irreversibili a lungo termine (compromissione del potenziale di fertilità, insorgenza di tumori) per la chiarificazione delle fasi intermedie di processi fisiopatologici complessi.

Vengono svolte, inoltre, attività di *epidemiologia ambientale*, avvalendosi della Banca Dati Epidemiologica dell'ENEA, in cui sono raccolti i dati di mortalità per causa a partire dal 1969. L'epidemiologia ambientale si propone di studiare e interpretare le relazioni fra l'ambiente e la salute umana sia per evidenziare eventuali fonti di "rischio", sia per valu-

modelli
di stima
del rischio
tossicologico

tare la reale sostenibilità dei contesti territoriali, sia come supporto alla pianificazione delle politiche di intervento per la prevenzione e il risanamento. I dati da utilizzare come indicatori di impatto sulla salute delle popolazioni come, ad esempio, i dati di incidenza dei tumori o le schede di dimissione ospedaliera (SDO), sono generalmente dispersi tra le diverse strutture competenti e richiedono un lungo lavoro di acquisizione, reperimento ed elaborazione. Gli unici dati sanitari immediatamente disponibili per tutti i comuni italiani sono i dati di mortalità per causa, che vengono registrati da oltre un secolo dall'ISTAT su tutto il territorio nazionale e sono raccolti nella banca dati epidemiologica dell'ENEA che consente di effettuare elaborazioni statistiche per la valutazione dello stato di salute delle popolazioni residenti in diversi contesti territoriali al fine di caratterizzare e interpretare le relazioni tra l'ambiente e la salute umana.

Parallelamente alle attività di ricerca a medio-lungo termine, sono condotti studi orientati alla necessità di fornire elementi tecnico-scientifici per la soluzione di problematiche prioritarie di protezione della salute umana, identificate sulla base di conoscenze scientifiche e valutazioni di carattere economico e sociale (inquinamento elettromagnetico e chimico in ambiente urbano, inquinamento da composti con possibile attività endocrina, valutazioni di rischio in particolari ambienti di lavoro).

Ad esempio, nel settore del bioelettromagnetismo, le attività scientifiche sono focalizzate alla valutazione dell'inquinamento da campi EM a basse e alte frequenze e statici e all'individuazione di effetti biologici su modelli specifici di cellule stabilizzate o colture primarie, per l'identificazione e caratterizzazione di possibili danni citogenetici, morfologici e funzionali; parallelamente vengono sviluppati sistemi espositivi e tecnologie per il controllo e l'analisi dell'esposizione.

Biotecnologie e tecnologie vegetali per la salute

La pianta come biofabbrica

Una linea di attività riguarda l'utilizzo di piante intese come "biofabbriche" per la produzione di molecole di interesse biomedico-farmaceutico, con un approccio che potrebbe rappresentare un'alternativa efficace, biologicamente sicura e economicamente vantaggiosa rispetto ai sistemi di produzione convenzionali (batteri, lieviti, cellule di mammifero) finora adottati dall'industria farmaceutica. In questo campo sono state sviluppate alcune ricerche pionieristiche e attualmente l'impegno è rivolto principalmente alla produzione di anticorpi e alla formulazione di nuovi vaccini diretti contro HIV-1 e HPV-16. In particolare alcuni dei vaccini prodotti sono già stati saggiati su modelli sperimentali animali con risultati che appaiono molto promettenti, documentati su importanti riviste internazionali. È stata completata la realizzazione di anticorpi stabili in grado di funzionare come modulatori di attività proteiche all'interno del citoplasma. Queste molecole possono essere utilizzate come reagenti per interferenza molecolare in applicazioni biomediche e nel settore agrario. Per lo svolgimento di questo tipo di attività ENEA dispone nel CR Casaccia di infrastrutture d'avanguardia, quali una serra biosicura, impianti tecnologici per l'allevamento confinato di piante e patogeni vegetali geneticamente modificati.

Il progetto presenta una serie di vantaggi:

- possibilità di sintetizzare proteine complesse funzionali simili ai corrispettivi naturali;
- sicurezza intrinseca del prodotto ricombinante (per la salute degli animali o dell'uomo);
- possibilità di immagazzinare e processare grandi quantità di molecole bioattive (fondamentale in caso di improvvise pandemie);

**epidemiologia
ambientale
a supporto
della
pianificazione
per la
prevenzione e
il risanamento**

- notevole abbattimento dei costi di produzione;
- possibilità di trasferimento rapido dalla ricerca pre-competitiva alla produzione industriale.

A livello internazionale esiste un grande interesse per la messa a punto di piattaforme per l'espressione eterologa in pianta di anticorpi, antigeni o peptidi anti-microbici. L'ENEA è inserito nel più grosso consorzio di ricerca internazionale su questo argomento (FP-VI *Integrated Project "Pharmaplanta. Recombinant pharmaceuticals from plants for human health"*).

Gli obiettivi futuri sono rappresentati da:

- realizzazione di una piattaforma scientifica, tecnologica e industriale dedicata alla produzione di molecole di interesse biofarmaceutico utilizzando il sistema "pianta-biofabbrica";
- dimostrazione che la produzione in pianta, già di per sé competitiva rispetto ai sistemi di espressione tradizionali in termini di costi, lo sia anche in termini di equivalenza sostanziale e di rese del prodotto finale;
- identificazione di "nuovi" vantaggi derivanti dall'uso delle piante in campo biofarmaceutico soprattutto per la realizzazione/produzione di vaccini.

**mettere
a sistema
le diverse
competenze
nel settore
della salute**

Patogeni opportunisti nell'ambiente

Sono state perfezionate metodiche per la caratterizzazione fenotipica e molecolare di comunità microbiche in terreni e ambienti diversi, per la valutazione di una loro potenziale patogenicità nell'uomo. È stato costituito un network italiano per la valutazione del rischio biologico associato a impieghi biotecnologici di rizobatteri come *Burkholderia cepacia*, che da una parte è in grado di promuovere lo sviluppo di piante di interesse agrario, ma dall'altra è implicata nella esacerbazione dei sintomi in pazienti affetti da fibrosi cistica. Il laboratorio di Microbiologia del CR Casaccia è il primo in Italia dove sono state sviluppate tecniche per identificazione e tipizzazione, e l'unico con un'ampia collezione di isolati naturali, riconosciuto tra i centri di riferimento dalla Società Italiana Fibrosi Cistica.

Farmaci estratti da piante

L'ENEA è anche impegnato nello studio di sostanze naturali da utilizzare in medicina sia umana che veterinaria:

- per il controllo delle parassitosi esterne nei confronti delle quali si sono sviluppate resistenze preoccupanti (pediculosi del capo che rappresentano un problema in tutte le scuole europee e pediculosi degli animali da fibra in tutti i paesi produttori di fibre pregiate);
- nei confronti di malattie, come la malaria, sia dal punto di vista del controllo dei vettori che dal punto di vista della lotta al parassita responsabile della patologia;
- e, recentemente, anche nel campo della terapia delle lesioni esterne con la messa a punto di un medicamento "all in one" attualmente sperimentato sugli animali.

L'ENEA intende, quindi, sviluppare, mettendo a sistema le diverse competenze descritte nel settore della salute, conoscenze di base, metodologie, procedure e tecnologie per il trasferimento al Sistema Sanitario Nazionale e all'industria del settore di prodotti, farmaci e sistemi d'avanguardia per terapia e diagnosi di patologie ad alto impatto sociale.

Per informazioni:
tirindelli@casaccia.enea.it

I Centri secondari di taratura SIT dell'ENEA



Riflettore SU

La domanda di accuratezza e di affidabilità nei diversi settori di misura è crescente nel tempo e richiede con continuità lo sviluppo di nuovi campioni sempre più accurati e di nuove procedure di taratura.

Al Servizio di Taratura in Italia (SIT) fa capo la rete dei centri secondari di taratura nella quale operano tre Centri dell'ENEA nei rispettivi settori di interesse. Presentiamo l'attività dei Centri di Trisaia, Faenza e Casaccia

The ENEA secondary SIT calibration Centres

The demand for precision and reliability in the various measurement sectors is on the rise, and continuously requires the development of new and increasingly precise samples and new calibration procedures.

The Italian Calibration Service (SIT) manages a network of secondary calibration centres that includes three ENEA Centres, each operating in its own sectors of interest.

We present the activities of the Trisaia, Faenza and Casaccia Centres

Centro SIT 156 ENEA-CR Trisaia

LEONARDO CIANCIOTTA, EMANUELE DI PALMA,
FRANCO LATEANA

ENEA

Dipartimento Tecnologie Fisiche e Nuovi Materiali

Megli ultimi anni si è andato sempre più radicando, nei più svariati ambiti, il concetto di “Qualità”, che nasce dall'esigenza di garantire le caratteristiche dei prodotti industriali e dei servizi e con lo scopo di migliorare il controllo e l'efficienza dei processi produttivi. In questo modo l'azienda che adotta un Sistema di Qualità, aumenta la propria competitività e l'immagine commerciale, diminuendo al contempo i costi di produzione.

La certificazione del Sistema Qualità attesta che l'azienda alla quale viene rilasciata è in grado di fornire ai clienti prodotti con caratteristiche costanti e definite (vale a dire corrispondenti a predeterminate specifiche), dando evidenza di possedere le capacità gestionali e tecniche (organizzazione, mezzi e uomini) per gestire tutte le fasi del processo produttivo, dalla richiesta d'offerta fino alla consegna del prodotto finito e alla eventuale assistenza post-vendita.

L'Organizzazione Internazionale per la Standardizzazione (ISO International Standardization Organization) ha sviluppato una serie di normative per l'assicurazione della Qualità (norme ISO della serie 9000 sostituite in seguito dalle norme Vision 2000) indirizzate alla Certificazione dei Sistemi di Qualità aziendale; con queste norme l'ISO è riuscita a creare i riferimenti, a livello internazionale, per garantire l'affidabilità e la trasparenza dei processi aziendali, siano essi produttivi o di servizio. Le nuove normative, le Vision 2000, sono riconosciute valide anche dall'Unione Europea che, nel momen-

to di definire le regole basilari del mercato unico interno, riconosce in esse, attraverso il mutuo riconoscimento dei suoi organismi normativi, i contenuti essenziali per una corretta applicazione della qualificazione aziendale nell'ambito del sistema di certificazione europeo¹¹.

Le nostre PMI, di solito, si adeguano alle Direttive Europee con molto ritardo e sono costrette quindi a rincorrere piuttosto che a pianificare il proprio miglioramento competitivo. Tali ritardi sono causati sia dalle Istituzioni, lente nel recepire le nuove normative sia dalle stesse PMI le quali considerano dette norme come costose e fastidiose incombenze, sia dalla difficoltà culturali che le nostre PMI hanno a fare “squadra” in modo da affrontare sinergicamente problemi comuni. Questa ultima difficoltà risiede, non ultimo, in un vero e proprio “scollamento” tra il mondo dell'impresa e quello della ricerca applicata. Occorre, dunque, favorire l'interazione dei Centri di ricerca con il territorio e con le sue specifiche esigenze.

La certificazione ISO offre alle imprese la possibilità di ottenere migliori risultati economici tramite una maggiore efficienza tecnico-gestionale. Oltre alle suddette motivazioni interne, vi sono forti sollecitazioni esterne: infatti, è sempre più frequente che aziende *leader*, abituate a eseguire verifiche dirette presso i propri fornitori, diradino o aboliscano tali verifiche sulle aziende già certificate da un ente terzo accreditato. La richiesta di certificazioni del Sistema Qualità, inoltre, è sempre più spesso inserita nei capitolati o tra le specifiche contrattuali.

La garanzia della Qualità nell'industria e nei servizi si esplica attraverso una serie di attività tra le quali riveste un ruolo fondamentale l'organizzazione delle misure e delle prove, per garan-

tire la verifica dei risultati ottenuti in modo obiettivo, trasparente e accettabile. Il controllo della Qualità dei prodotti si basa così anche sulla capacità di eseguire misurazioni di documentata affidabilità, con dichiarata certificazione della riferibilità delle misure ai campioni di grandezze del Sistema Internazionale.

L'assicurazione della Qualità dipende, fortemente dalla disponibilità di misure precise, rapide e affidabili.

Da quanto esposto si comprende come sia sempre più necessario che le industrie abbiano a disposizione adeguate strutture che possano essere presenti all'interno dell'azienda ovvero presenti sul territorio presso laboratori esterni che siano in grado di offrire, in tempi rapidi, servizi di prova e/o taratura certificati.

Il Centro Integrato di Metrologia del CR Trisaia

Nell'ambito della Qualità, come detto, un ruolo importante gioca la metrologia. Infatti, gestire le misure significa ottenere "il prodotto misura", che deve essere certo, affidabile, rispondente all'obiettivo produttivo stabilito, certificato e nello stesso tempo ponendo estrema attenzione ai costi.

È in questo contesto che si inserisce il Centro Integrato di Metrologia della Trisaia (figura 1) con l'intento di creare un punto di riferimento per le aziende del territorio vicino e con il fine di migliorare le prestazioni delle aziende



stesse accrescendone la competitività. Il Centro Integrato di Metrologia nasce alla fine degli anni 90, nell'ambito dell'Intesa di Programma per il Mezzogiorno tra l'allora Ministero della Ricerca Scientifica e Tecnologica e l'ENEA, all'interno del progetto PIT (Progetto Integrato Trisaia).

I primi laboratori Metrologici che iniziarono subito a creare interesse sul territorio sono stati quelli relativi alle misure elettriche e di temperatura ai quali si aggiunse, qualche anno dopo, il laboratorio per misure di lunghezza.

I primi lavori svolti sul territorio sono stati possibili grazie al rapporto sinergico con i Centri SIT dell'ENEA già operanti: n. 10 della Casaccia, avente una pluriennale esperienza per quanto riguarda i laboratori di misure elettriche, pressione e temperatura, e n. 28 di Faenza per le misure di lunghezza³.

In seguito, agli inizi del 2000 si è instaurata una forte collaborazione con i due istituti primari nazionali di metrologia l'IMGC e lo IEN, oggi confluiti nell'unico Istituto Nazionale di Ricerca Metrologica (INRIM)¹⁵, grazie alla quale i laboratori del Centro della Trisaia hanno ottenuto l'accreditamento come Centro SIT n. 156 per le grandezze di:

- temperatura sopra lo zero °C;
- resistenza, tensione e corrente in continua;
- lunghezza.

Da questi tre laboratori, è iniziata una campagna di sensibilizzazione sul territorio alla "cultura metrologica" verso le aziende locali e sono stati allestiti dei laboratori didattici dedicati ai corsi per personale tecnico proveniente dalle PMI sulla taratura e gestione della strumentazione di misura in conformità alle norme ISO⁵.

Nel Centro Integrato Metrologico la parola "Integrato" scaturisce dal fatto che oltre alla metrologia sono state sviluppate, contemporaneamente, com-

Figura 1
Planimetria del Centro Integrato di Metrologia della Trisaia

petenze nel campo dei controlli distruttivi e non distruttivi per la diagnostica e qualificazione dei nuovi materiali in ambito civile e industriale.

In collaborazione con il Centro ENEA della Casaccia e con l'Università della Basilicata sono stati svolti numerosi lavori nell'ambito dei controlli non distruttivi con analisi a ultrasuoni e termocamera^{1,2,4}. Successivamente grazie a numerosi progetti, finanziati dal MIUR, sono stati allestiti laboratori per i controlli distruttivi e non distruttivi, quali:

- laboratorio camere climatiche e saline per invecchiamento accelerato dei materiali^{8, 12, 13};
- laboratorio pressa per prove meccaniche di compressione;
- laboratorio per prove non distruttive (termocamera, ultrasuoni);
- bunker radiologico per radiografia nel settore industriale tra i primi in Europa per le potenzialità: fascio da 450 kV con corrente fino a 5 mA capace di radiografare materiale d'acciaio fino a uno spessore di 12 cm.

Il Centro Integrato di Metrologia, diversificato nelle sue attività, si prefigge di diffondere la cultura della Qualità in un sistema industriale previsto in forte crescita, quale è quello del Sud Italia, ma che risulta carente di strutture qualificate di supporto. E' stata effettuata un'indagine per quantificare il possibile bacino d'utenza

del Centro nella realtà industriale meridionale. Le aziende presenti sui territori della Basilicata, Calabria, Puglia e Sicilia sono state suddivise in otto macro settori di produzione: alimentare; industria chimica; meccanica; energia; sanità, edilizia; materiali e apparecchiature elettriche.

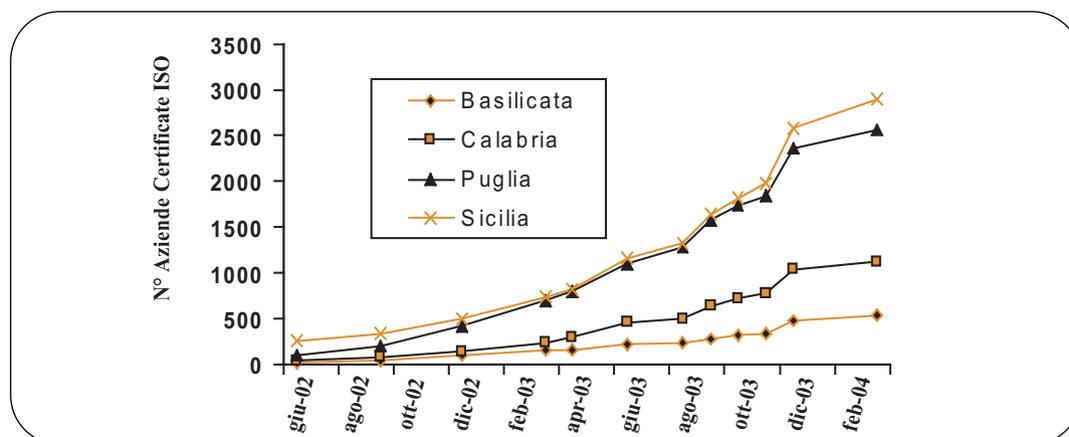
Nel grafico di figura 2 è riportato l'andamento temporale delle aziende certificate operanti nei comparti sopra citati, prelevando i dati dal SINCERT¹⁴. Come si può notare dal grafico risulta che negli anni dal 2002 al 2004 è stata consistente la crescita delle aziende certificate ISO.

Per ottenere una previsione dell'andamento del mercato della certificazione ISO sono stati estrapolati i dati di figura 2 per avere l'andamento temporale delle aziende certificabili; dalla figura 3, si evidenzia la forte crescita delle aziende potenzialmente interessate al Centro Integrato di Metrologia.

Ciascuno degli otto settori di produzione, presi precedentemente in considerazione, è stato quindi associato a una o più misure metrologiche necessarie e caratterizzanti quella determinata categoria di prodotto, secondo la tabella 1.

Il risultato scaturito è che la maggior parte delle misure metrologiche necessarie alle aziende sono di carattere

Figura 2
Aziende certificate ISO in quattro Regioni del Mezzogiorno (2002-2004)



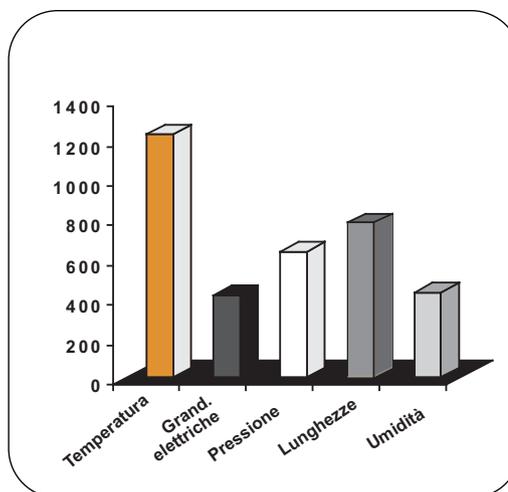
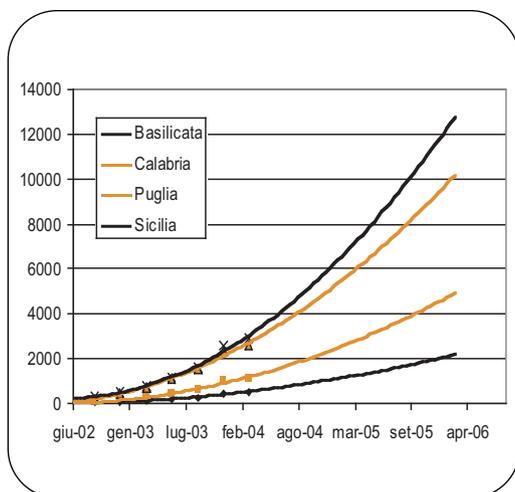


Figure 3 e 4
A sinistra: trend di crescita delle aziende certificate ISO. A destra: aziende per unità di misura in quattro Regioni del Mezzogiorno

Tabella 1 - Associazione settore di produzione laboratorio di taratura

	Temperatura	Elettriche	Pressione	Lunghezze	Umidità
1-Alimentare	•		•		•
2-Industria chimica	•		•		•
3-Meccanica		•	•	•	
4-Energia	•	•	•		
5-Sanità	•				
6-Edilizia				•	
7-Materiali	•			•	
8-App.Elettriche		•			

meccanico e termico come mostrato in figura 4.

Il Centro della Trisaia, tramite i laboratori per misure di temperatura e grandezze elettriche accreditati dal SIT, ha un potenziale bacino d'utenze, come riportato nel grafico di figura 4. Occorre, dunque, una campagna adeguata di marketing tesa a raccogliere il maggior numero di aziende riportate nel grafico di figura 3, in tal modo i ricavi ottenuti dal servizio di taratura potrebbero contribuire all'autofinanziamento del Centro. Inoltre le attività del Centro potrebbero estendersi anche alle aziende presenti nel bacino del Mediterraneo, attualmente carente di laboratori metrologici.

Da un'analisi del mercato, una fornitura di servizi metrologici che abbia il requi-

sito della economicità deve assestarsi su una produzione di certificati dell'ordine di qualche migliaio per anno⁹.

La ragione di questo fatto risiede nell'elevato costo della prestazione in termini d'ammortamento degli impianti (che per il loro elevato livello tecnologico hanno costi considerevoli) e spese fisse (necessarie per mantenere l'accREDITAMENTO: quote di associazione agli enti primari; manutenzione; tarature ecc.). Tale costo può essere sostenuto solo se ripartito su un grande numero di prestazioni, in modo da diventare trascurabile rispetto al costo del personale, a sua volta contenibile a patto di aumentare la produttività.

A tal fine l'ENEA ha deciso di attivare delle collaborazioni con società private interessate alla gestione del servizio e del marketing.

Una joint venture ENEA-SIET

È stato presentato il 20 giugno presso il CR ENEA della Trisaia, il S.E. Lab, un Centro di Taratura-Prove Componenti-Formazione che nasce come Spin Off di 3° livello grazie ad un accordo tra ENEA e SIET (una Società di servizi di cui sono soci ENEA, ENEL, ANSALDO e Politecnico di Milano).

Il mercato di riferimento di S.E. Lab è costituito da imprese che operano in regime di qualità certificata e che richiedono servizi di taratura (in laboratorio e sul campo), l'approvvigionamento e la gestione di strumenti di misura, l'esecuzione di prove, la consulenza metrologica e l'erogazione di corsi di formazione.

S.E. Lab ha l'obiettivo primario di offrire alle imprese del Mezzogiorno servizi di taratura e prova ad alto livello in un territorio dove l'offerta è, in questo settore, ancora scarsa. Le tarature S.E. Lab vengono effettuate da laboratori accreditati presso il CR ENEA della Trisaia, che garantiscono e certificano la competenza tecnica e le attrezzature utilizzate grazie a riferibilità di misura a campioni nazionali.

Ma un'altra finalità di S.E. Lab è anche quella di diffondere le competenze tecniche per il miglioramento generalizzato del "fattore qualità", grazie ad un'offerta formativa specifica di personale qualificato.

Tra i servizi disponibili ci sono, perciò: taratura, con emissione di Rapporti riferibili ai campioni SIT per la quasi totalità degli strumenti di misura industriali, anche presso la sede del cliente; certificazione SIT per gli strumenti di misura delle grandezze accreditate; corsi di formazione nel settore della metrologia; consulenze sulle misure e sugli strumenti da utilizzare; prove componenti di impianti per la produzione di energia o di processo (valvole, scambiatori di calore, pompe ecc.).

Conclusioni

Un ruolo importante nella crescita competitiva delle nostre imprese è dato senza dubbio dall'innovazione con un conseguente aumento dell'efficienza dei processi e quindi riduzione dei costi di produzione che non può essere sostenuta soltanto tramite interventi *una tantum*.

Il Centro Integrato di Metrologia della Trisaia si propone, relazionandosi strettamente con gli enti di governo locali, di fornire servizi alle PMI, sviluppare nuove tecnologie metrologiche (ad esempio studi per la certificazione di strumentazione satellitare GPS-GALILEO)⁷ e diffondere la cultura metrologica e della Qualità, attraverso la formazione rivolta sia alle scuole sia alle imprese.

Inoltre, essendo il Centro Metrologico inserito in un ente di ricerca, non deve trascurare le attività di ricerca, e sviluppo. In particolare, con riferimento a importanti settori d'interesse strategico, si evidenzia la carenza per quanto riguarda la

taratura di grandezze relative alla portata⁶ di fluidi (idrocarburi, acqua e gas; figura 5). In Italia gli unici centri SIT sono: l'Istituto Colonnetti per gas, liquidi, idrocarburi e acqua, l'Università di Cassino per piccole quantità di gas e la società ISOIL per il gasolio.

In particolare, le direttive europee relative ai contatori di gas (CEE n. 71/316 per le disposizioni comuni agli strumenti e ai metodi di controllo metrologico) adottate nella normativa italiana UNI 7988 (marzo 1986) e UNI 7988 FA-1 (novembre 1990) ad oggi non sono pienamente applicate per la mancanza di centri metrologici specializzati.

Sviluppare e consolidare competenze e laboratori riguardanti tali grandezze potrebbe porre il CR Trisaia, peraltro strategicamente collocato in una Regione che "esporta" acqua e idrocarburi, al centro di un'attività economica nazionale e internazionale di rilevante importanza¹⁰.

Per raggiungere questi obiettivi è necessario allestire laboratori di portata unita-



Figura 5
Laboratori SIT
nel settore delle
misure di portata

mente ai laboratori ausiliari per la misura delle grandezze connesse alla portata stessa, quali densità, umidità e pressione, questi ultimi in corso di ultimazione. Solo in tal modo sarebbe possibile ottenere l'estensione dell'accreditamento SIT anche alle misure di "portata", avendo già certificato quelle relative alla temperatura e alle misure elettriche.

Il CR Trisaia, in ogni caso, costituisce un punto di riferimento per le PMI nei rapporti con gli altri Istituti Metrologici Primari (IMP) europei, i cui certificati sono validi nella maggior parte dei paesi europei, grazie a un accordo multilaterale promosso dall'EA (European for Accreditation) per il mutuo riconoscimento.

Per informazioni:
cianciotta@trisaia.enea.it

Bibliografia*

1. F. LATEANA, *Prove termografiche per l'individuazione del setto di saldatura sulle lamiere di spessore variabile*, Rapporto di Prova TLC98002, CR Trisaia, 1998.
2. F. LATEANA, L. CIANCIOTTA, *Invecchiamento accelerato in camera solare relativo a provini di vernice su manufatti metallici*, Rapporto Tecnico RTE-INN-TEC-DIN-(99), n. 01, CR. Trisaia, 1999.
3. P. COLUCCI, M. TIMPANARO, *Caratterizzazione geometrica di sfere ceramiche per endoprotesi*, Rapporto Tecnico IMA-P-08024-R-003, CR Trisaia, 1999.
4. D. GENTILE, G. ACCIANI, L. CIANCIOTTA, *Monitoraggio a fini preventivi di trasformatori elettrici con tecniche termografiche*, Tesi di laurea A.C. 2000/2001, Ingegneria Elettrica Politecnico di Bari.
5. L. CIANCIOTTA, R. ROMAGNOLI, A. BRUNELLI, *Gestione e taratura della strumentazione di misura nella piccola e media azienda in conformità alle norme ISO 9001/2/3*, Corso tenutosi presso il CR Trisaia, 12-15 settembre 2000.
6. L. CIANCIOTTA, R. SILVESTRO, P. COLUCCI, *Studio di fattibilità Progetto Portata*, Corso tenutosi presso il CR Trisaia, ottobre 2001.
7. P. COLUCCI, P. DE FAZIO, *Una proposta di metodologia per la taratura e certificazione di strumentazione GPS*, Atti della IV Conferenza nazionale A.S.I.T.A., Perugia 2002.
8. R. CLEMENTE, A. FEO, L. PUGLIESE, *Scelte delle tipologie di compositi polimerici per utilizzi strutturali, prime analisi e prove per individuare i meccanismi di degrado ed invecchiamento*, Rapporto tecnico Campec codice obiettivo P9D4.WP2L1, CR Trisaia, ottobre 2004.
9. R. LUCENTE, P. MARIOTTI, G. MONTESANO, A. FEO, E. DI PALMA, *Intervento per la Valorizzazione dei Laboratori Metrologici del CR Trisaia ENEA*, Rapporto Tecnico Interno Mat-Metr, CR Trisaia, aprile 2004.
10. P. COLUCCI, L. CIANCIOTTA, *Taratura contatori Gas uso domestico*, Specifiche Tecniche ST-PORT-01, CR Trisaia, marzo 2004.
11. L. CIANCIOTTA, E. DI PALMA, *Il centro Integrato di Metrologia del C.R. Trisaia a supporto della PMI*, agli Atti del IV Congresso Metrologia & Qualità, Torino, febbraio 2005.
12. R. CLEMENTE, A. FEO, F. LATEANA, L. PUGLIESE, *Invecchiamento accelerato e caratterizzazione delle alterazioni subite dai pigmenti*, Rapporto Tecnico RT-72/05 dell'UTS MAT, CR Trisaia, 2005.
13. P. CORVAGLIA, S. NENNA, A. FEO, L. PUGLIESE, R. CLEMENTE, A. TUNDO, F. MICELLI, *Durability of FRP-confined concrete subjected to severe conditions*, agli atti del congresso FIB-2006, Napoli 4-8 giugno 2006.
14. Sito web del SINCERT: www.sincert.it
15. Sito web INRIM: www.inrim.it/

* I riferimenti non sono cifrati con numerazione progressiva.

Il prototipo STASI (Sistema per la Taratura di Accelerometri e Sismometri) del Centro SIT 10 ENEA-CR Casaccia

RENZO ROMAGNOLI, ROBERTO SILVESTRO,
ALDO TERRUSI

ENEA

Dipartimento Tecnologie Fisiche e Nuovi Materiali

A livello internazionale è sempre più sentita l'esigenza di tarare accelerometri e sismometri a bassissime frequenze (0,01 Hz ÷ 10 Hz) che è lo spettro dominante in una sollecitazione sismica.

Anche le norme che regolano la materia si stanno evolvendo seguendo l'innovazione tecnologica in atto.

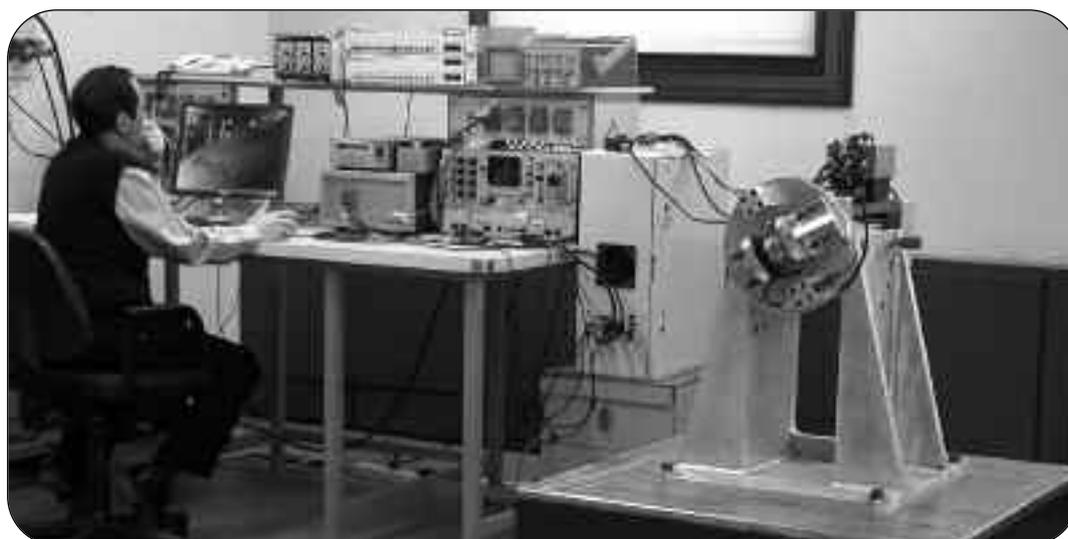
L'idea di realizzare un prototipo innovativo per la taratura di trasduttori accelerometrici è nata dalla considerazione che in Europa, attualmente, sono pochissimi i laboratori che, con i sistemi tradizionali, sono in grado di effettuare tarature a bassissime frequenze.

Nell'articolo sono descritte le caratteristiche generali e la sperimentazione effettuata sul prototipo STASI (Sistema per la Taratura di Accelerometri e Sismometri) inventato da Aldo Terrusi e brevettato dall'ENEA con il n. RM2004A000147, del 22 marzo 2004.

Il prototipo STASI è un sistema di taratura assoluto quindi non ha necessità dell'ausilio di un accelerometro campione come strumento di confronto poiché utilizza, come campione, il campo gravitazionale terrestre. Lo STASI è costituito essenzialmente da un motore basculante sul quale è calettato un piatto rotante su cui è posto l'accelerometro in taratura.

La gestione del Sistema è effettuata da un apposito software che permette, attraverso un'interfaccia utente, di acquisire e analizzare sia i segnali provenienti dai sensori di controllo che dall'accelerometro in taratura. Il Sistema STASI è installato nei laboratori di metrologia del Centro SIT 10 del CR Casaccia. Il Centro SIT 10 fa parte della Sezione QUAL del Dipartimento Tecnologie Fisiche e Nuovi Materiali e già si occupa di tarature riconosciute SNT (Sistema Nazionale di Taratura) e internazionalmente EA (European for Accreditation), consulenze metrologiche e formazione del personale. L'obiettivo del Centro è quello di dare assistenza all'industria nazionale, ad altri enti di ricerca e ad altre unità dell'ENEA; un supporto per garantire la riproducibilità nel tempo, entro un prefissato valore d'incertezza delle misure effettuate e quindi la qualità del prodotto o servizio reso nel rispetto delle normative di riferimento. Il Centro SIT-10 è uno dei 192 Centri SIT operanti in

Figura 1
Sistema STASI nel suo complesso



Italia ed esegue tarature dal 1981, data a partire dalla quale ha emesso circa 3.500 certificati o rapporti di prova (1.500 circa dal 1993 al 31/12/2005). L'incremento delle aziende operanti in regime di qualità, quindi obbligate dalle ISO 9000 a effettuare tarature della propria strumentazione di misura, ha portato a un incremento notevole del numero dei certificati SIT emessi in Italia. Attualmente il Centro SIT 10 opera nel settore delle seguenti grandezze fisiche:

- temperatura (-80 °C ÷ 1.500 °C);
- grandezze elettriche in continua più la capacità elettrica.

Altre attività che effettua il Centro sono:

- corsi di formazione per il personale operante in laboratori di metrologia;
- partecipazione ad audit nazionali e internazionali sulle misure di sua competenza;
- partecipazione a gruppi di lavoro e comitati tecnici del SIT;
- ricerca nei campi dell'innovazione tecnologica metrologica in cui si inserisce lo STASI.

Il Sistema STASI rende il Centro SIT 10 l'unico laboratorio in Europa a fornire il servizio di taratura di accelerometri e sismometri nel *range* di frequenza 0,01 Hz ÷ 0,5 Hz. La Sezione QUAL opera nel campo della qualificazione di materiali, componenti e sistemi che riguardano l'offerta di servizi tecnologici, prove, analisi e progettazione specificatamente nei seguenti settori:

- protezione del territorio (difesa delle opere d'arte e protezione sismica);
- controlli non distruttivi in ambito civile e industriale;
- prove climatiche.

L'obiettivo è di sostenere il processo innovativo elevando la qualità dei prodotti e dei processi sviluppando la rete di servizi tec-

nico-scientifici sia in termini di laboratori che di competenze. Sono anche condotte attività di ricerca e sviluppo consistenti nella sperimentazione di nuove metodologie di prova, di soluzioni progettuali innovative, di nuovi materiali, che hanno l'obiettivo di fornire servizi di frontiera e collaborare su temi di ricerca e sviluppo con altri soggetti. Per quanto riguarda la protezione sismica, nella "Hall Tecnologica" della Sezione sono operative due tavole vibranti a sei gradi di libertà (una 2x2 m e l'altra 4x4 m), gli accelerometri che possono essere tarati con lo STASI potranno essere utili soprattutto per le prove effettuate con questi impianti.

Descrizione del Sistema

Il prototipo STASI, con il suo movimento rotatorio, permette di eseguire la taratura di trasduttori di vibrazioni in un intervallo di accelerazione compreso tra 0 e 1 g a frequenze comprese tra 0,05 e 8 Hz, che costituiscono l'area dominante di una sollecitazione sismica. Tali sollecitazioni, attualmente, sono misurate mediante trasduttori che sono tarati con sistemi a movimento lineare alternato (ingombranti e costosi) e che comunque non sono in grado di coprire le bassissime frequenze con accelerazioni superiori a qualche decimo di g. Il motore è il componente più importante del Sistema, intorno al quale sono stati progettati tutti gli altri elementi; grazie alle sue caratteristiche può essere accoppiato direttamente, senza bisogno di riduttori, a ruote o a cinghie, migliorando così il rendimento del Sistema e diminuendo la costante di tempo meccanica. Detto apparato è supportato da un encoder e da un convertitore di tensione per la regolazione della velocità per mezzo del software di controllo. Sul motore sono applicati anche due inclinometri necessari per la regolazione dell'angolo di assetto del piatto rotante. Fa parte integrante del complesso il piatto rotante, porta-trasduttori, calettato direttamente sull'asse del motore. Il piatto ha un sistema di regolazione mec-

canico per l'equilibratura al fine di minimizzare le eventuali microvibrazioni indesiderate rilevate da un sensore laser il cui raggio punta la superficie inferiore del piatto. Sull'asse del motore sono inseriti dei contatti striscianti necessari per l'alimentazione e il rilevamento dei segnali dei trasduttori in taratura, posti sul piatto rotante. La struttura di sostegno necessaria per il basculaggio del motore è in alluminio ed è agganciata alla massa antisismica.

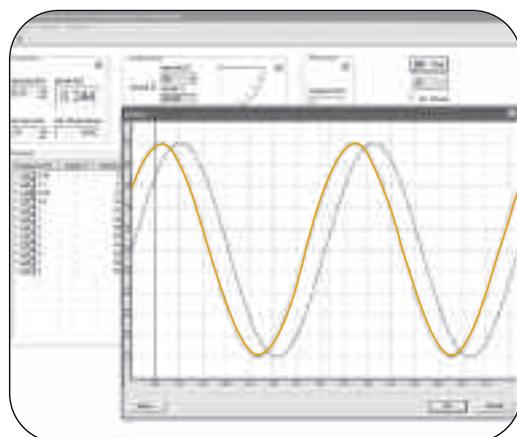
Per la gestione del Sistema STASI è stato appositamente progettato e realizzato un programma che permette il controllo delle funzioni logiche del Sistema nonché l'acquisizione e l'analisi dei dati provenienti sia dai sensori di controllo che dagli accelerometri in taratura.

Le funzioni logiche dipendono essenzialmente dalle misure effettuate dai quattro trasduttori preposti al controllo dell'intero Sistema:

- 2 inclinometri monoassiali per la misura della posizione del piatto;
- 1 laser per la misura delle vibrazioni del piatto;
- 1 encoder per la regolazione delle velocità del motore.

La logica di controllo, prima di effettuare la taratura degli accelerometri o dei sismometri, esegue alcuni controlli interni allo scopo di verificare la precisione e la stabilità del Sistema.

Figura 2
Interfaccia grafica utente del software STASI. Confronto visivo tra il segnale di eccitazione gravitazionale (traccia nero) e il segnale di risposta del trasduttore in taratura (traccia ocra)



La prima misura viene attuata alla minima velocità di 3 giri al minuto (0,05 Hz) del piatto rotante per verificare l'accelerazione centrifuga cui viene eventualmente sottoposto l'accelerometro o sismometro in prova. La posizione finale dell'accelerometro (al centro del piatto rotante) è quella in cui l'accelerazione centrifuga (*offset*) risulta la minima possibile.

Successivamente, attraverso l'interfaccia utente, l'operatore inserisce i valori:

- inclinazione del piatto rotante
- frequenza di rotazione del piatto rotante (velocità del motore)
- valore massimo consentito delle vibrazioni del piatto rotante

Se ad una prima verifica, i valori delle vibrazioni del piatto superano quelli prefissati, si procede al bilanciamento manuale spostando adeguatamente le apposite slitte porta-accelerometri poste sul piatto.

Se i parametri sopra menzionati sono stabili e rispettano i valori che l'operatore ha impostato, il Sistema acquisisce ed elabora automaticamente i dati provenienti dall'accelerometro:

- la risposta in RMS (*root mean square*), espressa in mV;
- la misura dell'offset (componente continua), espressa in mV;
- la misura della distorsione del segnale (PSD - *Power Spectral Density*);
- il confronto grafico tra il segnale sperimentale di risposta e il segnale analitico di eccitazione.

Successivamente può essere emesso il corrispondente certificato di taratura che riporta i valori di sensibilità dell'accelerometro, calcolati come rapporto tra la risposta e il segnale di eccitazione, entrambi in RMS.

segue a pag. 45

Per lo studio analitico della risposta di un accelerometro montato sullo STASI

Forma e ampiezza dell'accelerazione

L'accelerometro, il cui asse sensibile è posto parallelo al piatto, è un sistema che può essere schematizzato come un oscillatore armonico smorzato di massa sensibile m costante elastica k e coefficiente di smorzamento γ_0 .

La II Legge della Dinamica $\vec{F} = m\vec{a}$ proiettata lungo l'asse sensibile dell'accelerometro diventa:

$$-kx - \gamma_0 \frac{dx}{dt} + mg \sin \alpha \cos \omega t - m\omega^2 r \cos \delta = m \frac{d^2x}{dt^2} \quad (1)$$

dove:

$-kx$:	forza elastica di richiamo
$-\gamma_0 \frac{dx}{dt}$:	forza dissipativa
$mg \sin \alpha \cos \omega t$:	componente della forza peso
$m\omega^2 r \cos \delta$:	componente della forza centrifuga
ω :	velocità angolare del piatto
α :	angolo di inclinazione del piatto rispetto alla verticale
δ :	angolo formato dall'asse sensibile dell'accelerometro e il raggio del disco passante per il centro di massa

Dalla soluzione dell'equazione del moto (1), si ricava l'accelerazione a della massa sensibile dell'accelerometro:

$$a(t) = \frac{d^2x(t)}{dt^2} = -A\omega^2 \cos(\omega t + \phi) = -g \sin \alpha \frac{\omega^2}{\sqrt{(\omega_0^2 - \omega^2)^2 + \omega^2 \gamma^2}} \cos(\omega t + \phi) \quad (2)$$

in cui:

$$\omega_0^2 = \frac{k}{m} \quad \text{pulsazione naturale o di risonanza dell'accelerometro}$$

$$\gamma = \frac{\gamma_0}{m}$$

$$\phi: \quad \text{fase del segnale, data da: } \tan \phi = -\frac{\omega \gamma}{\omega_0^2 - \omega^2}$$

Dalla (2) si rileva che la massa sensibile dell'accelerometro subisce un'accelerazione periodica di tipo sinusoidale avente la stessa velocità di rotazione ω del piatto e ampiezza funzione dell'angolo di inclinazione α .

L'ampiezza è anche funzione di ω ma gli accelerometri sono normalmente utilizzati soltanto nell'intervallo di frequenza in cui la loro risposta è piatta, ossia indipendente dalla frequenza.

Pertanto, il prototipo STASI è idoneo a produrre eccitazioni di tipo sinusoidale per frequenze da 0,05 a 8 Hz con ampiezze da 0 (zero) a 1 g.

Incertezza della taratura degli accelerometri montati sullo STASI

Dato che gli accelerometri sono strumenti con risposta lineare, si può considerare la seguente relazione tra l'eccitazione d'ingresso e il segnale di uscita di un accelerometro sottoposto alla taratura con lo STASI:

$$V = S \cdot a + S_T \cdot a_T \quad (3) \quad \cdot/$$

dove:

V : segnale di uscita dell'accelerometro

S : sensibilità dell'accelerometro lungo il suo asse sensibile

$S_T = kS$: sensibilità trasversale, tipicamente inferiore al 5% di S

$a = g \sin(\alpha \pm \lambda) \cos(\omega t) - r\omega^2 \cos \delta$: accelerazione lungo l'asse sensibile dell'accelerometro in cui il primo termine è la componente *gravitazionale* e il secondo è la componente *centrifuga*

$a_T = \omega^2 r \sin \delta + 2\omega v \sin\left(\frac{\pi}{2} \pm \lambda\right)$: accelerazione trasversale all'asse sensibile dove il primo termine è la componente *centrifuga* e il secondo è la componente di *Coriolis* in cui v è la velocità del centro di massa dell'accelerometro e λ : angolo che tiene conto della non perfetta ortogonalità tra l'asse del motore e il piatto rotante

Osservazioni sulla componente centrifuga

Con riferimento alle due componenti centrifughe delle accelerazioni a e a_T e considerando che:

- la massima frequenza di rotazione del piatto è di 600 giri al minuto, ossia 10 Hz;
- ipotizzando un errore massimo di centraggio della massa sensibile dell'accelerometro dal centro di rotazione di 1 cm e un angolo δ (formato dall'asse sensibile dell'accelerometro e il raggio del piatto passante per il baricentro dell'asse sensibile) contenuto entro 1° ;

si ha che il massimo valore della componente dell'accelerazione centrifuga lungo l'asse sensibile dell'accelerometro è circa 4 g, mentre il massimo valore della componente dell'accelerazione centrifuga trasversale all'asse sensibile dell'accelerometro è 0,07 g.

In pratica l'errore di centraggio e il valore dell'angolo δ durante la sperimentazione, sono risultati entrambi inferiori di circa una decade.

Pertanto l'effetto dell'accelerazione centrifuga composta è tale da non compromettere le misure sugli accelerometri in taratura.

Osservazioni sulla componente di Coriolis

Considerando l'intervallo di frequenza (0,05 ÷ 8 Hz) e l'angolo di inclinazione ($0^\circ \div 90^\circ$) a cui opera lo STASI, il contributo della componente di Coriolis assume valori massimi di alcuni millesimi di g che risultano trascurabili ai fini delle misure.

L'incertezza tipo di taratura u_V da associare alla misura è ottenuta differenziando la (3) e sommando in quadratura i vari termini:

$$u_V = \sqrt{\left(\frac{\partial V}{\partial \alpha}\right)^2 u_\alpha^2 + \left(\frac{\partial V}{\partial \omega}\right)^2 u_\omega^2 + \left(\frac{\partial V}{\partial \lambda}\right)^2 u_\lambda^2} \quad (4)$$

dove:

$$\left(\frac{\partial V}{\partial \alpha}\right)^2 u_\alpha^2 = 0,00055 \cdot \alpha^2 S^2 g^2 \cos^2(\alpha \pm \lambda) : \text{contributo d'incertezza dovuto all'angolo}$$

d'inclinazione α dell'asse di rotazione rispetto alla verticale

$$\left(\frac{\partial V}{\partial \lambda}\right)^2 u_\lambda^2 = 0,000000125 \cdot S^2 g^2 \cos^2(\alpha \pm \lambda) : \text{contributo d'incertezza dovuto alla non}$$

perfetta ortogonalità tra disco e suo asse di rotazione

•/•

$\left(\frac{\partial V}{\partial \omega}\right)^2 u_{\omega}^2 = 0,000018 \cdot S^2 g^2 \sin^2(\alpha \pm \lambda)$; contributo d'incertezza dovuto alla variazione della velocità ω angolare del disco.

Sostituendo i tre contributi nell'espressione (4), e considerando l'angolo d'inclinazione di 90°, ossia ampiezza dell'accelerazione di sollecitazione di 1g, l'incertezza tipo u_V è uguale a circa lo 0,5% dell'ampiezza dell'accelerazione di sollecitazione. Altri termini quali temperatura, campi elettromagnetici, disturbi triboelettrici, rumori elettrici e microvibrazioni sono ampiamente trascurabili come contributi d'incertezza. Pertanto il sistema STASI dal punto di vista analitico è perfettamente adeguato alla funzione per la quale è stato progettato: Sistema per la Taratura di Accelerometri e Sismometri.

Prove sperimentali

Le prove sperimentali, condotte presso i Laboratori di Metrologia del Centro SIT 10 del CR ENEA Casaccia, hanno avuto l'obiettivo di caratterizzare il sistema STASI, determinandone i parametri necessari per l'impiego, come strumento per la taratura di accelerometri.

Sono stati impiegati 3 diversi tipi di accelerometri: un accelerometro capacitivo, uno ICP (Integrated Circuit Piezoelectric) e un piezoelettrico, in modo da contemplare le più diffuse tipologie di accelerometri esistenti sul mercato e confrontarne l'omogeneità e la coerenza dei risultati.

Le prove hanno riguardato:

- la non linearità della risposta degli accelerometri;
- la taratura con lo STASI dell'accelerometro capacitivo precedentemente verificato dall'Istituto Metrologico Primario Gustavo Colonnetti (IMGC);
- il confronto tra le risposte degli accelerometri rilevate dallo STASI e dal Sistema elettrodinamico di taratura Bruel & Kjaer fornito di accelerometro campione.

Non linearità della risposta degli accelerometri

Le prove sono state effettuate, rispettivamente, sugli accelerometri Capacitivo, ICP e Piezoelettrico, mantenendo costante la frequenza ad 8 Hz (frequenza massima di rotazione del piatto) e variando l'ampiezza di eccitazione da 1 g (inclinazione del piatto corrispondente a 90°) a 0,26 g (inclinazione del piatto corrispondente a 15°, minima inclinazione realizzabile).

A ogni inclinazione fissata del piatto (90°, 75°, 60°, 45°, 30°, 15°), e per ognuno degli accelerometri, sono state effettuate 3 misure consecutive delle loro risposte, espresse in RMS; il rapporto tra la media delle 3 misure ($Risposta_{Media}$) e l'Eccitazione, espressa in RMS, dà il corrispondente valore medio di sensibilità.

$$Sens = \frac{Risposta_{Media}}{Eccitazione}$$

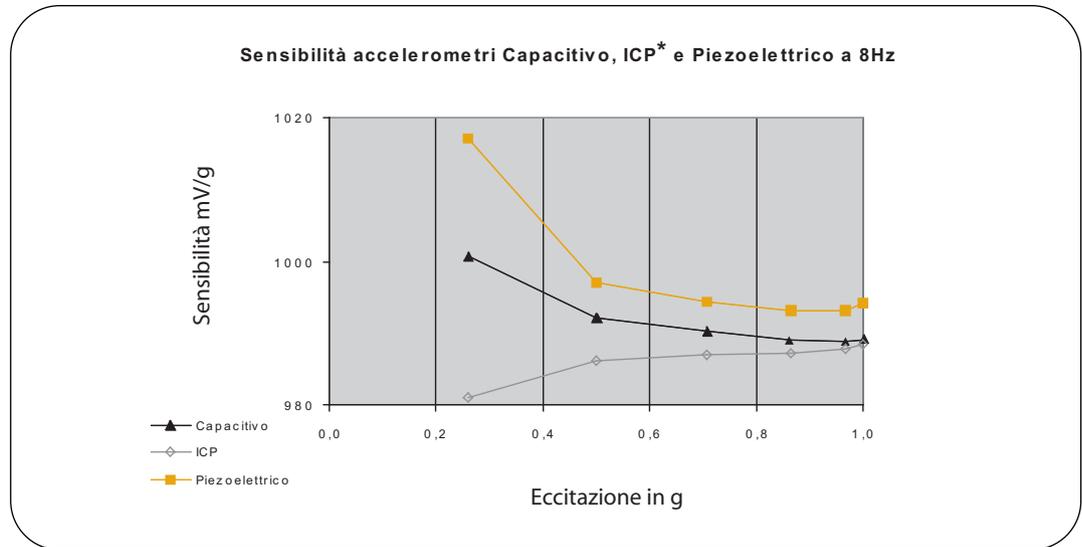
Nella tabella di figura 3a e nel grafico di figura 3b sono riportati i valori medi di sensibilità dei 3 accelerometri.

Figura 3a - Tabella delle sensibilità degli accelerometri Capacitivo, ICP e Piezoelettrico a 8 Hz

Eccitazione [g]	Sensibilità Capacitivo [mV/g]	Sensibilità ICP [mV/g]	Sensibilità Piezoelettrico [mV/g]
1,00	989,07	98,84	994,19
0,97	988,78	98,79	993,22
0,87	989,09	98,72	993,15
0,71	990,16	98,69	994,38
0,50	992,05	98,61	997,06
0,26	1000,81	98,10	1017,04

Figura 3b

Grafico delle sensibilità degli accelerometri Capacitivo, ICP* e Piezoelettrico a 8 Hz



* I valori di sensibilità dell'accelerometro ICP riportati nel grafico sono stati moltiplicati per un fattore 10 in modo da poter rappresentare le curve di sensibilità dei 3 accelerometri in un unico grafico.

La non linearità della risposta è valutata per ogni accelerometro come la massima variazione percentuale tra i valori di sensibilità ricavati, ossia come:

$$\text{Nonlinearità} = \frac{100 \cdot (Sens_{MAX} - Sens_{MIN})}{Sens_{MAX}}$$

Il Sistema STASI presenta una non linearità entro lo 0,15% per tutte e 3 le tipologie di accelerometri in prova per eccitazioni comprese tra 1 g (90°) e 0,707 g (45°). Tale valore di non linearità è compatibile con le non linearità tipiche dichiarate dai laboratori di taratura e dalle caratteristiche tecniche dei costruttori, limitatamente agli intervalli di frequenza e di ampiezza di accelerazione in cui è possibile effettuare il confronto. Alle inclinazioni di 0,5 g (30°) e 0,26 g (15°) i valori di non linearità aumentano: in particolare la non linearità a 0,5 g (30°) è contenuta entro lo 0,4% per tutti gli accelerometri, mentre a 0,26 g (15°) è l'1,2% per il Capacitivo, lo 0,75% per l'ICP e il 2,35% per il Piezoelettrico. La non linearità peggiora in quanto aumenta la componente dell'eccitazione trasversale rispetto all'asse sensibile degli accelerometri ($g \cos \alpha$) e quindi, aven-

do tutti gli accelerometri una sensibilità traversa non nulla (dell'ordine di qualche percento della sensibilità lungo l'asse sensibile) i segnali misurati dagli accelerometri vengono leggermente alterati.

Taratura con lo STASI dell'accelerometro Capacitivo

Le prove sono state effettuate sull'accelerometro Capacitivo, precedentemente tarato dall'IMGC, per quei valori di frequenza e ampiezza comuni allo STASI e al Sistema di taratura dell'IMGC.

Per ognuno dei punti sperimentali (frequenza, inclinazione STASI) sono state effettuate 3 misure consecutive della risposta dell'accelerometro, espressa in RMS.

Il rapporto tra la media delle 3 misure della risposta dell'accelerometro e l'eccitazione STASI, espressa in RMS, dà il corrispondente valore di Sensibilità. I risultati ottenuti sono riportati nella figura 4.

Le variazioni percentuali tra le Sensibilità misurate dall'IMGC e con lo STASI nell'intervallo di frequenza $2 \div 8$ Hz, è inferiore all'incertezza composta asso-

Figura 4 – Comparazione misure IMG C e STASI

Frequenza Hz	Eccitazione STASI* [ms ⁻²]	Eccitazione IMG C [ms ⁻²]	Sensibilità IMG C mV/m s ⁻²	Sensibilità STASI [mV/ms ⁻²]	Variazione [%]
2	2,5	3	100,94	101,16	0,21
3	4,9	5	100,92	101,23	0,31
4	6,9	6	100,86	101,53	0,66
5	9,8	10	100,86	100,96	0,10
6	9,8	10	100,83	100,91	0,08
7	9,8	10	100,91	100,87	-0,04
8	9,8	10	100,95	100,75	-0,19

* I valori di eccitazione dello STASI si discostano da quelli impostati dall'IMG C in quanto, attualmente, il basculaggio del motore del Sistema STASI consente solo posizioni discrete di inclinazione del piatto rotante (in particolare i valori di 2,5; 4,9; 6,9; 9,8 ms⁻² corrispondono a inclinazioni di 15°, 30°, 45°, 90°).

ciata al confronto, il cui valore è di circa lo 0,7%. Tale incertezza è ottenuta sommando in quadratura l'incertezza tipo dell'IMG C (0,5%) e l'incertezza tipo del Sistema STASI (circa lo 0,5%), per cui si può concludere che le misure effettuate con lo STASI sono compatibili con quelle dell'IMG C.

Confronto tra le risposte degli accelerometri rilevate dallo STASI e dal Sistema Bruel & Kjaer

Le prove sono state effettuate sui 3 accelerometri (Capacitivo, ICP e Piezoelettrico) mantenendo costante l'ampiezza di eccitazione a 1 g e variando la frequenza nell'intervallo coperto dallo STASI (0,05 ÷ 8 Hz) e dal Bruel & Kjaer (8 ÷ 4000 Hz).

Misure con lo STASI

Le frequenze sono state scelte compatibilmente con la banda passante di ciascun accelerometro. A ogni frequenza stabilita sono state effettuate 3 misure consecutive della risposta dell'accelerometro, espressa in RMS.

Il rapporto tra la media delle 3 misure della risposta dell'accelerometro e l'eccitazione STASI, espressa in RMS, dà il corrispondente valore di Sensibilità.

Misure con il Bruel & Kjaer

Le frequenze sono state scelte compatibilmente con la banda passante di ciascun accelerometro. A ogni frequenza stabilita sono state effettuate 3 misure ripetute della risposta dell'accelerometro, espressa in RMS.

Il rapporto tra la media delle 3 misure della risposta dell'accelerometro e l'eccitazione STASI, espressa in RMS, dà il corrispondente valore di Sensibilità.

I valori della Sensibilità dei 3 accelerometri al variare della frequenza di eccitazione sono riportati nella tabella di figura 5a e nel grafico di figura 5b.

La frequenza di 8 Hz (evidenziata in ocra nella tabella di figura 5a) è il punto operativo comune dei due sistemi di taratura (la massima per lo STASI la minima per il B&K).

A tale incrocio le curve di sensibilità dei 3 accelerometri presentano un gradino: quelle rilevate con lo STASI risultano superiori a quelle rilevate con il sistema Bruel & Kjaer.

In particolare:

- la sensibilità dell'accelerometro Capacitivo è superiore di circa lo 0,1%;
- la sensibilità dell'accelerometro ICP è superiore di circa lo 0,4%;
- la sensibilità dell'accelerometro Piezoelettrico è superiore di circa lo 0,2%.

Figura 5a – Tabella delle Sensibilità degli accelerometri Capacitivo, ICP e Piezoelettrico a 1 g.
(In ocra le sensibilità alla frequenza di 8 Hz comune ai 2 Sistemi)

Sistema STASI [Hz]	Frequenza [mV/g]	Sensibilità Capacitivo [mV/g]	Sensibilità ICP [mV/g]	Sensibilità Piezoelettrico
"	0,05	990,02		
"	0,10	989,73	25,20	
"	0,25	989,24	62,88	
"	0,5	989,43	85,23	194,02
"	1	989,33	94,84	657,00
"	2	989,63	97,73	956,64
"	3	990,41	98,64	985,21
"	4	994,14	99,07	995,78
"	5	988,95	98,70	991,97
"	6	987,87	98,83	995,48
"	7	987,08	98,98	992,56
"	8	989,24	98,86	992,13
Sistema B&K	8	988,26	98,44	972,51
"	10	989,83	98,35	969,38
"	15	990,91		
"	20	989,44	98,40	979,81
"	30	990,42		
"	40	988,95	98,56	977,80
"	60	998,27	98,49	967,62
"	80	1017,10		
"	100	1020,44	98,21	961,94
"	130	1030,93		
"	150	1067,33		
"	200		98,63	959,72
"	500		98,57	942,18
"	1000		98,41	945,03
"	2000		99,42	944,92
"	3000		104,63	963,11

In ogni caso, le differenze percentuali tra le Sensibilità sono compatibili con l'incertezza composta associata al confronto, il cui valore è di circa lo 0,7%. Tale incertezza è ottenuta sommando in quadratura l'incertezza tipo del B&K (almeno dello 0,5%) e l'incertezza tipo del Sistema STASI (circa lo 0,5%).

Inoltre, le curve di risposta dei tre accelerometri rispecchiano i rispettivi certificati di taratura rilasciati dalle case costruttrici.

Conclusioni

Non linearità

In base alle prove sperimentali eseguite, il Sistema STASI presenta una non linearità entro lo 0,15 % per tutte e 3 le tipologie di accelerometri in prova per eccitazioni comprese tra 1 g (90°) e 0,707 g (45°). Tale valore di non linearità è compatibile con le non linearità tipiche dichiarate dai laboratori di taratura e dalle caratteristiche tecni-

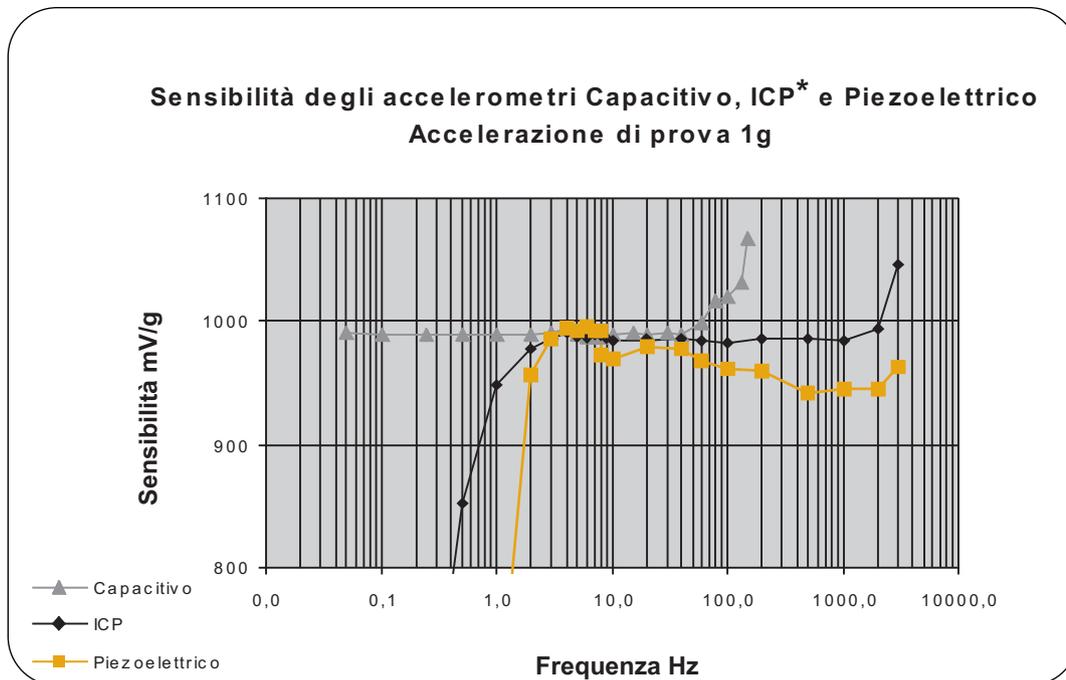


Figura 5b
Grafico delle sensibilità degli accelerometri Capacitivo, ICP* e Piezoelettrico a 1 g

* I valori di sensibilità dell'accelerometro ICP riportati nel grafico sono stati moltiplicati tutti per un fattore 10 in modo da poter rappresentare le curve di sensibilità dei 3 accelerometri in un unico grafico.

che dei costruttori, limitatamente agli intervalli di frequenza e di ampiezza di accelerazione in cui è possibile effettuare il confronto. Alle inclinazioni di 0,5 g (30°) e 0,26 g (15°) il contributo della sensibilità trasversale è tale che i valori di non linearità aumentano: in particolare la non linearità a 0,5 g (30°) è contenuta entro lo 0,4% per tutti gli accelerometri, mentre a 0,26 g (15°) è l'1,2% per il Capacitivo, lo 0,75% per l'ICP e il 2,35% per il Piezoelettrico.

Verifica della taratura

La verifica della taratura col sistema STASI è stata condotta utilizzando l'accelerometro capacitivo, precedentemente tarato dall'IMGC nell'intervallo di frequenza 2 - 8 Hz, e per eccitazioni tra 1 g e 0,26 g. I risultati ottenuti con lo STASI sono concordanti con quelli dell'IMGC entro l'incertezza composta associata alla

prova di confronto (0,7%), per cui lo STASI, come sistema di taratura, dà misure attendibili e compatibili con quelle dell'Istituto Primario IMGC.

Confronto tra sistema STASI e sistema Bruel & Kjaer

Per tutti e tre gli accelerometri provati, le curve di sensibilità ottenute coi due sistemi si raccordano alla frequenza di 8 Hz.

Lo scostamento tra i valori di sensibilità rilevati (a 8 Hz) rientra ampiamente entro l'incertezza composta associata alla prova (0,7 %).

La continuità nei valori di sensibilità di entrambe le curve e per tutti e tre gli accelerometri provati, in prossimità degli 8 Hz, si mantiene entro lo 0,4% di variazione.

Inoltre, le curve di sensibilità ottenute coi due sistemi, per tutti e tre gli accelero-

metri provati, si accordano rispettivamente con i valori riportati nei certificati di taratura rilasciati dalle case costruttrici.

Alla luce delle prove effettuate sullo STASI, è constatato che:

- la non linearità nell'intervallo $0,05 \div 8$ Hz e per eccitazioni tra 1 g e 0,7 g si mantiene entro lo 0,15%;
- alla frequenza e ampiezza in cui è stato possibile comparare i dati dell'accelerometro capacitivo verificato dall'IMGC e quelli rilevati con il sistema STASI sono assolutamente compatibili;

- alla frequenza comune ai due sistemi STASI e B&K (8 Hz) gli accelerometri provati hanno dato risultati praticamente identici;

si può pertanto affermare che:

il prototipo STASI è un ottimo strumento per la taratura di accelerometri e sismometri nell'intervallo di frequenze tra 0,05 e 8 Hz per eccitazioni tra 0,7 e 1 g. Detto sistema "prolunga" verso il basso, per circa tre decadi, l'intervallo di frequenza sotto i 10 Hz.

Lo STASI è un prototipo e come tale è suscettibile di ulteriori prossimi sviluppi atti a migliorarne le attuali caratteristiche.

Per informazioni:
renzo.romagnoli@casaccia.enea.it

Centro SIT 28/M ENEA-CR Faenza

MARCELLO TIMPANARO

ENEA

Dipartimento Tecnologie Fisiche e Nuovi Materiali

Le attività imprenditoriali si configurano ormai come sistemi nei quali convergono tecnologie e metodologie complementari: la qualità e affidabilità del prodotto o servizio dipendono, quindi, dal buon funzionamento e dall'efficace integrazione di elementi e risorse resi disponibili da molteplici imprese che sempre più spesso collaborano tra loro e con l'utente del sistema, dalle fasi iniziali di progettazione fino alla industrializzazione, alla installazione e successiva manutenzione dello stesso.

Nell'ambito delle attività della qualità, fondamentale importanza riveste la gestione della strumentazione di misura che è uno dei requisiti delle normative serie UNI EN ISO 9000. Nel settore delle relazioni commerciali, nelle realizzazioni tecnologiche risulta sempre crescente l'interesse al miglioramento delle prestazioni e dell'affidabilità dei prodotti. Per questo diventa determinante la capacità di verificare, nelle varie fasi produttive e durante l'esercizio, la conformità

dei prodotti alle specifiche definite dalla normativa o in fase di progetto. Le caratteristiche e le proprietà dei prodotti sono esprimibili, nella maggioranza dei casi, in modo quantitativo mediante la misura di parametri fisici del campione esaminato.

In questo contesto si inserisce il Centro SIT del Centro ENEA di Faenza (figure 1 e 2) come anello di congiungimento tra gli Istituti Primari, che detengono i campioni riguardanti le unità di misura, e gli utilizzatori delle apparecchiature di misura, garantendo la riferibilità delle misure a campioni riconosciuti a livello nazionale ed internazionale.

L'attività del Centro SIT è finalizzata sia alla fornitura di servizi tecnico-scientifici per la certificazione, nell'ambito del Servizio di Taratura in Italia, sia allo sviluppo di nuove tecnologie metrologiche in collaborazione con gli altri due centri SIT ENEA della Casaccia (RM) e della Trisaia-Rotondella (MT).



Figure 1 e 2
A sinistra: laboratorio lunghezze e angoli del Centro SIT di Faenza.
In basso: struttura nella quale è inserito il Centro SIT di Faenza



segue a pag. 54

Cenni storici di metrologia

Nella vita quotidiana si compiono numerose misurazioni (massa, lunghezza, temperatura, tempo, velocità ecc.); ogni processo di misurazione comporta un confronto con campioni di riferimento e la definizione delle relative unità. Il risultato di una misurazione si esprime con un numero, una unità di misura e una incertezza di misura [intorno limitato del valore di un parametro, corrispondente agli elementi della fascia di valore assegnatagli come misura (definizione da norma UNI 4546)]; ad esempio la larghezza del palazzo è $(50 \pm 0,1)$ m oppure la temperatura della stanza è di (20 ± 1) °C.

Tutto ciò ha portato quindi alla scelta di un certo numero di grandezze di base, delle relative unità e alla realizzazione dei vari campioni di riferimento.

È del 1948 la Raccomandazione della Conferenza Generale dei Pesi e delle Misure, massima autorità in campo metrologico, di studiare la formulazione di un sistema di unità di misura tale da poter essere adottato da tutti i paesi firmatari della Convenzione del Metro. Il risultato è il Sistema Internazionale di Unità (SI), adottato dalla IX Conferenza Generale dei Pesi e delle Misure nel 1960.

Fin dall'antichità fu avvertita la necessità di misurare dimensioni di terreni, quantità di sementi, di acqua, di misurare il trascorrere del tempo.

I popoli avevano adottato dei propri sistemi di misura: il sistema di numerazione degli Egizi era decimale, i Sumeri e i Babilonesi avevano un sistema sessagesimale, di cui rimane traccia ancora oggi nella suddivisione dell'ora e del grado (unità di angolo piano di uso corrente, anche se non fa parte del Sistema Internazionale).

Per quanto riguarda le unità di misura, quelle di lunghezza facevano in genere riferimento a parti del corpo umano: il piede, il pollice, il pugno, il cubito (avambraccio); le superfici erano calcolate in termini di terreno che poteva essere arato in un giorno da una coppia di buoi; l'unità di peso, il talento, corrispondeva al carico che un uomo medio può portare sul dorso durante la marcia.

Fin dall'antichità venivano realizzati i campioni di misura: presso i Romani le unità di lunghezza erano il dito, il palmo (pari a 4 dita), il piede (4 palmi), lo stadio (125 passi) e il miglio (uguale a 8 stadi = 8×125 passi = $8 \times 125 \times 4$ piedi quindi 4000 piedi); il campione del piede era custodito in Campidoglio, nel Tempio di Giunone Moneta. Le misure di peso si basavano sulla libbra, l'unità di capacità era l'anfora; l'acqua contenuta in un'anfora pesava un talento.

Nei codici medievali si trova con frequenza, per le misure di lunghezza, l'indicazione di segmenti corrispondenti a una frazione del corpo di Cristo (il "braccio" torinese aveva la lunghezza di $1/3$ dell'impronta della Sindone).

Nel 1389 Amedeo VII di Savoia promulgò un editto che imponeva di riferire tutti i campioni per le misure di peso e capacità a quelli di Chambéry.

Lo sviluppo degli scambi marittimi e terrestri fece sentire l'esigenza di unificare in qualche modo pesi e misure; nel 1480 Ferdinando II d'Aragona fece scolpire nel cortile della vicaria di Sicilia i campioni di lunghezza che dovevano servire a tutto

•/•

il reame. Nel 1528 Genova deliberò l'unificazione di tutte le misure nei territori di suo dominio e spedì campioni nei centri più importanti.

Già nella seconda metà del seicento Jean Picard in Francia e Tito Livio Burattini in Italia avevano prospettato l'idea di ricercare in fenomeni fisici universali il punto di partenza per definire le unità di misura. Per la lunghezza sembravano possibili due soluzioni: assumere come unità la lunghezza di un pendolo che batte il secondo a 45° di latitudine e a livello del mare; oppure derivare l'unità di lunghezza dalla misura di un arco di meridiano terrestre.

Alla fine del 1700 la Francia decise di adottare come unità di lunghezza il metro, pari alla decimilionesima parte di un quarto di meridiano terrestre (misurato l'arco di meridiano terrestre tra Dunkerque e Barcellona tra enormi difficoltà). Dal metro derivarono poi le unità di misura di superficie e di volume. Come unità di capacità fu adottato il litro, ovvero la capacità di un cubo avente lato uguale a 1 decimetro. La quantità d'acqua contenuta nel medesimo cubo, alla temperatura di 4 °C, fu assunta come campione di peso e la sua millesima parte prese il nome di grammo. Il 7 aprile 1795 fu pubblicata la tabella ufficiale delle unità con multipli e sottomultipli: era la nascita del *Sistema Metrico Decimale*.

Un cilindro di platino costituì il campione di kilogrammo; una barra in platino di sezione rettangolare costituì il prototipo del metro. Il riferimento ufficiale a questi campioni fu ratificato nel 1875 in occasione della Convenzione del Metro. Furono 3 le unità fondamentali del Sistema Metrico Decimale (lunghezza, massa e tempo). Nel 1935 la Commissione Elettrotecnica Internazionale adotta il sistema a quattro unità fondamentali dandogli il nome di *Sistema Giorgi*; la quarta unità fu dapprima l'ohm, in seguito divenne l'ampère.

Nel maggio 1875 ben 17 nazioni firmarono la Convenzione del Metro e stabilirono la realizzazione di un laboratorio internazionale di metrologia, il BIPM-Ufficio internazionale dei Pesì e delle Misure.

La Convenzione del Metro, a cui attualmente aderiscono quaranta nazioni, costituisce un elemento realmente unificante tra i vari paesi. Nella XI riunione (nel 1960) le nazioni aderenti alla suddetta Convenzione si impegnarono a introdurre nei propri paesi il *Sistema Internazionale di Unità di Misura (SI)*.

La firma della Convenzione del Metro segnò l'inizio di una organizzazione internazionale della metrologia attraverso l'istituzione dei seguenti organismi:

- Conferenza Generale dei Pesì e delle Misure (CGPM - Comité Général des Poids et Mesures);
- Comitato Internazionale dei Pesì e delle Misure (CIPM - Comité International des Poids et Mesures);
- Ufficio Internazionale dei Pesì e delle Misure (BIPM - Bureau International des Poids et Mesures).

Il Settore accreditato del Centro

La grandezza fisica che interessa l'attività di certificazione in qualità del Centro SIT dell'ENEA di Faenza è la lunghezza, che fra tutte le grandezze fisiche è quella che ha sempre avuto un rilievo e un'estensione del tutto particolari nella scienza, nella tecnica e negli scambi commerciali. L'effetto risultante è che, secondo stime recenti, l'80% di tutte le misure fatte in campo industriale sono misure di lunghezza. Infatti la lunghezza, oltre ad essere la variabile principale di misurazione per numerose grandezze derivate (area, volume, velocità, accelerazione, angolo, densità ecc.) svolge spesso un ruolo intermedio fondamentale in vari dispositivi di misura di altre grandezze di rilevante interesse nei processi industriali come i sensori di pressione, celle di carico, igrometri a membrana. L'unità SI di lunghezza è il metro. Le misure di lunghezza richiedono come prima condizione:

- una definizione dell'unità;
- una realizzazione dell'unità.

Ovviamente il limite ultimo di tutte le misure di lunghezza è dato dall'incertezza nella realizzazione sperimentale dell'unità. L'andamento temporale dell'incertezza relativa nella realizzazione dell'unità si può così sintetizzare.

1800 : La prima definizione del metro fu successivamente alla fondazione del Sistema Metrico Decimale (meridiano terrestre/metro degli Archivi del 1799).

Incetezza relativa nella realizzazione dell'unità: $\pm 1 \cdot 10^{-5}$

1927 : L'unità di lunghezza è il metro, definito dalla distanza, a 0 °C, degli assi dei due tratti mediani tracciati sulla barra di platino-iridio depositata presso l'Ufficio Internazionale dei Pesì e delle Misure e dichiarata Prototipo del metro dal-

segue da pag. 51

la Prima Conferenza Generale dei Pesì e Misure.

Incetezza relativa nella realizzazione dell'unità: $\pm 2 \cdot 10^{-7}$

1960 : Il metro è la lunghezza uguale a 1.650.763,73 lunghezze d'onda nel vuoto della radiazione corrispondente alla transizione fra i livelli $2p_{10}$ e $5d_5$ dell'atomo di cripto 86.

Incetezza relativa nella realizzazione dell'unità: $\pm 4 \cdot 10^{-9}$

1983 : Il metro è la lunghezza del tragitto compiuto dalla luce nel vuoto in un intervallo di tempo di $1/299.792.458$ di secondo. Incetezza relativa nella realizzazione dell'unità: $\pm 1 \cdot 10^{-9}$

In questi ultimi anni il campione primario nazionale è realizzato mediante radiazioni monocromatiche di frequenza nota e assumendo per la velocità della luce il predetto valore; tale campione è mantenuto mediante laser stabilizzati con incetezza relativa pari a $2,5 \cdot 10^{-11}$ (valori del 1992). Il passaggio dal campione primario (laser stabilizzato) ai comuni "metri" usati nelle più svariate applicazioni avviene mediante l'applicazione dell'interferometria ottica, che consente di passare dalla lunghezza d'onda della radiazione usata ai diversi campioni materiali di più comune impiego come regoli e blocchetti.

Il sistema nazionale di taratura (SNT)

Il legislatore ha affidato al SNT (figura 3) il compito di assicurare la riferibilità dei risultati delle misurazioni ai campioni nazionali. Questo sistema è costituito dagli Istituti Metrologici Primari e dai Centri di Taratura.

In virtù di tale legge, svolgono le funzioni di Istituto Metrologici Primari:

- *l'Istituto Nazionale di Ricerca Metrologica (INRiM)* di Torino, per i campioni riguardanti le unità di misura impiegate

nel campo della meccanica, della termologia, del tempo e delle frequenze e per le unità di misura impiegate nel campo dell'elettricità, della fotometria, dell'optometria e dell'acustica;

- l'Ente per le Nuove Tecnologie, l'Energia e l'Ambiente (ENEA) di Roma, per i campioni nazionali delle unità di misura impiegate nel campo delle radiazioni ionizzanti.

pioni nazionali a quello applicativo; la disseminazione delle unità di misura realizzate con i campioni nazionali può essere effettuata direttamente dagli Istituti Metrologici Primari e tramite i Centri di taratura SIT.

Questi sono definiti dalla legge come "laboratori di idonea valenza tecnica e organizzativa convenzionati con gli Istituti Metrologici Primari per l'effettuazione

Figura 3
Il Sistema Nazionale di Taratura (SNT)



La disseminazione delle unità SI e la riferibilità delle misure

Nell'ambito delle funzioni degli Istituti Metrologici Primari ricadono gli studi e le ricerche finalizzati alla realizzazione dei campioni primari delle unità di base, supplementari e derivate del sistema internazionale di unità di misura (SI), nonché i confronti con gli analoghi campioni realizzati in altri paesi, ai fini di garantire la concordanza delle misurazioni effettuate a livello internazionale. I campioni primari sono la base per la disseminazione delle unità SI. Gli Istituti Metrologici Primari assicurano la conservazione nel tempo dei campioni nazionali e provvedono alla disseminazione delle unità di misura con essi realizzate, attuando tutte le operazioni tecniche e procedurali che consentono e garantiscono il trasferimento delle unità di misura dal livello di riferimento dei cam-

della taratura degli strumenti di misura sulla base di campioni secondari confrontati periodicamente con i campioni nazionali".

Nella figura 4 è riportata la distribuzione geografica dei Centri di taratura SIT e degli Istituti Metrologici Primari (aggiornata al dicembre 2004).

Questa struttura rappresenta la rete per la corretta gestione della strumentazione di misura utilizzata nelle aziende, nei settori industriali, nei laboratori di prova ecc.; la catena metrologica per la riferibilità delle misure inizia dai campioni nazionali detenuti dagli Istituti Primari sopra ricordati, come previsto dalle norme della serie UNI EN ISO 9000.

La riferibilità è quindi la proprietà che un dispositivo di misura acquista quando è tarato con misurandi i cui valori e le cui incertezze sono stati assegnati con riferimento a campioni primari.

Figura 4
Distribuzione geografica dei Centri di taratura SIT e degli Istituti Metrologici Primari (dicembre 2004)



Le attività del Centro

Il Centro SIT dell'ENEA si è insediato a Faenza nel 1994, integrato nel polo scientifico-tecnologico dell'area faentina con l'ISTEC del CNR e l'Agenzia Polo Ceramico, creando un punto di riferimento per le PMI del territorio e per gli enti locali. Il Centro di Taratura, accreditato da SIT e facente riferimento all'Istituto Metrologico Primario (INRiM) di Torino, può emettere certificazioni di strumenti, nell'ambito dei campi riconosciuti, sia a livello nazionale che europeo; esso, insieme agli altri Centri SIT italiani e agli Istituti Primari, fa parte del Sistema Nazionale di Taratura (SNT) a cui è affidato, dalla legislazione nazionale, il compito di assicurare la riferibilità metrologica ai campioni nazionali dei risultati delle misurazioni. Il Laboratorio, riconosciuto per le grandezze "lunghezze e angoli", è autorizzato a emettere certificazione SIT per i seguenti strumenti di misura:

- blocchetti di riscontro pian paralleli tra 0,5 e 100 mm di lunghezza;
- calibri a corsoio fino a 500 mm di lunghezza;
- micrometri per esterni fino a 200 mm di lunghezza;
- comparatori e trasduttori fino a 100 mm di lunghezza;

- tavole rotanti.

In funzione delle grandezze riconosciute il Centro SIT dispone di campioni di prima linea per le lunghezze (serie di 122 pezzi di blocchetti di riscontro) e per gli angoli (autocollimatore fotoelettrico e poligono campione a 12 lati); nell'ambito delle lunghezze il Centro è dotato anche di numerosi campioni di seconda linea utilizzati per la taratura di strumentazione.

Le attività di sviluppo riguardano in particolare le metodologie per la calibrazione di apparecchiature per le PMI e l'ENEA, le procedure tecniche e gestionali, il Manuale della Qualità, la preparazione e la gestione degli Audit Interni.

È stato sviluppato un Sistema di Gestione per la Qualità che deve essere tenuto costantemente sotto controllo e che permette di mantenere le attività del Centro di Taratura in conformità alle prescrizioni della normativa, dell'Istituto Primario di Torino e ai requisiti del SIT.

L'attività di continuo monitoraggio del SGQ e i programmi di manutenzione e conferma metrologica delle apparecchiature permettono il mantenimento dell'accreditamento SIT.



Figura 5
Prototipo di banche
le per taratura di
lunghezze tramite
sorgente laser

Gli obiettivi raggiunti, mantenuti e in continuo sviluppo, per il miglioramento delle prestazioni del servizio di certificazione in garanzia di qualità e di ricerca di nuove tecnologie metrologiche, hanno permesso al Centro SIT dell'ENEA di Faenza di:

- costruire e rafforzare i rapporti sul territorio con le PMI ed Enti Locali per garantire la riferibilità della strumentazione di misura ai campioni nazionali;
- fornire un servizio qualificato di certificazione di apparecchiature;
- trasferire il know-how riguardante le attività di taratura in Garanzia di Qualità.
- fornire un contributo alla formazione di personale qualificato. A supporto della formazione specialistica è stato preparato un corso sulla metrologia, rivolto a studenti e tecnici dell'industria, e inserito nel sito internet dell'ENEA per la formazione a distanza (Corso "Elementi di metrologia dimensionale per una corretta certificazione di prodotto");
- Garantire i collegamenti con gli Istituti Primari, i Centri di Taratura e le Associazioni metrologiche con lo scopo di sviluppare e diffondere una cultura tecnica e scientifica nel settore della metrologia;
- assicurare la partecipazione a Gruppi di Lavoro di Enti di Normazione per la messa a punto di norme tecniche relative alla caratterizzazione e taratura di strumenti di misura.

La partecipazione ad organismi di associazioni tecnico-scientifiche e di enti di normazione hanno permesso la costruzione di rapporti con esperti di metrologia sia dell'industria sia di enti di ricerca e consentito la diffusione di una cultura tecnico-scientifica nel settore della metrologia dimensionale, tramite seminari e tavole rotonde, adeguata alle esigenze di qualità delle aziende del nostro Paese; la continuità dei rapporti con queste istituzioni ha anche permesso la collaborazione alla preparazione ed emanazione di linee guida, in ambito UNI, relative alla taratura in qualità di strumentazione.

Per informazioni:
m.timpanaro@faenza.enea.it

I distretti industriali come laboratori per politiche di sostenibilità territoriale

MARIA VELARDI,
FLAVIANO D'AMICO

ENEA

Dipartimento
Ambiente, Cambiamenti Globali
e Sviluppo Sostenibile

studi & ricerche

I distretti industriali rappresentano potenziali nuclei dai quali partire per un'azione di sviluppo della sostenibilità su vasta scala. Nel modello ENEA, la componente ecologica costituisce la via prescelta quale punto di accesso alla multidimensionalità/complessità del concetto di sviluppo sostenibile

Industrial districts as laboratories for territorial sustainability policies

Industrial districts are potential areas for starting a development action towards sustainability on large scale. In the ENEA model, the ecological component is the chosen point of access to the multidimensionality/complexity of the concept of sustainable development

Il concetto di Sviluppo Sostenibile, riguarda un insieme eterogeneo di aspetti dell'azione umana, quali la dimensione economica, sociale ed ecologica, tali che lo studioso che si confronti con le problematiche che esso comporta, si trova ad affrontare elevati livelli di complessità e indeterminazione.

L'introduzione di una dimensione locale come ambito privilegiato per le esperienze di sostenibilità ha orientato giustamente la ricerca verso un livello micro anche se, nell'implementazione delle azioni di sostenibilità, si è spesso assistito ad una riduzione della complessità del problema ai soli aspetti ambientali.

In questo articolo si dimostra che i fattori che determinano il successo di un distretto sono gli stessi alla base delle politiche della sostenibilità locale, ne consegue che i distretti industriali sono potenzialmente le "isole della sostenibilità" citate in letteratura, cioè i nuclei dai quali iniziare un'azione di sviluppo della sostenibilità.

Il distretto come sistema

Lo studioso che ha riportato in auge il concetto di distretto industriale è stato Giacomo Becattini¹. Secondo Becattini, è possibile definire il distretto industriale come: "un'unità socio-territoriale caratterizzata dalla compresenza attiva, in un'area territoriale circoscritta, naturalmente e storicamente determinata, di una comunità di persone e di una popolazione di imprese industriali che tendono, per così dire, ad interpenetrarsi a vicenda".

In questa definizione sono messi in rilievo gli aspetti sociali che, insieme a quelli economici, contribuiscono allo sviluppo del distretto: questi rapporti socio-economici si instaurano su un territorio circoscritto.

Altri autori hanno messo in evidenza l'importanza del territorio: Viesti², nel suo lavoro sulla genesi dei distretti dell'Italia del Sud, mette in evidenza come il distret-

to non per caso nasce e si sviluppa con successo solamente in determinati territori e non in altri. Il concetto di territorio è comprensivo non solamente delle caratteristiche fisiche, ma anche della sua stratificazione culturale e del suo posizionamento geografico.

Un altro elemento caratteristico del distretto è l'ambiente, dove la parola ambiente è intesa come ecologia del territorio. Esso è caratterizzato in parte dalla fisica del territorio, in parte dalle conseguenze delle attività antropiche che sul territorio avvengono ed è una caratteristica importante del distretto perché in grado di influenzarne la nascita e il mantenimento dello sviluppo.

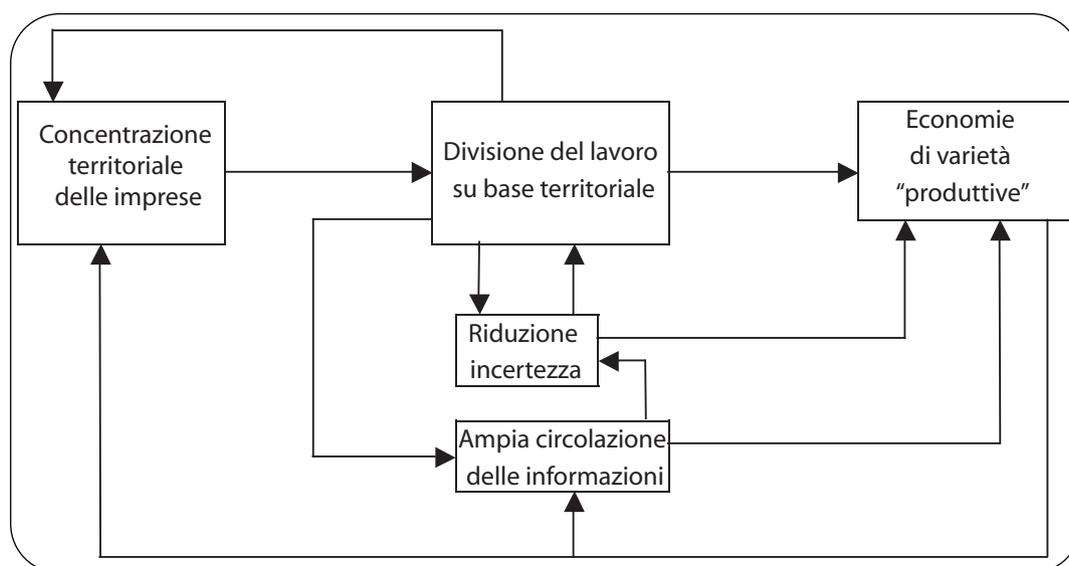
Il territorio, le relazioni socio-economiche, l'ambiente sono gli elementi che caratterizzano ogni aggregato distrettuale. Quando essi sono armonicamente composti e sviluppati, il distretto si sviluppa. Ciò avviene, secondo il modello marshalliano³, per l'esistenza di "economie esterne all'impresa, ma interne al sistema di cui l'impresa fa parte"⁴.

La presenza delle economie esterne nei fenomeni di agglomerazione territoriale di imprese (come i distretti industriali) può essere compresa solamente utilizzando il concetto di sistema. Queste particolari economie, infatti, originano dalle relazioni specifiche che si instaurano al suo interno; esse divengono caratteristiche del sistema che "se [...] confrontate con quelle degli elementi costitutivi, risultano nuove o emergenti"⁵. In particolare possiamo quindi affermare che le economie esterne di cui l'impresa distrettuale usufruisce sono la caratteristica (o proprietà) emergente del distretto industriale, in quanto non si generano a livello di singola impresa, ma dipendono dalle sue relazioni con gli altri elementi del sistema. Sotto la condizione fondamentale della concentrazione territoriale dell'industria, si possono generare "economie di agglomerazione", grazie alle quali, data la divisibilità, ad

esempio delle fasi del processo manifatturiero, la disintegrazione della catena del valore garantisce una valida alternativa (se non superiore), in termini di efficienza, alle modalità di organizzazione e gestione proprie del paradigma taylorista (per il quale l'efficienza deriva principalmente dallo sfruttamento delle economie di scala interne alle imprese). Uno schema delle economie di agglomerazione è riportato in figura 1⁶.

distretti industriali può essere ricondotta almeno a tre fattori: a) la contiguità di un gran numero di imprese elimina i monopoli spaziali; b) la percezione delle mosse dei concorrenti risulta immediata e induce a reazioni più pronte; c) la contiguità delle imprese carica la rivalità commerciale di un tratto personale, di un misto d'invidia e desiderio di emulazione. Allo stesso tempo, però, l'agglomerazione territoria-

Figura 1
Economie di agglomerazione: elementi e retroazioni



La possibilità di attuare la peculiare organizzazione della produzione distrettuale non può essere ricondotta semplicemente all'esistenza di economie nella divisibilità del lavoro e nei costi di transazione. La frammentazione della catena del valore, l'estrema flessibilità della produzione, determinano un elevato fabbisogno di coordinamento fra le imprese e necessitano della presenza di condizioni che permettano al sistema di auto-organizzarsi. E proprio la principale fra queste condizioni incarna un "apparente paradosso dei distretti industriali"⁴: la presenza fra le imprese che ne sono parte di una vivacissima concorrenza e, allo stesso tempo, di una consistente cooperazione. La spiegazione del manifestarsi di un'elevata competizione all'interno dei

le delle imprese rende agevoli forme di cooperazione consapevole e semi-consapevole: le prime si sostanziano nella possibilità di usufruire di infrastrutture comuni, nella cooperazione nei processi di acquisto e vendita, nella presenza di centri locali di formazione professionale, nell'esistenza di molteplici forme associative. Le seconde sono rappresentate da quelle regole e convenzioni accettate dalla comunità su cui il distretto industriale si fonda, e che hanno l'effetto di impedire la degenerazione della competizione in forme dagli esiti distruttivi per il sistema⁷. La *coopetition* è uno dei fenomeni che permette l'innescare di circoli economicamente virtuosi nel distretto industriale; essa abbatte i costi di transazione e alimenta processi di produzione e dif-

fusione della conoscenza fondamentali per la competitività e la capacità innovativa delle imprese. La tendenza alla cooperazione genera, infatti, l'abbattimento di barriere comunicative, permettendo l'ampia circolazione delle informazioni. Le conoscenze contestuali vengono prodotte e trasferite tramite processi di tipo *learning by doing*, *learning by using*, *learning by interacting* che avvengono, secondo Becattini, nelle quattro fasi di Socializzazione, Esternalizzazione, Combinazione, Internalizzazione⁴; in figura 2⁶ sono riportate le interazioni tra le componenti della *coopetition*.

come "economie di contiguità"⁸. Esse sono diffuse sul territorio e non possono essere fatte proprie da nessun attore individualmente, sono localizzate, poiché appartengono alle imprese radicate nel distretto; sono "generate inconsapevolmente" tramite l'interazione dei diversi attori produttivi locali⁹. Quindi, come le economie di agglomerazione, risultano esterne all'impresa ma interne al sistema, sono una sua caratteristica emergente, e l'impresa può usufruirne solo localizzando le proprie attività su quel territorio. I meccanismi competitivi di emulazione favoriti a loro volta dalla prossimità

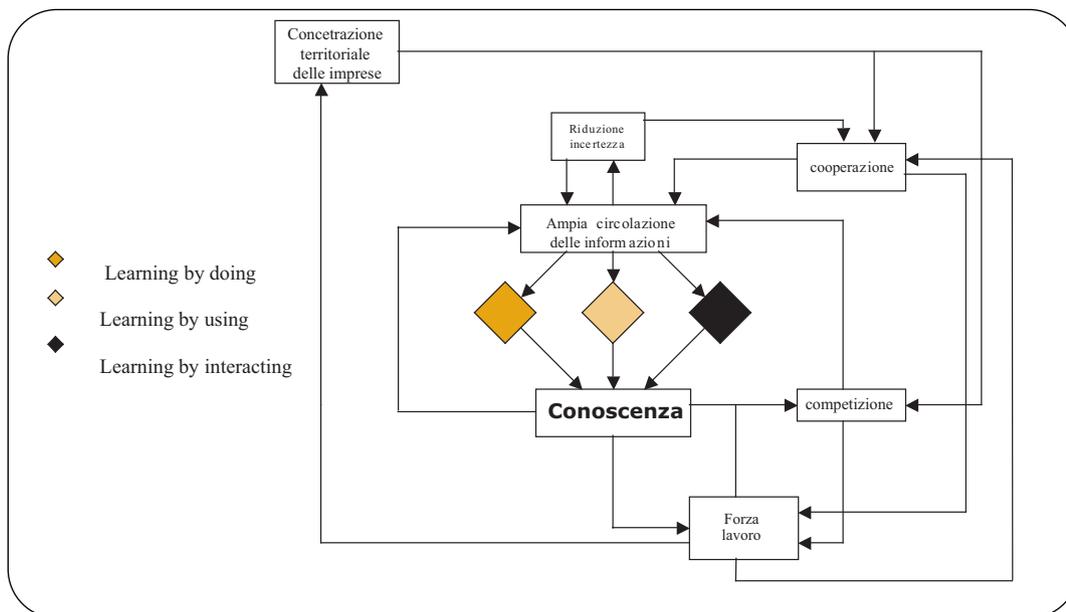


Figura 2
Economie di contiguità: interazioni e retroazioni sulle componenti della *coopetition*

Queste dinamiche non hanno esclusivamente matrice economica, tuttavia esse producono vantaggi rilevanti, sebbene di difficile quantificazione, per le imprese polarizzate spazialmente su di un territorio. È possibile definire tali vantaggi, derivanti dall'opportunità per le imprese localizzate su di un territorio di sfruttare risorse profondamente radicate in quel contesto,

delle imprese facilitano l'internalizzazione delle conoscenze e la loro diffusione fra le imprese del distretto, alimentando di continuo il processo. I processi di creazione della conoscenza nel distretto assumono, tramite le dinamiche della *coopetition*, una dimensione collettiva, in grado di produrre innovazioni incrementali grazie alla cosiddetta "fertilizzazione incrociata"^{*}.

*Questo tipo di innovazione è detta incrementale "[...] per sottolineare come essa proceda per piccoli passi (modifiche migliorative, adattamenti, progressivi affinamenti, che non stravolgono il modo di produrre distrettuale), piuttosto che attraverso cambiamenti radicali dei processi e delle tecnologie, normalmente frutto di investimenti rilevanti in attività di R&S" (Iraldo, 2002).

Tale fenomeno risulta presente in particolare modo nelle relazioni fra le imprese operanti nel ciclo produttivo principale e quelle dei settori ausiliari che agiscono nella veste di fornitori di tecnologie⁹.

L'analisi delle dinamiche fra gli elementi del sistema distrettuale è fondamentale per comprendere quali sono i fattori alla base della sua nascita, e quali sono i meccanismi attraverso cui compie la sua evoluzione.

Affinché tale evoluzione possa realizzarsi all'insegna della sostenibilità, non è sufficiente limitare la dimensione ecologica di un territorio alla possibilità o meno di orientare le scelte di localizzazione delle imprese, in base alla disponibilità di risorse, i cosiddetti vantaggi *first-nature* di Krugman¹⁰.

Infatti, per il distretto, la possibilità di sviluppare le caratteristiche emergenti positive è legata alla riproducibilità da parte delle imprese dei fattori che ne determinano la competitività: "la riproduzione delle merci include la riproduzione sociale dell'organismo produttivo, un processo produttivo veramente 'completo' dovrebbe comprendere, insieme alle merci, i valori, le conoscenze, le istituzioni e l'ambiente naturale che servono a perpetuarlo"¹¹. Fra i fattori produttivi fondamentali è allora possibile individuare un'ulteriore tipologia di capitale: il "capitale naturale", da intendersi non solo come l'insieme delle singole risorse, ma soprattutto come l'insieme delle relazioni che si sviluppano fra mondo inorganico e mondo vivente¹².

Necessità dello Sviluppo Sostenibile

Il ruolo del capitale naturale diviene particolarmente critico per lo sviluppo dei sistemi locali, poiché una sua

gestione inefficiente determina l'impossibilità di riprodurre in modo virtuoso i meccanismi del distretto industriale, generando diseconomie di sistema, che non possono che compromettere la capacità di competere delle imprese appartenenti al distretto.

Le imprese dovrebbero interpretare ogni emissione inquinante come un segnale del fatto che le risorse sono state utilizzate in modo inefficace o inefficiente¹³.

Queste inefficienze, perpetuate nello svolgimento delle attività umane su di un territorio, generano costi economici e sociali.

A parità di altre condizioni, il vantaggio economico derivante dalle economie di agglomerazione può annullarsi a causa del peggioramento delle condizioni di vita della comunità.

L'insorgere negli *stakeholder* locali di una sensibilità alle problematiche dell'ambiente naturale non recepita dalle imprese può inesorabilmente mutare il valore sociale dell'imprenditorialità, la forza lavoro può migrare in cerca di condizioni più vivibili, interrompendo così i circoli di riproduzione e diffusione delle conoscenze, le economie di contiguità perdono il loro significato, le imprese le condizioni che le rendevano competitive.

La relazione fra le imprese presenti nel distretto e l'ambiente naturale ha una connotazione strategica: la mancanza di equilibrio carica di una connotazione negativa i legami e le retroazioni che si instaurano fra gli altri elementi del sistema.

Siamo ora in grado di rappresentare le interazioni fra gli elementi compresi nella definizione di distretto industriale (figura 3): gli elementi coincidono con quelli della dimensione locale della sostenibilità e le loro interazioni avvengono tramite i meccanismi descritti in precedenza.

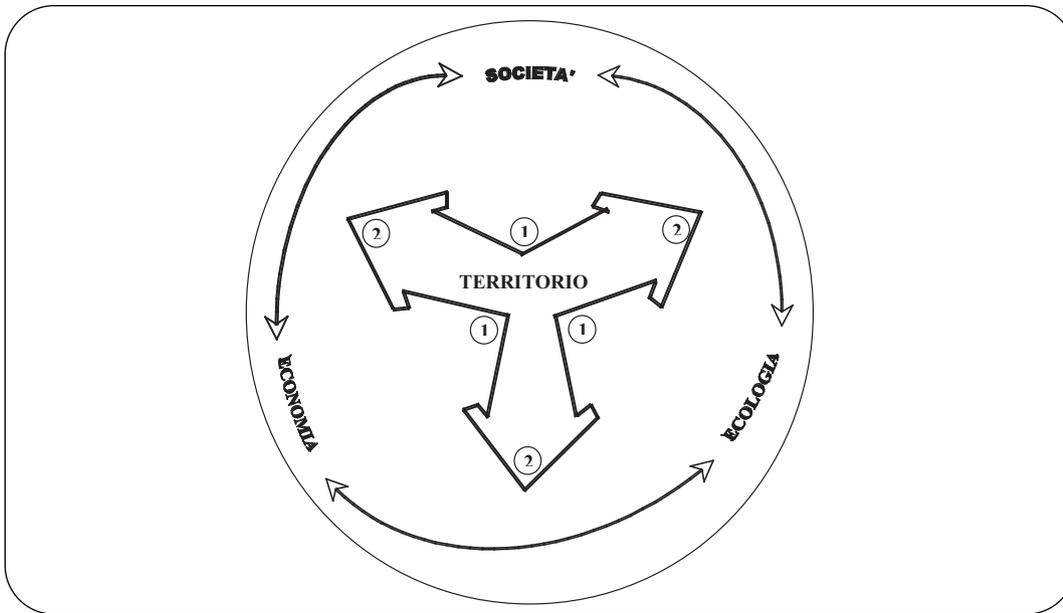


Figura 3
Dinamica dei componenti di un distretto industriale

Il territorio (la dimensione locale) è l'elemento centrale del distretto industriale. Esso è caratterizzato, in un dato momento, dalla particolare conformazione della società, dalla tipologia delle attività economiche che vi si svolgono, dalla conformazione fisica del soprasuolo e del sottosuolo, dalla sua ecologia, dalle relazioni attivate dagli attori nello svolgimento delle loro attività e, a sua volta, la conformazione di questi elementi dipende dalle loro interazioni passate (indicate con 1 nella figura). Allo stesso modo si avrà che le caratteristiche specifiche di un territorio, oggi, determinano le soluzioni percorribili in futuro per realizzare le condizioni dello sviluppo sostenibile, cioè le modalità di azione sulle interazioni fra dimensione sociale, economica ed ecologica, al fine di renderle "equilibrate" (indicate con 2 nella figura).

La storia e la geografia del territorio sono importanti, non solo nel determinare la nascita e l'evoluzione di un distretto, ma anche la gamma dei sentieri sostenibili che su quel territorio possono essere praticati. È necessario considerare anche, che la grande concentrazione di attività economiche presenti sul territorio distrettuale determina l'impossibilità di realizzare

azioni orientate alla sostenibilità locale da parte di un'unica impresa. La sostenibilità può essere perseguita dagli attori presenti su di un territorio solo operando in modo interamente congiunto, evitando che le azioni devianti di alcuni vanifichino il raggiungimento del risultato. Ad esempio, se un'impresa distrettuale pone in essere azioni per ridurre le proprie emissioni inquinanti (sostenendo un costo), il miglioramento ambientale è trascurabile se tutte le altre presenti sul territorio non attuano azioni nello stesso senso; il risultato finale è la distruzione di valore, non potendo l'impresa in alcun modo beneficiare del proprio comportamento. Al contrario, la sostenibilità può essere perseguita efficacemente in un distretto industriale solo guardando ad essa come a una nuova proprietà emergente del sistema distrettuale. Nella costruzione di questa condizione le imprese possono recuperare margini di efficienza connessi all'evoluzione della struttura del sistema territoriale nel quale sono inserite. La realizzazione della sostenibilità così intesa assume, dunque, una connotazione strategica per le imprese distrettuali, poiché tramite essa si determina la posizione competitiva del territorio.

Lo sviluppo sostenibile è difficile da realizzare non solo per le complessità che il suo perseguimento genera, ma soprattutto per l'indeterminatezza dei concetti che lo esprimono: tuttavia c'è accordo tra gli studiosi che esso si realizza tramite l'integrazione delle dimensioni economica, ambientale e sociale dello sviluppo, e inoltre che va "territorializzato per poter essere perseguito, in quanto variano le capacità di carico e potenzialità di ogni singolo contesto locale"¹².

È in pratica quanto suggerito dall'Agenda 21, al cap. 28¹⁴, ed è soprattutto la base dell'ipotesi di Wallner¹⁵ secondo la quale perturbazioni innovative applicate a territori limitati, "le isole della sostenibilità", introducono nuove strutture nel vecchio sistema (non sostenibile) e permettono la transizione a un nuovo sistema territoriale, che poi integrerà altri territori (altre isole) fino ad estendere la sostenibilità a un livello regionale e poi globale.

In ogni caso, esso va inteso come un processo, non come uno stato.

Le difficoltà sono tali che spesso si ritiene i mezzi attuali non sufficienti a individuare percorsi di sostenibilità; intendendo per mezzi le tecnologie normalmente utilizzate, le possibilità di finanziamento, l'attuale organizzazione amministrativa.

Bisogna considerare d'altra parte che in Italia esiste un'occasione unica per iniziare percorsi di sostenibilità, proprio partendo dai distretti, i quali rappresentano una quota non irrilevante del PIL, delle esportazioni e dell'occupazione. È stato messo in evidenza, nel paragrafo precedente, che un distretto industriale interpretato secondo un approccio sistemico può essere considerato come un territorio sul quale esistono relazioni tra lo sviluppo economico, quello sociale e la dimensione ecologica. Ebbene, poiché le componenti dell'interpretazione sistemica di un distretto sono le stesse componenti che bisogna tener in considerazione nei percorsi di sostenibilità, ne deriva che, alme-

no teoricamente, iniziative di ottimizzazione del sistema distretto possono coincidere con percorsi di sostenibilità.

Da ciò deriva che lo sviluppo sostenibile nei nostri distretti è necessario, non solamente perché si va sempre più sviluppando una legislazione che obbliga le aziende al miglioramento ambientale, ma perché attraverso esso possono essere raggiunte le condizioni ottimali del sistema. Le difficoltà che talvolta si incontrano, nell'applicazione di azioni di sostenibilità, nascono in gran parte dalla mancanza di metodi e strumenti in grado di interpretare la situazione locale in modo veramente integrato, con conseguente elaborazione di politiche del territorio, che debbono valere non solamente per le attività industriali, ma per tutte le attività che sul territorio si svolgono.

Il modello ENEA di intervento sui territori

Negli ultimi anni l'ENEA ha promosso e partecipato a interventi in alcuni territori distrettuali¹⁶ per mettere a punto strumenti e metodi di supporto alla decisione politica in chiave sostenibile. Le particolarità dei vari interventi sono riconducibili ad alcune caratteristiche generali, per cui si può parlare di un vero e proprio modello ENEA per i distretti industriali.

La componente ecologica del concetto di sviluppo sostenibile costituisce, nel modello ENEA, la via prescelta nello svolgimento dell'analisi condotta sulla realtà distrettuale. Tale scelta non va interpretata come rinuncia a raccogliere la sfida della multidimensionalità insita nel concetto di sviluppo sostenibile poiché, in tal caso, si trascurerebbe la natura olistica delle relazioni presenti fra le sue componenti. Si vuole affermare, al contrario, che la componente ecologica rappresenta il punto d'accesso alla multidimensionalità/complessità del concetto di sviluppo sostenibile.

La scelta può essere giustificata, in primo luogo dal rapporto che la componente

ecologica ha con l'innovazione, variabile che, nel caso dei distretti in particolare, possiede un significato economico (competitività) e sociale¹⁷. Negli interventi ENEA, tramite l'analisi ambientale e la seguente adozione di politiche ambientali ambiziose, si cerca di provocare reazioni che portino ad innovazioni che possano generare elementi di forte discontinuità nei prodotti, nei processi, sul territorio. Nel caso di innovazione di processo o prodotto, gli effetti si hanno direttamente sull'impresa distrettuale e indirettamente sul sistema nella sua interezza, nel terzo caso gli effetti si manifestano in maniera diretta sul sistema territoriale e indirettamente sulla singola impresa o attività. Si può avere una discontinuità sia nella gestione delle risorse e delle caratteristiche fisiche di un territorio, sia nelle relazioni che intercorrono fra i soggetti operanti su quel territorio, ad esempio grazie all'attivazione di nuove tipologie di *networking* che modifichino la struttura del sistema territoriale. È da notare come il manifestarsi di elementi di discontinuità di uno dei tre livelli non precluda affatto il manifestarsi di effetti sugli altri due.

Il tema dell'innovazione caratterizzata da discontinuità e modernizzazione, è particolarmente importante nel caso dei distretti industriali. L'innovazione che ha caratterizzato finora i distretti è stata di tipo prevalentemente incrementale. Ciò è dovuto ai meccanismi già descritti nel paragrafo precedente (processo di "fertilizzazione incrociata"), e in particolare, alla natura locale dell'informazione¹⁸, che si manifesta in due modalità:

- penetrazione nel sistema locale delle informazioni "semplici" o rese tali;
- produzione endogena di informazioni complesse, dotate di validità solo locale, e che riguardano le modalità di rendere efficaci le organizzazioni produttive e i meccanismi di integrazione sociale sperimentati localmente ed ereditati dalla storia specifica di ciascuna area.

La ricerca di soluzioni alle problematiche ambientali nel tentativo di intraprendere percorsi di sostenibilità può rappresentare l'occasione per un'accelerazione della "semplificazione" di informazioni che, attualmente, sono ancora caratterizzate da una elevata complessità, introducendo modalità di gestione della componente ecologica che abbiano, successivamente, effetti di discontinuità sul sistema locale.

Vi è un secondo motivo alla base della scelta di privilegiare nell'analisi empirica la componente ecologica dello sviluppo sostenibile, che risulta connesso al primo; la necessità della gestione delle problematiche ambientali ha assunto una dimensione obbligatoria per le imprese (e non è quindi esclusivamente lasciata alle dinamiche del mercato) rappresentata dalla legislazione ambientale. E proprio la rilevanza assunta dalla legislazione ambientale può essere vista come il tentativo istituzionale di rispondere a una sempre più pressante domanda sociale.

Quindi, si utilizza la componente ecologica nell'analisi della realtà distrettuale come punto d'accesso alla multidimensionalità del concetto di sviluppo sostenibile poiché:

- essa è in grado di rappresentare, attraverso le modalità impiegate nella sua gestione, un vettore del cambiamento per i sistemi locali, tramite il quale possano essere veicolate informazioni ancora complesse per la struttura distrettuale. Essa è quindi in grado di garantire un'ulteriore modalità di sviluppo per i distretti industriali oltre a quella incrementale: la via della discontinuità, la quale, non dovrebbe più essere vista come una minaccia da una parte così rilevante del nostro sistema industriale, ma dovrebbe essere colta come opportunità;
- essa può usufruire di un substrato normativo (legislazione ambientale) che diviene sempre più rilevante, e di una sempre

più elevata domanda sociale, aspetti che potrebbero permettere una maggiore accettazione di elementi di discontinuità.

La discontinuità è un elemento necessario, ma la sua gestione ed accettazione è strettamente connessa al coinvolgimento e alla partecipazione di tutte le categorie di *stakeholder*. Generalmente è proprio la molteplicità e la diversità delle percezioni, delle conoscenze e delle aspettative, spesso conflittuali, delle varie tipologie di *stakeholder* a complicare, per le imprese, l'identificazione dei differenti bisogni e delle risposte in grado di soddisfare la domanda sociale e ambientale**. Nonostante vi sia, quindi, una sempre più importante domanda sociale e ambientale, essa può risultare di difficile lettura da parte delle imprese, con il conseguente pericolo di fallimento delle azioni volte alla costruzione della sostenibilità.

In base a queste considerazioni si possono meglio comprendere quanto necessarie siano alcune caratteristiche degli interventi ENEA sul territorio:

- la ristrutturazione dell'informazione ambientale;
- il forte coinvolgimento degli *stakeholder*;
- la necessità di sviluppare e applicare strumenti operativi che facilitino e rendano "semplice" la gestione ambientale verso la sostenibilità (Decision Support Systems-DSS).

Gli interventi territoriali sono molto complessi perché numerosi attori vi sono coinvolti, ognuno portatore di interessi spesso divergenti: inoltre la complessità è assicurata dal fatto che, muovendosi nel quadro del concetto di sostenibilità, l'analisi del territorio non può essere limitata solamente agli aspetti ambientali "classici"^{19, 20}.

L'analisi ambientale classica si sovrappone, influenza e viene influenzata da considerazioni strategiche, economiche e sociali, perché analizzare un territorio significa analizzare il substrato fisico territoriale, ma anche tutte le relazioni socio-economiche che vi si sono stratificate, più la relazione fra il territorio oggetto dell'analisi e i territori limitrofi. Nei vari interventi ENEA (effettuati tra il 1999 e il 2004 nei distretti di Manzano, Arzignano e Murano), è possibile trovare gradi diversi di questa complessità, in ragione delle diverse realtà distrettuali o del livello di accettabilità delle informazioni esistenti. Gli strumenti disponibili, ad esempio LCA (Life Cycle Assessment) o MFA (Mass Flow Analysis)²¹ sono di chiara origine ingegneristica, non adatti, tal quali, a interpretare la complessità di un territorio. La stessa integrazione della dimensione ambientale ed economica che si ritrova nel concetto di BAT (Best Available Techniques) è riferita al singolo stabilimento e risulta spesso insoddisfacente per il modello ENEA.

ENEA ha sviluppato metodi e strumenti informatici prototipali per gestire questa complessità: i prototipi sono stati applicati con successo, anche se necessitano di ulteriori sviluppi e integrazioni. Attualmente è possibile gestire con questi strumenti l'eco-efficienza, i rapporti tra le imprese del territorio nel caso di un accordo volontario, le esternalità. Nella costruzione di strumenti per la sostenibilità molta strada resta da fare: i temi principali restano l'integrazione tra i parametri ambientali e quelli socio-economici e la capacità di simulazione per scegliere tra opzioni di politiche di sostenibilità territoriale. Inoltre deve essere assicurata la capacità di integrazione tra il livello meso-economico (distretto) e il livello macro-economico.

**Tale difficoltà può essere ridotta considerando la dimensione locale dello sviluppo sostenibile, nella quale, ad esempio "[...] non è raro che l'impresa si confronti con una percezione omogenea del suo impatto ambientale da parte delle comunità dei residenti o delle istituzioni locali" (Iraldo, 2002).

L'applicazione del modello

I tre distretti in cui si sono sviluppati gli interventi ENEA sono i distretti di Manzano (triangolo della sedia, Friuli), Arzignano (concerie, Veneto) e Murano (vetro artistico, Veneto).

Manzano

Il distretto di Manzano è stato il primo ad essere affrontato, e quello in cui molte fasi del metodo sono state messe a punto. L'intervento in questo distretto è stato originato dalla necessità di trovare modi di applicazione della direttiva 99/13/CE (direttiva solventi) economicamente sostenibili dalle aziende distrettuali. Il prodotto tipico della zona, la sedia, infatti è generalmente considerato come un prodotto "povero", cioè a basso valore aggiunto, che risente molto della concorrenza dei paesi emergenti. La dimensione aziendale media, sotto i dieci dipendenti per azienda, non facilitava sicuramente l'adozione di tecnologie costose per il raggiungimento della conformità ambientale.

Sono stati analizzati 130 stabilimenti ed è stata di conseguenza creata, per la prima volta nel distretto, una banca dati focalizzata sui processi utilizzati. La soluzione scelta ha puntato sul miglioramento dell'efficienza del processo, migliorando la grandezza definita come "efficienza di trasferimento", cioè l'efficienza con la quale la vernice viene trasferita sul pezzo da verniciare.

Nonostante la letteratura e il senso comune definissero l'efficienza di trasferimento come migliorabile solamente in seguito all'adozione di particolari attrezzature di applicazione della vernice, sono stati studiati *ex novo* i parametri che influenzano l'efficace trasferimento dei prodotti vernicianti. Si è dimostrato che, almeno nella produzione della sedia, sono le condizioni di processo che determinano il risultato del trasferimento della ver-

nice sul pezzo. Il guadagno ottenibile teoricamente può arrivare fino al 18% in materie prime, e fino al 36% di riduzione delle emissioni. Nella realtà, l'applicazione varia da azienda ad azienda, in quanto il parametro da ottimizzare dipende da fattori non uniformabili, come la qualità desiderata, la forma del pezzo da verniciare ecc. In ogni caso nelle aziende i miglioramenti ottenibili comportano risparmi delle materie prime che possono arrivare anche al 10% e miglioramenti delle emissioni fino al 20%²². La cosa interessante è che questi miglioramenti ambientali sono ottenuti praticamente senza costi, traducendosi infine in un vantaggio competitivo per le imprese.

Murano

Murano si è rivelato un vero e proprio intervento da approccio territoriale. L'isola è famosa per le sue manifatture di vetro artistico, che però risultano in crisi per gli alti costi dati dalla logistica, necessariamente dipendente dalla localizzazione geografica, per il fatto di non attirare più giovani lavoratori, e per le *performance* ambientali, deludenti anche perché il *lay-out* delle aziende non può essere riprogettato, essendo l'isola sottoposta a leggi speciali di salvaguardia.

In questa situazione, con il concorso di molti *stakeholders* locali e nazionali, è stato firmato un accordo volontario col quale gli industriali veneziani si impegnavano a restare sull'isola, a non delocalizzarsi sulla terraferma, e a diminuire le emissioni in aria molto al disotto degli attuali limiti di emissione.

Murano è un caso dimostrativo molto efficace delle potenzialità dell'approccio territoriale: la conformità ai nuovi parametri stabiliti dall'accordo volontario si è ottenuta tramite una soluzione tecnica che permette di lasciare praticamente invariata la tecnologia e la gestione della produzione. In pratica la fusione della misce-

la vetrosa avviene per la combustione del metano in atmosfera di ossigeno invece che di aria. Gli effetti della nuova tecnologia sono tali da rispettare le riduzioni delle emissioni inquinanti previste per l'accordo volontario, ma anche di ridurre in modo notevole le emissioni di CO₂: ciò che è più interessante, messo in luce dalla ristrutturazione dell'informazione territoriale, è che l'ossigeno necessario all'ossicombustione verrà ceduto da un'azienda, installata sulla terraferma, che ha a disposizione enormi quantità di ossigeno puro come sottoprodotto della sua attività industriale. Il fatto che si utilizzi un sottoprodotto permette di ottenere i miglioramenti ambientali con notevoli risparmi di materie prime e, in definitiva, di costi. Grazie ai principi dell'approccio territoriale, a Murano sono stati raggiunti tre obiettivi: riduzioni dei costi di produzione; miglioramenti ambientali; salvaguardia del tessuto sociale dell'isola, che sarebbe stato compromesso se gli stabilimenti fossero stati spostati sulla terraferma.

Nel caso di Murano è evidente cosa si intende per approccio territoriale: la soluzione tecnica di ottimizzazione è stata trovata sul territorio, non negli stabilimenti; sul territorio dopo la fabbricazione della condotta che dalla terraferma porterà l'ossigeno a Murano, si è realizzata una discontinuità territoriale che ha permesso il miglioramento di tutti gli stabilimenti. Inoltre la soluzione tecnica trovata è la migliore per quella data conformazione del territorio; infatti, se l'azienda che cede l'ossigeno fosse stata localizzata a una distanza molto maggiore da Murano, molto probabilmente l'ossicombustione non sarebbe risultata la migliore opzione tecnica applicabile.

A Murano, anche nel caso del trattamento delle acque di scarico è stata trovata, nell'ambito dello stesso intervento ambientale ENEA, una soluzione di discontinuità territoriale, consistente nel fatto che tutti gli stabilimenti hanno trovato un accordo per utilizzare una condotta unica per in-

viare le acque di scarico a un trattamento sulla terraferma. Il risparmio realizzabile attraverso l'applicazione dell'ossicombustione copre anche i costi da sostenere per la condotta comune delle acque¹⁹.

È da notare che questo tipo di interventi, che aumenta il *networking* del territorio, modifica anche i rapporti tra i vari attori: le soluzioni trovate renderanno in futuro più difficile, per le aziende coinvolte, ipotesi di delocalizzazione. L'aumento del *networking*, unito al grande coinvolgimento degli *stakeholder* hanno determinato a Murano fenomeni di rivitalizzazione distrettuale.

Arzignano

Arzignano è probabilmente il distretto conciaro più importante al mondo. La causa dell'intervento ambientale è stata principalmente sociale, avendo più volte manifestato gli abitanti del territorio la loro insoddisfazione per la situazione ambientale locale.

Si manifestavano due effetti spesso presenti nei nostri distretti:

- l'effetto dell'aggregazione delle imprese, per cui la situazione ambientale diventa insostenibile anche se, prese singolarmente, le aziende rientrano nei limiti stabiliti dalle normative;
- la rottura del patto sociale basato sullo scambio tra inquinamento e miglioramento economico che ha favorito a suo tempo la genesi del distretto.

Era chiaro fin dall'inizio che qualsiasi soluzione si fosse trovata, questa si sarebbe dovuta accordare con un quadro strategico appropriato per l'area (approccio territoriale). Inoltre, dall'esame delle amministrazioni coinvolte nell'area, era chiaro che esisteva una situazione di potenziale conflitto tra la Provincia ed alcuni Comuni del distretto, ciò che avrebbe potuto inficiare l'efficacia di qualsiasi soluzione si fosse trovata.

Le risposte dell'intervento sono state le seguenti:

- creazione di una grande banca dati territoriale, come conseguenza di un'approfondita analisi ambientale e di sostenibilità del territorio;
- sviluppo di strumenti che permettessero di sviluppare tutte le potenzialità derivanti dall'informazione raccolta; questi strumenti sono serviti a determinare le politiche di sostenibilità e poi i target ambientali;
- creazione di un'Agenzia per il Territorio, cui partecipano Provincia e Comuni, per governare il territorio da un punto di vista ambientale e di sostenibilità; in questa agenzia sono presenti tutti i rappresentanti degli *stakeholder* per poter ridurre anche la conflittualità pubblico-privato;
- grande coinvolgimento della popolazione nel progetto e negli obiettivi di progetto, con organizzazione di un referendum sulle scelte progettuali; larga diffusione delle informazioni ambientali alle imprese e coinvolgimento delle stesse nella condivisione del programma ambientale. Ciò ha permesso poi di diffondere l'uso di materie prime alternative nel processo di verniciatura, con risoluzione del problema ambientale più grave del territorio, quello determinato dall'emissione dei solventi.

In questo caso, la discontinuità è originata da un cambiamento di relazioni tra *stakeholder* attivi sul territorio, attraverso la creazione dell'Agenzia. Altre ottimizzazioni di territorio sono da attendersi in futuro, adesso che la politica ambientale dell'area ha una sua univoca definizione e una sua uniforme applicazione.

Verso un modello di Ricerca e Sviluppo Tecnologico Sostenibile

Gli interventi ENEA nei distretti sono stati effettuati in un contesto che risultava

molto diverso da quello attuale, caratterizzato da una crisi latente dei sistemi distrettuali, in seguito agli effetti di ciò che viene generalmente inteso con la parola globalizzazione. In effetti, la realizzazione, per il nostro Paese, di percorsi di sostenibilità appare attualmente difficoltosa: ciò solo in parte per l'assenza di approcci, metodologie e strumenti di intervento consolidati e standardizzati, ma per l'assenza stessa dello sviluppo. La prospettiva attuale appare rovesciata rispetto a quella di alcuni anni fa: non si deve andare alla ricerca di modalità di intervento che qualifichino lo sviluppo come sostenibile ma, al contrario, comprendere come gli strumenti e le metodologie sperimentate nei percorsi di sostenibilità possano contribuire ad alimentare un percorso di sviluppo. In particolare costruire opportunità di sviluppo locale per un distretto, in un momento in cui la crisi vissuta dal nostro sistema produttivo ha, secondo gli studiosi, forti componenti strutturali, implica la modifica della struttura distrettuale. L'intervento territoriale, in queste condizioni, non potrà limitarsi a "disciplinare" ambientalmente un territorio, ma servirà a scegliere quali caratteristiche del territorio distrettuale mantenere, quali valorizzare e sviluppare, quali modificare.

Gli interventi tesi a reagire alla crisi strutturale devono quindi confrontarsi con il mondo attuale; quelli che avranno successo, cioè che permetteranno un'evoluzione dei sistemi locali, dovranno avere come effetto un'apertura e una maggiore interazione del sistema territoriale col sistema globale. Ne consegue che una delle caratteristiche da abbandonare sia quella chiusura che alcuni autori descrivono come tipica del sistema distrettuale²³. Del resto, intendere la sostenibilità come proprietà emergente dei sistemi territoriali implica affermare che solamente con l'attivazione e il coinvolgimento di tutte le forze locali una tale condi-

zione possa realizzarsi, non significa escludere tipologie di intervento sovraordinate rispetto la dimensione locale. Tra gli interventi che possono “aprire” il sistema distrettuale vanno privilegiati quelli che possono aumentare l’efficienza del sistema; inoltre a livello di investimenti produttivi il sistema locale deve essere pronto ad investire all’esterno, purché questi interventi non si configurino come sterili delocalizzazioni per ricercare esclusivi vantaggi di costo; il distretto deve essere anche pronto ad attirare investimenti provenienti dall’esterno. La realizzazione di tali attività è normalmente raggiunta applicando tecniche di *marketing territoriale*²⁴; questo è uno degli elementi che devono integrare e completare un percorso di sviluppo sostenibile per far ripartire lo sviluppo nei nostri sistemi produttivi locali. L’integrazione è necessaria perché il *marketing territoriale* è uno strumento in grado di attivare azioni tese a sviluppare economicamente un territorio, ma non in grado di qualificare, dal punto di vista della sostenibilità, le azioni intraprese. Questo strumento ha una forte componente strategica, ma ciò è condizione necessaria, non sufficiente, nell’elaborazione di politiche di sostenibilità. Nel metodo sperimentato da ENEA, l’elemento strategico per arrivare alla definizione delle politiche sostenibili utilizza i metodi dell’Agenda 21 locale, perché tale processo è tarato appositamente per l’elaborazione di politiche locali di sostenibilità. Dove può essere rinvenuta una funzione aggiuntiva per il marketing territoriale, rispetto un percorso Agenda 21, è nell’idoneità sostanziale di questo strumento a garantire l’apertura dei network distrettuali, e inoltre un più forte legame tra l’imprenditoria locale e altre istituzioni del territorio (ad esempio, ma non solo, le Università). Nei distretti diviene oggi fondamentale una forte attenzione alle politiche di ricerca e sviluppo tecnologico, che servono alla componente industriale, ma che

sono in grado di innescare processi di sviluppo anche in altri settori produttivi. Tenuto conto delle esperienze ENEA, e di alcune necessarie integrazioni, si possono proporre alcuni elementi che si ritengono necessari per realizzare, nell’attuale contesto, percorsi di sviluppo sostenibile del territorio distrettuale.

- *Attivazione, partecipazione, coinvolgimento.* È necessario poter realizzare la massima attivazione di tutte le forze presenti sul territorio. Si dimostra, in base all’esperienza diretta e alla ricca letteratura distrettuale, come il modello distretto sia in grado potenzialmente di realizzare una tale attivazione. L’incremento, ad ogni livello, dei network formali e informali, deve accompagnarsi a una profonda condivisione della visione futura del territorio. Non si sta qui riducendo la questione ad un’attività di comunicazione fra tutti gli attori distrettuali: è necessario intraprendere un vero e proprio percorso di *sense making* del territorio e delle attività che vi si svolgono. Per poter individuare percorsi di lungo periodo, è necessario poter considerare ogni aspetto della dimensione locale della sostenibilità fin dai primi passi dell’elaborazione di un piano d’azione per il cambiamento. Si dovrebbe arrivare ad un vero e proprio Patto di Sostenibilità che coinvolga tutti gli attori del territorio, che serva a definire le politiche e i principi alla loro base come elementi condivisi dall’intera popolazione, e che serva a creare in tutta la popolazione una vera e propria tensione morale nel raggiungimento degli obiettivi. È da considerare che un percorso di sostenibilità comporta necessariamente tempi lunghi, e necessita dell’approvazione dei cittadini.
- *Ristrutturazione dell’informazione e disponibilità di DSS.* Impostando l’analisi distrettuale a partire dalla componente ambientale-ecologica, bisogna

ricercare e valorizzare le iniziative in grado di introdurre perturbazioni e discontinuità di prodotto, processo e territorio che inneschino il percorso di sostenibilità distrettuale. Contemporaneamente va realizzata una ristrutturazione dell'informazione disponibile perché spesso, è inutile, incompleta, basata essenzialmente sulle singole sorgenti inquinanti o sui settori. La nuova informazione, trasversale e territorializzata, deve alimentare la creazione di indicatori sintetici e strumenti di sviluppo sostenibile che possano essere in grado di monitorare l'evoluzione della situazione e permettano le simulazioni sul futuro del sistema territoriale. È la ristrutturazione dell'informazione e la disponibilità di strumenti di supporto alle decisioni che permettono di semplificare le procedure di gestione. Questi strumenti sono molto complessi, perché devono tener conto della multidimensionalità della sostenibilità, che significa introdurre accanto a valutazioni ingegneristiche, concetti economici e sociali, spesso difficilmente quantificabili o di ambiguo significato²⁵, ma il loro sviluppo resta essenziale per massimizzare gli effetti degli interventi di sostenibilità; questi strumenti, oltre a monitorare la situazione, devono poter generare scenari che tengano conto di gran parte o di tutte le variabili del territorio. Ad esempio, nell'analisi distrettuale è molto importante l'identificazione delle competenze presenti sul territorio per identificare i possibili percorsi di sviluppo e soprattutto la realizzazione di una coerente politica della conoscenza, così come la pianificazione di ristrutturazioni delle attività economiche presenti sul territorio.

- *Dimensione scientifico-tecnologica e multisettorialità del cambiamento.* Il cambiamento della struttura del territorio deve essere finalizzato alla rea-

lizzazione di percorsi di sviluppo sostenibile. Tali interventi vanno condotti con approccio euristico, inseguendo attivamente la realizzazione di soluzioni tecnologiche innovative che possano scaturire dalla partecipazione e dal coinvolgimento di ogni forza presente sul territorio: le università, gli istituti di ricerca, le industrie, i servizi, l'agricoltura. Tutti gli elementi presenti sul territorio devono attivarsi nella produzione e nella diffusione intersettoriale dell'innovazione tecnologica. Bisognerebbe creare una vera e propria fertilizzazione incrociata tra settori diversi, in alternativa a quella tradizionale tra imprese dello stesso settore. Bisogna inoltre studiare in che modo tecnologie di frontiera potrebbero essere integrate nei prodotti e nei processi tradizionali: per ottenere ciò è necessaria una grande integrazione tra centri di ricerca e imprese, o tra centri di ricerca ed enti imprenditoriali e camerali intermedi. Queste attività sono costose e rischiose e non possono essere più finanziate solamente con fondi pubblici: ne segue che risulta fondamentale, quindi, sviluppare capacità di reperimento di fondi nazionali e internazionali, in primo luogo europei o di inventare nuovi modi di finanziamento locale (autotassazione delle aziende di tutto il distretto per la soluzione di problemi comuni ecc.). In questa ottica probabilmente bisogna cambiare l'approccio alla ricerca che, date le dimensioni aziendali medie, non può essere svolta da imprese singole. Gli investimenti in R&S dovrebbero essere sottoposti sempre ad analisi di sostenibilità e prevedere una maggiore diffusione e integrazione di tecnologie nuove nei prodotti tradizionali: in questo senso si può parlare di un modello di realizzazione della soste-

nibilità attraverso un forte orientamento alla ricerca e sviluppo tecnologico (Research and Sustainable Technological Development), sia per le attività di ricerca, sia per un'auspicabile diffusione di tecnologie dell'informazione²⁶ ecc.

- *Apertura del sistema verso l'esterno.* Il sistema distrettuale (territoriale) deve essere in grado di aprirsi verso l'esterno. Tale apertura è da intendersi sia riguardo alla possibilità di inserirsi nelle reti internazionali della conoscenza, sia a livello di investimenti produttivi. Altra possibilità di apertura consiste in una maggiore integrazione del sistema distrettuale con livelli analoghi o sovraordinati. Tra gli obiettivi dell'integrazione non va dimenticata l'integrazione spaziale dei sistemi di gestione territoriale. Nella realizzazione di questi obiettivi il marketing territoriale si qualifica come una componente strumentale al processo di costruzione della sostenibilità per il sistema locale e di una eventuale valorizzazione degli interventi di rivitalizzazione.

Per informazioni:

flaviano.damico@casaccia.enea.it

Bibliografia

1. BECATTINI G. (1979), *Dal settore industriale al distretto industriale. Alcune considerazioni sull'unità d'indagine dell'economia industriale*, Rivista di Economia e Politica Industriale, n.1.
2. VIESTI G. (2000), *Come nascono i distretti industriali*, Laterza, Roma-Bari.
3. MARSHALL A. (1920), *Principles of Economics*, Macmillan, London.
4. BECATTINI G. (1998), *Distretti industriali e made in Italy – Le basi socio-culturali del nostro sviluppo economico*, Bollati Boringhieri, Torino.
5. BERTALANFFY L. VON (1968), *Teoria generale dei sistemi*, Mondadori, Milano.
6. D'AMICO G. (2005) *Le isole della sostenibilità: rivitalizzare lo sviluppo dei sistemi territoriali. I distretti industriali di Manzano, Murano ed Arzignano*. Tesi di laurea Università Commerciale L. Bocconi. Milano.
7. BAGNASCO A., TRIGILIA C. (1984), *Società e politica nelle aree di piccola impresa: il caso di Bassano*, Arsenale Editrice, Venezia.
8. RULLANI E. (1997), *Più locale e più globale: verso un'economia post-fordista del territorio*, in Bramanti A., Maggioni M.A. (1997), a cura di, *La dinamica dei sistemi produttivi territoriali: teorie, tecniche, politiche*, Franco Angeli, Milano.
9. IRALDO F. (2002), *Ambiente, impresa e distretti industriali*, Franco Angeli, Milano.
10. KRUGMAN P. (1991), *Geography and Trade*, The MIT Press, Boston.
11. BECATTINI G., RULLANI E. (1993), *Sistema locale e mercato globale*, Economia e Politica Industriale, n. 80.
12. BRESSO M. (1993), *Per un'economia ecologica*, Nuova Italia Scientifica, Roma.

Conclusioni

I distretti italiani possono diventare le "isole della sostenibilità" ipotizzate da Wallner. A ciò concorre la limitatezza del territorio distrettuale, l'esistenza diffusa di *network*, una crescente domanda sociale di miglioramento ambientale e la consapevolezza crescente che gli effetti di comportamenti insostenibili (congestione), possono neutralizzare i vantaggi economici derivanti dalla forma distrettuale. Soprattutto nell'attuale contingenza, bisogna però interpretare l'espressione sviluppo sostenibile in senso letterale, non dimenticando l'importanza della parola sviluppo. In tale ottica la sostenibilità dei territori andrebbe interpretata enfatizzando la serie di azioni in grado di far ripartire lo sviluppo nei nostri distretti. Tali azioni dovranno essere caratterizzate da una maggior apertura del distretto verso l'esterno, e non possono essere gestite senza disporre di strumenti di supporto alle decisioni sempre più sofisticati: l'elaborazione, lo sviluppo e la sperimentazione di questi strumenti potrebbero risultare un'interessante linea di ricerca per ENEA, in grado di dare origine anche a ritorni commerciali.

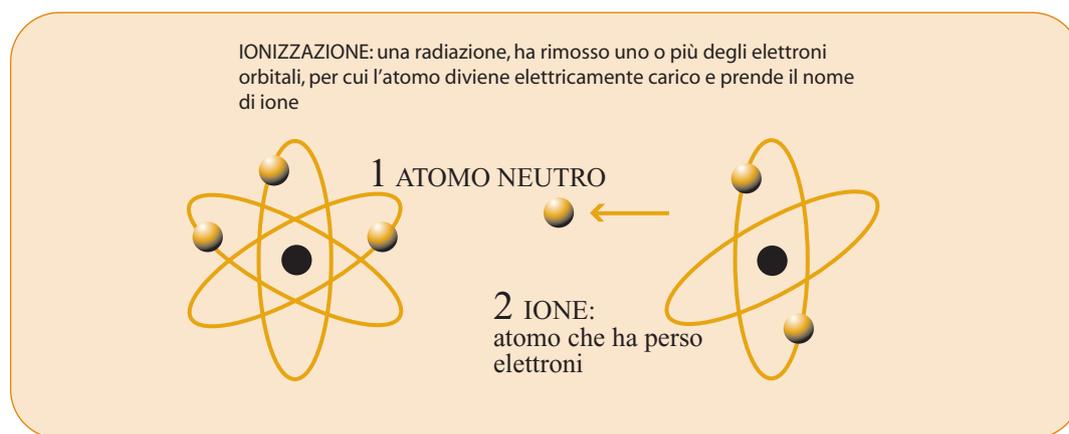
13. PORTER M. E., VAN DER LINDE C. (1995), *Green and Competitive: ending the stalemate*, Harvard Business Review, Sept-Oct.
14. ICLEI (1997), *Local Agenda 21 Survey. A Study of Responses by Local Authorities and Their National and International Associations to Agenda 21*, Toronto.
15. WALLNER H. P. (1999), *Towards Sustainable Development of Industry: Networking, Complexity and Eco-clusters*, Journal of Cleaner Production, n. 7.
16. D'AMICO G., VELARDI M., D'AMICO F. (2006) *Ottimizzazione di processo e prodotto tramite l'approccio territoriale*, Atti del XII Congresso Nazionale di Scienze Merceologiche Roma.
17. ORLIKOWSKI WJ. (1992), *The Duality of Technology: Rethinking the Concept of Technology in Organizations*, Organization Science, Vol.3, n.3, agosto.
18. RULLANI E. (1985), *Territorio e informazione: i sistemi locali come forma di organizzazione della complessità*, Economia e Politica Industriale, n. 45.
19. D'AMICO F., BULEANDRA M.M., VELARDI M., TANASE I. (2005) *Industrial Ecology Application: Murano case*, Proceedings of the 11th Annual International Sustainable Development Research Conference, Helsinki.
20. D'AMICO F, BULEANDRA M. M., VELARDI M., TANASE I., *Strumenti per politiche di sostenibilità territoriale*, (2006) Energia, Ambiente, Innovazione, gennaio-febbraio.
21. KORHONEN J.F, VON MALMBERG P.A., STRACHAN J.R., EHRENFELD J., R. (2004), *Editorial: Management and Policy Aspects of Industrial Ecology: an Emerging Research Agenda*, Business Strategy and the Environment, 13(5):289-305.
22. BULIAN,F, D'AMICO,F, SPERANZA,A., TIBERIO,M., *Distretto della Sedia. Gli aspetti ambientali e le migliori tecnologie 2002*. CATAS.
23. BIGGIERO L. (1998) *Italian Industrial Districts: An Evolutionary and Institutionalist View*, Conference on the Future Location of Research in a Triple Helix of University-Industry-Government relations, New York.
24. CAROLI G. M., (1999) *Il marketing territoriale*, Franco Angeli, Milano.
25. HELIAS, A., UDO DE HAES, REINOUT HEIJUNGS, SANGWON SUH AND GJALT HUPPES, 2004. *Three strategies to Overcome the Limitations of Life-Cycle Assessment*, Journal of Industrial Ecology, Vol.8, n. 3.
26. PISCITELLO L., SGOBBI F. (2004), *Globalisation, E-Business and SMEs: Evidence from the Italian District of Prato*, Small Business Economics, 22.

Radiazioni ionizzanti per la radioterapia

Atomi e ioni

L'atomo rappresenta la più piccola parte di un elemento che mantiene le caratteristiche atomiche dell'elemento stesso. È composto da un nucleo e da particelle più leggere, gli elettroni, che possiedono carica elettrica negativa. Nella rappresentazione classica, gli elettroni ruotano attorno al nucleo su orbite definite. Il nucleo è a sua volta formato da protoni, elettricamente positivi, e da neutroni, elettricamente neutri. In un atomo neutro il numero di protoni eguaglia il numero di elettroni.

La ionizzazione è il fenomeno secondo il quale, per una causa esterna (per esempio una radiazione), in un atomo vengono rimossi uno o più elettroni; l'atomo diviene elettricamente carico e prende il nome di ione. A volte l'atomo può trovarsi in uno stato eccitato (metastabile) e per raggiungere la struttura stabile rilascia energia sotto forma di radiazione.



Le radiazioni ionizzanti

Sono radiazioni elettromagnetiche la luce, i raggi infrarossi, i raggi X, i raggi gamma: solo queste ultime due categorie sono però ionizzanti.

Sia i raggi X che i raggi gamma interagiscono con la materia tramite l'effetto fotoelettrico, l'effetto Compton e la creazione di coppie. Nei primi due processi, l'atomo viene privato di un elettrone; con il terzo si ha la formazione di una coppia elettrone-positrone.

Le particelle ionizzanti cariche sono particelle dotate di una certa massa che viaggiano a velocità prossime a quella della luce. Sono particelle ionizzanti gli elettroni (radiazione β^-), i positroni (radiazione β^+), i protoni, le particelle alfa, i pioni ed i muoni. Tutte queste particelle esistono o sono continuamente prodotte in natura. I neutroni sono particelle neutre e possono essere termici, veloci e di alta energia.

Le sorgenti di radiazioni

Le radiazioni ionizzanti provengono dall'ambiente terrestre (radiazione cosmica e radioattività naturale) o possono essere prodotte artificialmente da:

- apparecchiature usate per scopi medici, come gli apparecchi a raggi X per radiografia e radioscopia, cobalto e betatroni per la radioterapia ecc.;
- macchine e apparecchiature per uso scientifico, quali gli acceleratori, usati per l'irradiazione di materiali biologici, per la determinazione di difetti nelle saldature e nelle strutture di fusione;
- reattori nucleari, per scopo scientifico o per la produzione di energia elettrica; essi consentono la produzione degli isotopi radioattivi usati in medicina.

La radioterapia

La radioterapia rappresenta una delle possibili cure per sconfiggere un tumore o per attenuare l'intensità dei sintomi che esso causa. Essa utilizza radiazioni ionizzanti di elevata energia, che possono essere prodotte da sostanze radioattive o da macchine. Le radiazioni distruggono le cellule tumorali e riducono le dimensioni del tumore anche fino alla sua scomparsa.

Circa la metà dei malati è trattata con la radioterapia. Per quanto riguarda la denominazione, radioterapia, trattamento radioterapico, terapia radiante sono sinonimi; talvolta si possono usare termini che specificano il tipo di radioterapia (terapia con raggi X, cobaltoterapia, terapia con acceleratore lineare, terapia con elettroni, terapia con particelle pesanti, protonterapia, brachiterapia).

In tempi recenti, l'associazione della radioterapia alla chirurgia e alla chemioterapia ha reso possibile ottenere una maggiore percentuale di guarigioni, riuscendo anche a preservare del tutto o in parte l'organo interessato dalla malattia (mammella, laringe, colon e retto, arti superiori e inferiori ecc.).

Nei casi in cui ciò non sia possibile perché la malattia è troppo estesa, la radioterapia può servire per attenuare un sintomo quale il dolore o il sanguinamento, o per ridurre una grossa massa tumorale al fine di migliorare la qualità di vita del paziente.

Operando nella distruzione delle cellule tumorali, le radiazioni danneggiano anche le cellule sane e causano alcuni disturbi che i medici chiamano effetti collaterali. La moderna radioterapia ha, in gran parte, attenuato gli effetti collaterali del trattamento.

Le radiazioni ionizzanti utilizzate per la radioterapia sono erogate da macchine di diversa tipologia. Quelle attualmente più utilizzate sono l'acceleratore lineare e le macchine per la cobaltoterapia. Mentre queste ultime utilizzano fasci di radiazioni prodotte da una sostanza radioattiva chiamata cobalto 60, l'acceleratore lineare utilizza fasci di radiazioni X di varia energia o fasci di elettroni. Tali macchine sono impiegate nella radioterapia esterna.

Il trattamento radioterapico può essere effettuato anche collocando la sorgente radioattiva a diretto contatto con il tumore, in una zona raggiungibile facilmente dall'esterno (bocca, esofago, canale anale, utero, prostata, cute e sottocute), oppure in una zona resa accessibile mediante operazione chirurgica. In questo caso si parla di brachiterapia o curieterapia.

Negli ultimi anni la radioterapia ha avuto una grande evoluzione tecnologica, soprattutto grazie all'applicazione delle conoscenze e delle tecnologie informatiche.

Le tecniche più avanzate

- La *radioterapia conformazionale tridimensionale*, in cui il fascio di radiazioni è conformato (con dispositivi automatici o manualmente) per seguire i contorni della lesione da irradiare, in modo da ben delimitare il tumore o il letto tumorale (se vi è stato un intervento chirurgico) rispetto ai tessuti sani circostanti.
- La *radioterapia stereotassica*, eseguita con un acceleratore lineare dotato di collimatore con lamelle mobili, che focalizza le radiazioni ionizzanti nel volume da irradiare con un'alta precisione e si adatta bene a piccoli volumi. Inizialmente applicata solo all'encefalo, si usa attualmente per tutte le sedi corporee con adeguate caratteristiche.
- La *radiochirurgia con Gamma Knife* che, mediante un dispositivo dedicato (casco) che si fissa alla testa ed è dotato di tante piccole sorgenti di cobalto, consente di irradiare piccole lesioni cerebrali anche non tumorali in una unica seduta.
- Il *CyberKnife*, in cui con un acceleratore lineare con un braccio robotizzato, cui si uniscono movimenti del lettino con particolari centratori, è possibile centrare con grande accuratezza il volume da irradiare.
- La *radioterapia ad intensità modulata del fascio* che consente un risparmio maggiore di organi vicini ed è adatta a irradiare lesioni dai contorni molto irregolari. Essendo una tecnica molto complessa, è utilizzata in casi selezionati.
- La *radioterapia intraoperatoria*, in cui un acceleratore lineare eroga un fascio di elettroni direttamente nel letto tumorale dopo che il tumore è stato rimosso dal chirurgo. La radioterapia consta di un'unica seduta.
- La *terapia radiometabolica*, che sfrutta le radiazioni di un elemento radioattivo o di un farmaco reso radioattivo, attraverso il legame con un radioelemento. Rappresenta, insieme con la PET (tomografia a emissione di positroni), l'area delle medicina nucleare che più si sta affermando per i risultati conseguiti in campo oncologico.

Emilio Santoro
emilio.santoro@casaccia.enea.it

Heidegger, la tecnica e la crisi ambientale (I)

A cura di
FAUSTO BORRELLI

scienza, tecnica,
storia & società

La crisi ambientale sta cominciando a manifestarsi su scala planetaria e può essere compresa nelle sue radici profonde alla luce delle riflessioni sulla tecnica di Martin Heidegger. Questione della tecnica e questione ambientale sono due aspetti inscindibili di un unico problema

Heidegger, technics and the environmental crisis (I)

The environmental crisis is beginning to reveal itself today on the global scale, and its deep roots can be understood in light of Martin Heidegger's reflections on technics. The technics issue and the environmental issue are two inseparable aspects of a single problem

In un articolo pubblicato su questa rivista nel 1989, il pensiero di Martin Heidegger (1889-1976) era stato messo in rapporto con l'incipiente crisi ambientale - allora più prevista che reale - per cercare di individuarne le radici profonde.

A diciassette anni di distanza da quell'articolo, lo stesso tema viene ripensato oggi quando la crisi ambientale è più reale che prevista.

Non occorre sottolineare quanto intricato ed esteso sia il tema in questione. Un articolo breve, nel migliore dei casi, può limitarsi a districare alcuni fili e questa scelta può essere anche influenzata da propensioni soggettive. Queste fonti di errore devono essere tenute in debito conto.

“Esercizi di ammirazione”

La crisi ambientale, che si sta manifestando oggi su scala planetaria, può essere compresa nelle sue radici profonde riallacciandosi alle riflessioni sulla essenza della tecnica di Martin Heidegger.

Pensate in un clima culturale lontano da quello della crisi ambientale, queste riflessioni rappresentano la più radicale messa in guardia del nostro tempo nei confronti della tecnica moderna; in particolare, nei confronti di quegli “esercizi di ammirazione” verso le tecnologie avanzate che - in piena crisi ambientale di origine tecnoantropica - accompagnano la crescita dell'economia mondiale che è solo agli inizi; solo agli inizi perché i giganti asiatici devono ancora irrompere a pieno sulla scena dello sviluppo planetario.

Il problema dei problemi: la crisi ambientale

Le meditazioni di Heidegger sono difficili e anche oscure. Ma se queste meditazioni aiutano a comprendere il perché del

“problema dei problemi” che oggi incombe - la crisi ambientale - vale la pena di affrontarle.

Le opere di Martin Heidegger che abbiamo ripreso liberamente in questo articolo sono soprattutto: “La questione della tecnica”, conferenza tenuta a Monaco presso la Technische Hochschule, nel 1953, alla presenza di filosofi, scienziati, e teologi, fra cui ricordiamo Romano Guardini e Werner Heisenberg (pubblicata in Italia nel volume di Martin Heidegger “Saggi e discorsi”, Edizioni Mursia, Milano (1979), traduzione di G. Vattimo); e “Intervista di Heidegger a Der Spiegel” del 1966 (pubblicata postuma) nella traduzione di A. Martini.

Clima e ambiente 2006

Per dare appena un'idea dell'attuale situazione climatica e ambientale riportiamo alcuni dati generali.

Giugno 2006, la “National Academy of Science” rende noti i risultati di una ricerca sul clima commissionata dal congresso degli Stati Uniti nel 2005: gli ultimi trent'anni sono stati i più caldi della storia. La causa è indicata, senza riserve, nelle attività tecnoantropiche a livello planetario.

Giugno 2006, la “National Science Foundation” rende noti i risultati di una sua ricerca: il riscaldamento globale è la causa di almeno metà degli uragani che hanno sconvolto il Nordatlantico nel 2005.

2006, Riccardo Petrella, docente di Mondializzazione alla Università Cattolica di Lovanio, traccia un quadro attualissimo e impressionante dei catastrofici mutamenti ambientali a livello planetario, riconducibili alle attività tecnoantropiche degli ultimi decenni (“La terra è un bene comune”, in “Per una geografia della morale”, a cura di Christian Marinotti).

2006, esce in Italia “Collasso” di Jared Diamond - ricercatore multidisciplinare alla

UCLA – in cui sono messi in luce i “meccanismi tecnoantropici” attivi nella scomparsa delle società passate. Diamond ha rilasciato una intervista sul futuro del pianeta alla rivista “Le magazine littéraire”, n. 455 (luglio-agosto 2006); in “Energia, Ambiente e Innovazione” (2/2006), si veda la recensione di “Collasso”.

Novembre 2006. Dal Vertice mondiale sul clima di Nairobi arrivano preoccupanti notizie sul rapido surriscaldamento climatico planetario (di origine tecnoantropica) nei prossimi decenni.

Tecnica: fenomeno centrale del mondo moderno

Verso la metà degli anni 30 del secolo scorso, cioè a quasi dieci anni dalla pubblicazione della sua opera fondamentale “Essere e tempo” (1927), Heidegger avvertì l’esigenza meditativo-filosofica di pensare la tecnica che si veniva configurando come il fenomeno centrale del mondo moderno; e di pensare la tecnica come rischio supremo per l’uomo, in analogia al tema della possibilità della morte imminente nell’orizzonte finito delle possibilità umane.

Notevole influsso – come richiamo ad osservare il devastante irrompere della tecnica moderna nelle società tradizionali – Heidegger lo ricevette da Romano Guardini (1885-1968), Oswald Spengler (1880-1936) e dai fratelli Ernst e Friedrich Jünger (1895-1998 e 1898-1977).

Quello della tecnica è stato un tema centrale, tormentato e di importanza crescente per Heidegger e le sue meditazioni sulla tecnica cominciano ad essere comprese nella loro portata reale soltanto oggi.

Nel corso degli anni il filosofo non si stancava di ripetere che “il movimento planetario della tecnica moderna è una potenza la cui grandezza, storicamente de-

terminante, non può essere in alcun modo sopravvalutata”.

“Ormai solo un dio ci può salvare”

Del resto, la famosa invocazione di Heidegger del 1966, “ormai solo un dio ci può salvare”, è l’invocazione a un dio sconosciuto e contumace, particolarmente amara se si tien conto che proviene da chi rimpiange con Hölderlin la definitiva sparizione degli dei dall’Olimpo e da chi ha dedicato le sue meditazioni alla enigmatica sentenza di Nietzsche: “Dio è morto”.

La constatazione heideggeriana dell’impensabilità dell’età della tecnica provoca l’insorgere della questione fondamentale del nostro tempo: se non riusciamo a comprendere ciò che ci sta accadendo immensamente vicino e che ci coinvolge completamente, non vuol dire forse che il rischio per l’uomo e per l’ambiente – cioè l’avvento del nichilismo nella forma di dominio onnipervasivo della tecnica – sia ormai un destino compiuto?

Nel quadro di questi interrogativi, assumono oggi enorme rilievo le meditazioni di Heidegger sulla essenza della tecnica moderna.

L’età della tecnica è soltanto agli inizi

Per Heidegger, il nostro modo di pensare non offre più alcuna possibilità di fare esperienza – col pensiero – dell’età della tecnica che è solo al suo inizio.

Al pensiero, quindi, si presenta un compito immane perché “al segreto della strapotenza planetaria dell’essenza della tecnica, corrisponde il non apparire del pensiero che tenta di pensare questo impensabile”.

Sarebbe vano chiedere aiuto alla scienza perché – per Heidegger – “la scienza non pensa”; e non pensa non perché non usa

il pensiero, ma perché, per il suo modo di procedere, non può pensare nel modo in cui pensa il pensiero meditativo; e per la scienza è necessario che sia così.

Ancora più vano – continua Heidegger – sarebbe chiedere aiuto alla tecnica, perché la tecnica di sé stessa non sa nemmeno dove sta di casa.

L'inquietante – osserva Heidegger – non sta nel fatto che il mondo si stia trasformando in un dominio della tecnica. L'inquietante sta nel fatto che l'uomo non è preparato a questo mutamento; siamo cioè incapaci di stabilire un confronto adeguato con ciò che di nuovo, potente e ambiguo sta emergendo nella nostra epoca.

L'impensabilità della tecnica moderna

Nell'ampio orizzonte del suo pensiero che però converge verso il tema della impensabilità della tecnica moderna, Heidegger si è dedicato al compito di pensare la tecnica nel periodo che va dalla metà degli anni 30 al 1953 – anno della famosa conferenza su: "La questione della tecnica", tenuta alla Technische Hochschule di Monaco di Baviera.

In questa conferenza, Heidegger, con il suo domandare martellante, attacca frontalmente il problema del dominio invasivo della tecnica moderna e del suo significato.

Dal 1953 al 1974, Heidegger è tornato più volte sullo stesso tema per ribadire la preoccupazione per l'espandersi del dominio onnipervasivo della tecnica e per l'inadeguatezza del pensiero a pensare questo dominio.

Egli avvertiva che, pur essendosi incamminato sul giusto sentiero non poteva andare molto avanti; poteva indicare solo una direzione di marcia che non era quella "trionfale" della tecnica moderna. Nasce così il "domandare" di Heidegger sul significato dell'essenza della tecnica moderna.

"A-létheia" = "dis-velamento"

Per cercare di dare una risposta alla domanda sull'essenza della tecnica – dice Heidegger – bisogna stabilire un rapporto libero con la tecnica, sgombro cioè da idee precostituite.

Non possiamo stabilire questo libero rapporto con la tecnica fino a che ci limitiamo a praticare la tecnica, ad accettarla con rassegnazione, ad esaltarla oppure a disprezzarla.

Ma – osserva Heidegger – saremmo ancor più in suo potere se considerassimo la tecnica come qualcosa di "neutrale". Questo – sottolinea Heidegger – ci renderebbe ciechi di fronte alla essenza della tecnica, perché la tecnica non è mai neutrale.

Spesso accade che, alla domanda: cosa è la tecnica?, si risponda che la tecnica è un'attività dell'uomo che crea dei mezzi in vista di fini.

Questa è la comune "definizione strumentale" della tecnica. Essa è straordinariamente esatta, osserva Heidegger, ma l'esattezza non necessariamente è verità; bisogna andare oltre l'esattezza.

Chiediamoci piuttosto: cosa è la strumentalità? Risposta: la strumentalità è ciò mediante cui qualcosa è "dis-velata".

La strumentalità fa sì che qualcosa passi dalla "non presenza" alla "presenza".

Ma – osserva Heidegger – il passare dalla "non presenza" alla "presenza" appartiene all'ambito di ciò che i greci chiamavano "alétheia" = "disvelamento".

"A-létheia" ("dis-velamento") sarà reso in latino con "veritas", termine che occulta proprio l'etimologia essenziale della parola greca "a-létheia" ("dis-velamento"). Il latino "veritas" avrà come garanti sia il principio di non-contraddizione, sia la "adequatio intellectus rei". "A-létheia" non ha questi garanti. Su ciò Werner Heisenberg – presente in sala a Monaco di Baviera nel 1953 – probabilmente annuiva.

Anche l'étimo della parola "téchne" ci porta nel mondo del "dis-velamento"; "téchne" in greco vuol dire all'incirca: "intendersene", "saperci fare".

Tecnica antica e tecnica moderna

Contro questa interpretazione della tecnica come "dis-velamento" – si chiede Heidegger – si potrebbe obiettare che si adatta solo al pensiero greco o al massimo alla tecnica artigianale, ma che non si adatta alla tecnica moderna basata sulle scienze.

Ma – controreplica Heidegger – ci si è resi anche conto che proprio la fisica più avanzata dipende in modo decisivo da apparecchiature tecniche sofisticate e dal continuo "avanzamento" nella costruzione di tali apparecchiature, come ad esempio i giganteschi acceleratori di particelle, i megacomputer per simulazioni ecc.

Il "disvelamento" come essenza della tecnica vale quindi sia per la tecnica antica, sia per la tecnica moderna.

Ma allora in che cosa consiste la loro differenza?

Il disvelamento effettuato dall'imposizione della tecnica moderna è una provocazione della natura, la quale viene "forzata" a fornire "qualcosa". Ad esempio, energia che come tale possa essere estratta e accumulata.

Ma questo non valeva anche per l'antico mulino a vento?

No, risponde Heidegger; le sue pale giravano sì spinte dal vento ed erano dipendenti dal suo spirare. Ma l'antico mulino a vento non metteva a disposizione le energie delle correnti aeree al fine di accumularle.

Il Reno, la centrale elettrica e il contadino

La centrale idroelettrica non è costruita sul Reno come l'antico ponte di legno che da secoli unisce una riva all'altra.

Oggi è il fiume che è incorporato nella costruzione della centrale. Il Reno è ciò che ora – come fiume – è: produttore di forza idrica come conseguenza dell'essere della centrale elettrica. Il Reno poi è diventato oggi anche una "cosa da impiegare" per le escursioni di turisti organizzate dall'industria delle vacanze.

Il Reno, per Heidegger, oggi è sempre meno quello che, come fiume, era nell'inno di Hölderlin che porta il suo nome.

La stessa cosa avviene con la terra che un tempo il contadino coltivava, quando coltivare voleva ancora dire accudire e curare. L'opera del contadino non provoca la terra del campo. Nel seminare il grano, il contadino affida le sementi alle forze di crescita della natura e veglia sulla loro crescita.

Oggi, invece, la coltivazione dei campi è stata presa nel vortice di un modo di coltivazione completamente diverso, quello che precetta la natura nel senso della "provocazione" violenta,

Il contadino non coltiva e accudisce più il campo. Il contadino – diventato "tecnico iperspecializzato" addetto al funzionamento di macchine gigantesche – fa muovere queste macchine (estranee alla natura) che compiono soltanto operazioni meccaniche programmate su spazi immensi e desolati. L'agricoltura è diventata industria meccanizzata dell'alimentazione.

Il rapporto non è più fra uomo e natura, ma fra macchina e natura.

Questa problematica è sotto il segno di quella analoga di "Der Arbeiter" (1932) di Ernst Jünger che Heidegger ben conosceva.

La tecnica moderna come provocazione violenta della natura

Per Heidegger, il disvelamento della natura ottenuto con la tecnica moderna è una provocazione violenta della natura, e ciò che è così disvelato non viene subito usato in un impiego immediato ed esaustivo.

Anzi, ciò che viene disvelato – sottolinea Heidegger – viene lasciato lì al suo posto per un impiego differito nel tempo.

Il “disvelato” dalla tecnica moderna si trasforma così in uno sterminato “fondo per l'impiego” a livello planetario.

“Fondo per l'impiego” – per Heidegger – è una espressione che dice molto di più e di diverso dalle espressioni correnti di “provvista” o di “scorta”.

“Fondo per l'impiego” – avverte Heidegger – è nientemeno che il “modo di essere” che assume tutto ciò che – per opera del disvelamento provocante e violento della tecnica moderna – passa dalla “non presenza” alla “presenza”.

Avviene cioè che tutto il reale (e quin-

di tutta la natura) perda per l'uomo ogni altra possibile modalità di essere, diventando – soltanto e null'altro – che un immenso “fondo per l'impiego” a livello planetario per un uso indiscriminato differito nel tempo e nello spazio. Spengler (1880-1936) – anticipando Heidegger – aveva detto nel 1931: oggi non è più possibile guardare una cascata senza trasformarla immediatamente in kilowattora.

Nell'età della tecnica moderna il destino della natura sembra segnato, come quello della rana arlecchino.

Passiamo adesso alla crisi ambientale e al suo rapporto con il pensiero di Heidegger.

Fine della prima parte



dal **MONDO****Piano d'azione
per la sicurezza
energetica globale****A due astrofisici
il Nobel per la Fisica**

tica globale mediante azioni nei seguenti campi chiave:

- I • aumentare la trasparenza, la prevedibilità e la stabilità dei mercati mondiali dell'energia;
 - II • migliorare il clima per investimenti nel settore energetico;
 - III • migliorare l'efficienza energetica ed il risparmio di energia;
 - IV • diversificare il mix energetico;
 - V • rendere fisicamente sicure le infrastrutture energetiche critiche;
 - VI • ridurre la povertà energetica;
 - VII • affrontare il cambiamento climatico e lo sviluppo sostenibile.
- (...)

III • Migliorare l'efficienza energetica e il risparmio di energia

15. Energia risparmiata uguale energia prodotta, spesso rappresenta un'opzione più conveniente in termini economici, e più responsabile in termini ambientali, per soddisfare la crescente domanda di energia. Gli sforzi intrapresi per migliorare l'efficienza energetica e il risparmio di energia contribuiscono fortemente a ridurre l'intensità energetica dello sviluppo economico, rafforzando così la sicurezza energetica globale. Una maggiore efficienza energetica e la conservazione di energia riducono le pressioni sulle infrastrutture e, riducendo le emissioni di gas serra e di sostanze inquinanti, contribuiscono ad assicurare un ambiente più sano.

16. Intendiamo procedere con la tempestiva attuazione del Piano d'Azioni di Gleneagles. Abbiamo dato disposizioni ai nostri ministri interessati di continuare il Dialogo sul Cambiamento Climatico, sull'Energia Pulita e sullo Sviluppo Sostenibile, e di presentarne i risultati al Summit G8 del 2008. Chiediamo agli altri paesi, in particolare quelli in via di sviluppo con economie in rapida crescita, di aderire alle corrispondenti iniziative del G8. Tali risultati

possono essere significativi anche per il dialogo sulla collaborazione a lungo termine, nel quadro dell'UNFCCC, per affrontare il cambiamento climatico. Quelli fra i nostri paesi che hanno ratificato il Protocollo di Kyoto riconoscono il ruolo dei suoi meccanismi flessibili nel promuovere l'efficienza energetica. È importante coinvolgere il settore privato e altri soggetti interessati per conseguire questi obiettivi.

17. È importante, a questo riguardo, che la comunità internazionale adotti un approccio complessivo al risparmio energetico, all'efficienza energetica e all'estensione dei relativi sforzi, fra cui le migliori prassi, all'intera catena di valore dell'energia. A tale fine, ci impegneremo a:

- rafforzare ed elaborare il sistema di statistiche nazionali e multilaterali sull'efficienza energetica;
- considerare obiettivi nazionali quelli per ridurre l'intensità energetica dello sviluppo economico, da annunciare entro la fine dell'anno;
- per quanto riguarda i prodotti ad alta intensità energetica, incoraggiare lo sviluppo, l'ampliamento e l'attuazione di programmi per fornirli di etichette indicanti la loro efficienza energetica secondo le migliori prassi, e aumentare gli sforzi tesi ad adottare le più rigorose norme di efficienza energetica tecnicamente fattibili ed economicamente giustificate. I singoli paesi dovrebbero fissare tali norme tenendo conto delle condizioni nazionali. In questo contesto, le iniziative dell'AIE (Agenzia Internazionale dell'Energia) riguardanti la corrente in *standby* (l'iniziativa "1 Watt") e le norme di efficienza minima per i "set-top box" televisivi e per i televisori digitali, per l'illuminazione ad alta efficienza energetica e per i pneumatici ad alta efficienza di carburante sono pro-

**PIANO D'AZIONE
PER LA SICUREZZA
ENERGETICA GLOBALE**

Nell'annuale riunione dei G8 (Canada, Francia, Gran Bretagna, Germania, Giappone, Italia, Russia, USA), che si è tenuta a San Pietroburgo il 16 luglio, è stato affrontato il tema della sicurezza energetica globale.

Il Summit ha concordato una Dichiarazione, pubblicata nel precedente fascicolo di "Energia, Ambiente e Innovazione", e un Piano di Azione del quale riportiamo alcuni capitoli.

1. Confermiamo il nostro impegno ad attuare e portare avanti gli accordi raggiunti in materia energetica ai precedenti incontri dei Vertici del G8. Intendiamo migliorare la sicurezza energe-

mettenti e dovrebbero essere esaminate in maggiore dettaglio;

- adottare nei nostri paesi le misure, fra cui incentivi finanziari e fiscali, necessarie per promuovere le tecnologie ad alta efficienza energetica e per diffondere l'uso effettivo di quelle già disponibili;
- dare il buon esempio a livello nazionale adottando tecnologie e prassi ad alta efficienza energetica negli edifici pubblici e utilizzando risorse energetiche alternative per contribuire al loro funzionamento;
- rendere i cittadini più consapevoli dell'importanza e dei benefici dell'efficienza energetica e del risparmio energetico;
- incoraggiare le azioni adottate in questo campo dalle banche multilaterali per lo sviluppo, fra cui la BERS (Banca Europea per Ricerca e Sviluppo) e la Banca Mondiale;
- aumentare il coinvolgimento del Fondo Ambientale Mondiale (Global Environmental Facility) in progetti di efficienza energetica.

18. Inviteremo la Banca Mondiale, l'AIE e altre organizzazioni appropriate ad adoperarsi per migliorare le norme, i sistemi di etichettatura e le migliori prassi accettati a livello internazionale, nonché le campagne tese a promuovere la consapevolezza dei cittadini, coerentemente con i loro rispettivi mandati e vantaggi comparativi.

19. Come parte di un approccio integrato all'intero ciclo delle risorse, riaffermiamo il nostro impegno ad adottare misure complessive volte a ottimizzare il ciclo delle risorse nel quadro dell'Iniziativa delle 3 R (Ridurre, Riutilizzare, Riciclare). Nel portare avanti tali sforzi, fissaremo obiettivi opportuni che tengano conto della produttività delle risorse. Ci adopereremo inoltre al fine di aumentare

la consapevolezza dell'importanza dell'efficienza energetica e della salvaguardia dell'ambiente mediante attività sia nazionali che internazionali.

20. Nell'aumentare il risparmio di energia e l'efficienza energetica, rivolgeremo più attenzione al settore stesso dell'energia, che può contribuire significativamente a tale fine riducendo le perdite nella produzione e nel trasporto. Le nostre misure prioritarie in questo campo comprenderanno:

- aumentare il livelli ambientali e di efficienza nel trattamento degli idrocarburi;
- ridurre ai livelli minimi il *flaring* del metano ai pozzi e promuovere l'utilizzo del gas a ciò associato;
- migliorare le infrastrutture energetiche, anche riducendo al minimo le perdite di petrolio e di derivati del petrolio durante il trasporto nonché le emissioni di metano dai relativi sistemi;
- utilizzare il metano che sarebbe altrimenti rilasciato nell'atmosfera dalle miniere di carbone, dalle discariche e dalle attività agricole.

21. Poiché i due terzi del petrolio mondiale vengono consumati dal settore dei trasporti e il consumo di carburante aumenta più velocemente del consumo dell'energia in generale, rivolgeremo particolare attenzione a questo settore della domanda di energia. Per rendere i trasporti più efficienti dal punto di vista energetico e più avanzati dal punto di vista ecologico, intendiamo:

- condividere le prassi migliori per promuovere l'efficienza energetica nel settore dei trasporti;
- sviluppare programmi nei nostri rispettivi paesi, coerentemente con le circostanze nazionali, per incentivare l'adozione di veicoli efficienti, fra cui quelli a diesel pulito e gli ibridi, e l'introdu-

zione su vasta scala, ove opportuno, di sistemi efficienti di trasporto pubblico, basati su mezzi a diesel pulito e ibridi;

- promuovere la diversificazione di sistemi energetici per veicoli basati su nuove tecnologie, fra cui un ricorso rilevante ai bio-carburanti e un maggiore uso del metano compresso e liquefatto, nonché dei combustibili liquidi sintetici;
- promuovere un maggiore impiego di tecnologie, materiali e dispositivi moderni sui mezzi di trasporto tradizionali, al fine di rendere più leggeri, più aerodinamici e più efficienti i motori e altri componenti quali cambi, sterzi, pneumatici ecc.;
- aumentare le ricerche volte a sviluppare mezzi di trasporto che funzionino con benzina/idrogeno o celle ad idrogeno, al fine di promuovere la cosiddetta "Economia dell'Idrogeno";
- facilitare, ove opportuno, lo sviluppo di trasporti transmodali e transfrontalieri;
- studiare ulteriormente il progetto "Corridoio Blu" della Commissione Economica dell'ONU per l'Europa;
- continuare a considerare l'impatto del settore del trasporto aereo sul consumo di energia e sulle emissioni di gas serra, prendendo atto della collaborazione internazionale su tali problematiche.

22. Chiediamo a tutti i paesi di offrire incentivi volti ad aumentare l'efficienza energetica e a promuovere la conservazione dell'energia.

IV • Diversificare il mix energetico

23. La diversificazione del mix energetico riduce i rischi della sicurezza energetica globale. Ci adopereremo per sviluppare forme alternative di energia a basso tenore di car-

bonio, per diffondere l'uso delle fonti rinnovabili e per sviluppare e introdurre tecnologie innovative in tutto il settore energetico.

Energia alternativa e più pulita a basso tenore di carbonio

24. Incoraggiamo ulteriormente le attività del Forum Guida sul Sequestro del Carbonio (CSLF) volte a preparare e attuare i progetti dimostrativi sulla cattura e lo stoccaggio della CO₂ e sullo sviluppo di nuove centrali elettriche a emissioni zero. In questo contesto, faciliteremo lo sviluppo e l'introduzione di tecnologie pulite a carbone ovunque ciò sia opportuno.

25. Incoraggiamo tutti i paesi produttori di petrolio e i soggetti interessati del settore privato a ridurre ai livelli minimi lo sfianto o il *flaring* del metano, facilitando l'utilizzo del gas a ciò associato, anche mediante la sua raffinazione e il trattamento per ottenere combustibili e prodotti petrolchimici. A questo riguardo, appoggiamo le attività della Collaborazione Mondiale per la Riduzione del Flaring del Metano ("Global Gas Flaring Reduction Partnership"), nonché quelle della Collaborazione Metano-ai-Mercati ("M2M Partnership") per realizzare progetti per la produzione di metano commerciabile da discariche, dai residui dell'agricoltura e dai bacini carboniferi, in particolare nei paesi in via di sviluppo.

26. Appoggiamo la transizione verso l'Economia dell'Idrogeno, anche nel quadro della Collaborazione Internazionale per l'Economia dell'Idrogeno (IPHE). Una parte cruciale di tale sforzo è l'elaborazione di norme comuni internazionali nel campo dello sviluppo commerciale dell'energia da idrogeno e delle relative infrastrutture e requisiti di sicurezza.

Energia nucleare

27. Prendiamo atto che i membri del G8 seguono strade diverse per conseguire la sicurezza energetica e gli obiettivi di tutela del clima.

28. Incontrandoci nel ventesimo anniversario dell'incidente di Chernobyl, ribadiamo gli impegni sottoscritti durante il Vertice di Mosca del 1996 sulla sicurezza nucleare, e la suprema importanza della sicurezza e della non proliferazione.

29. Coloro fra noi che hanno o stanno considerando piani per l'impiego e/o lo sviluppo di energia nucleare sicura ritengono che il suo sviluppo contribuirà alla sicurezza energetica globale, riducendo al contempo l'inquinamento atmosferico e affrontando la sfida del cambiamento climatico:

- Lo sviluppo di sistemi innovativi per la produzione di elettricità dal nucleare è considerato un elemento importante per lo sviluppo di energia nucleare efficiente e sicura. A tale riguardo, prendiamo atto degli sforzi effettuati nei quadri complementari del progetto INPRO e del Forum Internazionale sulla IV Generazione.
- In attesa della realizzazione di sistemi avanzati, si potrebbero perseguire opportune soluzioni provvisorie per i problemi del ciclo del combustibile a valle delle centrali, secondo le scelte nazionali e gli obiettivi di non proliferazione.
- Migliorare la validità economica dell'energia nucleare apporterà benefici. Riconosciamo che la regolamentazione indipendente ed efficace degli impianti nucleari è fondamentale per lo sviluppo di infrastrutture a supporto dell'energia nucleare sicura.

30. Abbiamo assunto l'impegno di:

- ridurre ulteriormente i rischi

associati all'uso sicuro dell'energia nucleare, che deve essere basato su un forte regime di lotta contro la proliferazione nucleare e un affidabile sistema di sicurezza per materiali e impianti nucleari;

- assicurare la piena attuazione delle convenzioni e dei trattati internazionali vigenti, che costituiscono una precondizione per un elevato livello di sicurezza e una base per l'uso dell'energia nucleare a scopi civili e resistente alla proliferazione. Sottolineiamo la responsabilità di tutti i paesi a sostenere l'opera dell'AIEA e tutte le misure tese ad attuare le convenzioni e i trattati inerenti questi settori;
- continuare a considerare i problemi della sicurezza nucleare in seno al Gruppo sulla Sicurezza Nucleare (NSSG).

31. Ribadiamo l'obiettivo fissato dal Piano d'Azione sulla non proliferazione adottato dal G8 nel 2004: consentire a tutti i paesi l'accesso affidabile all'energia nucleare su base competitiva, coerentemente con l'impegno e le norme di non proliferazione. Portando avanti quel Piano, intendiamo intraprendere ulteriori sforzi congiunti per assicurare l'accesso affidabile all'uranio a basso tenore di arricchimento per il combustibile usato nelle centrali e il riciclaggio del combustibile esaurito, anche mediante meccanismi multilaterali, ove opportuni, a condizione che i paesi aderiscano a tutti gli impegni internazionali in materia di non proliferazione e rispettino i loro obblighi.

32. A questo riguardo, prendiamo atto di alcune iniziative, potenzialmente complementari, proposte recentemente in ambito AIEA circa l'assicurazione di forniture multilaterali di combustibile, nonché delle proposte presentate dalla Russia e dagli Stati Uniti circa l'ul-

teriore sviluppo dell'energia nucleare a scopi civili in maniera da promuovere la resistenza del ciclo del combustibile nucleare alla proliferazione, anche contrastando la diffusione di tecnologie nucleari sensibili.

Fonti rinnovabili

33. L'uso delle fonti rinnovabili su vasta scala contribuirà in modo rilevante all'approvvigionamento energetico a lungo termine che non comporti impatti negativi sul clima. Dal punto di vista dei costi, le risorse energetiche rinnovabili – solare, eolica, idroelettrica, da biomassa e geotermica – sono sempre più competitive rispetto ai combustibili convenzionali, e un'ampia gamma di applicazioni sono già redditizie. Pertanto, ribadiamo il nostro impegno ad attuare le misure indicate nel Piano d'Azione di Gleneagles.

34. Osserviamo con piacere il lavoro dei soggetti interessati sui meccanismi e programmi internazionali in materia di energia rinnovabile, fra cui il Programma sull'Energia Rinnovabile e sull'Efficienza Energetica (REEEP), la Rete delle Politiche sull'Energia Rinnovabile per il XXI secolo (REN21) e la Collaborazione Mediterranea sull'Energia Rinnovabile (MEDREP). Accogliamo con piacere l'arrivo della costituzione della Collaborazione Globale sulla Bio-Energia (GBEP). Collaboreremo con i paesi in via di sviluppo per promuovere l'impiego di energia rinnovabile.

35. Continueremo a potenziare la cooperazione internazionale sullo sfruttamento delle biomasse e sulle tecniche avanzate per la gestione sostenibile delle foreste. Entrambe aiutano a diversificare il consumo locale di energia e contribuiscono in modo rilevante al sequestro del carbonio, favorendo anche una vasta serie di benefici economici e ambientali.

36. Promoveremo la cooperazione internazionale in materia di gestione delle foreste, soprattutto per affrontare i problemi della deforestazione, del degrado, degli incendi e del commercio in legname tagliato illegalmente. Constatiamo che la deforestazione influisce in modo rilevante sul cambiamento climatico (contribuendo con il 25% delle emissioni annuali di gas serra, secondo la FAO). Ribadiamo l'importanza dell'affrontare il taglio illegale degli alberi e conveniamo di intraprendere ulteriori azioni a riguardo, ciascun paese agendo laddove possa contribuire nel modo più efficace. Ciò dovrebbe comprendere la promozione della gestione sostenibile delle foreste e l'inclusione, nelle politiche nazionali sia dei paesi produttori di legname sia di quelli consumatori, di opportune misure per affrontare il taglio illegale degli alberi. Accogliamo con piacere alcune recenti iniziative internazionali relative alle foreste, fra cui la Dichiarazione della conferenza ministeriale di San Pietroburgo sull'applicazione delle leggi sulle foreste e sulla loro gestione in Europa e in Asia settentrionale, e le iniziative del Forum delle Nazioni Unite sulle Foreste (UNFF), dell'UNFCCC, dell'Organizzazione Internazionale sul Legname Tropicale (ITTO) e della Collaborazione sulle Foreste dell'Asia (AFP).

Tecnologie energetiche innovative

37. Collaboreremo con il settore privato per accelerare l'immissione sul mercato e l'utilizzo di tecnologie energetiche innovative, sostenendo politiche orientate al mercato che incoraggino gli investimenti in questo campo.

38. Nonostante il peso delle fonti alternative nel mix energetico sia accresciuto, con ogni probabilità gli idrocarburi continueranno a svolgere un ruolo predominante nel consumo complessivo

di energia ancora per molti decenni. Pertanto, collaboreremo con il settore privato per accelerare la diffusione di tecnologie innovative che favoriscano una maggiore efficienza nella produzione degli idrocarburi e riducano l'impatto ambientale della loro produzione e utilizzazione. Queste tecnologie comprendono quelle per la produzione di petrolio e metano in mare aperto, per la produzione di petrolio da sabbie bituminose, per il carbone pulito, compresi la cattura e lo stoccaggio del carbonio, per l'estrazione del metano da idrati gassosi, e per la produzione di carburanti sintetici.

39. Adotteremo misure tese a sviluppare altre tecnologie promettenti, fra cui la costruzione di reti elettriche avanzate, la superconduttività, le nanotecnologie, comprese le nanobiotecnologie ecc. Accogliamo con piacere la recente sottoscrizione dell'accordo ITER da parte dei paesi partecipanti, e cogliamo l'occasione per incoraggiare programmi di R&S sull'energia da fusione da svolgere nel quadro ITER.

40. Faciliteremo legami più stretti fra ricerca di base e ricerca applicata al fine di promuovere l'immissione di queste tecnologie sul mercato non appena siano economicamente valide.
(...)

VII • Affrontare il cambiamento climatico e lo sviluppo sostenibile

53. Confermiamo il nostro intento ad assolvere gli impegni assunti a Gleneagles ed il nostro impegno a conseguire l'obiettivo fondamentale della UNFCCC, cioè di stabilizzare le concentrazioni di gas serra nell'atmosfera al livello che impedisca pericolose interferenze antropogeniche con il sistema climatico. Continueremo a adoperarci per ridurre i gas serra e per affrontare in modo efficace la sfida del cambiamento climatico. Stiamo adottando vari approcci

per affrontare le sfide intercorrelate della sicurezza energetica, del controllo dell'inquinamento atmosferico e della riduzione dei gas serra associati al cambiamento a lungo termine del clima globale. In relazione al cambiamento climatico, confermiamo il nostro impegno congiunto assunto nel quadro dell'UNFCCC e dei suoi meccanismi.

Quelli fra i nostri paesi che si sono impegnati a rendere il Protocollo di Kyoto un successo sottolineano la sua importanza, considerano il Meccanismo per lo Sviluppo Pulito e il Meccanismo per l'Attuazione Congiunta come elementi centrali del Protocollo stesso, e auspicano il successo del processo avviato per svilupparlo ulteriormente.

Alcuni di noi, e in certi casi anche tutti noi, partecipano a queste altre iniziative tese ad affrontare queste sfide: la Collaborazione Asia-Pacifico sullo Sviluppo Pulito e sul Clima, la Collaborazione Metano-ai-Mercati, la Collaborazione Internazionale per l'Economia dell'Idrogeno, il Forum Guida sul Sequestro del Carbonio, il Programma sull'Energia Rinnovabile e sull'Efficienza Energetica, e la Collaborazione Globale sulla Bio-Energia.

Osserviamo con piacere i progressi conseguiti nell'ambito dell'XI Conferenza delle Parti dell'UNFCCC (Montreal, dicembre 2005), dove ci siamo impegnati a un dialogo su azioni cooperative a lungo termine volte ad affrontare il cambiamento climatico migliorando l'attuazione della convenzione, ed i progressi conseguiti al convegno ONU sul cambiamento climatico tenuto lo scorso maggio a Bonn.

Ribadiamo l'importanza del lavoro del Pannello Intergovernativo sul Cambiamento Climatico (IPCC) ed attendiamo la sua relazione del 2007.

Tutti questi impegni costituiscono il fondamento dei nostri attuali sforzi per affrontare il cambiamento climatico, e andranno

a formare la base di un dialogo inclusivo su ulteriori azioni future, anche successive al 2012.

54. Osserviamo con piacere i progressi conseguiti dalla Banca Mondiale e dall'AIE per lo sviluppo di un quadro per l'energia pulita e per lo sviluppo sostenibile, e per individuare scenari relativi alle energie alternative e strategie che sostengano e implementino elementi del Piano d'Azione di Gleneagles.

55. Osserviamo con piacere i progressi conseguiti nell'ambito del primo convegno, tenuto il 1° novembre dell'anno scorso, del Dialogo di Gleneagles sul Cambiamento Climatico, sull'Energia Pulita e sullo Sviluppo Sostenibile. Attendiamo il prossimo incontro ministeriale, che si terrà in Messico nell'ottobre del 2006, dove continueremo ad individuare opportunità per una maggiore collaborazione nell'affrontare il cambiamento climatico, perseguendo al contempo la sicurezza energetica e lo sviluppo sostenibile mediante la diffusione di tecnologie energetiche più pulite, più efficienti e a basso tenore di carbonio, e l'applicazione di meccanismi finanziari e di mercato, compresi, a seconda del caso, il Meccanismo per lo Sviluppo Pulito, l'Attuazione Congiunta, lo scambio di diritti di emissione e l'adattamento.

A DUE ASTROFISICI IL NOBEL PER LA FISICA

Il premio Nobel per la Fisica 2006 è andato a John C. Mather, del Goddard Space Flight Center di Greenbelt, e George F. Smoot, dell'University of California di Berkeley. I due ricercatori statunitensi si divideranno i 10 milioni di corone svedesi per le loro misurazioni dell'anisotropia della radiazione cosmica di fondo, cioè delle piccole variazioni di

temperatura in differenti direzioni presenti nello spazio. Proprio la dimostrazione di queste differenze (di circa un centomillesimo di grado), che sono responsabili dell'aggregazione della materia, costituisce l'indizio fondamentale per la formazione dell'Universo come lo conosciamo.

La ricerca è stata svolta utilizzando il satellite COBE della NASA che ha permesso di fotografare il passato dell'Universo e di analizzare, quindi, i meccanismi di formazione delle galassie e delle stelle e di dare una ulteriore prova indipendente alla teoria del Big Bang, che fa risalire alla grande esplosione l'origine dello sviluppo del nostro Universo. Analizzare la radiazione cosmica di fondo, risultato della fase iniziale di quello sviluppo ha permesso di rilevare una forma dello spettro di radiazione tipica del corpo nero, emessa quasi 15 miliardi di anni fa con temperature di circa tremila gradi. Temperatura che è andata progressivamente diminuendo con l'espansione dell'Universo, fino alla temperatura di circa 3 gradi sopra lo zero assoluto dell'attuale radiazione cosmica che dovrebbe ricoprire l'intero universo secondo, appunto, il modello del Big Bang elaborato da Gorge Gamow quasi sessant'anni fa.

Il progetto di Mather e Smoot per misurare la radiazione cosmica oltre l'atmosfera, che ha coinvolto un migliaio di persone, era iniziato nel 1974 ma solo all'inizio del 1990 si sono ottenuti i primi dati dal satellite finalmente lanciato nello spazio. A questa ricerca ultraventennale di cosmologia scientifica hanno collaborato nel tempo anche molti ricercatori di università italiane, alcuni dei quali attualmente sono coinvolti nell'esperimento Plank che vedrà l'impiego di un satellite europeo nel 2008 per misurare altri aspetti della radiazione cosmica di fondo.

dall'**UNIONE EUROPEA**

Al bando gli inquinanti chimici persistenti

Produrre bioenergia senza danneggiare l'ambiente

AL BANDO GLI INQUINANTI CHIMICI PERSISTENTI

Il Consiglio Europeo ha approvato, a nome dell'Unione Europea, la Convenzione di Stoccolma sugli inquinanti organici persistenti, firmata nel 2001.

La Convenzione di Stoccolma fornisce il quadro, basato sul principio di precauzione, atto a garantire l'eliminazione, in condizioni di sicurezza, e la diminuzione della produzione e dell'uso di queste sostanze, nocive per la salute umana e per l'ambiente.

La convenzione, attualmente incentrata su 12 inquinanti, internazionalmente denominati POP (Persistent Organic Pollutants), intende estendersi, in futuro, anche ad altre sostanze.

I POP sono sostanze chimiche persistenti dotate di alcune

proprietà tossiche e che, contrariamente ad altri inquinanti, resistono alla degradazione e sono quindi particolarmente nocive per la salute umana e per l'ambiente.

Si accumulano negli organismi viventi, si propagano per mezzo dell'aria, dell'acqua e delle specie migratrici, concentrandosi negli ecosistemi terrestri e acquatici.

La produzione, intenzionale o meno di queste sostanze, è legata a fonti di vario tipo, quali la combustione domestica o l'uso di inceneritori di rifiuti.

I 12 Pop prioritari sono l'aldrin, il clordano, il diclorodifeniltricloroetano (DDT), il dieldrin, l'endrin, l'eptacloro, il mirex, il toxafene, i policlorurati (PCB), l'esaclorobenzene, le diossine e i furani.

In un primo tempo la convenzione mira a vietare la produzione e l'uso di nove POP, nonché a limitare la produzione e l'uso di una decima sostanza; per quanto riguarda invece gli ultimi due POP, essa mira a limitarne la produzione non intenzionale e le emissioni nell'ambiente.

Per attuare la convenzione a livello internazionale sono stati istituiti tre organi; tra questi, la Conferenza delle Parti, l'organo principale, è costituito da tutte le Parti contraenti della convenzione ed eventualmente da osservatori.

PRODURRE BIOENERGIA SENZA DANNEGGIARE L'AMBIENTE

E' stato pubblicato sul sito *web* dell'Agencia Europea dell'Ambiente un nuovo rapporto dal titolo: *Quanta bioenergia può produrre l'Europa senza danneggiare l'ambiente?*

L'uso di biomassa come biocarburante e biocombustibili può fornire un significativo supporto all'Unione Europea per le sue strategie sulle energie rinnovabili, per svin-

colarsi dalla dipendenza dai combustibili fossili e per la protezione del clima. Ma quanta biomassa possiamo utilizzare come fonte energetica senza creare problemi alla biodiversità, al suolo e alle risorse idriche?

Lo studio condotto dall'Agencia Europea dell'Ambiente analizza vari scenari di utilizzo delle biomasse provenienti dagli scarti agricoli e forestali e dai rifiuti.

Lo studio conclude che un significativo apporto delle biomasse è tecnicamente disponibile in Europa per raggiungere obiettivi ambiziosi nel campo della utilizzazione delle energie rinnovabili. Tuttavia, ciò è possibile solo se si definiscono rigide regole e rigidi vincoli di protezione ambientale.

La produzione di biomassa potrebbe passare da 69 milioni di tonnellate equivalenti di petrolio (tep) del 2003 a 190 milioni del 2010, fino a 295 milioni di tep nel 2030.

Questo significa che nel 2030, le biomasse coprirebbero attorno al 15-16% le necessità di fonti energetiche primarie dell'Unione Europea dei 25, rispetto al 4% che era nel 2003. Inoltre farebbero risparmiare all'Europa tra 400 e 600 milioni di tonnellate di emissioni di anidride carbonica.

Il settore della produzione agricola sarebbe favorito, così come quello di una gestione forestale ottimale e della razionalizzazione dello smaltimento dei rifiuti.

Il problema principale sarà stabilire le regole idonee per sfruttare questo potenziale in modo da non inquinare l'ambiente, non favorire una agricoltura inquinante e il degrado del suolo, scoraggiare pratiche agroforestali incompatibili con l'ambiente naturale e il territorio.

Il rapporto è sul sito:

http://reports.eea.europa.eu/eea_report_2006_7/en/tab_content_RLR

dall'**ITALIA****Ingresso ENEA
in CESI Ricerca SpA****Atlante
della radiazione solare****Robot comunicativi****Le sfide dell'energia:
vertice italo-francese****INGRESSO ENEA
IN CESI RICERCA SPA**

CESI Ricerca SpA è stata costituita alla fine del 2005 con l'obiettivo di sviluppare attività di ricerca finanziata nazionale e internazionale ed ha iniziato a lavorare il 1° gennaio 2006 come Società separata da CESI "Centro Elettrotecnico Sperimentale Italiano Giacinto Motta" Spa.

Il 7 luglio scorso il Ministro dello Sviluppo Economico ha autorizzato l'ENEA ad acquisire una partecipazione azionaria pari a non meno del 51% nella Società CESI Ricerca Spa.

L'ENEA, entro sei mesi, dovrà predisporre per il Ministero un rapporto tecnico contenente la strategia di riposizionamento e potenziamento della Società, anche con riferimento al mercato interno europeo dell'energia e ai programmi europei nel campo delle attività di ricerca e di

sviluppo del sistema elettrico, con indicazione dei relativi meccanismi e modalità di finanziamento, anche in aggiunta alle risorse rese disponibili dal Fondo per il finanziamento delle attività di ricerca e di sviluppo di interesse generale per il sistema elettrico nazionale.

Nell'ambito di tale strategia verranno indicate le prospettive per accordi, collaborazioni e partecipazioni con altri soggetti pubblici e/o privati nazionali ed esteri, con interessi simili o complementari, e le modalità per la valorizzazione e lo sviluppo delle risorse professionali e il loro potenziamento.

**ATLANTE
DELLA RADIAZIONE SOLARE**

La diffusione degli impianti solari, sia per la produzione di acqua sanitaria che per la generazione di energia elettrica, comporta un incremento nelle richieste di valutazione, su base mensile e annuale, della radiazione solare disponibile sulla superficie di raccolta.

Al fine di rispondere a questa esigenza e per accelerare il processo di diffusione dell'energia solare in Italia, l'ENEA ha approntato un nuovo strumento per il calcolo della radiazione solare giornaliera per qualunque località italiana.

La stima della radiazione solare che giunge al suolo è effettuata a partire dalle mappe che mostrano la copertura nuvolosa del cielo rilevata dai satelliti METEOSAT: in estrema sintesi, essendo nota la quantità che in una data località giungerebbe al suolo in condizione di cielo sereno, quanto più grande è la copertura nuvolosa registrata, tanto più marcata è l'attenuazione di tale quantità (e l'entità di tale attenuazione è proprio l'oggetto della stima effettuata dall'algoritmo). In questo modo si

apprezza l'energia che giunge giorno per giorno e quella giornaliera media mese per mese: il tutto alimenta un archivio in forma di mappe che l'ENEA ha preparato a partire dal 1994.

Il nuovo strumento, sviluppato nel quadro delle attività del *Progetto Solare Termodinamico* dell'ENEA, permette in più di calcolare la radiazione giornaliera (media mensile) per una superficie che non è esattamente quella orizzontale ma è orientata in modo arbitrario rispetto al suolo e alla direzione Sud: si pensi alle superfici vetrate (verticali) degli edifici, ai pannelli solari dei tetti delle nostre case per la produzione di acqua calda.

Il calcolo è effettuato secondo la procedura prevista dalle norme UNI e, tra l'altro, consente di valutare l'effetto dovuto alla presenza di un ostacolo che in determinate ore del giorno si frappone schermando i raggi provenienti direttamente dal sole (orografia particolare del terreno, come colline ecc.; presenza di manufatti, come altri edifici vicini ecc.).

Lo strumento è accessibile a qualsiasi utente che si colleghi al sito ENEA dell'*Atlante italiano della radiazione solare* (www.solaritaly.enea.it). Il sito, attualmente, è operativo per la sola sezione del calcolo suindicato e verrà man mano arricchito di nuove procedure di calcolo, di archivi di dati di radiazione, di una procedura di previsione, di documentazione e link riguardanti la radiazione solare. (Francesco Spinelli)

ROBOT COMUNICATIVI

Gli ECAgents (Embodied and Communicating Agents), sono dei robot che lavorano in *team*. Infatti, pur decidendo autonomamente sono predisposti a lavorare in gruppo e a scam-

biarsi con un proprio linguaggio informazioni sui pericoli e sul cibo. Questa nuova generazione di robot è nata nell'ambito del Progetto europeo ECAgents, coordinato dall'Istituto di scienze e tecnologie della cognizione (Istc) del Consiglio Nazionale delle Ricerche, ed è stata presentata al Convegno: "From animals to animats", IX Conferenza internazionale sulla simulazione dei comportamenti adattativi, che si è tenuta a Roma dal 25 al 29 settembre scorso.

Questi automi si allenano a cooperare per raggiungere gli obiettivi, ma decidono autonomamente, senza essere telecomandati. Sono in grado di sviluppare un proprio linguaggio basato su suoni o segnali luminosi, che utilizzano per muoversi in maniera coordinata anche in ambienti sconosciuti.

Sono perciò indicati per intervenire, coordinandosi, in zone devastate per identificare persone bisognose di aiuto, ma potranno essere applicati anche nello sviluppo di nuovi sistemi per la mobilità urbana, per la telefonia mobile e il *World Wide Web*.

I robot vengono addestrati dai ricercatori attraverso un processo di evoluzione artificiale. Nella 'scuola cibernetica' essi si modificano adattandosi all'ambiente in cui 'vivono' e al compito che devono svolgere, imparano a produrre segnali e a rispondere in modo coerente ai loro simili.

Essi sono in grado di sviluppare dal nulla forme di comunicazione simili a quelle utilizzate da varie specie di animali per segnalare la presenza di cibo, di un predatore o per permettere a più individui di una stessa specie di rimanere vicini.

Gli ECAgents sanno anche discriminare oggetti o situazioni ambientali critiche per il compito che devono svolgere e di reagire producendo

comportamenti appropriati. Il loro 'cervello' trasforma gli stimoli sensoriali in risposte motorie e si modifica progressivamente; le variazioni che danno luogo a miglioramenti nel comportamento vengono accettate, mentre quelle che danno luogo a peggioramenti sono scartate.

Accanto a questi, si stanno sviluppando anche robot più complessi, dotati di una serie di capacità pre-programmate, come quella di sviluppare un linguaggio dotato di sintassi, analogo a quello umano.

LE SFIDE DELL'ENERGIA: VERTICE ITALO-FRANCESE

La 'Giornata Franco-italiana' organizzata il 28 settembre a Parigi dalle Ambasciate di Italia e Francia sulle 'Sfide dell'energia', è stata l'occasione di incontro fra alcuni dei maggiori protagonisti della politica, della ricerca e dell'innovazione in campo energetico. Il vertice italo-francese dal titolo "Le sfide dell'energia all'orizzonte 2020 e oltre. La ricerca, lo sviluppo, la cooperazione internazionale, la geopolitica", si è tenuto a Parigi nell'ambito degli incontri bilaterali tra i paesi dell'Unione Europea sulle problematiche energetiche per l'individuazione delle future strategie europee.

In mattinata i ministri francese e italiano, François Loos e Pierluigi Bersani, hanno fatto il punto sugli ultimi sviluppi relativi alla politica europea dell'energia, a partire dall'accordo di cooperazione firmato dai due paesi nel giugno 2005, dal Memorandum francese pubblicato nel gennaio 2006 e dal Libro Verde della Commissione europea. Inoltre i due ministri hanno anche avuto una prima discussione sull'accordo intergovernativo che dovrebbe regolare la questione delle scorie radioattive, che l'Italia vor-

rebbe far trattare dal gruppo Areva e su alcuni aspetti della cooperazione franco-italiana, in campo spaziale.

I lavori, presente anche il Commissario UE all'energia Andris Piebalgs, si sono poi articolati in un dibattito sul mercato dell'energia in Europa (con le relazioni di Mario Monti e Dominique Strauss-Kahn) e in due tavole rotonde: una su 'la geopolitica dell'energia' con esperti, dirigenti dei Ministeri e il Presidente dell'Authority Alessandro Ortis, e l'altra su 'ricerca e innovazione tecnologica'. A quest'ultima sono intervenuti il Commissario straordinario dell'ENEA, Luigi Paganetto, il Presidente del CNR, Fabio Pistella, e il Vicepresidente di Confindustria, Pasquale Pistorio.

Il professor Paganetto ha messo in evidenza come la sfida dell'energia passi attraverso lo sviluppo di competenze e innovazioni tecnologiche che trovano sostegno nella collaborazione tra Paesi. È necessario, allora, promuovere accordi di cooperazione scientifico-tecnologica tra i membri dell'Unione Europea che hanno già investito nella ricerca e sviluppo di tecnologie ad alta efficienza energetica e a basso impatto ambientale al fine di favorire un uso integrato di tutte le fonti energetiche disponibili, in particolare le fonti rinnovabili, e un maggiore impegno per il risparmio energetico. E i programmi dell'ENEA, ha ricordato, vanno proprio in questa direzione, essendo fortemente orientati allo sviluppo delle tecnologie energetiche e della gestione territoriale degli assetti energetici relativi all'insediamento, alla generazione e all'utilizzo delle varie fonti energetiche in un'ottica di rispetto ambientale e di valorizzazione territoriale, di crescita economica e di pluralità di accesso al mercato dell'energia.



Graduatorie di merito del concorso per titoli ed esame-colloquio per l'assunzione in prova a tempo indeterminato di n. 12 unità di personale con esperienza, delle quali undici unità in possesso della laurea e una unità in possesso del diploma di scuola secondaria superiore (G.U. del 29 aprile 2005 n. 34 e G.U. del 7 giugno 2005 n. 45).

POSIZIONE F/1

N. 1 posto di "ricercatore tecnologo" in possesso della **Laurea in Chimica** con esperienza lavorativa non inferiore a 6 anni, post-lauream, nella scienza e tecnologia dei materiali, con particolare riferimento ai materiali polimerici nella gestione di progetti complessi

1° Schwarz Massimo 51,90/60
2° Salernitano Elena 46,70/60
3° Lion Gabriele 42,95/60

POSIZIONE F/2

N. 1 posto di "ricercatore tecnologo" in possesso della **Laurea in Ingegneria Chimica** con esperienza lavorativa non inferiore a 6 anni, post-lauream, nello sviluppo di processi e impianti per la produzione di idrogeno e di sistemi con celle a combustibile.

1° Monteleone Giulia 43,55/60
2° Giustiniani Manuela 43,00/60

POSIZIONE F/3

N. 1 posto di "ricercatore tecnologo" in possesso della **Laurea in Ingegneria Meccanica** con esperienza lavorativa non inferiore a 4 anni, post-lauream, nella sperimentazione del trasferimento di calore e di massa in microcanali e con riferimento a condizioni di assenza di gravità.

1° Zummo Giuseppe 55,40/60
2° Nicolini Daniele 38,30/60
3° Iorizzo Angelgiorgio 37,50/60

POSIZIONE F/4

N. 1 posto di "ricercatore tecnologo" in possesso della **Laurea in Fisica o Laurea in Discipline Nautiche** con esperienza lavorativa non inferiore a 4 anni, post-lauream, nello sviluppo ed analisi di modelli numerici per lo studio della circolazione marina e/o atmosferica.

1° Sannino Gianmaria 49,60/60
2° Napolitano Ernesto 47,30/60
3° Dell'Aquila
Alessandro 44,68/60
4° Pisacane Giovanna 43,90/60
5° Petitta Marcello 42,48/60
6° Corazza Matteo 41,67/60
7° Grassi Barbara 41,57/60

8° Monforti
Ferrario Fabio 38,47/60
9° Marengo Franco 38,45/60
10° Buongiorno Nardelli
Bruno 38,25/60
11° D'Ortenzio Fabrizio 38,22/60
12° Clai Giulia 33,62/60

POSIZIONE F/5

N. 1 posto di "ricercatore tecnologo in addestramento" in possesso della **Laurea in Fisica o Laurea in Ingegneria Informatica** con esperienza lavorativa non inferiore a 2 anni, post-lauream, nel campo dei sistemi di automazione e controllo di impianti solari a concentrazione.

1° Di Ascenzi Primo 46,80/60
2° Izzi Massimo 41,60/60
3° Di Gianberardino
Mauro 37,85/60

POSIZIONE F/6

N. 1 posto di "ricercatore tecnologo in addestramento" in possesso della **Laurea in Fisica o Laurea in Ingegneria Elettronica** con esperienza lavorativa non inferiore a 2 anni, post-lauream, nello sviluppo di software applicativo in ambiente di griglia computazionale ed impiego di strumenti hardware e software per la visualizzazione scientifica.

1° Mencuccini Giorgio 47,60/60
2° Sarotto Massimo 43,80/60
3° Letardi Sara 40,78/60
4° Dorigo Alvise 37,78/60
5° De Pascalis Fabio 37,40/60

POSIZIONE F/7

N. 1 posto di "ricercatore tecnologo in addestramento" in possesso della **Laurea in Fisica o Laurea in Ingegneria Nucleare** con esperienza lavorativa non inferiore a 2 anni,

post-lauream, nel settore della ricerca sui materiali per uso energetico-nucleare.

1° Ricapito Italo	56,80/60
2° Aiello Antonio	53,65/60
3° Simoncini Massimiliano	46,95/60
4° Calabrese Rolando	46,55/60
5° Mainardi Enrico	44,20/60
6° Bonfigli Francesca	42,80/60
7° Angiolini Massimo Emilio	40,45/60
8° Terzi Luigi Andrea	39,50/60
9° Manca Giulia	38,40/60
10° Gervasi Marco	37,70/60
11° Gabrielli Fabrizio	37,50/60
12° Vitulli Silvia	37,35/60
13° Graziani Fabiola	31,03/60

POSIZIONE F/8

N. 1 posto di "ricercatore tecnologo in addestramento" in possesso della **Laurea in Scienze Biologiche** con esperienza lavorativa non inferiore a 2 anni, post-lauream, nell'analisi e sviluppo di indicatori di impatto degli inquinanti atmosferici sugli ecosistemi e loro mappatura.

1° De Marco Alessandra	53,00/60
2° Alisi Chiara	50,60/60
3° De Luca Elena	47,05/60
4° De Nicola Flavia	45,40/60
5° Cellamare Carmela Maria	43,90/60
6° Grilli Selene	39,75/60
7° Tasso Flavia	38,00/60
8° Paglia Ilenia	35,80/60
9° Condor Golec Rocio Danica	35,30/60

POSIZIONE F/9

N. 1 posto di "esperto di operazioni" in possesso della **Laurea in Scienze Politiche** con esperienza lavorativa non inferiore a 4 anni, post-lauream, nel settore delle relazioni esterne, ed in particolare nell'ambi-

to delle relazioni istituzionali, preferibilmente presso Enti pubblici di ricerca.

1° Franza Marco	43,92/60
2° Amato Flavia	41,80/60
3° Migliorini Laura	41,42/60
4° Deleo Lucilla	40,73/60
5° Pietrarota Andrea	40,03/60
6° Razzano Guido Maria	39,10/60
7° Acunzo Paolo	39,00/60
8° Mainardi Elena	38,88/60
9° Carmosino Giovanni	37,83/60
10° Giunta Valeria	36,50/60
11° Rizzante Gian Luca	33,25/60
12° Zarelli Monica	32,53/60
13° Sciacca Giuseppe	29,10/60

POSIZIONE F/10

N. 1 posto di "esperto di operazioni in addestramento" in possesso della **Laurea in Economia e Commercio** con esperienza lavorativa non inferiore a 2 anni, post-lauream, in attività relative al trasferimento tecnologico, creazione di imprese ad alta tecnologia, proprietà intellettuale e valorizzazione economica dei risultati della ricerca.

1° Fratini Davide	51,60/60
2° Amico Roxas Salvatore	46,07/60
3° Tassi Giulia	41,78/60
4° Polito Paola	39,93/60
5° Grande Sergio	39,83/60
6° Lombardi Angela	36,27/60
7° Monteduro Leopoldo	34,77/60
8° Canino Monica	34,05/60
9° Acri Cristiano	32,77/60

POSIZIONE F/11

N. 1 posto di "esperto di operazioni in addestramento" in possesso della **Laurea in Economia e Commercio** con esperienza lavorativa non inferiore a 2 anni, post-lauream, nella valutazione di scenari energetici e nell'elaborazione degli stessi mediante modelli tecnico-economici di ottimizzazione.

1° Gracceva Francesco	51,10/60
2° Velardi Maria	48,00/60
3° Ferrario Rinaldo	35,75/60

POSIZIONE F/12

N. 1 posto di "collaboratore tecnico" in possesso del diploma di **Perito elettronico o elettrotecnico** con esperienza, maturata successivamente al conseguimento del titolo di studio, di almeno 2 anni in gestione e progettazione di impianti elettrici complessi per apparati sperimentali.

1° Affinito Luigi	46,90/60
2° Aquilini Massimo coniugato 2 figli	44,00/60
2° Sii Onesto Ivo 29.03.1962	44,00/60
4° Laviola Tommaso	43,90/60
5° Assettati Andrea 24.06.1969	43,80/60
5° Sensoli Roberto 17.03.1962	43,80/60
7° Caivano Giuseppe	43,10/60
8° Pioli Fabrizio	43,00/60
9° Orefice Salvatore	42,70/60
10° Bernini Fabrizio	41,97/60
11° Antonelli Adriano	41,50/60
12° Orlando Roberto	41,40/60
13° Viola Rosario	39,60/60
14° D'Odorico Mauro	39,33/60
15° Nicastro Raniero	38,00/60
16° Negri Paolo	36,90/60
17° Trovato Roberto	34,90/60
18° Veschetti Miriam	32,30/60
19° D'Antonio Daniele	31,17/60

29/11/2005

Graduatorie definitive del concorso per titoli ed esame-colloquio per l'assunzione in prova a tempo indeterminato di n. 12 unità' di personale con esperienza, delle quali undici unità' in possesso della laurea e una unità' in possesso del diploma di scuola secondaria superiore (G.U. del 29 aprile 2005 n. 34 e G.U. del 7 giugno 2005 n. 45).

POSIZIONE F/1

N. 1 posto di "ricercatore tecnologo" in possesso della **Laurea in Chimica** con esperienza lavorativa non inferiore a 6 anni, post-lauream, nella scienza e tecnologia dei materiali, con particolare riferimento ai materiali polimerici nella gestione di progetti complessi.

- 1° Schwarz Massimo
- 2° Salernitano Elena
- 3° Lion Gabriele

POSIZIONE F/2

N. 1 posto di "ricercatore tecnologo" in possesso della **Laurea in Ingegneria Chimica** con esperienza lavorativa non inferiore a 6 anni, post-lauream, nello sviluppo di processi e impianti per la produzione di idrogeno e di sistemi con celle a combustibile.

- 1° Monteleone Giulia
- 2° Giustiniani Manuela

POSIZIONE F/3

N. 1 posto di "ricercatore tecnologo" in possesso della **Laurea in Ingegneria Meccanica** con esperienza lavorativa non inferiore a 4 anni, post-lauream, nella sperimentazione del trasferimento di calore e di massa in microcanali e con riferimento a condizioni di assenza di gravità.

- 1° Zummo Giuseppe
- 2° Nicolini Daniele
- 3° Iorizzo Angelgiorgio

POSIZIONE F/4

N. 1 posto di "ricercatore tecnologo" in possesso della **Laurea in Fisica o Laurea in Discipline Nautiche** con esperienza lavorativa non inferiore a 4 anni, post-lauream, nello sviluppo ed analisi di modelli numerici per lo stu-

dio della circolazione marina e/o atmosferica.

- 1° Sannino Gianmaria
- 2° Napolitano Ernesto
- 3° Dell'Aquila Alessandro
- 4° Pisacane Giovanna
- 5° Petitta Marcello
- 6° Corazza Matteo
- 7° Grassi Barbara
- 8° Monforti Ferrario Fabio
- 9° Marengo Franco
- 10° Buongiorno Nardelli Bruno
- 11° D'Ortenzio Fabrizio
- 12° Clai Giulia

POSIZIONE F/5

N. 1 posto di "ricercatore tecnologo in addestramento" in possesso della **Laurea in Fisica o Laurea in Ingegneria Informatica** con esperienza lavorativa non inferiore a 2 anni, post-lauream, nel campo dei sistemi di automazione e controllo di impianti solari a concentrazione.

- 1° Di Ascenzi Primo
- 2° Izzi Massimo
- 3° Di Gianberardino Mauro

POSIZIONE F/6

N. 1 posto di "ricercatore tecnologo in addestramento" in possesso della **Laurea in Fisica o Laurea in Ingegneria Elettronica** con esperienza lavorativa non inferiore a 2 anni, post-lauream, nello sviluppo di software applicativo in ambiente di griglia computazionale ed impiego di strumenti hardware e software per la visualizzazione scientifica.

- 1° Mencuccini Giorgio
- 2° Sarotto Massimo
- 3° Letardi Sara
- 4° Dorigo Alvise
- 5° De Pascalis Fabio

POSIZIONE F/7

N. 1 posto di "ricercatore tecnologo in addestramento" in pos-

sesto della **Laurea in Fisica o Laurea in Ingegneria Nucleare** con esperienza lavorativa non inferiore a 2 anni, post-lauream, nel settore della ricerca sui materiali per uso energetico-nucleare.

- 1° Ricapito Italo
- 2° Aiello Antonio
- 3° Simoncini Massimiliano
- 4° Calabrese Rolando
- 5° Mainardi Enrico
- 6° Bonfigli Francesca
- 7° Angiolini Massimo Emilio
- 8° Terzi Luigi Andrea
- 9° Manca Giulia
- 10° Gervasi Marco
- 11° Gabrielli Fabrizio
- 12° Vitulli Silvia
- 13° Graziani Fabiola

POSIZIONE F/8

N. 1 posto di "ricercatore tecnologo in addestramento" in possesso della **Laurea in Scienze Biologiche** con esperienza lavorativa non inferiore a 2 anni, post-lauream, nell'analisi e sviluppo di indicatori di impatto degli inquinanti atmosferici sugli ecosistemi e loro mappatura.

- 1° De Marco Alessandra
- 2° Alisi Chiara
- 3° De Luca Elena
- 4° De Nicola Flavia
- 5° Cellamare Carmela Maria
- 6° Grilli Selene
- 7° Tasso Flavia
- 8° Paglia Ilenia
- 9° Condor Golec Rocio Danica

POSIZIONE F/9

N. 1 posto di "esperto di operazioni" in possesso della **Laurea in Scienze Politiche** con esperienza lavorativa non inferiore a 4 anni, post-lauream, nel settore delle relazioni esterne, ed in particolare nell'ambito delle relazioni istituzionali, preferibilmente presso Enti pubblici di ricerca.

- 1° **Franza Marco**
- 2° Amato Flavia
- 3° Migliorini Laura
- 4° Deleo Lucilla
- 5° Pietrarota Andrea
- 6° Razzano Guido Maria
- 7° Acunzo Paolo
- 8° Mainardi Elena
- 9° Carmosino Giovanni
- 10° Giunta Valeria
- 11° Rizzante Gian Luca
- 12° Zarelli Monica
- 13° Sciacca Giuseppe

POSIZIONE F/10

N. 1 posto di "esperto di operazioni in addestramento" in possesso della **Laurea in Economia e Commercio** con esperienza lavorativa non inferiore a 2 anni, post-lauream, in attività relative al trasferimento tecnologico, creazione di imprese ad alta tecnologia, proprietà intellettuale e valorizzazione economica dei risultati della ricerca.

- 1° **Fratini Davide**
- 2° Amico Roxas Salvatore
- 3° Tassi Giulia
- 4° Polito Paola
- 5° Grande Sergio
- 6° Lombardi Angela
- 7° Monteduro Leopoldo
- 8° Canino Monica
- 9° Acri Cristiano

POSIZIONE F/11

N. 1 posto di "esperto di operazioni in addestramento" in possesso della **Laurea in Economia e Commercio** con esperienza lavorativa non inferiore a 2 anni, post-lauream, nella valutazione di scenari energetici e nell'elaborazione degli stessi mediante modelli tecnico-economici di ottimizzazione.

- 1° **Gracceva Francesco**
- 2° Velardi Maria
- 3° Ferrario Rinaldo

POSIZIONE F/12

N. 1 posto di "collaboratore tecnico" in possesso del diploma di **Perito elettronico o elettrotecnico** con esperienza, maturata successivamente al conseguimento del titolo di studio, di almeno 2 anni in gestione e progettazione di impianti elettrici complessi per apparati sperimentali.

- 1° **Affinito Luigi**
- 2° Aquilini Massimo
- 3° Sii Onesto Ivo
- 4° Laviola Tommaso
- 5° Assettati Andrea
- 6° Sensoli Roberto
- 7° Caivano Giuseppe
- 8° Pioli Fabrizio
- 9° Orefice Salvatore
- 10° Bernini Fabrizio
- 11° Antonelli Adriano
- 12° Orlando Roberto
- 13° Viola Rosario
- 14° D'Odorico Mauro
- 15° Nicastro Raniero
- 16° Negri Paolo
- 17° Trovato Roberto
- 18° Veschetti Miriam
- 19° D'Antonio Daniele

DISTRIBUTORE DI IDROGENO PER AUTO AL BRASIMONE

Presso il Centro Ricerche ENEA del Brasimone, su un circuito stradale allestito per le prove necessarie all'omologazione di veicoli che usano idrogeno come carburante, è stato realizzato ed è in fase di collaudo un impianto distributore di idrogeno compresso per auto.

L'impianto, attingendo idrogeno da un pacco bombole interno, è in grado di erogare un rapido servizio di rifornimento di 28 metri cubi di idrogeno compresso (350 bar) a un parco di 5 vetture nell'arco di una giornata.

Il progetto - sviluppato dall'ENEA nei laboratori del Brasimone che si occupano di energia, diffusa e rinnovabile, risparmio e uso compatibile nei trasporti - si colloca all'interno dei progetti finanziati dalla Regione Emilia Romagna ed è stato realizzato da un gruppo di giovani ricercatori seguiti da tutor dell'ENEA e delle Università della Regione, e in collegamento ad aziende sponsor, quali CON.AMI di Imola e Idromeccanica Spa di Modena.

Sebbene l'impianto sia stato concepito con caratteristica di flessibilità per un impiego al servizio di molteplici e diverse utenze per la qualifica di componenti per l'idrogeno come vettore energetico, esso, ormai, costituisce il prototipo di un impianto distributore vero e proprio.

E ciò ha stimolato la capacità tecnologica e produttiva delle aziende regionali: l'Idromeccanica, già operativa nel campo dei compressori di metano, oggi può candidarsi come produttore di impianti di distribuzione idrogeno, completi di tutto punto, e a costi nettamente competitivi (meno della metà) rispetto ai prodotti chiavi in mano "Californian stile".

(Paolo Turrone)

INCONTRI

L'ENEA per lo sviluppo del fotovoltaico



L'ENEA PER LO SVILUPPO DEL FOTOVOLTAICO

"L'ENEA intende contribuire alla ricerca su tecnologie avanzate per l'utilizzo del fotovoltaico collaborando con il sistema imprenditoriale del settore per sviluppare insieme nuovi prodotti e processi; per iniziative di trasferimento tecnologico" è quanto ha dichiarato Luigi Paganetto, Commissario straordinario dell'ENEA, nell'aprire i lavori dell'Workshop sul solare fotovoltaico, organizzato da ENEA e Kyoto Club il 13 settembre a Roma. Il professor Paganetto ha pure sottolineato che, la tradizione dell'Ente nel settore delle rinnovabili e in particolare delle tecnologie fotovoltaiche, consente di contare oggi su competenze e apparecchiature in qualche caso

uniche e di valorizzare gli sforzi condotti dai diversi soggetti sul territorio che operano nel settore della generazione energetica distribuita e del consumo a livello locale: il fotovoltaico, infatti, permette di far fronte a esigenze territoriali localizzando la produzione di energia là dove c'è la necessità di utilizzo, nel rispetto dei criteri di sostenibilità e di valorizzazione locale.

La ricerca dell'ENEA in questo ambito di energia rinnovabile si è diretta su tre tecnologie commerciali che possono essere ottimizzate e migliorate in termini di costi e prestazioni. In particolare, il silicio cristallino, i film sottili e la concentrazione. Nei laboratori del Centro di Portici – ha spiegato Anna De Lillo, dell'ENEA nella sua relazione di apertura – sono state realizzate celle solari a film sottili di vario tipo fra cui celle con eterogiunzioni silicio amorfo-silicio cristallino che hanno mostrato un'efficienza del 16% su piccola area e del 13% su 50 centimetri quadrati. Inoltre, allo scopo di dimostrare la fattibilità tecnica del fotovoltaico a concentrazione e le sue potenzialità rispetto al fotovoltaico convenzionale, l'ENEA porta avanti il progetto PHOCUS che comprende attività sia di ricerca e sviluppo, sia di dimostrazione e sperimentazione sul campo.

Ma per far affermare una tecnologia è necessario un piano d'incentivazione e Sergio Garribba, direttore generale del Ministero dello Sviluppo Economico, ha annunciato per la fine dell'anno un nuovo decreto ministeriale – di concerto con il Ministero dell'Ambiente – che metterà ordine nel sistema degli incentivi in conto energia per il fotovoltaico. I nuovi parametri per l'assegnazione degli incentivi terranno conto del criterio di progressività, della qualificazione della domanda e dello sviluppo tecnologico. Va ricordato che attraverso gli

incentivi in conto energia, in sei anni la Germania è riuscita a costruire una vera e propria industria del fotovoltaico equiparabile a quella del Giappone, altro paese leader del settore, dove per avviare l'industria del solare si è fatto ricorso al sistema dei prestiti agevolati.

Nel merito del nuovo testo agli incentivi, Fabrizio Fabbri, del Ministero dell'Ambiente, ha anticipato alcuni interventi correttivi degli attuali criteri di accesso e di contributo che hanno determinato, ad esempio, la corsa verso grandi impianti a terra. Per evitare che un campo agricolo diventi un enorme pannello solare per la produzione di elettricità fine a se stessa – ha spiegato Fabbri – si sta pensando di introdurre meccanismi che privilegino la produzione collegata al consumo.

Gianni Silvestrini, direttore scientifico del Kyoto Club e di European PV Platform, ha insistito sulla necessità, per far ripartire il settore, di rilanciare la ricerca e attrarre capitali e tecnologie dall'estero.

Nel chiudere l'Workshop, il presidente della Commissione Ambiente della Camera Ermete Realacci, ha auspicato che nella prossima finanziaria siano stanziati risorse per pianificare una strategia per il risparmio energetico e le fonti rinnovabili. Una strategia trasversale alle politiche sulla ricerca e sull'innovazione, alla sfida tecnologica, scientifica e imprenditoriale, e alle scelte sull'industria, sulle infrastrutture e sull'edilizia.

Entro i primi mesi del prossimo anno avrà luogo la Conferenza nazionale sull'energia, un appuntamento urgente e indispensabile proprio per le strategie energetiche dell'Italia, dall'efficienza all'utilizzo dei combustibili, alla promozione delle fonti rinnovabili, senza dimenticare che una delle vie per ridare competitività all'Italia è quella centrata sull'efficienza e sul risparmio.

LETTURE

L'intelligenza artificiale

Condizioni
per crescereGiallorino,
storia dei pigmenti gialli
di natura sintetica

The revenge of Gaia

L'INTELLIGENZA ARTIFICIALE

Dagli automi ai robot "intelligenti"
Pippo Battaglia
UTET Libreria, giugno 2006,
pagine 207, euro 18

Intelligence assume nella lingua inglese diversi significati, tra questi anche quello di spionaggio. Dice la leggenda che a causa di tale peculiarità lo scienziato inglese Alan Turing fece una associazione tra i vocaboli *artificial* e *intelligence*, che può avere due significati completamente diversi: intelligenza artificiale oppure spionaggio artificiale.

Già perché è proprio dalle organizzazioni governative di spionaggio e controspionaggio, sorte a causa della preparazione e svolgimento della seconda guerra mondiale con lo scopo di decrittare i codici

segreti usati dal nemico, che provengono gli studi di Turing e di altri scienziati alla ricerca di strumenti computazionali sempre più sofisticati e quindi di macchine intelligenti sempre più antropomorfizzate.

Risale alla notte dei tempi l'idea di costruire automi, marchingegni semoventi in grado di svolgere autonomamente delle funzioni umane. Il loro scopo era spesso associato alla guerra, sia di difesa che d'offesa. Ma gli automi fin dall'inizio del XX secolo non si prevedeva fossero 'intelligenti', un concetto introdotto per la prima volta dalla letteratura fantastica che si innamorò dell'idea di fabbricare esseri senzienti artificiali: una attività che poteva far divenire l'*homo faber* simile agli dei.

Ma la storia dell'intelligenza artificiale troverà il suo punto di svolta proprio con la pubblicazione di un articolo di Alan Turing, *Computing machinery and intelligence*, apparso nel 1950 sulla rivista *Mind*.

Sulla base della domanda che l'autore si poneva, "ma le macchine possono pensare?", cominciarono a svilupparsi numerosi contributi della comunità scientifica internazionale che sostanzialmente si diressero verso due ambiti: la robotica (che deve il suo nome a *Robot*, l'automa dotato d'intelligenza protagonista di un fantascientifico dramma teatrale del 1921 scritto dal ceco Karel Čapek) e l'intelligenza artificiale (dal gioco di parole sui due significati della parola *intelligence*).

La robotica si prefigge di costruire dei corpi meccanici che cercano di imitare al meglio l'uomo: ricorda Margherita Hack nella prefazione, che Spirit e Opportunity, i due robot esploratori su Marte, non sono intelligenti ma, grazie agli studi su come simulare i movimenti del corpo umano, operano sul suolo marziano come due bravi geologi.

L'intelligenza artificiale mira a costruire dei cervelli pensanti, partendo dagli studi sulle reti neurali, sulla simulazione delle attività tipiche del cervello umano, sulla capacità dei sistemi esperti di apprendere dall'esperienza e integrare la loro base di conoscenza: nell'intelligenza artificiale, perciò, confluiscono tutte le conoscenze acquisite in matematica, fisica, psicologia, filosofia, fisiologia del cervello umano e medicina.

La sintesi delle due branche potrebbe attualmente realizzarsi nel *robot intelligente*, un progetto che non appare più utopistico, tanto da cominciare a porre dei seri problemi di rapporti etici e non dannosi uomo-robot. È nata, allora, la *roboetica*, quella disciplina che si prefigge di delineare su base etica il comportamento dei robot intelligenti e le sue interazioni con l'uomo, la società, la natura e tutto quanto esiste. E l'autore conclude il viaggio nella storia suggestiva di questo progetto, che parte dagli albori dell'umanità, con la *Dichiarazione mondiale dei Robot* stilata a Fukuoka in Giappone nel febbraio del 2004. La Dichiarazione stabilisce le tre leggi che dovrebbero regolare il comportamento dei robot e quindi essere inserite in essi a priori. Ma, allora, non saranno più degli essere senzienti ma dei veri e propri 'nuovi schiavi': e senza essere sicuri di comportamenti paradossali non previsti e magari peggiori di quelli senza le tre regole di Fukuoka. (Paolo Monaci)

CONDIZIONI PER CRESCERE

A cura di Riccardo Gallo
e Francesco Silva
Il Sole 24 Ore, luglio 2006,
pagine 347, euro 35

Il libro contiene i risultati di una ricerca sul sistema produttivo italiano promossa e finanziata dall'Istituto per la Promozione Industriale (IPI).

Il rilancio del sistema produttivo - scrive il professor Gallo, pre-

sidente dell'IPI - richiede una serie diversificata di interventi capaci di favorire l'intero sistema delle imprese. La tesi principale del volume è che con imprese troppo piccole e troppo specializzate su settori con minori prospettive, l'economia italiana cresce poco, e i pochi passi in avanti non vanno nella giusta direzione.

Il volume elenca possibili interventi per riportare il Paese in carreggiata, mettendo mano ai dossier lavoro, finanza, ricerca e innovazione, giustizia, logistica e tassazione delle imprese.

La fase preparatoria del rapporto si è giovata della collaborazione di *focus group* tematici composti da Confindustria, Airi, Area Science Park, Regione Lombardia, Nomisma, Confapi, Unioncamere, Politecnico di Milano, Milano Metropoli, Università di Bologna, CNR ed ENEA.

(Marco Casagni e Mafalda Valentini)

GIALLORINO, STORIA DEI PIGMENTI GIALLI DI NATURA SINTETICA

Claudio Seccaroni
De Luca Editore, Roma,
pagine 400, euro 77,00

All'interno della collana "Materiali della cultura artistica - Approfondimenti" curata dall'Istituto Centrale del Catalogo e Documentazione del Ministero per i Beni e le Attività Culturali, è stato pubblicato il libro di Claudio Seccaroni, ricercatore dell'ENEA. Il volume è frutto di una lunga attività di ricerca nel settore della diagnostica non distruttiva (con la tecnica della fluorescenza) condotta dall'autore direttamente su opere pittoriche, mosaici medievali e ceramiche rinascimentali. I riscontri sperimentali e analitici così acquisiti sono stati incrociati con un'approfondita ricerca delle fonti, su materiale edito o manoscritto, relative alle tecnologie inerenti le tecniche artisti-

che dal Medioevo all'epoca industriale.

La ricerca è stata focalizzata sulla produzione dei pigmenti gialli artificiali: giallo di piombo e stagno I (Pb_2SnO_4), giallo di piombo e stagno II ($PbSnO_3$), giallo di piombo stagno e antimonio ($Pb_2SnSbO_{6,5}$), giallo di Napoli ($Pb_{2,5}Sb_{1,5}O_{6,75}$), litargirio/massicot (PbO) impiegati nelle varie tecniche pittoriche (tempera, olio, affresco ecc.), sui vetri e sulle ceramiche.

Con il termine *giallorino* e con le sue numerose varianti ortografiche e lessicali è stata infatti indicata, già dalla fine del XII secolo, una serie di pigmenti artificiali di colore giallo chiaro, con tonalità e sfumature da calde e dorate sino a fredde. La manifattura di questi pigmenti derivava dalle tecnologie di produzione delle ceramiche e dei vetri e la caratterizzazione chimica dei loro composti costitutivi è avvenuta solamente negli ultimi sessanta anni, portando all'attenzione degli studiosi una serie di composti sino a quel momento sconosciuti.

Claudio Seccaroni, con grande rigore filologico, ha seguito lo sviluppo della tecnologia di produzione del *giallorino*, sino all'insorgere nel XVIII secolo di una vera e propria *querelle* che ha appassionato gli ambienti scientifici ed enciclopedici riguardo alla sua effettiva composizione, all'epoca ammantata di mistero.

Un capitolo è anche dedicato al commercio dei *giallorini*, mettendone a fuoco i centri di produzione, le vie commerciali, i luoghi di smercio e i prezzi che nei vari luoghi e nelle varie epoche sono stati ad essi attribuiti. La definizione di un contesto geografico, storico ed economico per l'impiego dei vari pigmenti associati al termine *giallorini* ha inoltre consentito di gettare luce su materiali di recente acquisizione, come ad esempio il giallo di piombo, stagno e antimonio, pigmento alla cui scoperta ha contribuito lo stesso autore.

L'opera, da considerare altamente innovativa, sia per l'argomento trattato che per il taglio conferito, è indirizzata a chi si occupa della storia delle tecniche artistiche o è interessato ai materiali utilizzati nelle diverse produzioni artistiche, a chi è interessato alle fonti e agli antichi ricettari o, anche, a un pubblico più vasto, interessato comunque alla storia dei materiali impiegati nella pittura, fornendo informazioni sull'evoluzione e i cambiamenti dei pigmenti gialli sulla tavolozza degli artisti dal Medioevo all'epoca moderna.

(Franca Persia)

THE REVENGE OF GAIA

James Lovelock
Penguin / Allen Lane, 2006, pagine 177, sterline 16,99

Il celebre scienziato inglese, insignito nel 1997 del Blue Planet Prize, l'equivalente del Nobel per l'Ambiente, con questo libro dal titolo cinematografico, *La vendetta di Gaia*, afferma che ormai è troppo tardi per fermare il surriscaldamento globale che si sta abbattendo sugli esseri umani: la Terra si sta dirigendo verso il suo secondo stato stabile, quello caldo con 14 gradi di calore in più, già verificatosi in altre epoche della sua storia.

A questo punto sono inutili palliativi gli accordi internazionali sul clima, che faticosamente si stanno raggiungendo e bisogna invece prepararsi ad adattarsi a queste nuove condizioni nelle quali la stragrande maggioranza delle forme di vita si sposteranno sempre più a nord e in un mondo sempre più ristretto.

E in questa prospettiva anche l'energia nucleare, come mezzo per limitare un surriscaldamento globale galoppante, diventa fondamentale e i suoi rischi sono di piccola entità se paragonati agli sbagli commessi nel passato e ai guasti irreparabili provocati dall'anidride carbonica.